

100

100

RA

SOS

ES

100

100

72

100

1872

PROGRESOS INDUSTRIALES.

PROGRESOS
INDUSTRIALES

(1875)

POR

G. VICUÑA

INGENIERO, Y CATEDRÁTICO DE LA UNIVERSIDAD DE MADRID.



MADRID

IMPRESA DE LA BIBLIOTECA DE INSTRUCCION Y RECREO.

Calle del Rubio número 25.

PRÓLOGO.

El librito que presento al público está formado con varios artículos publicados en la REVISTA EUROPEA. Ofrecen algunos de éstos la penosa impresion producida por la guerra civil, y el último la grata esperanza de una nueva vida de paz y bienandanza.

En todos he procurado condensar y compendiar los puntos de vista y cuestiones que se tocan, pues de lo contrario, cada uno hubiera triplicado sus dimensiones, haciéndose enojoso á los lectores. Aun como están, me aqueja cierto temor de que no parezcan pesados para algunas personas.

En Inglaterra y Alemania escriben para el vulgo y en forma elemental y sencilla los hombres más sabios y doctos; pues no hay tarea más noble que la de suministrar á los demás lo que se ha adquirido en la ciencia tras largos estudios y penosas vigili-
as. Aquí es preciso que los que formamos en las últimas filas de la ciencia y los que aún tenemos mucho que aprender, nos metamos á enseñar. Cúlpese de tal despropósito, no ciertamente á nuestra audacia, sino á las circunstancias del país.

Por otra parte, debo manifestar que tan ingrata tarea no está exenta de sinsabores. Suele suceder, que las personas que pudieran ayudarnos en esta empresa sean las que se entretengan en poner obstáculos, en desacreditar los resultados y en suscitar desconfianzas. ¿Quién no conoce este aspecto de nuestro carácter?

Prescindiendo de todo y anhelando ser útil á mi país, colecciono estos artículos, que si tienen algún mérito es de la completa originalidad en su género, y el de la nove-

dad en nuestra patria, reuniendo datos españoles difíciles de acopiar aquí donde la Estadística industrial y el cultivo de las ciencias están en mantillas. Sirva todo esto de disculpa á los muchos defectos que se notarán en mi trabajo.

Si el público lo acogiera con benevolencia, publicaré en breve otro tomito en que se traten de asuntos industriales que sirvan de complemento á los del actual.

Madrid, Enero de 1875.

G. VICUÑA.

EXPOSICIONES ESPECIALES DE LA INDUSTRIA EN ESPAÑA.

- I. Origen de las exposiciones. Inconvenientes de las generales. Ventaja de las especiales. Las de Londres.
- II. Exposiciones celebradas en España.—Las de 1873 y 1874.—Conveniencia de las especiales en España.
- III. Grande y pequeña industria: sus caracteres. Importancia de la última. Exposiciones para ella.
- IV. Artículos extranjeros. Carácter docente de las exposiciones. Clase de objetos expuestos. Representacion del comercio. No admision de los objetos arqueológicos. Conveniencia de los museos industriales.
- V. La Sociedad Económica Matritense. La última exposicion especial. Importancia de la estadística. Congresos industriales. Conferencias.
- VI. Proyecto de cuatro exposiciones especiales: sus clases. Plan.
- VII. Nombramiento de jurados. Organización de los congresos y las conferencias. Necesidad de subvencion para estas exposiciones. Provenir de la industria española.

I.

Ocurre en muchas manifestaciones de la actividad humana, que al realizarse históricamente en formas cada vez diferentes, se vuelve al cabo de un cierto tiempo á la primitiva que las engendrara. Esta evolucion se está verificando en nuestros dias con las exposiciones industriales.

Ideadas á mediados del siglo pasado en Inglaterra para producciones especiales— la primera para tapicerías y porcelanas, la segunda para instrumentos agrícolas—se extendieron luego á mayor número de artículos, celebrándose en 1851 la primera en que se admitieron todos los productos del trabajo, sin atender á la nacionalidad de sus autores. Fueron aumentando en extension en las análogas de 1855, 62, 67 y 73, celebradas en Lóndres, Paris y Viena, y viene la reaccion, iniciada en Inglaterra ántes del 73, que tiende á hacer especiales las exposiciones, limitándolas á un número determinado de artículos.

Se ha observado en primer lugar, que una empresa de exposicion universal y general es un negocio ruinoso; bien lo ha probado la última de Viena, en cuya vista han renunciado Berlin y San Petersburgo á la idea que acariciaban de albergar en su seno, en fecha no remota, los productos de la actividad humana. Solamente los Estados- Unidos, celosos de probar su poderío y de festejar el centenario de su independendencia, tratan de celebrar un concurso de esta especie en Filadelfia, el cual se abrirá en Abril de 1876.

Pero aparte de esta consideracion hay otra de mayor importancia en descrédito de estas exposiciones. La rivalidad de las naciones, la dificultad, por no decir imposibilidad, de juzgar con perfecto criterio ciertos objetos similares de distintos países, han hecho que los premios hayan caido en descrédito y que nadie los tome en sério cuando

se trata de sus últimos grados. Expositor importuno saca mención, podría decirse en lo sucesivo, imitando un proverbio castellano.

No hay inventor charlatan, ni fabricante de contrabando que no adorne sus etiquetas con numerosos dibujos de medallas y recompensas, fácilmente obtenidas en concursos, gracias á la buena amistad de algun jurado, ó á su habilidad para recabarlas. Tanto es así, que se ha propuesto por algunos suprimir todos los premios y reducir las exposiciones á simples muestrarios.

De aquí que los fabricantes acreditados de Inglaterra estuvieran tan reacios en acudir al último certámen de Viena, y muchos de los príncipes de su industria no concurren á él á pesar de cuantas gestiones se hizo en contrario. Los mejores artistas españoles no quisieron tampoco acudir á este palenque.

Las exposiciones de un número limitado de artículos, por más que concurren los de todas las naciones, tienen la garantía de que el jurado y la opinión pública se ayudan en sus juicios y evitan sus extravíos parciales: el estudio se hace mejor, y el resultado práctico es más fructífero.

Por otra parte, la industria va siendo tan vasta, que con dificultad se pueden reunir sus ejemplares en un solo edificio. Por estas razones, sin duda, funciona en Lóndres una série de exposiciones especiales, organizadas de suerte que al cabo de diez años se presenten en otros tantos concursos las riquezas todas de la producción. Se inau-

guraron en 1870: en 1871 versaba sobre objetos de instruccion pública, inventos científicos, bellas artes, cerámica y lana: en 1872 instrumentos músicos, papel, joyería y algodón: en 1873 alimentos, acero, instrumentos de medicina, carruajes y seda: en 1874 encuadernaciones, cueros, obras públicas, encajes: en 1875 será de bronces, relojería, tintorería, hilados y tejidos: en 1876 instrumentos físicos, máquinas agrícolas, pieles, metales preciosos y fotografía: en 1877 muebles, y todo lo referente á higiene pública y privada: en 1878 armas, buques de guerra, cristal y labores de aguja: en 1879 hierro, maquinaria, lino y cáñamo: en 1880 terminará con trajes, productos químicos y material de ferro-carriles. En todas se admiten pinturas.

Esto sin contar las numerosas exposiciones que en diversas poblaciones de Europa se consagran ya á los ganados, ya á arboricultura, ya á vinos, ya á objetos marítimos, ya á maquinaria agrícola, ya á otras cuestiones concretas y limitadas. En cuanto á las artes llamadas bellas, bien sabido es que celebran sus concursos especiales, en los que obtienen mayores beneficios que en los generales, y la seguridad de más recto criterio en las recompensas.

II.

En España hemos estado amagados de una exposicion universal, que felizmente no ha pasado de las columnas de la *Gaceta* oficial.

Ni como negocio, ni como medios, dado el alejamiento de nuestra patria con respecto al centro de Europa, ni como poblacion que pudiera albergar á los visitantes extranjeros, ni como vitalidad de nuestra industria, hay en España, ni en Madrid, condiciones para celebrar una solemnidad de este género.

En cambio se han realizado algunas exposiciones nacionales de carácter diverso. La primera tuvo lugar en Madrid en 1827, con 200 expositores; siguiendo otras dos, ménos concurridas, en 1828 y 1831. En 1841 hubo otra con 217 expositores; la siguió otra en 1845, y una más provechosa en 1850, con 390 expositores, celebrándose en 1857 una especial de Agricultura, que fué notable por varios conceptos. Tambien en provincias se han realizado algunas exposiciones, aunque la mayoría han sido regionales, descollando algunas de Barcelona, la de Sevilla de 1858 y la de Zaragoza de 1868.

En 1871 verificó en Madrid la sociedad titulada *El Fomento de las Artes* una modesta exposicion local, y en 1873 se dió el primer ejemplo de realizarse una nacional sin proteccion alguna del Gobierno, y gracias á la iniciativa del activo é inteligente Sr. O'Ryan. Más de 700 expositores

concurrieron á ella; su carácter era especial, pero las circunstancias obligaron á aceptar á última hora algunos artículos no mencionados en el concurso.

Por último, en el corriente año se ha celebrado en Madrid una exposicion de un carácter completamente original, pues se trata de una regional de las provincias del Este, verificada fuera de la region, sin que dé idea cabal de todas sus producciones; su sello es más comercial que técnico. Segun parece, se trata de repetir concursos análogos de otras regiones españolas, sin que acerremos á darnos cuenta de por qué no se ha comenzado con la del Sur, libre de los carlistas, que sin duda alguna han contribuido á que la actual no sea lo que debiera. El mal éxito de esta exposicion hará ver sin duda alguna á sus iniciadores que es preciso adoptar otro sistema más racional, y dudamos que lleguen á celebrarse las que se han anunciado como continuacion suya.

En España, más que en otros países, convienen las exposiciones especiales, limitadas á ciertos artículos, que luego indicaremos, aunque permitiendo los similares extranjeros. Si el objeto de estos concursos es que del cotejo y estímulo nazca el progreso, no se comprende la razon de las exposiciones regionales, ni aún siquiera de las nacionales. Aquí, donde tanto tenemos que aprender en industria; donde por el mal gobierno y la apatía de nuestro carácter, y no por falta de inteligencia, estamos tan atrasados, digan lo que

quieran ciertos cortesanos de la opinion pública, urge sacar á las industrias que tienen vida propia de su marasmo y quietismo, ó por lo ménos, preparar los elementos para que esto se verifique, no bien cese la guerra civil de asolar nuestro territorio y de consumir en fraticidas luchas nuestra energia y vitalidad.

III.

La industria humana, en la ámplia acepcion de esta palabra, abraza todo linaje de obras en las que intervienen la inteligencia y las fuerzas del hombre. Pero sea cualquiera la clasificacion que de sus productos se adopte, puede dividirse en dos grupos, que podremos llamar la *grande* y la *pequeña* industria.

Comprendemos en la primera denominacion la fábrica que opera con un capital considerable y con personal directivo inteligente; la explotacion minera hecha en gran escala, dirigida por ingenieros; las labores agrícolas de extensos terrenos, verificadas con buena maquinaria y hábilmente trazadas; la empresa comercial bien calculada y con fuerte capital; el monumento que un reputado arquitecto levanta, gastando sendos millones; la obra artística que realiza un afamado pintor ó escultor, y que sabe le será ámpliamente remunerada; el libro escrito por un acreditado publicista, que le asegura fama y doblones.

Llamamos, por el contrario, pequeña industria al modesto taller cuyo director es á la vez

obrero y empresario; á la obra minera que se limita á vender sus piedras; á la faena del labrador que riega las tierras con su sudor, ó que, por lo ménos, dirige á sus gañanes; á la empresa comercial modesta; á la construccion económica; al cuadro del principiante; al ensayo del literato.

Ahora bien: dado que la gran industria permite á sus directores el hallarse en contacto con los de otras naciones y conocer los progresos del ramo á que se dedican, ya visitando las exposiciones universales, ya recorriendo las naciones más adelantadas, ya leyendo las revistas y publicaciones técnicas, claro es que no necesitan indispensablemente cotejar sus obras con las de otros, puesto que fácilmente pueden hacerlo intelectual, sino materialmente.

No sucede esto con la pequeña industria. Ni lo limitado de la empresa, ni la menor cultura de sus gerentes, les permite conocer lo que hacen sus compañeros. Para estos son indispensables las exposiciones; de aquí el que prediquemos la necesidad de verificar éstas en forma especial y aplicadas además á la pequeña industria.

El director ó el ingeniero de una gran fábrica de tejidos de algodón ó de construccion de máquinas saben perfectamente lo que se elabora ó construye en Inglaterra y Alemania: el cosechero de aceite valenciano, ó el labrador andaluz, ignoran cómo se refina aquel en otros puntos, ó desconocen las máquinas agrícolas más modernas.

Estamos en un país en el que los procedimien-

tos de fabricacion y los sistemas de labores varian notablemente de unas provincias á otras, á veces por necesidades ingénitas, otras por ignorancia ó rutina. No se ha verificado aún la unificacion del trabajo nacional: ¡cuán léjos estamos todavía de aspirar á colocarlo al nivel del que vive en algunas naciones!

La riqueza de nuestro país está en la pequeña industria. Su porvenir inmediato consiste en formar las industrias agrícolas. Nuestras sedas son susceptibles de mejora y de más extensa cria: nuestras lanas requieren tambien cuidados y perfeccionamientos: nuestros aceites reclaman mayor esmero en su fabricacion, así como nuestros viños. La caña, y quizás la remolacha, los cereales mismos, las producciones forestales, piden cuidados y mejoras que por desgracia no alcanzan.

Tenemos buenos elementos para constituir una pequeña industria floreciente, no sólo en la parte agrícola, sino tambien en la minera y en la manufacturera; tratemos de ayudarla. Respecto de la grande industria no es preciso velar tanto por ella: allí donde el negocio sea lucrativo no faltarán empresas nacionales ó extranjeras que lo acometan: si destruyen á los productores limitados, nada importa, que esto sólo podrá ser en una rama ó en ciertas localidades, quedando siempre ancho campo para desarrollarse y fructificar.

La tutela del Gobierno, la cooperacion de las corporaciones y sociedades científicas, la aten-

cion de todos los que de estas cosas se ocupan, la simpatía de la nación entera, deben encaminarse á dar vida á la pequeña industria, base y riqueza de las naciones, manantial fecundo de bienestar, que permite al artesano pasar á la categoría de empresario, y que resuelve la parte más pavorosa del problema social.

IV.

España, más que ninguna otra nación, necesita celebrar exposiciones especiales, limitadas, por las razones expuestas, á la pequeña industria, ó mejor dicho, escogiendo los artículos que han de figurar en ellas entre los que preferentemente produce dicha clase de industria, sin rehusar sus similares, aunque procedan de otro origen. Creemos también que pueden admitirse los artículos extranjeros, si bien el jurado deberá hacerse cargo, al dar los premios, no tan sólo de la bondad absoluta de los resultados, sino también de los medios con que se ha contado para obtenerlos. Los de Portugal podrían admitirse en igualdad de condiciones que los nuestros.

En vez de dar á estas exposiciones un carácter mercantil es preciso suministrarlas algo de espíritu docente. Que sirvan, no tanto para lucirse el productor, como para aprender de sus concurrentes lo que él ignore. Con este fin es preciso dar gran desarrollo á la parte técnica, premiando y estimulando todo lo relativo á bibliografía, proyectos, ensayos, etc. Cuánta mayor recompensa

merece quien gasta su fortuna, como hizo el ilustre marqués del Duero, en ensayar el cultivo de la caña de azúcar, que el agricultor que se limita á presentar un fruto de los que ordinariamente se cosechan.

Este es el momento de hacer notar la falsa idea que generalmente hay entre nuestros productores sobre la clase de objetos que deben exponerse. No han de ser éstos los maravillosos, los exóticos, los obtenidos por excepcion, y que asombran por su rareza, sino los corrientes, los ordinarios, aún aquellos en que la mala calidad está compensada con una gran baratura.

Producir mucho y con pocos gastos debe ser el ideal de los industriales, y esto se ha de reflejar en los concursos.

Otro elemento debe asimismo entrar en las exposiciones, que no se ha hallado bien definido en ninguna de las que tenemos noticia: nos referimos al comercial, confirmando la opinion de uno de los más ilustrados economistas españoles. El comercio es una de las fuentes de la produccion, puesto que el llevar los objetos desde un punto donde son poco útiles á otro en que son indispensables, crea valores, ó sea riqueza en último término. Cambiar equivale, por tanto, á producir.

Hasta ahora se ha tenido en cuenta en casi todas las exposiciones la magnitud de la empresa y su gestion mercantil; pero esto como una cuestion auxiliar que influa ante el jurado para la

clase de recompensa que se daba. Tal fabricante de vinos medianos, pero en vastísima escala, recibía un premio igual al que se daba á otro elaborador de exquisitos vinos, pero en reducidas proporciones.

No es esto sólo, por consiguiente, lo que patrocinamos en este punto, sino que se atienda única y exclusivamente á la gestión mercantil. Podrá ser expositor, por ejemplo, el representante de una empresa de canalización, no por el mérito de las obras realizadas, sino por la naturaleza mercantil del negocio. Para ello deberá probar, con sus libros y documentos, el capital empleado, las dificultades vencidas, las gestiones efectuadas y cómo ha transformado los terrenos de secano, casi incultos, en otros de regadío, cuya feracidad ha aumentado la riqueza de la comarca. Podrá ser también el almacenista de géneros que pruebe sus trabajos para introducir en el país determinados artículos, realizando no sólo un beneficio propio, como es natural y legítimo, sino también una mejora para los consumidores.

Unos cuantos datos auténticos, cuyo resumen pruebe la naturaleza útil de la empresa, y los justificantes y comprobantes, bastarán para este género de expositores, escogiendo preferentemente los asuntos en que se verifica el negocio con reducidos medios, ó sean los que forman parte de lo que hemos llamado la pequeña industria.

Creemos que en estas exposiciones no deben tener cabida los objetos arqueológicos, ni los de

arte retrospectivo, ni ménos los prehistóricos, como ha sucedido en las dos últimas universales de Paris y Viena. Los museos se complementan con las exposiciones, en nuestra humilde opinion: éstas contienen las obras de los contemporáneos; aquellos las de nuestros antecesores en la terrestre peregrinacion. En las unas se estudia y compara lo que hoy hacemos; en los otros se ve lo que hicieron nuestros mayores.

Cierto es que el exámen de esto último ayuda al mejor éxito de las obras actuales; pero tal tarea se ha de realizar precisamente por los museos, pues al ver allí los modelos, no es difícil compararlos con los objetos que todos los dias manejamos. Conviene fomentar y desarrollar los museos: todas las capitales cultas de la Europa nos presentan ejemplos que imitar. No bastan el de pintura y arqueológico que hay en Madrid, ámbos de primer orden; es preciso erigir otros de carácter artistico-industrial, si bien puede estudiarse en los anteriores una pequeña parte de lo que á éste le está encomendado.

Las momias egipcias, los cementos romanos, los vidrios de la Edad Media, las rejas de nuestras catedrales, la porcelana de la China, los tejidos de la India, y tantos otros objetos han de ser estudiados bajo el punto de vista fabril en los museos para ilustrar á los productores coetáneos. Las exposiciones especiales deben limitarse, segun esto, á las obras de la industria actual, á la emulacion y mutuo contacto de sus partícipes.

La idea de las exposiciones especiales en España, organizadas con cierto orden, y sucediéndose unas á otras para realizar un plan completo, se despertó en el seno de la Sociedad Económica Matritense hace cosa de dos años. Pero el celo, que es grandísimo, de esta corporación, que desde hace casi un siglo viene trabajando desinteresadamente en pro de la industria nacional, se estrelló ante las tristes circunstancias por que atraviesa el país, ante la dificultad de reunir fondos, y ante la falta de actividad ingénita en toda corporación. Creemos que no ha descuidado del todo este asunto la Sociedad Económica, y celebraríamos que tratara de realizarlo, con preferencia al Gobierno y aún á toda empresa.

Ya hemos dicho que una empresa particular celebró en 1873 la primera de las exposiciones especiales, si bien se desvirtuó algo admitiendo á última hora todo género de productos. Pero al tratar de verificarse la segunda etapa de esta empresa, cuando esperábamos verla seguir por el buen camino de la especialidad, nos encontramos sorprendidos con que ya era una exposición general, y lo que es peor, regional. En vez de un certámen técnico, vimos un bazar de algunos géneros catalanes y de ciertos productos valencianos, cuyo mal resultado ha justificado la intervención de la lógica en todas las tareas del hombre.

De aquí la necesidad que hoy predicamos de ce-

lebrar exposiciones especiales en España, con el carácter que ya hemos señalado. Conviene también que en ellas predomine el elemento estadístico, tan atrasado en nuestro país. Nuestra Administración, ó por falta de datos, ó por un injustificado deseo de ocultarlos, no publica los referentes á estadística industrial, excepto los de entrada ó salida de mercancías y los de minas ó metalurgia. Para averiguar el número de fábricas de una industria dada que hay en la nación, su producción y sistemas, es preciso acudir á diversas oficinas, y la mayor parte de las veces sin resultado provechoso.

Por esta razón será conveniente que al par del elemento comercial figure en estos certámenes el estadístico, premiando los trabajos de esta índole y presentando los productores cuantas noticias tengan en este sentido.

Al propio tiempo deben celebrarse congresos industriales, en los que se discutan las contradicciones con que luchan las industrias y los métodos diversos seguidos en las distintas comarcas. Por ejemplo, los vinicultores podrán tratar de sus mercados, sistemas de elaboración, trabas que les cohiben, dificultades con que tropiezan, y tantas otras cuestiones, en las que tomen parte los hombres prácticos y los científicos, los defensores de los métodos nacionales y los partidarios de los extranjeros. El resumen útil de estas discusiones se publicaría en un tomo, que sería un verdadero monumento de interés incontrovertible.

Al par que los congresos deben celebrarse conferencias profesadas por personas competentes, en las que, sin pretensiones oratorias, sino por amor á la verdad, se expongan los puntos nuevos ó poco conocidos de las ciencias y artes industriales. Esta innovacion fué introducida entre nosotros por la celosa junta de Fomento de la citada exposicion de 1873; y si bien no produjo el éxito que debiera esperarse de ella, se comenzó á educar á nuestro pueblo en este género de ocupaciones, cual debe ser siempre la mision de los que no se contentan con deplorar nuestro atraso é incuria, sino que procuran combatirlos virilmente en cuantas ocasiones se presentan.

Hay que verificar, en una palabra, exposiciones que instruyan más bien que exposiciones que agraden. Importa ménos oír al público decir: «está muy bonito,» que escucharle exclamar: «he aprendido algo,» y sobre todo saber que nuestros industriales se instruyen mutuamente y no se engrien con una exhibicion mercantil de sus géneros, para lo que basta acudir á los almacenes ó tiendas.

Es indudable, con arreglo á todo lo anterior, que deben tener preferencia las industrias agrícolas, que con las mineras forman la riqueza y la esperanza de mayor poderío de nuestra patria. Dificil es presentar un conjunto metódico de tales industrias, pero siquiera para que no se nos tache de difusos, vamos á dar un ensayo de las materias que juzgamos deben entrar perfecta-

mente en las cuatro primeras exposiciones que se celebren, dejando otra porcion de articulos para las sucesivas.

VI.

Estas exposiciones deberán realizarse una ó dos al año, con objeto de no dejarlas completamente desprovistas de interés ante el público indiferente; convendria agrupar en cada una articulos variados. He aquí los que juzgamos como más perentorios:

Exposicion primera.

CLASE 1.^a—*Aceites*. De oliva ordinarios: idem refinados: conservas en aceite de carnes y pescados: aceites de semillas: jabones de aceite.

CLASE 2.^a—*Cereales*. Trigos: harinas: salvados: pastas: granos diversos: panificacion.

CLASE 3.^a—*Quesos*. Leches: quesos ordinarios: quesos especiales duros y blandos, imitados de los extranjeros: mantecas y requesones.

CLASE 4.^a—*Lanas*. Ordinaria: merina: limpiado de lana: su tinte: tejidos: paños: ropas y trajes.

CLASE 5.^a—*Enseñanza*. Libros de texto para escuelas: idem para segunda enseñanza: idem para la superior: métodos de enseñanza: instrumentos y material para la misma: resultados obtenidos: enseñanza del dibujo: sus resultados: enseñanza de la música: instrumentos músicos: enseñanza de la mujer: labores y bordados á mano.

Cada clase se dividiría en varios grupos, llevaría consigo uno ó varios congresos especiales y una serie de conferencias: en dicha clase entrarían los expositores comerciales, los datos estadísticos, los proyectos facultativos y la bibliografía: otro tanto decimos para las clases siguientes; de suerte que excusamos repetirlo al llegar á ellas. A pocos industriales que concurrieran de España y Portugal, y algunos de allende el Pirineo, habria para llenar con los artículos correspondientes un vasto local, pues la mayoría de los que se han retraído de acudir á las exposiciones universales por su modesta produccion, concurrirían gustosos á ésta.

Que la fabricacion de aceites requiere mejoras en España; que el cultivo de cereales ha menester de algunos progresos; que la confeccion de los quesos está muy atrasada, y que nuestras lanas han decaído, son cosas que nadie ignora. Un concurso de esta especie las regenerará. Respecto de la última clase, no sólo es útil para dar variedad al conjunto, sino tambien para comparar los métodos y medios de enseñanza que atraviesan hoy un período de crisis. A pocas Escuelas, Institutos, Universidades y profesores que acudieran á este certámen habria para formar un riquísimo y variado cuadro. Aquí, mejor que en otros sitios, podría quizás resolverse la cuestion de las ventajas ó perjuicios de la libertad de enseñanza, tal como se practica en España.

Exposicion segunda.

CLASE 1.^a—*Vinos*. Cultivo de la vid: sistemas de fabricacion: vinos ordinarios: vinos finos: vinagres: licores: aguardientes: alcoholes: cervezas.

CLASE 2.^a—*Sedas*. Cria: ordinaria y del Japon: hilados: tejidos.

CLASE 3.^a—*Productos forestales*. Resinosos: tintóreos: curtientes: maderables.

CLASE 4.^a—*Papel*. De tina: continuo: carton: cartulina: papeles pintados: de esparto, palmito, paja, madera, etc.: imprenta: litografia: grabado.

CLASE 5.^a—*Mobiliario*. Sillas: mesas: armarios: camas: adornos: utensilios: máquinas de coser y otras domésticas.

Las tres clases primeras constituyen una gran parte de la riqueza de España, susceptible de mucho mayor incremento. La cuarta permitiría comparar nuestros papeles y examinar una de las industrias más adelantadas en esta nacion, cual es la imprenta: la quinta serviría para dar variedad y al propio tiempo decorar, entrando en ella desde la tosca silla usada en los campos, hasta el armario de mayor lujo.

Exposicion tercera.

CLASE 1.^a—*Residuos animales*. Sebo: bujías: cerillas fosfóricas: jabones de sebo: cueros: tafletes: calzado: encuadernaciones.

CLASE 2.^a—*Azúcar*. De caña: su refinacion: de

remolacha: melazas: confituras: conservas en dulce: almibares: chocolates.

CLASE 3.^a—*Cerámica*. Barro cocido: loza: porcelana: vidrio: cristal: material refractario.

CLASE 4.^a—*Hilo*. Cañamo y lino: cultivo: hilado: járcias: tejidos: camisería.

CLASE 5.^a—*Marina*. Pesquería: piscicultura: construccion de buques de madera: idem de hierro: mobiliario de los buques: marina militar.

La clase 1.^a se distingue de las 3.^a y 4.^a de la exposicion primera y de la 2.^a de la segunda, en que éstas son productos animales y no despojos ó residuos, como ocurre al sebo y los cueros. Su importancia es notoria por tratarse de industrias florecientes: la azúcar requiere grande estímulo, y las tres últimas secciones son susceptibles de notables progresos, gracias á los elementos de nuestro suelo y costas.

Exposicion cuarta.

CLASE 1.^a—*Platería*. Objetos de plata: bronce de arte: bisutería. Joyas finas: idem falsas: relojería: adornos de reducidas dimensiones.

CLASE 2.^a—*Cultivos*. De secano: de regadío: labores: instrumentos: máquinas: abonos minerales: idem animales: productos obtenidos.

CLASE 3.^a—*Metalurgia*. Minerales: combustibles: metales: aleaciones: su elaboracion.

CLASE 4.^a—*Construccion*. Construcciones rurales: idem urbanas: idem monumentales: materiales de construccion.

CLASE 5.^a— *Productos químicos*. Ácidos: sales: sustancias explosivas: drogas: perfumería: productos farmacéuticos: fotografía: galvanoplastia.

Excusado es encarecer la importancia de todas estas clases: en la segunda se hallan los procedimientos agrícolas, y en la tercera los metalúrgicos. La siguiente se prestará á grandes desarrollos y decorará el local: la última podrá ostentar un gran número de expositores, aunque no tantos como los de las tres anteriores.

Se escogerán las estaciones más convenientes para algunas de estas clases; por ejemplo, los vinos en primavera y los frutos en otoño. Se añadirán flores y plantas, que al par de adorno podrán ser objeto de certámen especial.

Como se ve, excluimos de este plan el algodón, la construcción de máquinas y algunas otras industrias que difícilmente pueden establecerse en pequeña escala. En las metalúrgicas y agrícolas se procurará hacer venir á los productores de reducidas proporciones, sin rechazar por eso á los que lo sean en mayor escala. Las bellas artes y la ganadería están excluidas intencionalmente.

No incluimos tampoco todos los artículos que pueden hallarse en las condiciones apetecidas, dejándolos para otros concursos: están, sin embargo, las principales.

Se notará, por último, que no seguimos el principio establecido de la especialidad hasta sus

últimas consecuencias, y esto lo hacemos porque en las condiciones de nuestro país, y sobre todo en las tristísimas por que hoy atraviesa, se correría el riesgo de que un solo artículo especial no diera suficiente materia para llenar una sala. Este es el ideal, pero entre tanto ponemos cinco clases en cada concurso, de las cuales no sólo cada una, sino en muchas, alguno de sus renglones debiera bastar para constituir una exposición especial lucida, y bajo todos puntos de vista provechosa.

VII.

Las cuestiones de nombramiento de jurados, organización de los congresos y de las conferencias son de mero detalle, que interesan poco. Sólo diremos que el jurado debe hallarse previamente designado, bien por el Gobierno, bien por la empresa gestora, y reclutado entre los hombres de ciencia, ingenieros, profesores é industriales retirados, no entre los activos. La elección de jurados hecha por los expositores es el medio más racional cuando la mayoría de éstos reside en la población, como sucede ordinariamente en los de bellas artes; de lo contrario, y hecha por autorización, puede convertirse en un pandillaje y ridícula farsa, que explotan unos cuantos habilidosos. De esta suerte saben también los expositores quiénes les han de juzgar antes de concurrir, y no vacilarán en hacerlo si ven personas formales, y sobre todo conocedoras del asunto, no unos

cuantos políticos, oradores ó poetas que serán manejados por alguno más competente ó más audaz.

Los congresos deberán efectuarse en días fijos, señalados de antemano, y en corto número: cada uno de los individuos que tome parte en ellos pagará una pequeña cuota, y la empresa sufragará los gastos de impresion y demas. En estos congresos se verificarán pruebas y ensayos comparativos, cuyos resultados se harán constar.

Las conferencias se encomendarán á personas peritas; se imprimirán y venderán: los temas serán fijados por el jurado ó junta facultativa directora, recayendo en asuntos íntimamente relacionados con los objetos expuestos.

No es el caso dilucidar si ha de ser el Gobierno ó la empresa quien tenga á su cargo estas exposiciones: nos inclinamos hácia lo último, pero contando con medios pecuniarios que suministren aquel y las corporaciones populares. Un certámen de este género, hecho en sério, sin farsas ni pedanterías, no puede sufragar los gastos con las entradas de los visitantes. Estas deben ser modestas, para que concorra mucha gente, y como además no se puede pedir dispendios al pequeño industrial, que siempre tiene que hacer algunos gastos para el concurso, resulta que habrá pérdidas seguras, al ménos en los primeros años.

No nos cansaremos de repetirlo: las exposiciones especiales en que no se trate de fascinar á los concurrentes con adornos de relumbron, sino de

instruirles; en las que no se alucine á los expositores con la idea del lucro inmediato, sino con la del progreso por el mutuo contacto; en las que no se engañe al país diciéndole que ha llegado al apogeo en ciertos ramos, sino que se le haga ver la verdad en el cotejo con algunos productos extranjeros, para estimularle y animarle, son las que deben verificarse en España, segun nuestra opinion.

España tiene condiciones para ser industrial como pocos países de Europa. Su posición en el continente, lo extenso de sus costas, lo variado de su clima y de sus producciones, las riquezas minerales que atesora, en las que quizás no reconoce rival, la sobriedad de sus hijos, su viveza de comprensión, constituyen elementos apagados actualmente por la mala gestión de sus gobernantes y por la apatía é indolencia de la mayoría de los gobernados.

El día en que sobrevenga una reacción contra los políticos, y que todas las fuerzas vivas del país se dediquen á fomentar sus fuentes de producción, llegará España á ocupar el puesto á que está llamada. Hoy, triste es decirlo, su ciencia y su industria están en mantillas. La instrucción, por medio de los centros de enseñanza, de los libros, y de las exposiciones especiales, contribuirán al patriótico fin que anhelamos ver en breve realizado.

LA NAVEGACION AÉREA.

- I. Escollos y precipicios del camino aéreo. Los vientos y las nubes. Porvenir de la navegacion aérea. Casos en que será ventajosa.
- II. Principio de Arquimedes. Su aplicacion á los gases. Los hermanos Montgolfier. Empleo de gases ligeros. Cálculo de un globo. Imposibilidad de los viajes largos.
- III. Dificultades de la direccion de los globos. Motor y tela. Globo Giffard: su ensayo feliz.
- IV. Globo Dupuy de Lôme: sus buenas condiciones: su marcha: experimentos. Globo Bosque. Globo Wyse para atravesar el Atlántico. Los novelistas y los inventores.
- V. Aparatos más pesados que el aire. La aviacion. Ave artificial de Kauffmann. El volador Groof. Escritos de Morenes y Heriz. Cuestion del motor ligero. Porvenir.
- VI. Clasificacion de los aparatos más pesados que el aire. Planos inclinados. Hélices. Alas artificiales. Ala-remo.
- VII. Séres voladores: relacion de la superficie al peso. Teoria de Pettigrew. Los globos en la guerra. Alturas alcanzadas en las ascensionés.

I.

La cuestion de la navegacion aérea es una de las que más han preocupado en el siglo actual á los hombres científicos, al mismo tiempo que á las personas indoctas. Poder caminar en línea recta por el seno de la atmósfera, sin tener que plegarse, como lo hacen nuestras vias de comu-

nicacion, á las exigencias del terreno y sin sufrir el oleaje de los mares; marchar por un medio que carece de escollos y precipicios, diáfano, uniforme, parece ser la aspiracion más legítima de la locomocion.

Pero sin entrar en las dificultades del vehículo, y, atendiendo sólo al medio ambiente, notamos que esa atmósfera, de ordinario tranquila y serena, guarda en su seno escollos sin cuento y precipicios innumerables. Las tempestades que agitan y alborotan los mares causan en la atmósfera mayores perturbaciones. Un viento que en la superficie terrestre nos parece fresco, es frecuentemente muy rápido á cierta altura, y capaz de arrastrar con furia cualquier objeto que encuentre.

Otro enemigo más terrible que los vientos encontrará el aereonauta, las nubes. Preñadas casi siempre de electricidad, y librándose en su seno terribles batallas, aniquilarian los vehículos con que tropezaran y causarían la muerte de sus viajeros. Las trombas, los ciclones, la lluvia, el granizo, el intenso frío de las alturas serian otros tantos enemigos contra quienes habria que luchar en estas peregrinaciones. Y por otra parte, desgraciado del aparato que se descompusiera y no pudiera vencer la accion de la gravedad; caería como una piedra sin esperanza de salvacion.

Hé aquí, pues, cómo la navegacion aérea tiene en su contra el elemento mismo en que ha de verificarse. Imposible sería realizar con ella viajes regulares y periódicos. Sería preciso atenerse al

estado de la atmósfera y surcarla tan sólo en los días de bonanza.

Además, sea cualquiera el sistema que se adopte, ya entre los conocidos, ya en los por venir, no es probable que se lleguen á elevar grandes cargas y á trasportarlas fácilmente en la direccion apetecida. El destino de la navegacion aérea no parece ser el transporte de mercancías, sino el de personas, y mejor el de objetos de poco peso que sea preciso llevar con rapidez; por ejemplo, la correspondencia. Aun para éstos subsistirá el inconveniente de la irregularidad, subsanado con la ventaja de la economía de tiempo.

En cambio habrá casos especiales en que la navegacion aérea sea ventajosa á todo otro medio de locomocion. Uno de ellos es el de una plaza sitiada que desea comunicarse con el exterior, ó la necesidad de llevar un parte por encima de un país ocupado por el enemigo. Entónces será un excelente medio la navegacion aérea, realizándose con este, como con todos los inventos, la superioridad en ciertos casos, sobre los medios restantes de locomocion; la desventaja en todos los demas.

Esto y la brillantez y novedad del asunto mantienen vivo el interés que ha despertado esta cuestion. Navegar por los aires, ¡qué cosa tan maravillosa! dicen unos, ¡qué problema tan importante! exclaman los más avisados.

De aquí que hayan puesto mano en este asunto los primeros sabios de Europa, los industriales de mayor ingenio, y al propio tiempo los charlata-

nes más atrevidos, los ignorantes más desocupados.

Veamos, pues, cuáles son las dificultades inherentes á la cuestion en si misma, cómo se ha tratado de vencerlas y cuál es actualmente el estado de este importantísimo problema.

Hay que tener en cuenta, por último, las malas condiciones de la parte alta de la atmósfera para la vida humana. No es sólo la rarefaccion del aire que dificulta la respiracion, sino tambien el excesivo frio que allí reina y la grandísima sequedad, que daña los tejidos y molesta en extremo. ¡Cuán engañoso es el ambiente azul que parece fascinarnos y atraernos!

II.

Hace más de dos mil años que el gran matemático Arquímedes descubrió el principio que lleva su nombre: *todo cuerpo sumergido en un líquido pierde de su peso lo que pesa un volumen de líquido igual al desalojado*, esto es, igual al suyo. Un trozo de hierro cuyo volumen es de un decímetro cúbico, por ejemplo, pesa dentro del agua ménos de lo que pesaba fuera, y la diferencia es precisamente el peso de un decímetro cúbico de agua, ó sea un kilógramo. De aquí que si en vez de ser hierro, que es más *denso*, esto es, más pesado que el agua, fuera un cuerpo como el corcho ménos denso que aquella, éste perdería de su peso una cantidad mayor que su peso mismo, y por consiguiente, lejos de pesar, ó sea de caer hácia

la tierra, subirá: en términos corrientes, flotará.

Rodea á nuestro planeta una capa formada por una mezcla de gases, ó sea el aire, constituyendo la atmósfera. Así como sobre el fondo de un estanque pesa el líquido de éste, así sobre todo el haz de la tierra pesa la atmósfera. Ahora bien: un cuerpo sumergido en ésta se halla exactamente en las mismas condiciones que el hierro ó el corcho dentro del agua: si es ménos denso que el aire, caerá; si más ligero, subirá. Pero como la densidad de esta atmósfera no es uniforme, sino que va decreciendo á medida que nos elevamos, sucederá que el cuerpo ascendente llegará á una capa cuya densidad sea igual á la suya, y entónces ni tenderá á subir ni á bajar: quedará flotante y equiponderante.

Esto, que es tan fácil de comprender, y que constituye toda la teoría de los globos, no ha sido aprendido por la humanidad hasta fines del pasado siglo. Conociase el principio de Arquímedes para los líquidos; sabíase desde mediados del siglo XVII lo que era la atmósfera, que hasta entónces era incomprensible para las gentes, y sin embargo se tardó siglo y medio en aplicar el principio de Arquímedes á los gases. ¡Cuán cierto es que la humanidad adquiere lenta y trabajosamente lo que constituye el tesoro de sus conocimientos!

Dos modestos fabricantes franceses de papel, aunque versados en las ciencias, los hermanos Montgolfier, construyeron en 1783 el primer globo

que se ha elevado en los aires. Un profesor inglés, Black, había anunciado en 1767 que una vejiga llena de hidrógeno—gas que pesa unas catorce veces menos que el aire—se elevaría en la atmósfera.

Desde el experimento de los Montgolfier, que causó la admiración de Europa, se despertó tal curiosidad por el invento que todo el mundo quiso ver cómo se elevaban los globos. Quizás no ha habido en las ciencias ni en la industria ninguna cuestión que haya excitado tanto interés general como la de los globos. No tardaron en atreverse algunos á subir en ellos; varios perecieron víctimas de su arrojo, y se hicieron ascensiones, ya por recreo, ya por especulación, ya para aplicaciones de la guerra, ya con el fin de examinar las condiciones físicas de la atmósfera en las capas á que se podía alcanzar.

Podemos dividir los globos en dos grupos: unos en que la fuerza ascensional se debe á calentar, ó sea enrarecer, y por tanto hacer menos denso el aire; otros en que se introduce un gas ligero. A los primeros se les suele llamar hoy *mongolfieras* en honor de sus inventores; á los segundos simplemente globos, ó globos de gas. Para elevar aquellos basta formar humo con paja humedecida, por la rarefacción que se produce, y porque el vapor de agua es más ligero que el aire. El gas que suele emplearse en éstos es el del alumbrado, por su economía y abundancia, ó el hidrógeno, que es el más ligero de todos los que se conocen.

Un metro cúbico de aire pesa unos 1.300 gramos; uno de hidrógeno 89, luego la diferencia, que es 1.211 gramos, es la fuerza ascensional. El cálculo no suele hacerse así, porque no se llena por completo de gas el globo; si así se hiciera, se correría gran riesgo de que éste se rompiera al elevarse, puesto que al disminuir la presión exterior, conforme va subiendo el globo, se dilataría el gas interior y podría hacerle estallar. Por esto no suele llenarse sino su mitad ó sus tres cuartas partes. Calculando sobre estas diremos para un globo de 800 metros cúbicos: el peso de su hidrógeno es el de 600 metros, ó sea 600 veces 89 gramos, esto es, 53 kilogramos: el peso del aire desalojado es 800 veces 1.300 gramos, esto es, 1.040 kilogramos: luego la fuerza ascensional es 987 kilogramos.

Deduciendo de aquí el peso del globo, barquilla, red, etc., que viene á ser para el globo citado cosa de 250 kilogramos, queda reducido el peso útil á 737, y descontando unos 10 que deben quedar para que tienda á subir, es 727 la carga en viajeros y lastre; podrá por tanto llevar nueve personas de á 75 kilogramos, y un lastre de 52.

Esto es al nivel del mar y en los días fríos de invierno: en Madrid, por ejemplo, que está bastante alto, puede elevar ménos carga, y ésta disminuye también cuanto más calor hace en el momento de la ascension. Si se trata de gas del alumbrado la fuerza de elevación es mucho me-

nor, por ser este gas más pesado que el hidrógeno, aunque ménos que el aire.

A medida que el globo se eleva se va dilatando el gas interior, y si alcanza grande altura ó hace mucho calor, es preciso abrir la válvula superior con una cuerda que va desde la barquilla, á fin de que salga y no amenace estallar. Si despues de esto sobreviene frio, por ser de noche, el globo tiende á bajar, y es preciso á veces lanzar parte del lastre para volver á elevarse. Otro tanto ocurre por efecto de las pérdidas continuas de gas á través de las paredes. De todo ello resulta, que al cabo de pocos dias el globo desciende irremisiblemente.

En cuanto á los mongolfieras su vitalidad es mucho más corta. Ascenden con el aire ó humo calientes; y para que éste no se enfrie rápidamente, ni se salga, suelen llevar una esponja humedecida en alcohol, la cual va ardiendo próxima á la boca inferior del globo. A pesar de esto, es cuestion de muy pocas horas el descenso obligado de esta clase de globos.

El aereonauta que va en un globo de gas observa, por medio del barómetro, la altura á que se encuentra: si llega á una capa en que se halla equiponderante y quiere sin embargo subir, arroja lastre; si desea bajar, abre la válvula de salida. Para descender deja caer una anclita, la cual se agarra á un árbol ú otro obstáculo del terreno, y tirando de la cuerda llega á tocar el suelo; si reina viento fuerte, el descenso es peligroso. Como

precaucion se lleva siempre un paracaidas, que es una especie de paraguas sin palo, con el cual se deja caer el aereonauta en caso de rotura del globo.

III.

Estos globos se hallan completamente á merced del viento reinante. Lo más que puede conseguirse con ellos es subir ó bajar en el seno de la atmósfera hasta hallar una corriente que empuje en la direccion apetecida. Ahora bien: se sospecha que en algunas regiones de la atmósfera hay vientos fijos en ciertas estaciones ú horas del dia, y de aquí el pretender alcanzarlas para llegar á un punto dado. La existencia no bien comprobada de estos vientos, ha hecho proyectar el paso del Atlántico.

Algunos han pensado en dirigir los globos; esto es, en hacer que no caminen á la órden de los vientos, sino que sigan un derrotero. Opónense á ello inconvenientes gravísimos, de los que son primordiales los dos siguientes: Un globo ocupa siempre un gran volúmen, relativamente á la carga que puede levantar, y por consiguiente presenta mucha superficie á la accion del viento. De aquí que es necesaria una fuerza considerable para vencer esta accion; pero como para encontrarla hay que redoblar la carga con el peso del motor, ó lo que es lo mismo, aumentar el globo, ó sea su superficie, se tropieza siempre con esta dificultad.

En segundo lugar, el punto de apoyo del motor ha de ser el aire mismo, y dada la poca densidad y cohesión de éste, es preciso disponer de aparatos grandes, ó sea pesados, para conseguir el objeto deseado. Esto sin contar la pérdida de gas, por no haber una tela completamente impermeable, según ántes dijimos.

En prueba de lo anterior y de que la cuestión de resistencia con el aire es lo que ha hecho pensar en sustituir los globos por otros aparatos, citaremos algunos datos de la fuerza del viento. Cuando éste es *suave* anda cosa de 2 metros en un segundo, y ejerce sobre cada metro cuadrado de superficie fija un esfuerzo de 0,54 kilogramos; si es *brisa* anda 6 metros y ejerce 5 kilogramos; si *fresco*, 9 y 11; si *fuerte*, 12 y 19,50; *impetuoso*, 20 y 54; *huracanado*, 36 y 177.

Concretémonos al fresco y supongamos que la superficie de un globo como el ántes citado de 800 metros cúbicos, es cosa de 110 metros cuadrados, mejor dicho, la proyección de la total sobre un plano meridiano del globo: la resistencia será de 110×11 , ó sea 1.210 kilogramos. Para que este globo esté quieto sufriendo el embate del viento se necesita un trabajo de 145 caballos de vapor, suministrados por una máquina motriz que sería muy pesada. Cada hombre no puede dar, moviendo una cigüeña, y descansando de cuando en cuando, más allá de $\frac{1}{7}$ de caballo de vapor; de suerte que, como sería necesario llevar doble número de hombres que los meramente precisos

para que se sustituyeran, resultan para este caso necesarios nada ménos que 2.030 hombres para vencer el empuje del viento en el globo, cuando éste no puede ascender más que nueve.

La principal atención de los aficionados á estas cuestiones ha versado por lo tanto sobre la clase del motor y de la tela. Se ha querido hallar uno que con poco peso produjera gran trabajo; por desgracia, no se ha encontrado. Las aves son bajo este punto de vista los motores más ligeros para la fuerza que producen. A principios de 1869 se realizó en Lóndres una exposicion de la Sociedad aeronáutica inglesa; en ella se presentaron modelos de motores hechos con piezas de aluminio, calderas especiales, y empleando como combustible, ya el petróleo, ya el algodón-pólvora; los habia de vapor y de aire.

En cuanto á las telas, se ha llegado á hacerlas bastante buenas, superponiendo las de seda con capas de caoutchouc; no resultan pesadas y son poco permeables. Las redes se hacen tambien de seda para que pesen poco, siendo resistentes. Una de éstas cubre todo el globo, y de ella cuelga la barquilla, que tambien suele ser ligerísima.

Preseindiendo de los charlatanes ó ilusos, que sin conocer los principios físicos se han ocupado de este asunto, indicaremos los progresos realizados en estos últimos años. Giffard, eminente ingeniero francés, autor de un aparato para alimentar las calderas de vapor, que ha hecho su reputacion y su fortuna, es uno de los más cons-

tantes adalides de la direccion de los globos. En 1862 se elevó en Paris con uno, cuyo motor era una maquina de vapor que se aplicaba á hacer girar rápidamente una gran hélice, análoga á la de los buques, hecha con lona y tablas. Para evitar que una chispa ó un pedacito de carbon en ignición viniera contra el globo y lo quemara, haciendo arder el gas interior, en cuyo caso la explosion seria segura, hizo que el humo de la caldera saliera hácia abajo por un tubo, obligándole á ello un tiro especial producido por el vapor sobrante. Ejecutó, pues, lo mismo que en nuestras locomotoras, en las que el vapor, despues de haber obrado en los cilindros, pasa á la chimenea; pero cuidó de invertir ésta.

Esta ascension llamó extraordinariamente la atencion pública; 2.500 metros cúbicos ocupaba el globo; éste era algo alargado en sentido de la marcha; la hélice tenía 34 decímetros de diámetro, y daba unas 110 vueltas por minuto; la fuerza de la máquina tres caballos. El agua y carbon que se iban consumiendo ahorran lastre, pues las pérdidas de gas se compensaban con esta disminucion de carga. El ruido producido en las alturas al soltar el vapor era espantoso y aterrador, por el profundo silencio que en ellas reina de ordinario.

Giffard consiguió caminar á razon de poco más de dos metros por segundo, en la direccion que se proponia, cuando el aire estaba en calma; si era un viento suave, podia con dificultad ven-

cerle; para el fresco esto era imposible. Dijimos, en efecto, que la velocidad de un viento suave es cosa de dos metros y la del fresco llega á nueve; por consiguiente, mal podrá luchar contra estos un aparato cuya velocidad propia no llega á tres.

Durante el sitio de Paris se despertó con mayor interés la cuestion de los globos; se lanzaron varios con viajeros y correspondencia, entre ellos el que sacó á Gambetta; tenian casi todos unos 2.000 metros cúbicos; eran de percalina y se llenaban con gas del alumbrado; su peso subia á unos 500 kilogramos, y el útil á 950. Prestaron grandes servicios á la causa francesa, á pesar de no tener aparato alguno para ser dirigidos; uno fué arrastrado hasta Suecia por un viento impetuoso.

IV.

Por entónces se hallaba en la capital el eminente ingeniero naval M. Dupuy de Lôme, que ha sido uno de los transformadores de la portentosa marina militar moderna. Estudió la cuestion, y proyectó un globo, que no pudo ensayarse hasta despues de concluida la guerra. Es, sin duda alguna, el más racional de cuantos se han construido.

La parte más notable del globo Dupuy es haber introducido en su interior otro lleno de aire. Consta, pues, de un globo ovalado, en cuyo interior va otro esférico mucho más pequeño; aquel lleno de hidrógeno ó gas del alumbrado; éste de

aire, pues comunica por un tubo con la barquilla. ¿Qué se consigue con esto? Una grandísima ventaja, cual es poder llenar todo el globo con gas, impedir que se deforme y evitar el tener que abrir la válvula y dar salida al gas.

En efecto, lleno el globo exterior de gas, sucederá que al elevarse se dilata y va comprimiendo al interior, el cual comienza á encogerse, dejando salir su aire por el tubo inferior; si no hubiera éste, el gas al dilatarse abultaría el vientre del globo ovalado, á no ser que se le pusiera una armadura especial. Está calculado el interior de suerte que se arruga por completo al llegar á cierta altura máxima, de la que no se piensa pasar; no habrá, pues, que dejar escapar nunca el gas. Si entonces baja, se contrae éste y entra el aire en el interior.

Es, en una palabra, este globito adicional análogo á la vejiga natatoria de los peces, por cuyas contracciones ó dilataciones pueden descender ó subir éstos en el seno de las aguas.

De la red cuelga una verga recta de madera, que lleva en su parte posterior un gran timon de tela y en el centro la barquilla; sobre ésta va una gran hélice, que puede moverse por una máquina ó á brazo. En los experimentos verificados sólo se ha seguido este último procedimiento. La forma ovalada del globo y prolongada de todo el aparato permite á éste surcar los aires en la dirección deseada. Las dimensiones del globo son: largo 40 metros; diámetro 14; volúmen del globo exterior

3.860 metros cúbicos; idem del interior 386; fuerza ascensional con gas del alumbrado 2.553 kilogramos.

Las condiciones de estabilidad de este globo son buenas. No basta en un aparato que haya de surcar los mares ó los aires el que tenga buena forma para trasladarse; es preciso que el centro de gravedad del cuerpo y el del volumen desalojado ocupen posiciones relativas tales que lo hagan estable, esto es, que no vuelque ni oscile demasiado con los choques ó corrientes laterales. Muchos de los inventores de aparatos de navegacion desconocen la Mecánica é incurren en gravísimos defectos de estabilidad. No sucede así en el aparato de M. Dupuy.

Los experimentos realizados en 1872 con este globo permitieron elevarse en él 15 personas; ocho de éstas movian la hélice. La tela del globo, formada por dos de seda, entre las que hay siete capas de caoutchouc, pesaba 180 gramos por metro cuadrado. La velocidad alcanzada con aire en calma fué de 28 decímetros por segundo, ó sea unos 10 kilómetros por hora. La forma del globo permitió ir sesgando la direccion de los vientos algo frescos, ó sea marchar de *bolina*, segun dicen los marinos. El ángulo que forma la marcha con la direccion del viento es tanto mayor cuanto más fuerte es éste. De aquí no se ha pasado.

Despues de haberse dado á conocer el globo Dupuy, publicó el Sr. Bosque un artículo presentando un globo de su invencion, que tiene la for-

ma del que acabamos de describir, pero no su interior, y para que subsista sin deformarse, espera el inventor español que se descubra un metal cuyas láminas sean bastante resistentes para no deformarse, y no pesen más de 600 gramos por metro cuadrado. Ya puede esperar nuestro compatriota.

Recordarán quizás nuestros lectores que á fines de 1873 se habló mucho de un globo que iba á ser lanzado en los Estados-Unidos y venir á Europa por encima del Atlántico. Su volúmen de unos 15.000 metros cúbicos; esférico, de algodón, untado al exterior con aceite de linaza, cera y bencina. Tiene algunos detalles especiales, pero poco importantes; se trató tambien de combinar varios globos unidos.

Su director, Mr. Wyse, pensaba aprovechar las corrientes favorables, ascendiendo ó bajando en la atmósfera, para realizar su viaje. Este se quedó en proyecto. Un viento fuerte estropeó el globo en sus ensayos, y la cosa quedó abandonada, viéndose al paso su mala construccion. Despues de haber comunicado oficialmente el Gobierno norte-americano á las potencias de Europa el viaje citado para que prestaran su ayuda al aereonauta, éste no se atrevió á realizar su propósito.

Nos parece que debió haber comenzado por lanzar globos de ensayo á diversas alturas, para ver si alguno llegaba á Europa, y despues de estas pruebas, pacientemente repetidas durante mu-

chos meses, podría haber intentado su viaje. Ha resultado, en una palabra, con este asunto lo que con tantas cosas de los Estados-Unidos; aquel es el país de la gran actividad individual y de las farsas más retumbantes.

Prescindiendo del famoso globo titulado el Gigante, cuyo viaje á través de Europa en alas de un fuerte viento llamó la atención hace pocos años, y de los cautivos que se veían en algunas exposiciones internacionales, esto es lo más notable que sobre el asunto se ha realizado. En estos últimos meses se han verificado ascensiones singulares para estudiar las condiciones físicas de la atmósfera, pero no se ha adelantado en punto á navegacion por medio de los globos más allá de lo que han hecho Giffard y Dupuy.

La cuestion capital es hallar un motor de pequeño peso y que consuma poco alimento, sea éste agua y carbon, ó aire y carbon, ó aire y otro foco de energía. Los progresos que en este punto se hacen de dia en dia permiten entrever alguna esperanza de solucion satisfactoria. Es preciso tambien hacer aún más impermeables las telas. En cuanto á los depósitos de aire comprimido ó bombas para condensar el enrarecido de las capas superiores, hay el grave inconveniente de aumentar peso para obtener un resultado que sólo es indispensable en la navegacion á grandes alturas, que no es la solucion práctica.

La imaginacion ha ido en este punto bastante más léjos que la realidad, y ha superado en nove-

las ó escritos fantásticos estos inconvenientes, dando pábulo á muchas inexactitudes é ilusiones. Edgardo Pöe en su *Viaje á la Luna*, Julio Verne en sus *Cinco semanas en globo*, y otros escritores, han alucinado á muchas gentes, no faltando en todos los países ilusos ó especuladores, como nuestro célebre Montemayor, que hayan llamado la atención pública algo más que los modestos y pacientes investigadores científicos.

V.

Las dificultades de la navegacion aérea por medio de globos, hizo pensar hace algunos años en aparatos pesados, en aves ó insectos artificiales, formándose en Paris una sociedad aereonáutica cuyo lema es *plus lourd que l'air*.

Una ave es bajo el punto de vista mecánico una excelente máquina. Su densidad es mayor que la del aire, pero es variable por las ramificaciones interiores que aquel puede tener y por el mayor volumen que desaloja al abrir las alas. De aquí que el ave se deje caer á veces como una piedra y se sostenga en otras con facilidad. Pero, además de esto, las plumas forman verdaderas válvulas que permiten paso franco al aire de arriba hácia abajo, pero que le impiden en la direccion contraria. Al bajar, por lo tanto, las alas, el ave empuja al aire apoyándose en él y asciende: al elevarlas deja pasar el fluido casi sin resistencia, esto es, sin consumo de fuerza viva para poderlas bajar otra vez y hallarse en el mismo caso.

Por otra parte, la fuerza motriz de las aves es muy considerable con respecto á su peso, y su forma es asimismo muy apropiada para hendir los aires, presentando poca resistencia por frotamiento. Casi otro tanto puede decirse de los insectos, aunque en estos la rapidez del sacudimiento de las alas y su menor densidad les permiten realizar sus movimientos.

La naturaleza, sabia maestra en este como en otros puntos, indica al hombre cuál debe ser el procedimiento para navegar por los aires imitando á las aves ó á los insectos. De aquí los trabajos modernos sobre *aviación*, cuestion que habia ocurrido á muchos aun ántes de descubrirse los globos, aunque sin pasar de un ensayo de la imaginacion. Nuestro famoso Goya tiene entre sus caprichos varios dibujos de hombres que con telas y tablitas forman sus alas y cola, con cuyos elementos los representa hendiendo los aires como inmensos y fantásticos murciélagos.

Hace pocos años construyó Kauffmann una ave artificial, cuyas alas batian dos veces en cada segundo, presentando una superficie en estas de 41 metros cuadrados; el peso del aparato era 3.170 kilogramos; en el lugar homólogo á la tripa iba una máquina de vapor con su caldera. Los ensayos que se hicieron salieron todos mal: el aparato se elevaba con dificultad y tenia poca estabilidad.

No hace muchos meses que fracasó una de las tentativas hechas por un belga, M. de Groof, para

elevarse con un aparato especial movido por el inventor, ó mejor dicho, para dejarse caer desde cierta altura, pues, más que otra cosa, es un paracaídas. Consta de un suelo de tabla, cuadrado y pequeño, en cuyos cuatro ángulos hay cuatro listones verticales; el *hombre-volador*, como así se titulaba este inventor, va en pié en dicho suelo. A sus brazos y piernas se atan unos cordeles que pueden mover unas grandes alas y cola, hechas con seda, ballenas y resortes de acero; su superficie es de 16 metros cuadrados.

Parece que alguna prueba le salió bien; pero al querer imitar á Ícaro, no ha muchos meses, según antes decíamos, en Bruselas, no se fundieron sus alas, pero tampoco le sirvieron, y cayó desde unos tres metros de altura, causando la risa de los numerosos concurrentes; éstos se entretuvieron en romper el aparato.

A fines del mes último de Junio repitió Groof la prueba en Inglaterra con su aparato, y elevado en un globo por Mr. Simmons, se dejó caer desde cierta altura y llegó al suelo con toda felicidad. Pero, al querer hacer otro nuevo experimento público, el *hombre-volador*, en 9 de Julio, se dejó caer en las cercanías de Lóndres desde el mismo globo á unos 80 piés de altura, con tan mala suerte, que no pudieron funcionar sus alas y se estrelló contra la tumba de un campo santo, pereciendo víctima de su temeraria imprudencia.

Es que el hombre con sus propias fuerzas no puede sostenerse sin un apoyo que equilibre par-

te de su peso: el aire puede serlo, pero tiene malas condiciones. En cuanto á ascender en él por este medio lo creemos difficilísimo: el eminente físico alemán Helmholtz así lo asevera también en una Memoria matemática sobre este asunto que ha presentado hace pocos meses á la Academia de Ciencias de Berlin.

El ingeniero español Sr. Morenés publicó en 1866 una Memoria sobre la aviación, en la que ataca la idea del trabajo mecánico de elevarse sucesivamente por sacudimientos que suele aplicarse á las aves. Dice que éstas caminan por planos inclinados muy suaves, de suerte que la fuerza viva adquirida en un descenso parcial la utilizan en el ascenso inmediato. Propone el empleo de alas formadas por chapas delgadísimas de acero, que permitan conseguir la propiedad de verdaderas válvulas, que anteriormente hemos dicho poseen las plumas. El trabajo del Sr. Morenés no pasa de ser un estudio teórico, concienzudo, aunque algo atrevido, que no ha trascendido á la práctica.

Al paso haremos notar también, como trabajo español, un folleto publicado en 1872 por el señor Heriz sobre la navegación aérea, y otro posterior, en los cuales se trata la cuestión bajo el punto de vista de la estabilidad, con fórmulas y algoritmos matemáticos. No citamos ahora los numerosos que sobre esta cuestión se han publicado en el extranjero. Los españoles Villar, Santigosa y otros han tratado también de este asunto.

El inconveniente principal de las aves ó insectos artificiales es uno de los que indicamos en los globos, aunque actualmente tiene mayor importancia: nos referimos á la falta de un motor enérgico al par que ligero. Cuando éste se realice, cuando al propio tiempo puedan construirse las demas piezas con sustancias resistentes y poco pesadas, podrá el hombre robar á las aves y á los insectos el privilegio que hoy tienen de surcar los aires.

Las máquinas de aire caliente, si bien poseen la ventaja de no necesitar carga de agua, comparadas con las de vapor, presentan hoy el inconveniente de consumir bastante combustible y ser de pesada construccion. Los motores eléctricos no han pasado todavía á la categoría de máquinas grandes, y tienen el inconveniente de exigir pilas y sus ingredientes, que embarazan bastante. Parece que el porvenir está reservado á alguna sustancia que acumule mucha energia y tenga poco peso; llevando ésta luego en el globo ó en el aparato más pesado que el aire, se aprovecha dicha energia concentrada. El ácido carbónico líquido que produce luego el gas á enorme presion, parece ser una de ellas, pero exige una capacidad de paredes sumamente resistentes, esto es, pesadas, si no se quiere correr riesgos inminentes de explosion. La nitroglicerina ú otra sustancia explosible podrá tambien aprovecharse como fuerza motriz.

En el estado actual de la industria no hay mo-

tor alguno tan económico como el de vapor, pues aprovecha directamente la energía del carbon natural. Pero la cuestión no es aquí esta, y nada importaría el gasto con tal de obtener una máquina motriz ligerísima y eficaz, fuera cualquiera el agente de que nos sirviéramos.

Parece de todos modos, que si bien para ascender en la atmósfera, ó atravesarla en los días de calma, es hoy ventajoso el globo al ave artificial, será preferible ésta en lo futuro para realizar el verdadero problema de la navegacion aérea, cual es ir desde un punto á otro, sea cualquiera el viento reinante. La menor superficie exterior y la mayor solidez de los aparatos de aviacion abonan esta opinion.

En resolucíon, hay dificultades serias que se oponen á que la navegacion aérea sea un hecho, pero éstas van disminuyendo, aunque lentamente. El problema es difícil, más no imposible, sobre todo el día en que se disponga de un motor ligero. Hoy está relativamente más adelantado el uso de los globos: el porvenir es, sin duda alguna, de los aparatos más pesados que el aire: indiquemos su historia y clasificacion.

VI.

Puede aceptarse la clasificacion siguiente de los aparatos más pesados que el aire, dividiéndolos en tres grupos: 1.° los que emplean planos inclinados rígidos empujados hácia delante en línea recta; 2.° los que tienen hélices; 3.° los que po-

seen alas artificiales que baten verticalmente: el grupo segundo pudiera, en rigor matemático, derivarse del primero.

El plano inclinado rígido del primer grupo es ni más ni ménos que una cometa: al empujar ésta con un cordel, el plano inclinado que forma el papel asciende por la resistencia contra el aire. Si, pues, en vez de ser una cuerda quien suministra la fuerza de empuje es un motor que vaya unido al plano inclinado, éste ascenderá por sí solo. El inglés Henson imaginó en 1843 un aparato fundado en este principio.

Un carro con la máquina motriz y viajeros lleva dos grandes alas laterales de tela inmóviles y una gran cola; detrás de aquellas hay dos ruedas verticales que obran como abanicos y son las que empujan el aparato. Esto no ha pasado nunca de un proyecto.

Más vasto es el de Wenham, quien propuso hace pocos años el empleo de planos superpuestos, cuya idea fué desarrollada por Stringfellow, quien construyó un aparato con una máquina de vapor de un tercio de caballo, y cuyo peso total, sumado con el del aparato, no pasaba de doce libras. Llevaba tres planos superpuestos é inmóviles, cola y dos hélices motrices. Se le ensayó en la citada exposicion especial de 1869, pero moviéndose con un anillo dentro de un alambre. El resultado fué poco satisfactorio, y á pesar del pequeño peso total no pudo funcionar sin el apoyo del alambre.

En 1796 propuso el inglés Cayley aplicar para subir en el aire un juego de plumas que forman una verdadera hélice; se construían juguetes en que haciendo girar por medio de un resorte el árbol vertical, en el cual iban fijas á ángulo recto las plumas, se elevaba el aparatito. Esto se fué perfeccionando, y en 1842 hizo Philipps un modelo con paletas giratorias; contra éstas chocaba el vapor producido dentro del tubo central y las hacía girar. Este modelo se elevó á bastante altura: el combustible era una mezcla de carbon, nitro y yeso, cuyos gases se mezclaban con el vapor producido y le comunicaban una impulsión bastante considerable.

Hacia 1863 se dieron á conocer los proyectos franceses, fundados en el empleo de hélices que hacían mover ejes verticales, para equilibrar la acción de la gravedad. Entre ellos merecen citarse los nombres de los investigadores Nadar, D'Anmécourt y Landelle, quienes llegaron á construir modelos que se elevaron en los aires. El aparato del último francés citado consta de dos árboles verticales, cada uno de los cuales lleva cuatro hélices formadas cada una de varias piezas: tiene además otra de eje horizontal para comunicar el movimiento de avance. El español Sr. Velasco publicó en 1872 un mecanismo que consta de dos hélices, destinada una á vencer la acción de la gravedad, y otra á ángulo recto para comunicar el empuje horizontal.

La superior, ó sea la de eje vertical, debe tener

16 metros de diámetro y 6 la segunda. El todo descansa en una armazon metálica, cuyas condiciones de estabilidad no da á conocer. Ingenioso en algunos detalles, es, sin embargo, su proyecto, que no ha pasado de la categoría de tal, muy poco original.

Ni los planos inclinados, ni las hélices elevatorias han pasado todavía del terreno de los ensayos y modelos; no es lo mismo obrar con éstos que con aparatos grandes dotados de carga. Es que, como nota el profesor inglés Pettigrew en un excelente libro sobre la locomocion de los animales, de quien tomamos estos datos, es preciso sacudir el aire bajo ángulo desigual, segun las condiciones de la marcha, como lo hacen las aves, no bajo el mismo siempre, como lo efectúan todos los aparatos citados.

El tercer grupo decimos que era el de los artefactos que batian el aire verticalmente; esto es, los que imitan á las aves en ciertos movimientos, si bien éstas no siempre proceden así, y además varian constantemente los ángulos y formas de las alas. Ya en 1680 indicaba el célebre fisiólogo y matemático italiano Borelli el empleo de aves artificiales, cuyas alas sacudian verticalmente el aire. Los aparatos construidos desde entónces fundados en este sistema, han tenido poca aceptacion.

Entre ellos entra el de Kauffmann, ya citado. Como variante indicaremos el proyecto del francés Blanc, titulado *ala-remo*, en el cual quiere

asimilarse la marcha del artefacto á la de un pez en la natacion.

Dos globos elípticos y un timon llenos de hidrógeno mantienen el aparato casi en equilibrio, y para vencer la pequeña accion que aún presenta la gravedad, así como para comunicar la impulsión, hay en el centro, y entre los dos globos elípticos, dos paletas laterales que afectan la forma de conchas de doble fondo, para imitar las aletas de los peces: en dicho fondo hay hidrógeno. Estas aletas tienen un movimiento circular alternativo: al subir tropiezan en el aire con la parte convexa, y al bajar con la cóncava, lo que hace encontrar mayor resistencia en la bajada, y por tanto tendencia á elevar el aparato, así como á empujarlo. La máquina motriz y los viajeros van entre los globos y las dos aletas. Esto no ha pasado del papel.

VII.

La construccion de estas aves artificiales va unida al del estudio del movimiento de las naturales, sobre lo cual se ha disertado muchísimo. En primer lugar hay que hacer notar que, entre los séres vivos que cruzan los aires, varian mucho los medios de locomocion. Es muy distinto el vuelo de un insecto del de un murciélago, y el de ambos, del de las aves. En éstas cambia tambien mucho su locomocion. Unas parece que no mueven siquiera las alas y caminan por planos inclinados; otras, por el contrario, las agitan

con rapidez; su dirección, la posición del cuerpo, la forma de la cola, son elementos asimismo bastante diferentes.

La relación de la extensión de la superficie total de un ser volador á su peso varia en gran manera. Así, suponiendo que cada uno de éstos pesara uniformemente un kilogramo, la superficie sería para algunos insectos hasta de casi 12 varas cuadradas inglesas; en la libélula de más de 7; en la mosca de más de 1, y en el escarabajo apenas pasa de 6 pulgadas cuadradas. Esto en los insectos; en cuanto á las aves, la golondrina tiene para dicho peso hipotético más de 2 varas cuadradas; el gorrion no llega á 6 pulgadas cuadradas; la paloma cosa de 2; el buitre poco más de 1, y la grulla no llega siquiera á la unidad de pulgada.

Las formas de las alas varian bastante. Todo esto explica las diversas teorías del vuelo dadas por Marey, Owen, Chabrier, Durckhein y algunos otros que ya hemos citado. El que parece haber profundizado más la cuestión es uno de estos últimos, á saber: Pettigrew, quien propone, en vista de sus observaciones sobre los seres naturales, construir alas artificiales que deben satisfacer á las condiciones siguientes: tener forma triangular; adelgazarse desde la base á la extremidad y desde la margen anterior á la posterior; ser convexas por arriba, cóncavas por debajo y ligeramente torcidas; ser flexibles, elásticas y no rígidas.

Además propone el citado autor que su union á la máquina no se haga sólo por un extremo, sino tambien por puntos próximos á éste. Esto es muy racional é imita á las alas naturales, pero aún no ha pasado de ensayos, si bien éstos son satisfactorios.

Esto no quiere decir que el aparato definitivo habrá de tener la forma de una ave; basta que lo tenga las alas, quedando en pié la cuestión del motor para variar la disposicion del conjunto. Al hacer la locomotora no hemos copiado literalmente al caballo; al construir la máquina que cruce los aires, no hemos de imitar servilmente al ave. La naturaleza es sabia maestra, y sus recursos se modifican con arreglo á las condiciones propias de cada caso: otro tanto debemos hacer al imitarla.

Ya hemos dicho anteriormente, que si bien la navegacion aérea con aparatos más pesados que el aire parece ser la solucion racional futura, está más adelantado hoy el empleo de los globos en las aplicaciones. Así, en la guerra se aplicó por el ejército francés al final del siglo pasado, usando globos cautivos, en los que subian los oficiales de Estado Mayor para observar las posiciones del enemigo.

Cayeron luego en desuso, y parece que el actual ejército prusiano ensaya dos de sus compañías de ingenieros en este ejercicio, para utilizarlo en lo sucesivo. Tropiezan hoy con el inconveniente del gran alcance de nuestras armas de

fuego. Una lucha entre dos observatorios de este género sería terrible. Para librarse de los proyectiles sería preciso ascender á grandes alturas, lo cual es muy molesto.

A propósito de este asunto, bueno es hacer constar que la montaña más alta de la tierra es la Everest del Himalaya, con 8.840 metros sobre el nivel del mar. Pues bien, entre las ascensiones más notables, todas con el objeto científico de estudiar las condiciones atmosféricas, podremos citar la de Gay-Lussac en 1804, que subió á más de 7.000 metros; la de Barral en 1850, que alcanzó casi igual altura, notando una temperatura de 39° bajo cero, y la de Glaisher en 1862, que llegó hasta 11.000 metros, y puso en inminente riesgo la vida de este físico.

La última ascension notable es la verificada el 22 de Marzo último por los franceses Crocé y Sivel, que si bien no han subido tanto como el físico inglés, han hecho observaciones de mayor valía. Llegaron á 7.400 metros, y pudieron consagrarse á aquellas, gracias á que respiraban oxígeno que llevaban en una capacidad especial. El análisis espectral debe á estos observadores algunos datos importantes reunidos durante su ascension.

En éstas se nota intenso frio; sequedad extrema que molesta la piel; precipitacion en las pulsaciones; dolores en las sienas; abatimiento en todo el organismo. Las nubes quedan muy debajo, pues rara vez pasan de 4.000 metros de altura, y á veces se ve formar las tempestades á los piés del

observador. Las aves caen como piedras. Un color oscuro sustituye al hermoso azul del cielo en nuestros climas. El silencio más absoluto reina en estos ámbitos; un ruido que en la superficie terrestre sería insignificante, es allí aterrador. Todo, en suma, pone miedo en el alma mejor templada, y hace comprender que allí, como en el seno del planeta, es algo el hombre, no por sus fuerzas físicas, sino por el soplo divino que lleva en su alma.

LOS FERRO-CARRILES ECONÓMICOS EN ESPAÑA

VIA ANGOSTA.

- I. Empirismo en los ferro-carriles. Ancho de Stephenson. Ancho de Brunell. Via española y de otras naciones.
- II. Primera línea angosta. Otras posteriores. Cuestión de pendientes: pendiente económica: sus valores. Cuestión de curvas.
- III. Ventajas de vía angosta segun Buell. Adaptacion al terreno. Economía en la construcción. Idem en el material fijo. Idem en el móvil. Gastos de explotación. Cuestión del trashedo de mercancías.
- IV. Anchos propuestos en la vía angosta. Clase de material móvil. Estabilidad de éste. Locomotoras Fairlie: sus dimensiones.
- V. Mal estado de nuestras líneas. Necesidad de una segunda red. Coste de nuestras líneas. Coste probable de una línea ordinaria. Idem de una angosta. Detalles de la vía.
- VI. Gastos de explotación. Receta probable. Saldos finales con vía ordinaria y con la angosta. Sistemas especiales para fuertes pendientes.
- VII. Tramvías: cuestión del ancho: razones especiales. Sistema O'Ryan: sus ventajas. Conclusion general.

I.

Apénas pasa de cuarenta años la vida de los ferro-carriles, que es sin duda la industria humana con mayor rapidez propagada y en la que se han invertido capitales más considerables, y es asombroso cuánto sobre ellos se ha estudiado é inquirido. Verdad es que al principio se adop-

taron ciertas reglas empíricas para el proyecto de estas líneas, aplicándose la ciencia del ingeniero casi exclusivamente á los detalles, y copiando en lo demas los modelos prefijados. La cuestion se resentia de su origen inglés y práctico.

Posteriormente se ha ido aquilatando el asunto y se ha tratado de formular el problema completo de un ferro-carril, haciéndolo depender de cálculos y principios fijos. Las cuestiones de la vía, del material fijo y del móvil, han sido desmenuzadas al propio tiempo, coadyuvando á ello la práctica de los constructores y el estudio de los ingenieros.

No vamos á ocuparnos aquí de todos, ni siquiera de los principales temas que hoy se agitan sobre ferro-carriles: tamaña tarea exigiria un volumen y conocimientos vastísimos, de que carecemos. Nos limitaremos á uno solo de aquellos, el referente al ancho de la vía, aunque en sus relaciones con los demas. Para estudiarle con fruto, nos será indispensable hacer algunas indicaciones sobre las pendientes y curvas, que dependen del ancho ó influyen sobre él, relacionándose siempre con el material y atendiendo al capital empleado.

Este problema del ancho de la vía es quizá el más importante en la industria de los trasportes sobre carriles. Nuestros lectores tendrán ocasion de convencerse de ello al leer estas líneas, si antes no se han ocupado del asunto. No tratare-

mos, por consiguiente, ni del sistema Fell, ni de los que tienen un sólo carril, como el de Larmanjat, ni de otros análogos, ni de los de alambre, como el de Hodgson, limitándonos exclusivamente á los afines con el sistema ordinario, pero en los que la distancia de los carriles es menor.

El célebre Stephenson señaló en los albores de los ferro-carriles el ancho de 4 piés y 8 pulgadas, en medidas inglesas, de carril á carril, ó sea $1^m,435$, lo que equivale á $1^m,5$ de eje á eje de los carriles. Se fijó quizás en el ancho de algunos carros, y sin razon especial, probablemente á capricho, por una verdadera inspiracion, segun sus admiradores, dió las dimensiones citadas. Estas se adoptaron sin discusion en todas partes, por imitacion servil primero, y luego para uniformar el material y poderlo componer mejor y encomendarlo más fácilmente á las fábricas que lo construian.

Poco tiempo despues se pensó en la conveniencia de variar el ancho, y el célebre ingeniero Brunell propuso aumentarle. Se fundaba para ello en que la caja de fuego, ó sea la parte de la locomotora inmediatamente situada encima de la rejilla donde arde el carbon, está limitada por el ancho de la via, pues siendo altas las ruedas, por razones incontrovertibles, éstas encierran dicha caja. Ahora bien, como la potencia de la locomotora depende de las dimensiones de esta caja, de aquí la idea de Brunell, quien además atendió á otras consideraciones de menor importancia.

Construyóse en Inglaterra un ferro-carril, el *Great Western*, cuyo ancho era de 7 piés, ó 2^m,135; pero se notó en la práctica que las ventajas eran ilusorias, y fué preciso colocar un tercer carril intermedio, que con uno de los otros formara el ancho ordinario para que por ambos circulara el material de otras líneas enlazadas con la anterior. Ultimamente se ha decidido limitarse en esta línea al ancho comun.

Francia, Alemania, Bélgica, Holanda y casi toda Europa adoptaron la vía ordinaria inglesa. Alguna línea que se hizo más ancha volvió pronto al tipo general, por ejemplo la de Baden y la de Amsterdam.

En Rusia y España, atendiendo á consideraciones militares, ó sea para evitar que pudieran introducirse trenes con tropas enemigas en caso de una guerra, se adoptaron anchos mayores que el ordinario, siendo el nuestro de 1^m,735 de eje á eje, influyendo quizás en él la opinion de Brunell. La razon militar es de poca fuerza, puesto que en caso de una guerra nada más fácil que cortar un ferro-carril. Portugal ha adoptado nuestra vía, y la de Irlanda es de 1^m,60.

En los Estados-Unidos el mayor número de kilómetros tienen el ancho ordinario, otros el de 1^m,83; en las Indias inglesas y Chile 1^m,68; en Australia y el Brasil 1^m,60.

II.

El uso de la vía estrecha no se ha generalizado hasta estos últimos años; si bien la mayoría se ha hecho para líneas mineras, se usan ya en Suecia, en Bélgica, en los Estados-Unidos para viajeros y mercancías. Más adelante probaremos sus ventajas en las líneas de pequeño tráfico ó trazadas en países montañosos.

El primer ferro-carril de vía angosta data de 1836, titulado del alto y bajo Flenú, en Bélgica; tiene 62 kilómetros de longitud; el radio mínimo de las curvas es 60 metros; el ancho de la vía, 1^m,2; las pendientes llegan á 25 por 1.000; el coste kilométrico ha sido de 71.000 francos. La línea de Amberes á Gante data de 1847 y tiene los elementos siguientes, en el mismo orden de los anteriores: 50 kilómetros; 800 metros, 1^m,15; 6 por 1.000; 105.000 francos.

La de Bröllthal en Prusia, construida en 1862, tiene respectivamente: 22, 38, 0^m,79, 13 por 1.000, 25.243; la de Hamar en Noruega del mismo año: 39, 270, 1^m,07, 12, 49.100; la célebre de Festiniog en Inglaterra, reformada en 1864: 23, 35, 0^m,60, 15, 104.000; la de Dronthjem, Noruega, en igual año: 49, 225, 1^m,07, 23, 83.333; la de San Leone, Italia, de 1867: 15, 45, 0^m,80, 40, ignorando el coste; la de Commentry, Francia, de 1868: 17, 90, 1^m, 45 (pendiente enorme); la de Vierhovie, Rusia, de 1871: 62, 208, 1^m,07, 13 y 95.000. Estas son las líneas más características, aunque hay

otras muchas construidas ó proyectadas; la mayor parte mineras, algunas de viajeros.

Como se ve, el ancho ha disminuido y su término medio se acerca á un metro, algo más de la mitad de la vía española. Para comprender bien las razones que abonan en pró de estas vías, debemos hacer previamente algunas consideraciones sobre las pendientes y las curvas, con el fin de encaminarlas á nuestro propósito.

El célebre ingeniero frances, M. Freycinet, ha estudiado perfectamente la cuestion de pendientes en un libro muy conocido. Al aumentar éstas, hacemos crecer los gastos de explotacion, pero disminuimos los de construccion, pues la línea se pliega mejor al terreno que suponemos quebrado.

Circulan muchos trenes por día; cada uno de éstos sufrirá el sobrecargo de la explotacion, que al cabo del año, sumado con los intereses del capital empleado en la construccion, dará una cierta cifra. Si, por el contrario, circulan pocos trenes, el sobrecargo será menor. En el primer caso hay que ver si haciendo una vía más suave, la suma del gasto de explotacion, que será más pequeño, con el de los intereses de la construccion, que será mayor, componen una cifra menor que la anterior. Entónces son preferibles las pendientes suaves.

De aquí se deduce que en las líneas de gran tráfico, como si dijéramos en la red principal de una nacion productora, convienen ferro-carriles de

pocas cuestas: en las de poco movimiento, como si dijéramos en la segunda red, se deben emplear pendientes fuertes. Al estudiar una línea, con- vendrá, por lo tanto, ver la *pendiente económica*, como dice Freycinet, esto es, la más conveniente en aquel caso, atendiendo á la vez al coste primero y al gasto diario.

Este ingeniero resuelve la cuestion matemáticamente, empleando el elegante método de los máximos, y llega á los resultados siguientes, aunque los datos numéricos en que se apoya no son más que aproximados, y tomados de los ferrocarriles del Mediodía de Francia.

Los ingresos por mercancías y viajeros en un año, divididos por el número de kilómetros, llámase *receta kilométrica*, y descontando los gastos de explotación, *receta neta*, y para valores de ésta de 5.000, 10.000, 15.000, 20.000 y 23.000 francos, las pendientes económicas correspondientes son de 41, 35, 28, 19 y 6 por 1.000, suponiendo que el coste de construcción de cada kilómetro haya sido de 300.000 francos.

La cuestion de curvas está más íntimamente ligada que la anterior con la del ancho de la vía: con el sistema ordinario no es prudente bajar de 300 metros de radio; con la vía estrecha puede llegarse á ménos de 100 sin riesgo alguno. En efecto, al pasar un vehículo por una curva, tiene que andar una rueda mayor camino que su compañera, y como ambas van fijas al eje, esto dificulta la marcha. Pero á medida que es más estre-

cha la vía, la diferencia de caminos recorridos es menor, y por tanto pueden exagerarse las curvas.

Esto en la hipótesis de usar material ordinario, pues no queremos tratar en este sitio nada referente al articulado ó al especial de algunos sistemas.

Aquí también disminuyen los gastos de construcción á medida que son más rápidas las curvas, pudiendo así plegarse al terreno; pero aumentan los de explotación, ya por haber mayores frotamientos, ya porque la velocidad de marcha no puede ser tan considerable. Sin embargo, las ventajas están casi siempre por el empleo de curvas rápidas, mientras la velocidad no se resienta.

III.

Entremos ya en el ancho de la vía, suponiendo que por ésta ha de circular un material análogo al generalmente usado, lo cual sucede en la mayoría de los casos.

El general Buell, ingeniero jefe de una línea férrea de los Estados-Unidos, dice en un luminoso informe, que al pasar de la vía ordinaria de 1^m,435 á la angosta de 1^m,07 se obtienen las siguientes ventajas: 1.º Una economía en la construcción cuya diferencia es de 30 por 100 del coste de la vía estrecha. 2.º Una diferencia análoga de 45 por 100 en el valor de la vía. 3.º Otra de 50 en el material móvil. La velocidad á que se puede llegar en esta vía, la hace subir á

76 kilómetros por hora. La relacion del peso útil, ó sea de la carga, al total, esto es, á la carga y vehiculos, es en la vía ancha de 47 á 100, y en la angosta de 75 á 100.

Estos datos, áun admitidos como buenos, no son exactamente aplicables á España; pero en algunos debe hallarse más favorecido entre nosotros el cambio de la vía ancha á la estrecha, por ser la primera todavía mayor que la análoga del general-ingeniero norte-americano.

La vía angosta es ventajosa con respecto á la ancha en las obras de construccion, siempre que se empleen curvas de pequeño radio y pendientes fuertes; esto es, para ferro-carriles económicos de pequeño tráfico y que atraviesen paises montañosos. Se puede adaptar de tal suerte al terreno, que se evitan grandes desmontes y terraplenes, túneles y obras costosas, serpenteando por las laderas y vertientes.

Esta economía en la construccion proviene de los elementos siguientes: menor terreno ocupado, y por lo tanto comprado, y menor longitud tambien, porque la línea no tendrá que dar grandes rodeos, como el de Orduña ó el de Reinosa en los ferro-carriles de Bilbao y Santander, para salvar pequeñas alturas relativas. Además los perfiles trasversales de los terraplenes y desmontes disminuyen considerablemente, porque, á medida que crece el ancho, tiene que aumentar el alto de un desmonte. La menor longitud de la vía disminuye tambien las tierras que han de moverse.

Hallamos, por último, la supresion de casi todos los túneles, que son la parte más cara; la de muchas obras de fábrica, y el menor ancho de las indispensables.

En cuanto á la vía, hallamos una economía no muy grande en la menor cantidad de balasto: es tan sólo el cubo correspondiente á su alto y á la diferencia de ancho. El material fijo de la vía estrecha es más barato que el de la ancha, porque sus locomotoras tienen que ser más pequeñas, y por tanto más ligeras: los carriles no tendrán 38 kilogramos por metro, sino cosa de 20, á lo más 26: las traviesas, placas, etc., serán tambien menores.

Tomando datos europeos, pues los de Buell son americanos, diremos que los ferro-carriles han costado, para todo lo referente á una vía, de 200.000 á 350.000 francos el kilómetro, y en los últimos, que se han realizado con mayor economía, no se ha bajado fácilmente de 150.000. Con la vía angosta, el coste medio ha sido de 57.000 francos. Véase si es grande la economía.

Pasemos ahora al material móvil. Las locomotoras y wagoñes son más económicos en el caso que patrocinamos. Notemos en este punto que un eje de un par de ruedas, y lo mismo pudiéramos decir de una traviesa, no es sólo más barato porque se disminuye 4 decímetros de longitud, sino que como en la resistencia por flexion, la seccion crece más deprisa que la distancia entre los puntos fijo y de apoyo, resulta que los ejes citados

pueden ser aquí mucho más delgados, porque son más cortos.

15 Pero la gran ventaja del sistema que preconizamos está en que al angostar la vía se estrecha ménos relativamente la plataforma ó parte útil de los wagones. De esto, y de que pueden hacerse mucho más ligeros, por la consideracion anterior, así como por la menor velocidad que llevan, resulta que la relacion del peso útil al muerto, esto es, al del vehículo, incluyendo su fraccion de locomotora y frenos, es mucho mayor en la vía angosta que en la ordinaria. En un tren de mercancías, tal como se cargan en Francia ó Bélgica, el peso útil es á lo más 60, cuando el muerto 40; esto es, el peso útil vez y media el muerto. En la vía estrecha llega á ser hasta tres veces el peso útil comparado con el muerto.

20 Esta gran ventaja sólo sufre excepcion cuando las mercancías son de mucho volúmen y poco peso. Es notable, sobre todo en el transporte de minerales, que casi siempre son muy densos.

En cuanto á los gastos de explotacion, disminuyen tambien en una línea de este género, comparada con otra ancha de pendientes y curvas iguales, por la menor longitud y por la razon antedicha que permite aminorar el peso muerto trasportado.

25 Un inconveniente encuentran algunos en los ferro-carriles de vía angosta cuando han de enlazar con otros de vía ancha; á saber, la necesidad de efectuar el trasbordo de las mercancías. Hare-

mos notar primeramente que muchas líneas trasbordan las mercancías, á pesar de tener igual ancho, por evitar cuestiones sobre recorrido del material en caminos que no pertenezcan á la compañía dueña de aquel. Salvo el carbon de piedra que se deteriora en las cargas, la sal y algunas otras sustancias, es casi preferible trasbordar á permitir circular wagones por diversas líneas.

En Bélgica el trasbordo desde los ferro-carriles anchos á los estrechos ya citados, sólo cuesta por tonelada, cosa de un real; en los norte-americanos, un poco más, no llegando á real y medio; en los suecos viene á ser el tipo de los belgas. Un recorrido de unos 5 kilómetros en vía estrecha comparado con el de la ancha, subsana este sobreprecio. En nuestro país, cuya mano de obra es barata, seria de poca consideracion. El célebre ingeniero Nördling asegura que con pequeño tráfico es más barato el trasbordo en todas partes que trasportar vacío de retorno el material de otras compañías.

IV.

Se presenta ahora una cuestion: ¿cuál es dentro de la vía angosta el ancho preferible? Punto es este muy discutido y muy discutible. Algunos sostienen que hay uno para el cual la relacion del peso útil al muerto es un máximo, y lo adoptan. Más allá de este ancho se cae en los inconvenientes del sistema ordinario; más acá de él se

tiene ya un ferro-carril de juguete, más que una obra séria y económica.

El ingeniero inglés Fairlie, uno de los entusiastas del nuevo sistema y cuyo material móvil es el mejor dispuesto, segun luego veremos, propone el ancho de tres piés ingleses, ó sea $0^m,915$. Otro ingeniero tambien inglés y que se ha distinguido en la línea de Festiniog, que muchos toman como modelo, propone dos y medio piés ingleses, ó sea $0^m,76$. Los suecos han adoptado tres y medio piés, ó sea $1^m,067$, lo cual ha sido copiado en Rusia.

Los ingenieros alemanes han propuesto dos tipos, uno de $0^m,75$, y otro de $1^m,00$. Si ha de trasportar viajeros, ó si las mercancías son voluminosas y ligeras, fijan el último tipo en las líneas económicas; si sólo hay mercancías y éstas son pesadas se atienden al primero. Para minerales exclusivamente, con líneas de bastante longitud, llegan hasta $0^m,60$.

Se imita de esta suerte á los rios cuyo ancho depende del caudal de agua, y de lo quebrado del terreno. Las vías del ancho ordinario representarán los rios caudalosos; las del tipo primero citado, los de poco cauce, y las del segundo los arroyos y torrentes.

Las obras de un ferro-carril angosto no difieren, en cuanto á su naturaleza, de sus análogas de uno ordinario. Los desmontes serán menores, los puentes más estrechos y ménos sólidos; he aquí todo. Respecto del material fijo sucede lo mismo:

carriles más ligeros, traviesas más cortas y de menor escuadría.

No ocurre esto en el material móvil; mejor dicho, en las locomotoras. Los wagones tienen la forma de los ordinarios; suele reducirse la distancia de sus ejes para facilitar el paso por las curvas. Convendría generalizar el uso de los wagones americanos, que son muy largos y descansan en dos carritos, cada uno de cuatro ruedas y provistos de una quicionera en su centro, donde se apoye un quicio sujeto al tablero. Como en cada carrito la distancia de sus ejes es pequeña, les permite pasar con facilidad por curvas rápidas. Los viajeros suelen ir en los wagones Fairlie como en los ordinarios, no á lo largo como en los de tramvías.

Cierto es que hay alguna más estabilidad en la vía ancha que en la estrecha, á igualdad de diámetro en las ruedas, pero esto queda compensado con la menor velocidad que siempre ha de haber en estos ferro-carriles económicos. El ingeniero Pihl es el que proyectó el material de las líneas suecas, dándoles una estabilidad tan segura como en las antiguas.

Las máquinas locomotoras presentan, según hemos indicado, mayor novedad en el nuevo género de vías. Al disminuir la caja de fuego decrece la potencia del motor, y es preciso valerse de algun medio para aumentarla, haciendo al mismo tiempo que la distancia de los ejes sea pequeña para facilitar el paso por las curvas. No es posi-

ble elevar la máquina sobre las ruedas para hacer volada la caja de fuego, porque entónces tendrian que ser estas pequeñas, lo cual dificulta la traccion, y el centro de gravedad de la máquina subiria tanto que la haria poco estable.

Para poder hacer máquinas potentes y poco pesadas ha procedido Fairlie del modo siguiente, que es el más aceptable de todos los propuestos: Ha unido dos locomotoras por su parte posterior, y ha formado así como una sola máquina de cuatro cilindros. Cada par de estos mueve dos pares de ruedas acopladas, y habiendo ocho en toda la máquina, resulta que el peso completo de ésta se utiliza como adherente para traccion, que es el desideratum en este problema. El conjunto puede pasar fácilmente por curvas rápidas.

Las locomotoras unidas son de las que llevan el tender en sí mismas; á los lados de cada caldera van los depósitos de agua y carbon. Una cubierta protege al maquinista y fogonero contra la inclemencia del tiempo.

Para vía de 1 m,07 construye Fairlie máquinas cuyos cuatro cilindros tienen 10 pulgadas de diámetro y 18 de carrera; su peso total, despues de cargadas, es de 28 toneladas, lo cual da 7 en cada par de ruedas, fácilmente sopórtable por carriles de 20 kilogramos por metro. Estas dimensiones se modifican segun el ancho de la vía. Los elementos de la distribucion, caldera, etc., son poco diferentes en esta locomotora y en las ordinarias.

Los frenos de ésta y de los wagones son de los comunes generalmente, pero más numerosos y potentes. Los enganches son también muy sólidos para evitar que se suelten wagones de la cola en el ascenso de las pendientes fuertes.

V.

Vamos ahora á hacer algunas indicaciones sobre la aplicacion de este sistema de ferro-carriles económicos á España. Algunos hay ya en construccion, como los mineros de las cercanías de Bilbao: dos de ellos tienen 1^m,10; y uno en explotacion en Huelva; pero no se ha difundido entre nosotros la idea de extenderlos por toda la Peninsula y aplicarlos á viajeros. Nuestras grandes líneas languidecen y se hallan mal servidas á pesar del reducido tráfico que poseen; pero esta última causa produce precisamente el efecto citado.

- Y si esto sucede en las vías que unen las principales ciudades con las costas y fronteras, claro es que las que se construyan habrán de tener un porvenir más precario. No hay que pensar en éste, como en otros puntos, en vivir á lo rico, siendo como somos, verdaderamente pobres.

- La segunda red de nuestros ferro-carriles no puede costar las enormes sumas gastadas en la primera, si no se quiere arruinar á sus accionistas nacionales y extranjeros en mayor escala que lo ha hecho ésta. Sobre este y otros puntos puede verse la juiciosa Memoria escrita hace po-

cos años por los ingenieros señores Arnao, Vildósola y Rodríguez.

Por otra parte, es urgente completar nuestras vías de comunicacion. Sin ellas no hay que pensar en la futura regeneracion fabril de España. Las carreteras son un medio caro de transporte, y es preciso hacer que ciertos centros productores, que las cuencas carboníferas y metalíferas, que las comarcas agrícolas y aún forestales se hallen cruzadas por vías férreas de tarifas muy económicas y que coadyuven á la prosperidad de nuestra produccion.

Los ferro-carriles forman parte de los instrumentos del trabajo, segun la frase de un ministro frances; hay que hacer, por consiguiente, que sean baratos y eficaces. ¡Cuál seria la suerte de este país si los millones que consumen nuestras luchas intestinas se hubieran gastado en esta empresa, á todas luces benefícosa y humanitaria!

El coste de los ferro-carriles alemanes es por kilómetro 201.000 francos; el de los americanos 96.500. Los primeros se han hecho con bastante economia; en los últimos es mayor aún ésta, y el coste de los terrenos atravesados ha sido insignificante. En España se han derrochado sumas enormes en la construccion de estas líneas; ya por mala administracion, ya porque las exigencias de los propietarios han sido exageradas, ya por otras causas, es lo cierto que el coste de nuestros ferro-carriles ordinarios, con obras para doble

via, pero montada una sola, sube nada ménos que á 1.236.740 reales por kilómetro, y eso que nuestras estaciones son en general pobres tejanas.

Sin embargo, en la actualidad pudiera rebajarse notablemente el gasto de construccion, y hé aquí los datos que nos parecen lo más económico posible, tomados como término medio entre las mil circunstancias que los hacen variar, y extractados de los que nos han suministrado varios de nuestros amigos y compañeros, á este género de obras dedicados.

Coste probable de un kilómetro de ferrocarril ordinario en España.

	REALES
Expropiacion.....	10.000
Explanacion.....	160.000
Obras de fábrica.....	80.000
Túneles.....	20.000
Estaciones y casillas de guardas.....	40.000
Via y material de estaciones.....	156.000
Pasos de nivel y vallas.....	5.000
Telégrafo.....	3.000
Material móvil.....	125.000
Accesorios generales.....	10.000
<i>Suma</i>	609.000
15 por 100 de imprevistos, administracion y direccion.....	91.350
TOTAL	700.350

Debemos hacer algunas advertencias sobre el cuadro anterior. En primer lugar, todas las obras serán para una vía, y no para dos, como se han hecho en la primera red. Las pendientes llegarán al 2 por 100, y aún algo más; las curvas bajarán a 300 metros de radio. Se supone que el terreno no es todo él muy quebrado, y que hay algunos valles abiertos; tampoco se prevé el paso de varios ríos caudalosos. Deberá obtenerse también alguna dispensa en el ancho de cunetas y paseos.

En el primer renglón se supone que los propietarios ceden parte de los terrenos atravesados, como tendrán que hacer, y obrarán en pró de sus verdaderos intereses, los que deseen ver ciertas líneas, ó bien que aquellos son casi todos del Estado, quien los da gratuitamente. De no ser así, habrá que subir este renglón a 250.000 reales.

Las estaciones y casillas serán modestísimas. El material de hierro, fijo y móvil, variará según los precios; depende de la actividad del tráfico y del mercado; los indicados pecan de bajos más que de otra cosa. El renglón de túneles tendrá que ser cinco ó seis veces mayor si el país fuera todo él quebrado en extremo.

Citamos estos datos, los más económicos posibles, para probar ahora la gran ventaja de la vía angosta. Empleando el material Fairlie, he aquí los números más aproximados, aunque por exceso, que conocemos para un ferrocarril que hubiera

de competir con el anterior, teniendo que pagar, como en él, muy poco por expropiaciones.

Coste probable de un kilómetro de ferrocarril angosto en España.

	REALES.
Expropiacion.....	8.000
Explanacion.....	80.000
Obras de fábrica.....	60.000
Estaciones y casillas de guardas.....	30.000
Via y material de estaciones.....	100.000
Pasos de nivel y vallas.....	5.000
Telégrafo.....	3.000
Material móvil.....	97.000
Accesorios generales.....	8.000
<i>Suma</i>	<u>391.000</u>
15 por 100 de imprevistos, administracion y direccion.....	58.650
TOTAL	<u>449.650</u>

Aquí se suprimen los túneles; las pendientes como las anteriores, pero se podrán forzar al 3 por 100; las curvas podrán bajar á 100 metros de radio.

Si hay tal economía en la construccion, luego veremos la que resulta en la explotacion. Repetimos, como ántes, que esto sólo tiene la pretension de representar un término medio prudencial.

Pasemos á detallar uno de los renglones de los cuadros anteriores, por ser de gran importancia; es para el sistema ordinario, con todas las economías posibles:

Vía y material de estaciones;
sistema ordinario.

	<u>REALES.</u>
Carriles (de 35 kilogramos).....	105.000
Coginetes.....	5.000
Traviesas.....	20.000
Balasto (es muy variable).....	6.000
Colocacion.....	4.000
	<hr/>
<i>Suma</i>	140.000
Material de estaciones.....	16.000
	<hr/>
TOTAL	156.000

Para el caso del material Fairlie tenemos:

Vía y material de estaciones; vía angosta.

	<u>REALES.</u>
Carriles (de 21 kilogramos).....	63.000
Coginetes.....	4.000
Traviesas.....	16.000
Balasto (es muy variable).....	4.000
Colocacion.....	3.000
	<hr/>
<i>Suma</i>	90.000
Material de estaciones.....	10.000
	<hr/>
TOTAL	100.000

VI.

Pasemos ahora á ver las ventajas de la explotación. Desde luego la velocidad será algo menor en la nueva vía que en la anterior, si bien en ésta no se podrá tampoco aspirar á la que pudiera tenerse en las líneas de pendientes suaves y grandes curvas; la primera no podrá pasar de 25 kilómetros por hora, á juzgar por los elementos intrínsecos de la cuestión, aunque los entusiastas por el nuevo sistema dicen que ésta puede ser mucho mayor.

La receta media kilométrica de nuestros ferrocarriles para 1872, según los datos de la última Memoria publicada por la dirección de Obras públicas, siendo jefe el activo é inteligente ingeniero Sr. Page, fué de 74.130 reales, y los gastos de explotación consumieron el 42 por 100 de este ingreso.

Si esto sucede en nuestra red principal, claro es que en la segunda será preciso contar con una receta mucho menor, que en las circunstancias actuales—prescindiendo por supuesto de la guerra civil—no pasaria de 24.000 reales. Pero aún cuando el país adquiriera mayor vida comercial, no es prudente calcular más de 32.000 reales como receta para dichas líneas. Suponiendo también que el gasto de explotación disminuyera por perfeccionamientos y economías introducidos, no podríamos contarle menos del 38 por 100, pues este número suele aumentar á medida que disminuye la receta.

Con estos datos, y aunque el rédito del dinero bajara al 5, del cual estamos muy léjos, tendríamos lo siguiente: el rédito de 700.350 reales al 5 por 100 es 35.017; el 38 por 100 de 32.000 es 12.160, que sumado con el número anterior, da 47.177 reales de gasto anual, y rebajando los ingresos, tendremos 15.177 reales, que será *la pérdida* por kilómetro del saldo total de la empresa. Dicha pérdida deberá subsanarse con subvenciones, ó por otro medio que se estime oportuno, si es que se quiere tener la línea á todo trance. Capitalizando al interes citado, estas pérdidas equivalen á una subvencion por kilómetro de 303.540 reales.

Efectuando el mismo cálculo para el caso del sistema económico que patrocinamos, podremos desde luego asegurar que la relacion del gasto de la explotacion á los ingresos no pasará del 30, cuando en el anterior es 38. La mayor relacion del peso útil al muerto, segun ántes dijimos, hace que los entusiastas del sistema de vía angosta exageren en más de un 8 por 100 las ventajas de la economía en la traccion. Limitándonos, sin embargo, á esta cifra, para que no se nos dirija análogo cargo, podremos repetir el cálculo anterior como sigue:

El rédito de 450.000 rs. al 5 por 100 es 22.500; el 30 por 100 de 32.000 es 9.600, que sumado con el número anterior, da 32.100; rebajando los ingresos tendremos 100 rs. de pérdida por kilómetro; cantidad muy pequeña y fácil de subsanar

con un pequeño aumento en los ingresos. Capitalizando esta pérdida al mismo interés, equivale á una subvención por kilómetro de 2.000 rs.

Las cifras expuestas, aunque meramente aproximadas, prueban la conveniencia de pensar seriamente en acometer la segunda red de nuestros ferro-carriles, pero limitándose á los de vía angosta, económicos en extremo y muy suficientes para el tráfico que durante bastantes años han de soportar.

Habría que vencer en España, al establecer esta segunda red, los temores del vulgo y áun las preocupaciones de algunas personas competentes, pero poco amigas de innovaciones; pero ambos inconvenientes se salvaron en mayor escala al inaugurarse las vías férreas de comunicación.

No conviene de todas suertes pasar más allá del 3 por 100 en las pendientes: fuera de estas condiciones no es fácil servirse del material ordinario. Pudiera exceptuarse algún caso especial, como por ejemplo, el de una rampa constante por la que se bajaran minerales, no teniendo que ascender los trenes sino vacíos: entónces pudiera pasarse del límite citado. Las pendientes fuertes son siempre la losa de plomo que pesa sobre el servicio de una línea.

El ferro-carril recientemente inaugurado en Rigi permite vencer pendientes mayores, pero es gracias á una cremallera central, en la que engrana una rueda de la locomotora. El sistema funicular propuesto por Agudio se aplica á toda

clase de pendientes, pero no se trata sino de cables movidos por máquinas fijas, los cuales remolcan los trenes. Ambos sistemas, ideados precisamente en los albores de los ferro-carriles, exigen material especial y salen por completo de la sencillez y regularidad de la vía angosta.

Quizás convenga aplicarlos en algun punto de España, no lo afirmamos ni lo negamos; pero lo que por hoy deseamos inculcar en el ánimo de nuestros benévolo lectores, es la necesidad de completar nuestras vías férreas apelando al sistema de vía angosta que reúne las ventajas de la sencillez, carácter práctico, economía y eficacia. Que las comarcas y poblaciones hasta hoy desheredadas se contenten con una línea de este sistema, que tendrá vida propia, y no sueñen con una ordinaria que será la ruina de sus accionistas y languidecerá en su servicio. Más vale ver concurrida una vía de esta especie, que notar, como sucede hoy en España, algunas en las que hay un tren de ida y otro de vuelta al cabo del día, y ver en muchas agotarse en subvenciones colosales el capital que el exhausto Tesoro no puede suministrarles.

Estúdiense en cada caso el coste de construcción; véase el tráfico probable, y sobre esta base se conocerá si es posible un ferro-carril y de qué clase.

VII.

Los tramvías, que tanto se van generalizando de pocos años á esta parte en el seno de las grandes poblaciones, contribuyendo eficazmente á mejorar su higiene, no difieren de los ferro-carriles más que en el motor. Este es animado, lo cual permite aumentar algo las pendientes, porque dicho motor puede desarrollar, en un cierto instante, un esfuerzo muy superior al que ordinariamente ejerce en el resto del trayecto, y si esto no basta se le agrega alguna caballería de refuerzo para subir alguna pendiente excepcional.

Un solo carruaje forma cada tren: los carriles no tienen que sufrir el peso de la locomotora, y son por tanto de poco peso y sin sobresalir del firme; suelen ir montados sobre largueros de madera, apoyados á su vez en traviesas. Esto da gran elasticidad é invariabilidad á la vía.

Vienen á ser, por tanto, los tramvías una cosa intermedia entre el ferro-carril y la carretera en lo referente á la tracción, y por tanto subsisten racionalmente cuando hay un tráfico intermedio entre el que debe alimentar uno y otro medio de comunicacion.

Una gran parte de las razones expuestas anteriormente abogan por los tramvías angostos, por lo cual á nadie ha ocurrido hacerlos muy anchos; pero hay otras especiales. En primer lugar, la cuestion de la caja de fuego es aquí ociosa, pues no hay locomotoras. En segundo lugar, el desi-

deratum de los tramvías, en cuanto al motor, es llegar á ser arrastrado cada vehículo por un solo animal: la traccion es mejor; la conduccion más fácil; el auxilio de otra bestia, al subir cuestas, más eficaz.

Además, un carruaje de un tramvía no se carga completamente en el punto de partida, y claro es que cuanto más pequeño sea, mayor será en él la relacion del peso útil al muerto. Con esto se conseguirá al propio tiempo poder aumentar el número de vehículos circulantes, saliendo uno cada cinco minutos en vez de salir cada diez, todo lo cual redundará en beneficio del público, y en mayor utilidad para la empresa explotadora de este servicio.

Pero queda aún otra razon en pró de la angostura de los tramvías, que es la principal, á saber: la facilidad que tendrán de poderse establecer en carreteras estrechas ó en calles de poca luz. El Estado ó los municipios exigen que quede á un lado y otro de la vía un ancho suficiente para que circulen los carros y carruajes ordinarios; en Madrid es dos metros por cada lado hasta la acera; de aquí la imposibilidad de plantear los tramvías en ciertos caminos si no se estrechan sus elementos.

Y cuenta que estos medios de comunicacion se están propagando con gran rapidez, sobre todo en el seno de las poblaciones, oponiéndose tan sólo á ello la angostura de las calles en varios puntos y los recodos rápidos en ciertos sitios de nues-

tras vetustas capitales. El negocio de las empresas, y lo que vale más, la comodidad del público, abonan por la modificación en el sentido indicado.

El ancho entre carriles del tramvía madrileño, que es el más usado en Europa, es el de los ferro-carriles más comunes, ó sea de 1^m,43. Pues bien, hay quien tiene pedida á nuestro ayuntamiento la concesion de unas líneas con un sistema original, por el cual esta dimension se reduce nada ménos que á 0^m,70. Las curvas que allí son á lo ménos de 14 metros de rádio, pueden aquí descender quizás hasta 8, por ser tambien menor la distancia de los ejes del vehiculo. La caja del carruaje tiene en el primer caso dos metros de ancho total; la del segundo un metro.

El inventor de este sistema es D. Daniel O'Ryan y Acuña, el activo é inteligente director de la Exposicion nacional de 1873. Este señor dispone un vehiculo sin imperial, tirado por una caballería y con mayor holgura y comodidad, tanto en el asiento como en el paso de los viajeros, de las que hoy disfrutan en los carruajes que hacen este servicio á los barrios de Salamanca y Pozas. No entramos en los detalles del sistema por razones de brevedad y conveniencia, aunque augurando de su bondad y deseando verlo planteado. Sólo diremos que dentro de la caja hay ocho asientos, cuatro á cada lado, pero no situados los unos enfrente de los otros; de suerte que cada viajero no tiene delante quien le moleste ni

le quite la vista de la calle. Los carruajes son cómodos, esbeltos y elegantes, tal como están proyectados.

Excusamos repetir que cuanto dejamos dicho merece la consideracion de los propietarios y capitalistas españoles, no para que traten de realizarlo en el momento presente, sino de tener hechos los estudios y adquiridas las concesiones para acometer las obras en cuanto cese la guerra civil, salvo en la cuestion de tramvías. Miétras aquella dure no hay empresa posible, como tampoco miétras el credito público esté tan bajo como ahora. Pero no es dudoso que esto terminará pronto, y renacerán las fuentes de riqueza y actividad de la nacion. Para entónces será llegado el momento de plantear los ferro-carriles de vía angosta, y quizás desde ahora alguno especial, así como los tramvías urbanos.

CALEFACCION Y VENTILACION DE EDIFICIOS.

- I. Naturaleza del problema. Su descuido en España. Ignorancia de estas cuestiones. Ejemplos de otros países. Consideraciones.
- II. Calefaccion de grandes edificios. Braseros. Chimeneas. Tiro. Estufas. Superficie de caldeo. Cuestion de salubridad.
- III. Caloríferos de aire caliente; sistemas diversos. Agua higrométrica del aire frio y caliente. Corriente del aire.
- IV. Empleo del vapor de agua. Ventajas é inconvenientes. Riesgo de explosion. Empleo del agua tibia. Casos de preferéncia. Sistema mixto.
- V. Ventilacion de grandes edificios. Cantidad de aire necesario. Camino de éste. Entrada por lo alto ó lo bajo de las salas. Chimeneas de ventilacion. Ventiladores.
- VI. Caldeo y ventilacion de casas. Chimeneas y estufas perfeccionadas. Empleo del agua caliente. Ventilacion con las chimeneas; otros medios. Sistema Vallhonesta.
- VII. Clima de España. Idem de Madrid. Edificios españoles caldeados y ventilados. Bibliografía. Historia del problema.

I.

Calentar y ventilar un edificio, de suerte que la temperatura de sus diversas salas permanezca constante, y su ambiente sea siempre sano y puro; verificar esto de una manera continua, sin cambios bruscos ni desequilibrios, al par que con economía, he aquí el problema que vamos á desentrañar en estas líneas. Y no es esta una cuestion meramente de comodidad, lo es principal-

mente de higiene. Las epidemias y enfermedades se ceban en las personas que habitan edificios poco ventilados: una calefaccion suave y continua ahorra muchos padecimientos y prolonga la vida de las personas que gozan de este beneficio.

Créese en España que para caldear un edificio público ó privado basta colocar unas cuantas estufas, chimeneas ó braseros en ciertas habitaciones. Este medio suele ser ineficaz en muchos casos, y de todos modos no abriga sino ciertas salas. En cuanto á la ventilacion, la idea general es todavía más inexacta. Muchas ventanas ó balcones: he aquí hasta dónde llegan nuestros conocimientos en el asunto. Si se nota mal olor, se abren aquellos, con lo cual en invierno se destemplan las habitaciones y se reciben pulmonías á docenas, y en verano se respira un aire caliente y seco que daña más que beneficia.

Sólo en los apacibles dias de primavera, y en las noches de verano, puede ser eficaz el abrir las puertas y ventanas para ventilar una sala, áun prescindiendo del ruido y polvo que suelen entrar por ellas; pero en los demas casos, nada se obtiene, sino salir malamente de los riesgos de una asfixia para caer en los de una pulmonía ó de una congestion. La calefaccion y la ventilacion han de ser continuas, sin que se noten corrientes bruscas ni cambios intempestivos.

Suele preocupar á nuestros propietarios el que sus casas estén bien orientadas, pues así obtienen habitaciones abrigadas en la fachada del Me-

diodia, y frescas en la del Norte. Pero pensar en obtener artificialmente y con mayor igualdad las condiciones que difícilmente son naturales, esto ni se les ocurre ni se les alcanza.

Lo más triste del caso es, que la mayoría de nuestros arquitectos y médicos desconocen también las cuestiones técnicas de calefacción y ventilación, que por cierto no forman parte de las enseñanzas que en sus respectivas escuelas se profesan. Bastaría para llenar este hueco que, una vez sabidos bien los principios fundamentales de la Calorimetría, hasta el punto de resolver cuantos problemas numéricos ocurren en esta rama de la Física, se dieran unas cuantas lecciones, en las que se resumiera lo que consta en numerosos libros extranjeros y aún nacionales que de esta especialidad se ocupan. No hablemos de nuestros estufistas, pues carecen de base para entender estas cuestiones en su parte técnica.

Raros son los edificios públicos bien caldeados en España; quizás no haya tres, ni siquiera tres, que estén ventilados racionalmente. No sucede esto en otras naciones. Los Estados-Unidos de América en primer término, presentan en este punto ejemplos dignos de ser imitados, sobre todo en lo relativo á calefacción. Sigue la Inglaterra, y después de éstas, las naciones del centro y Norte de Europa. Un escritor especial de este asunto, el ingeniero Mr. Joly, se queja, en el prefacio de un excelente libro, del atraso é ignorancia que reinan en Francia en todo lo relativo á cale-

faccion y ventilacion, comparado con los progresos de los Estados-Unidos é Inglaterra.

Figúrense, pues, nuestros lectores cuál será el mayor atraso de España al saber que generalmente nos limitamos aquí á copiar, bien ó mal, lo que de Francia viene en éste como en otros asuntos. Verdad es que la suavidad relativa de nuestro clima comparado con el de otras naciones, hace ménos sensible esta necesidad; pero bueno es advertir que dicho clima, segun veremos más adelante, no es tan frio como los anteriores, pero presenta mayores y más bruscos cambios de temperatura, que deben atenuarse y combatirse por los medios que la ciencia y la industria presentan de consuno.

Esto en cuanto á la primera parte, pues respecto de la ventilacion, la necesitamos aplicar más que las citadas naciones por lo caluroso de nuestro clima; y sin embargo, este punto es el más descuidado. Con cerrar los teatros durante los veranos, evitar reuniones numerosas, suspender las cátedras en las Universidades y las vistas en las Audiencias, se ha resuelto el problema. Donosa solucion, á la verdad.

Todos estos centros debieran poder funcionar con regularidad y comodidad de sus concurrentes en cualquiera estacion: si se suspenden por razones de descanso ú otras, sea en hora buena, pero que no atribuyamos esto á falta de medios para combatir los rigores del calor. El poderío de la ciencia es muchísimo mayor del que entre nosotros se le atribuye.

II.

Al tratar de la calefaccion de un edificio público, y prescindiendo por el momento de su ventilacion, á pesar de que ésta suele modificar al primero, habremos de atender á dos elementos primordiales: la continuidad ó intermitencia de la habitabilidad, y el número de salas y la posicion y condiciones de cada una. Indiquemos primero los principales sistemas de calefaccion, y al propio tiempo trataremos de su eleccion en cada caso.

El más sencillo de estos sistemas consiste en el empleo de los braseros. Este procedimiento peculiar y característico de nuestra patria, es sin duda alguna el más económico, porque aprovecha perfectamente todo el calor del combustible. En cambio es ineficaz para grandes habitaciones, y el peor en cuanto á condiciones higiénicas. Aunque se éntre en la sala el brasero bien *pasado*, esto es, sin que ya desprenda notablemente el óxido de carbono de la combustion imperfecta, produce siempre el ácido carbónico de la buena combustion. El primer gas es eminentemente venenoso; el segundo es simplemente impropio para la respiracion, por lo cual viciará siempre el ambiente; si el aire tiene medio por ciento de aquel ó cuatro de éste, produce la muerte de las personas.

A este propósito haremos notar que con diversos nombres se han puesto de moda entre nosotros ciertas estufas sin tubo para la salida de humos. Estas son ni más ni ménos que braseros:

los residuos de la combustion han de salir al exterior por un conducto cualquiera, de lo contrario viciarán siempre la atmósfera. No importa que se enciendan en un balcon; de muy poco sirve que se ponga cal, agua, clavos ú otra sustancia; el gas citado se combina dificilmente con ellas, y sale libre á perturbar el ambiente.

Las chimeneas, que algunos llaman todavía á *la francesa*, forman el segundo medio de calefaccion de los edificios, colocando muchas en sus diversos salones. Una chimenea, y por ahora nos limitaremos á las ordinarias, sólo calienta por radiacion. No sucede como en los braseros, en el que las capas de aire van calentándose, y por lo tanto elevándose, siendo sustituidas por otras nuevas; sino que los rayos caloríficos vibran en todas direcciones, y unos directamente, los ménos por reflexion, llegan á la habitacion y la calientan.

De aquí se deduce que la chimenea es uno de los aparatos en que se aprovecha peor la potencia calorífica del combustible; casi no calienta más que á las personas que se colocan en frente de su llama. En cambio ventila mucho una habitacion, porque hace salir el aire por su conducto de humos.

Es, pues, la chimenea el tipo opuesto al brasero; aquella calienta poco y ventila mucho; éste calienta mucho, y léjos de ventilar vicia el aire; todo en la hipótesis de que se quemara en ambos aparatos la misma cantidad de combustible.

Aunque para la mayoría de mis lectores no sea preciso decir lo que es el *tiro* de una chimenea,

quizás no huelgue en este sitio para la minoría de los mismos. Todo cuerpo que se calienta, se dilata; y cómo la misma materia se reparte entonces en mayor volumen, disminuye su densidad. Esto es muy notable en los gases, los cuales se dilatan extraordinariamente con el calor; á una temperatura de 273° se calcula que adquiere un gas doble volumen del que tenía á 0° .

De aquí resulta que el cañon ó tubo de salida de los humos—que es la verdadera chimenea, y no el sitio en que arde el combustible (1),—en que se acumulan los residuos de la combustion, tiene gases muy calientes, los cuales tienden á elevarse, y entonces se precipita el aire de la habitacion para ocupar el vacío que aquellos dejan. Si este aire pasa al través del combustible, como sucede al bajar la pantalla y dejar una rendija en su parte inferior, el aire se precipita por ella, choca con el combustible, activa la llama y sale por el tiro, siendo pronto sustituido por nuevo aire. De entre los gases que constituyen el humo hay algunos que son más pesados que el aire, como el ácido carbónico, y la mayoría más ligeros que éste, como el vapor de agua; pero todos son ménos densos que el aire exterior, porque todos están más calientes que él.

Resulta de lo anterior, que no conviene que

(1) La palabra *chimenea* se deriva de *caemina*, camino, aludiendo á los humos: la hemos introducido de la voz francesa derivada, en vez de haber formado una española.

la seccion de las chimeneas sea demasiado pequeña, ni excesivamente grande; en el primer caso no podrán pasar por ella los gases en el volúmen deseado, y por consiguiente la combustion se ahogará; en el segundo se mezclará aire frio con los humos, y por consiguiente bajará la temperatura de la columna, causa única del tiro. Esto mismo sucede cuando el aire exterior puede penetrar en el tubo de la chimenea sin atravesar por el combustible, como ocurre en las de cocina, y aún en las de gabinete que queman madera cuando está levantada la pantalla. El diámetro más conveniente para un cañon de chimenea de gabinete es de dos á tres decímetros. Los tubos de cristal de los quinqués obran como chimeneas de tiro, favoreciendo la combustion.

Las estufas se parecen algo á las chimeneas, pero aprovechan mucho mejor la potencia del combustible. En ellas se calientan las paredes de una capacidad más ó ménos grande, y radian calor en todas direcciones. El tubo mismo de salida de humos sirve para este objeto; así es que se le suele hacer recorrer un gran camino por el interior de las habitaciones.

Aprovechan mejor el calor que las chimeneas, pues en éstas sólo se utiliza el radiado, y de aquí la conveniencia de rodearlas de piezas metálicas brillantes: en cambio no tienen la alegría que da la llama, sobre todo, de la leña.

No estará demas llamar la atencion de algunos de nuestros lectores sobre un punto en el que

suele haber generalmente ideas equivocadas: nos referimos precisamente á la *superficie de caldeo*. Cada metro cuadrado de ésta, radia una cierta cantidad de calor que depende en primer lugar de su temperatura y algo de su naturaleza física. Ahora bien, si la estufa, ó su tubo de humos, ú otro aparato cualquiera de calefaccion, consigue poner su temperatura á 120°, por ejemplo, radiará una cierta cantidad de calor por cada metro cuadrado. Si hay poca superficie el calor será poco: cierto que subiendo la temperatura se aumenta el efecto; pero es mucho más racional y mejor aumentar la superficie.

Querer calentar con una estufita pequeña una habitacion muy grande es un absurdo, á no que aquella sea de las en que se ponen al rojo sus paredes. Aún así y todo es preferible una de las dimensiones oportunas. El cálculo es muy fácil de ejecutar. Por esto suelen hacerse hoy hogares con nervios y salientes que aumentan dicha superficie.

Por lo demas, hay estufas de diversas formas y tamaños; algunas llevan el tubo de humos enterado en el suelo. Otras tienen á su alrededor un hueco por el que circula el aire; éste entra por agujeros inferiores y sale por los superiores: entónces suele llamarse estufa-calorífero. Aprovechan mejor el calor que las chimeneas, ventilan lo mismo que éstas: no deben quemar sino combustibles baratos. Suelen llevar un depósito de agua en su parte superior ó bien arena humedecida: al

tratar de los caloríferos explicaremos la bondad de este detalle. En Rusia y Alemania son de loza al exterior y dan un calor muy suave y duradero, tardando mucho en calentarse y en enfriarse.

Esto es lo que respecta á las chimeneas y estufas ordinarias, ya quemén leña, ya cok ó hulla; pues con estos dos últimos combustibles basta disponer una rejilla especial y hacer que el aire atraviese forzosamente por el combustible ántes de entrar en el conducto de humos; para que el tiro sea mejor. En cuanto á las chimeneas ó estufas en las que se quiere evitar el exceso de ventilacion, ó sea de los sistemas perfeccionados, hablaremos al tratar de la calefaccion de las casas.

De poco tiempo á esta parte se han generalizado en Madrid ciertas estufas de hierro colado y de tan pequeñas dimensiones, que es preciso poner al rojo sus paredes, lo que se consigue con facilidad, para caldear una habitacion no muy grande. La baratura las ha puesto de moda: su insalubridad debe desterrarlas por completo. De las concienzudas investigaciones realizadas hace cosa de cinco años en Francia, resulta que el hierro colado caliente hasta ponerse rojo produce óxido de carbono y causa por consiguiente á los circunstantes fuertes dolores de cabeza, ó sea comienzos de envenenamiento. Resecan además el aire en exceso, cuyo mal efecto se agrega al anterior. En las habitaciones en que hay muchas personas quemán y descomponen las particulas orgánicas que flotan en el aire, lo cual produce mal olor.

III.

De las estufas-caloríferos á los caloríferos propiamente tales, no hay más que un paso. Este se dió colocando los caloríferos en una sala distinta de aquella que se quería caldear, haciendo calentar aire en contacto con las paredes del aparato y elevándole por un tubo especial á la sala en cuestion. Generalmente se sitúan los caloríferos en el sótano del edificio, ó en algun rincón de éste.

Empecemos por indicar la forma de éstos, y luégo diremos algo sobre su servicio. Un calorífero consta de un hogar en el que se quema un combustible barato, hulla por ejemplo; los humos van por un tubo en zic-zac, el cual termina en una chimenea. Rodeando al tubo hay una cámara de aire en la que entra este flúido, se calienta por el contacto con las paredes del tubo anterior y sale por unos conductos de barro ó de palastro á las habitaciones que se desea calentar.

Hay por lo tanto en cada calorífero dos corrientes: una del aire que alimenta la combustion, que sigue por la chimenea con los humos; otra del aire que sirve de vehículo al calor, el cual, pasando por el calorífero llega á las salas. Estas corrientes no se mezclan en lo más mínimo; de suerte, que sea cualquiera el combustible que se queme no puede producir olor alguno sobre el aire que ha de utilizarse, salvo que haya algunas hendiduras por donde se escape algo de humo y se

mezcle con este aire: esto se corrige con facilidad.

En otros caloríferos es el aire quien va por los tubos, y éstos se hallan encima del hogar. Además, en uno y en otro caso, se varían mucho las formas y se agregan detalles diversos. A veces se hacen tabiques ó tubos de barro; pues si los de hierro se calientan demasiado, comunican al aire un olor desagradable. Esto se atenúa revistiendo el hogar con ladrillo refractario y haciendo que la llama no tropiece en los tubos metálicos; evitando, en una palabra, que éstos se pongan rojos por efecto del calor.

Los caloríferos deben llevar un aparato especial para comunicar humedad al aire que ha de entrar en las salas. Esto, que generalmente no se comprende bien, tiene una explicación que merece ser indicada. El aire atmosférico posee siempre algo de vapor de agua, y la mayor cantidad que puede contener se llama estado de *saturación*. Pero dicho estado varía con la temperatura, pues cuanto más elevada es ésta, mayor cantidad de vapor puede contener. Así, por ejemplo, á 6° de temperatura está saturado un metro cúbico de aire con 8 gramos de agua en vapor, mientras que á 15° exige 14 gramos para poseer la saturación.

Además, el aire, para que sea respirable en buenas condiciones, debe estar á cosa de la mitad de saturación, acercándose más al completo que al otro extremo. Un aire muy seco produce dolores de cabeza y mareos; es, en una palabra,

perjudicial á nuestra economía. Ahora bien, si se tomara el aire de la calle á 6°, y suponiendo que está á media saturacion, como ordinariamente sucede en el estado higrométrico de la atmósfera, tendrá 4 gramos de agua en cada metro cúbico: si lo calentamos en el calorífero á 15° deberá tener, para hallarse en buenas condiciones, 7 gramos, que es la mitad de la saturacion correspondiente; luego si no se le da artificialmente esta agua, saldrá un aire malsano.

De aquí el que los caloríferos lleven unas botellas ó embudos, por cuyo medio se da el agua que falta al aire: en el caso citado seria 3 gramos por cada metro cúbico que se haya de introducir en las salas. De aquí tambien la buena costumbre de tomar este aire de los sótanos, ó de los jardines frondosos, donde el estado higrométrico, ó sea de vapor de agua natural, es mayor. Por esto conviene poner en las estufas depósitos de agua, ó arena humedecida, con objeto de que al calentar la habitacion, ésta contenga la suficiente humedad en su ambiente.

Por no tener en cuenta la precaucion citada, se quejaban frecuentemente nuestros diputados del aire malsano que venia de los caloríferos, y que les ocasionaba fuertes dolores de cabeza y mareos. La causa no era otra sino que los aparatos para dar la humedad estaban descompuestos, y por consiguiente entraba en la sala de sesiones un aire seco y poco higiénico.

Los caloríferos de aire caliente lo mandan por

tubos á las habitaciones. Conviene que aquellos se separen lo más posible de la horizontalidad, y que presenten pocos recodos. El aire es muy delicado en su marcha, y si tropieza con obstáculos, se detiene. Por esta razón tampoco pueden disponerse conductos demasiado largos, por lo cual es preciso repartir los caloríferos y colocarlos de modo que cada uno se halle inmediato y debajo de las salas que va á calentar.

Conviene, cuando éstas son muy grandes y están próximas, disponer una gran capacidad, llamada cámara de aire, donde se reúne el de varios caloríferos: allí se le da la humedad, se uniforma y arregla la temperatura y se le dirige al punto conveniente. En la generalidad de los edificios, y por las razones antedichas, no conviene esta cámara, la cual es útil en un teatro, un congreso, etc.

Una circunstancia es precisa para que sea eficaz la calefacción por medio del aire caliente, á saber: que haya en las habitaciones salida ó movimiento de éste. En efecto, de nada sirve que se deje abierto un conducto de aire caliente en una habitación, si el de ésta no puede salir por algun lado. Es como si al gollete de una botella llena de agua se ajustara un tubo para traer más líquido. Bien es verdad que por las rendijas de puertas y ventanas suele escapar algo de aire, lo cual permitirá la llegada del nuevo, pero esto no es bastante.

Por esta razón el uso del aire como medio de

calefaccion, va unido siempre á la ventilacion de las salas. Conviene por lo ménos abrir un cristal de una ventana, el más lejano de la entrada del aire caliente, á fin de que se establezca cierta corriente, y de que el aire frio de la pieza sea sustituido por el tibio que viene de los caloríferos.

IV.

Para calentar un gran edificio suelen usarse otros medios, además de los ya citados: uno de ellos es el empleo del vapor de agua como vehículo del calor, fundado en la gran cantidad de esta energía que cede el agua al condensarse, esto es, al pasar de vapor á líquido. He aquí la disposicion general de los aparatos.

Una caldera de vapor, que generalmente es cilíndrica y acostada en el sentido de sus elementos rectos, perfectamente cerrada, va llena de agua hasta los dos tercios de su altura, y desde allí, del vapor que se produce al hervir el agua, por hallarse sobre un hogar. El vapor así engendrado sube por un tubo general, que luego se divide en varios, repartiéndose éstos por las diferentes salas, en las cuales termina cada cual en un jarron de doble fondo, ó en unos objetos parecidos exteriormente á las estufas de lujo. De cada uno de estos jarrones ó estufas sale un tubo, y se unen luego todos en otro que entra en la parte inferior de la caldera, con el fin de traer á ésta el agua líquida que resulta de la condensacion del vapor.

El objeto de los jarrones ó estufas es que haya superficie de caldeo para calentar el ambiente, ya por contacto, ya por radiacion; si dicha superficie no es suficiente, no se calentará la sala, del mismo modo que anteriormente lo indicábamos para otro sistema. Cuando la sala que se desea calentar no necesita estar decorada, como por ejemplo, un secador de telas en una fábrica de estampados, basta hacer tubos grandes, de suerte que su superficie sea la de calefaccion.

Estos jarrones ó estufas tienen partes huecas, en las que se halla el vapor; deben presentar la mayor superficie posible, y probarse á una presión superior á la que han de soportar. Se sitúan en los ángulos de las salas si son jarrones, haciendo que sus pedestales sirvan tambien para el mismo objeto; si en aquellas hay una chimenea, suele colocarse delante de ésta la estufa. Generalmente son de fundicion fina, y cuyo decorado juegue con el de la pieza en que se hallan.

El uso del vapor como medio de calefaccion es caro de instalarse, sobre todo cuando se trata de un edificio construido al que se trata de aplicar. En cambio el gasto diario es pequeño, pues se aprovecha mejor el calor que en el sistema de aire tibio. Tiene además dos preciosas ventajas sobre todos los demas procedimientos, á saber, la rapidez y el alcance. El vapor, á diferencia del aire caliente del caso anterior, va en un momento desde la caldera á los jarrones, y si la superficie de éstos está bien calculada, se calienta una sala

en muy poco tiempo. En cuanto al alcance es tambien muy grande, pues puede ir en un tubo tan léjos como se quiera; hay que cuidar tan sólo de que éste se halle cubierto con cuerpos mal conductores, para que no haya pérdidas por condensacion en el camino.

De suerte que el vapor es el sistema preferible para caldear un edificio que presenta intermitencias é irregularidades en su servicio. Por ejemplo, para un Congreso, un Ministerio, etc. Si una de las salas no está habitada, se cierra la llave del tubo correspondiente: si acude poca gente, se da mucho vapor; si mucha, se le hace entrar en menor cantidad. Se regula y distribuye, en suma, el calor con precision y rapidez. Es por esto bueno para ciertos edificios, que á primera hora están poco concurridos y luego mucho.

Esta calefaccion es independiente por completo de la ventilacion, á diferencia de la de aire caliente. Por esto se puede usar sola en las salas donde no concurre tanta gente, que exija una renovacion continua y sistemática de su ambiente. Tambien pueden hacerse estufas-caloriferos, esto es, que las capacidades en que se condense el vapor calienten el aire inmediato exterior por su parte baja, despidiéndole por la alta. Si la ventilacion ha de ser activa, se dispone ésta independientemente, segun luégo diremos.

La caldera de vapor debe colocarse en el centro de algun patio muy grande ó en un jardin inmediato al edificio, dentro de una casita de paredes

gruesas y techo ligerísimo, para que en caso de explosion no sufra el edificio y ménos las personas que lo concurren. Las buenas ordenanzas municipales y las más sencillas nociones de precaucion, impiden colocar una caldera de vapor, que es un aparato explosible, en los sótanos de un edificio muy concurrido; una desgracia, que probablemente ocurriria en las horas de mayor frecuentacion, ocasionaria víctimas y deterioros, que se evitan colocándola en el patio ó jardin, y llevando el fluido por un tubo bien cubierto con paño y cordeles.

Existe otro medio general de calefaccion, que es disponer de una corriente de agua caliente. El sistema se establece lo mismo que en el caso anterior; sólo que caldera y tubos estarán llenos del liquido. Este ascenderá al enrarecerse; se enfriará en los jarrones ó estufas, radiando calor á las salas, y descenderá por otros tubos á la caldera. Habrá así un circuito lento, pero constante, del agua tibia.

La presion que ésta alcanzará dependerá de la altura del edificio: conviene que no sea grande para disminuir los riesgos de una fuga, que suele ser de fatales consecuencias. Hay por esto dos sistemas, que se llaman de alta y baja presion. Los jarrones y estufas son como en el caso anterior; pero la caldera puede colocarse en cualquier paraje del piso bajo ó sótanos, porque siendo el agua muy poco compresible no puede producir explosion alguna. Habrá rotura, escape,

pero nunca detonacion con sus terribles efectos.

El agua caliente es un medio muy tardo para calentar un edificio, así como dura el calor muchas horas despues de apagado el hogar. La razon es que el agua necesita mucho calor y tiempo para elevar su temperatura, y análogamente para disminuirla; es el cuerpo en que más se exagera esta cualidad, de suerte que seria un desatino querer emplear otro líquido para realizar las buenas condiciones propias del sistema. De aquí los depósitos que se ponen en el suelo de los wagones de primera clase en invierno.

Por esto es el mejor procedimiento para caldear un edificio que exige temperatura constante y uniforme, de dia y de noche, por ejemplo, un hospital, una cárcel, un aparato de incubacion artificial, un invernadero de plantas. En estos casos no tiene rival. Respecto de la ventilacion está en el mismo caso que el vapor.

Por último, hay un sistema mixto de los dos anteriores, que consiste en establecer un circuito de vapor, pero los jarrones y estufas están llenos de agua, la cual se calienta por medio del vapor. El líquido va cediendo paulatinamente á las salas el calor que recibe del vapor en ciertos momentos. Este puede marchar solo ciertas horas del dia, quedando depósitos de calor en el agua, por la gran capacidad calorífica de ésta.

Tal sistema es ventajoso en algunos edificios especiales, donde hay muchas salas que exigen caldeo intermitente, y otras muchas que lo pi-

den continuo, como sucede en ciertas fábricas. En éstas es más recomendable aún si tienen como motor el fluido que generalmente emplea con este objeto la industria moderna. De la caldera de aquel se tomará el vapor para la calefacción.

V.

Si la respiracion humana, y análogamente la de todos los animales que tienen pulmones, absorbe una parte del oxígeno atmosférico para expelerlo en forma de agua y ácido carbónico, claro es que vicia el aire por dos causas: una consumiendo el elemento respiratorio, otra vertiendo gases irrespirables. Únase á esto las traspiraciones cutáneas y las diversas causas que perturban el ambiente, y se comprenderá la necesidad de renovar el de las habitaciones.

Los vientos cumplen esta saludable mision en el seno de la atmósfera. En las atmósferas limitadas, suele abrirse de cuando en cuando los balcones para renovar el aire. Otras veces se dispone un círculo con paletas inclinadas de hoja de lata, situado en uno de los cristales más altos de una ventana. El aire caliente de una habitacion tiende á salir por allí y hace girar la rueda, por la misma causa, pero en sentido opuesto, que la hélice mueve á un buque. Suele tambien dejarse el cristal con goznes que le permitan girar alrededor de su arista inferior: otras veces se dispone un cristal en varias tiras horizontales, cada una

de las que tiene dicho movimiento por medio de dos muñoncitos.

Esto es lo rudimentario de la ventilacion. Para verificarla en buenas condiciones en un gran edificio, conviene dar salida al aire viciado y permitir entrar el nuevo, caliente en invierno, y fresco en verano, verificándose esto de una manera suave y continua. Esta es la verdadera ventilacion.

Para realizarla se cuenta con el volúmen de aire que es preciso renovar, el cual, segun los últimos estudios del general de artillería frances, M. Morin, una de las autoridades en este asunto, depende de la capacidad de la sala. Asimismo varia con la estacion, con el estado de salud y con la limpieza de los concurrentes. El minimun de aire que debe renovarse en una hora por cada persona es de diez metros cúbicos, y para que no haya olor alguno conviene duplicarle ó triplicarle. En un hospital, este número debe ser todavía mayor, de unos 50 á 60 metros cúbicos por cada cama.

Cada hombre produce 38 gramos de ácido carbónico en una hora, y es preciso que el aire no contenga un medio por mil de este ácido: esto se consigue con los volúmenes citados.

El aire nuevo se toma de un jardin, á ser posible, ó de la calle; no de los patios, que siempre comunican con los sumideros por los que suben gases mal sanos, que se mezclan con el aire. Si el edificio tiene sótanos, conviene que el aire recorra por ellos un buen trayecto, ó por una gale-

ría subterránea: con esto se consiguen dos cosas, refrescarle en verano, ó calentarle en invierno y hacerle adquirir un poco más de humedad, para favorecer su estado higrométrico, puesto que aún en el verano no le dañará el agua, porque suele estar demasiado seco.

Este aire pasa en invierno á calentarse en los caloríferos ántes de subir á las salas. Si no se usan caloríferos, sino vapor de agua ó agua tibia, se dispone una serie de tubos en que esté uno de estos flúidos, y se hace pasar el aire á traves de ellos ántes de subir: entónces se le pone tibio, á la temperatura de unos 16° , que es la buena. En el caso anterior hay que ponerlo más caliente por ser él quien va á ceder el calor á las salas. Puede tambien en el primero disponerse un calorífero especial para templar el aire. Siempre hay que darle la humedad conveniente.

Este aire penetra, por lo tanto, en las habitaciones generalmente por su parte baja: hoy se recomienda por la alta. Entrando por la baja, sucede que las gentes y las luces encendidas que pueda haber, le disponen á ascender y á salir por la parte superior. Se ha visto, sin embargo, que el régimen se establece mejor cuando el aire nuevo entra por la parte alta de una sala, y se expela por la inferior. Las razones son, que el ácido carbónico es mucho más denso que el aire, y forma una capa en la parte baja difícil de elevar; en verano es tambien más denso el aire fresco y nuevo: además, las corrientes de aire inferiores suelen

molestar á los concurrentes, sobre todo si hay un descuido de enfriamiento; y finalmente, el aire nuevo baña la cabeza de las personas ántes que el resto del cuerpo. Empleando caldeo de aire caliente, éste se enfria de arriba hácia abajo y viene á buscar por si mismo la salida.

El aire, pues, que se toma del sótano, ya atravesando los caloríferos, ya la cámara de aire, se le hace ascender por tubos á la parte alta de las salas donde se vierte. El viciado se saca por agujeros que hay en el suelo, los cuales van por conductos á una ó varias chimeneas, llamadas de ventilacion ó de tiro. Sólo en casos especiales se seguirá el camino opuesto: uno de ellos es, por ejemplo, un teatro en el que se aprovecha el calor de la araña para producir por encima de ésta la salida del aire viciado. En el Congreso de los Diputados de Paris se seguia este sistema hasta 1860 en que se varió, haciendo entrar el aire nuevo por la parte alta y sacando el viciado por el suelo. En las prisiones celulares suele salir por los agujeros de los excusados: en los hospitales por las mesillas de noche.

La chimenea de ventilacion ó de tiro es la que regula la salida del aire, y por lo tanto su entrada; esta última se hace siempre excesiva, poniendo compuertas en las bocas de aire; los agujeros de salida tienen la seccion conveniente y el tiro de la chimenea determina y fija el estado de la ventilacion. Es por tanto la parte más delicada de esta operacion.

Esta chimenea se calcula suponiendo que la velocidad de salida del aire tiene un cierto valor, y como en invierno viene dicho aire caliente, produce un fuerte tiro que asegura la ventilacion; además se aloja en su interior las chimeneas de chapa de los caloríferos ó caldera, lo cual favorece el resultado. La altura y seccion de esta chimenea suelen ser considerables. En verano no hay mucha diferencia entre la temperatura del aire viciado y la del exterior, y aún á veces es negativa; no ayuda tampoco, como en invierno, el calor de los humos de los aparatos de calefaccion.

Entónces es preciso disponer un pequeño hogar en el interior de esta chimenea para que caliente el aire y produzca el tiro. Nos valdremos, pues, del calor para refrescar las salas. Dicho hogar debe hallarse, á ser posible, en la parte más baja de la chimenea, porque así la columna caliente es mayor y el tiro más enérgico. Se calcula este hogar de suerte que dé salida al volúmen deseado. Si hay vapor, se puede hacer venir un chorro á la chimenea, el cual, como sucede en las de las locomotoras, ayuda al tiro.

En vez de un hogar ordinario puede emplearse un conjunto de mecheros de gas del tipo Bunsen. Estos consisten en mecheros ordinarios, pero en los cuales se mezcla el aire con el gas y arde así una mezcla que produce poca luz — la cual es inútil — y mucho calor, que es el que se aprovecha. Así está dispuesto, produciendo excelente efecto, en dos de las chimeneas de tiro que hay

en el Congreso de los Diputados de Madrid. Esto es algo más caro de gasto diario que el hogar, pero es también más curioso, más eficaz, mucho más rápido y ménos ocasionado á incendios.

Además de este medio de ventilacion, que es el mejor para edificios, hay otros como los que se usan en las minas. Consisten en el empleo de unas paletas que, moviéndose en un cilindro, producen una corriente de aire; el aparato se llama ventilador. Este puede empujar el aire nuevo, y obra entónces por impulsión, ó bien colocarse en la salida y obrar por aspiración. Uno ó más hombres dan vueltas á los ventiladores. Este medio no es tan regular, seguro y económico como el anterior para los edificios; en algun caso especial pudiera ser recomendable.

VI.

El problema de caldear y ventilar las habitaciones, relativamente reducidas, que componen una casa, es más sencillo que el de un palacio, cuartel, universidad, museo, hospital, congreso, bolsa, iglesia, teatro, fábrica, etc. Sin embargo, es preciso realizar en las casas la economía, tanto de instalación como de entretenimiento, con mayor esmero que en los edificios públicos.

Respecto de la calefacción por medio de braseros, chimeneas y estufas, ambas ordinarias, nada tenemos que añadir á lo dicho anteriormente. Pero este es el lugar de indicar algo sobre las chimeneas y estufas perfeccionadas; trataremos

exclusivamente de las primeras, y lo que de ellas digamos es igualmente aplicable á las segundas.

Una chimenea de gabinete es un aparato, segun hemos visto, que aprovecha poco el calor del combustible y que ventila demasiado la habitacion. Habrán notado nuestros lectores que el aire entra con violencia por las rendijas de los balcones y acude por las puertas que comunican con habitaciones más frias, para precipitarse en la chimenea encendida en una sala. De aquí la necesidad de sentarse enfrente del fuego y en butacas de respaldo cubierto y alto, para poder calentarse una persona ante la chimenea.

Ambos defectos se salvan con las chimeneas perfeccionadas; sus sistemas y modelos son numerosos, pero nos limitaremos al tipo fundamental. Supongamos que un tubo, alojado en el suelo ó en la pared, comunica desde la calle ó un patio con la caja de la chimenea, recorre un cierto camino próximo á su hogar y sube por dentro del conducto de humos á un agujero que habrá encima de la chimenea, á cosa de uno ó dos metros sobre la mesa de ésta. El aire encerrado en este tubo, que no se mezclará nunca con los humos, se calentará por éstos y el hogar, y entrará templado en la habitacion por el citado agujero.

De aquí resultará que como tendremos así una corriente constante de aire tibio que entra en la habitacion, sustituye al que va saliendo de ésta, llamado por la combustion y por el tiro; no entrará nada por las rendijas ni puertas, pues ha-

brá aire en exceso sobre el gastado. A demás este aire viene tibio á expensas del calor de la chimenea que se desperdiciaba; por consiguiente, se aprovecha ahora mejor la potencia del combustible. El aire tibio se enfriará al mezclarse con el de la habitacion, templándola y descendiendo lentamente.

Es más sencillo aún tomar del exterior el aire y hacerlo incidir bajo el combustible: se evita así la entrada del frio por las rendijas, pero no se tiene la corriente del tibio que va templando el ambiente. Sobre esta base, y con modificaciones más ó ménos ingeniosas, hay una porcion de chimeneas y estufas perfeccionadas que se anuncian con pomposos nombres y se presentan por sus constructores adornadas con cien medallas de exposicion y el correspondiente privilegio de invencion.

En general son todas superiores á las ordinarias. Entre ellas merece lugar preferente la debida á Mr. Joly. El hogar de esta chimenea es de fundicion, con nervios en su parte posterior para aumentar la superficie de calefaccion del aire que va á entrar en la sala: no se ven dichos nervios desde la habitacion. En este hogar arde leña ó bien hulla ó cok, poniendo entónces una canastilla de las ya conocidas. Por un conducto viene desde fuera aire que pasa por detrás del hogar de fundicion, rodea el camino de los humos y sale á la habitacion por dos rejillas que hay en los mármoles laterales de la chimenea, casi junto á su

mesa ó tablero superior. Este aire tibio y nuevo reemplaza al que consume la combustion y el tiro. El humo puede dar más de una vuelta, gracias á una chapa de corredera. Esta chimenea es de fácil instalacion, así como para su limpieza, condicion que olvidan algunos inventores. Desearíamos verla popularizada en España.

En cuanto á las estufas perfeccionadas, las hay de muy distintos sistemas, pero casi todos tomando el aire del exterior y caldeándolo. La superficie para este caldeo debe ser considerable para que el hogar no se ponga nunca al rojo: esto es siempre nocivo segun ya hemos dicho.

En España, y áun en Francia, se dice que una casa está bien caldeada cuando tiene numerosas chimeneas ó estufas, lo cual no impide que haya algunas habitaciones destempladas. En los Estados-Unidos é Inglaterra se procura adoptar sistemas análogos á los empleados en los edificios públicos, á lo cual se presta la costumbre de dichos paises, en los que cada inquilino habita una casa de alto en bajo. Los hoteles y fondas se caldean tambien del mismo modo.

El sistema generalmente adoptado es el agua caliente, cuyo hogar arde constantemente, sin exigir por esto la presencia de una persona, pues basta cargarle de combustible al acostarse y á ciertas horas del día para que no se apague: con este objeto se suelen disponer hogares de forma especial en que esto es hacedero. Esta agua caliente circula por toda la casa y permite usarse

por medio de grifos para baños y otros servicios domésticos.

El tener agua caliente á todas horas en varias habitaciones de una casa con sólo abrir una llave, lujo desconocido entre nosotros, es comun y frecuente en los países citados para personas de regular posicion social y en las fondas. El gasto diario que esto ocasiona es pequeño allí donde el carbon de piedra es barato, y asegura una calefaccion suave y continua.

Respecto de la ventilacion, ya hemos dicho que ésta no tiene en las casas la importancia que en los edificios públicos: sin embargo, es útil para quitar los olores desagradables. Las chimeneas y estufas la realizan. A falta de éstas basta el uso de un aparatito ó cristal móvil en lo alto de las ventanas.

Durante el verano la ventilacion de las casas tiene por objeto renovar el aire, no tanto por lo que se vicia como por lo que se calienta: esto es, emplearle como un medio para *refrescar* las habitaciones principalmente. Con este objeto pueden utilizarse en primer lugar las chimeneas si hay gas del alumbrado en la casa: se coloca en el cañon de una de éstas uno ó dos mecheros Bunsen y se encienden bajando la pantalla, ó haciendo de todos modos, que no se vea el mechero desde la habitacion. Al arder el gas del alumbrado en dicho mechero produce un tiro que saca el aire de la habitacion.

Para sustituir éste con otro fresco, conviene po-

ner un tubo que lo traiga desde un sótano ó de la parte baja de un jardin frondoso; de lo contrario, si se recibe el aire nuevo de la calle, de un patio ó del tejado, entrará tan caliente, ó quizá más, que el reemplazado. Este tubo verterá el aire en la parte baja de la habitacion, para que al caldearse se eleve; su boca, provista de un registro, se hallará lo más distante posible de la chimenea; su seccion debe ser bastante grande para que el aire llegue sin dificultad, de lo contrario no vendrá por aqui, sino que entrará por los resquicios de los balcones.

El uso del hielo para refrescar el aire es caro; otro tanto diremos de las diversas mezclas frigorificas, y áun del aparato Carré. Tambien se ha propuesto aprovechar con este objeto el enfriamiento producido por la dilatacion de los gases comprimidos; pero esto es aún poco práctico.

La ventilacion de los excusados debe hacerse disponiendo un tubo vertical desde la alcantari-lla hasta encima del tejado, para que dé salida á los gases, que así no afluirán al sitio que se trata de purificar. Algunos otros detalles pudiéramos citar, pero preferimos indicar un sistema de ventilacion y fresco automático y económico, ha poco propuesto por el ilustrado ingeniero español Sr. Vallhonestá.

Consiste en hacer metálica la cubierta de la casa, dejando bajo ella un doble fondo: los rayos solares calentarán este espacio, el cual comunica por su parte superior, ó sea junto al copete, con un gran tubo ó tragaluz, y por la inferior, ó sea junto

al alero, con varios tubos que terminan en las habitaciones de los diversos pisos. De aquí resulta que el calor de los rayos solares calienta el espacio indicado, saca su aire por el tragaluz, como consecuencia del enrarecimiento que se producirá, y llama el de las habitaciones.

Al propio tiempo hay otros tubos que traen aire fresco del sótano ó de un jardín, para reemplazar al que sale por los anteriores. Este sistema es de fácil instalacion al construir una casa y de gasto nulo de entretenimiento. Tiene además la ventaja de que, cuanto mayor sea el calor, tanto más activa será la renovacion del aire. Esto es sólo un proyecto, pero muy razonable y atendible.

VII.

Hay una razon poderosa para que en España se halle tan descuidado todo lo relativo á calefaccion de edificios, cual es la bondad de nuestro clima comparado con el de otras naciones, además de nuestra miseria y pobreza que no nos permite gozar de los refinamientos de la moderna civilizacion. Sin embargo, en ciertas poblaciones la temperatura media del invierno es bastante baja: en 1871, cuyo invierno fué riguroso, aquella fué en Búrgos de 2°,4; en Albacete 4°, en Valladolid 4°,4, en Zaragoza 6°,1, y en Granada 6°,2; bajando las temperaturas mínimas respectivas á 13°,8, 11°, 18°, 13°,2, 5°, todos estos bajo cero.

Esto indica la necesidad de atender á la calefaccion para obtener una temperatura media den-

tro de las habitaciones de unos 13° en los talleres, 17° en las habitaciones y 20° en las salas en que se reúne mucha gente. Además, como nuestro clima está caracterizado por grandes oscilaciones de temperatura, resultará que durante ciertas horas del día se templan los edificios, enfriándose extraordinariamente en otras. Esto hace más complicado el problema de la calefacción, pero no insoluble: es una dificultad de proyecto que debe vencerse por toda persona perita en el asunto.

La temperatura media de Madrid, según los datos del Observatorio, en el decenio de 1860 á 1869 es de $13^{\circ},5$; siendo la del invierno $5^{\circ},3$, la de otoño $13^{\circ},7$, y la de primavera $12^{\circ},3$. Esto nos dice que es preciso caldear artificialmente los edificios en el invierno, y durante los meses de primavera y otoño más próximos á aquel. La oscilación media de la temperatura só techado es $9^{\circ},9$ en invierno, $13^{\circ},6$ en primavera y $12^{\circ},4$ en otoño: la oscilación extrema, só techado también, llega respectivamente á $31^{\circ},4$, $39^{\circ},5$ y $45^{\circ},6$, que son enormes. Las temperaturas mínimas fueron de $9^{\circ},6$, $5^{\circ},5$ y $5^{\circ},9$ bajo cero. Es, pues, necesaria la calefacción y bien estudiada, por efecto de los cambios de temperatura.

Respecto de la ventilación, aún como medio de refresco, excusado es decir si interesa á nuestra Península, la mayoría de cuyos habitantes tiene que vivir en pisos llanos, ó bajo tierra, para librarse de los ardores del estío. A más de 42° suele

subir el termómetro á la sombra en muchas poblaciones españolas, habiendo en la estacion calurosa muchas cuya temperatura media es de 22° á 24°; la oscilacion media de Madrid es entónces de 16°,7 y la máxima 36°,3, ambas só techado: la temperatura máxima al sol llega á la terrible cifra de 51°,2 y la oscilacion extrema en todo el año á 67°,2. Por último, hay en Madrid al año 51 dias con temperatura media inferior á 5°; 87 en que ésta se halla entre 5° y 10°; 135 entre 10° y 20°; 59 entre 20° y 25°, y 33 superiores á la última: ó sea 138 que exigen calefaccion en los edificios, y 92 que requieren activa ventilacion como medio de refresco. La temperatura constante del cuerpo humano, ó mejor dicho, de la sangre en toda persona sana, sea cualquiera la estacion y clima, es de 37 á 38°.

Los edificios públicos caldeados por procedimientos generales en España, son muy pocos: en Madrid apénas pasan de media docena, y todos por aire caliente. En alguno de ellos no hay más que tres pequeñísimas bocas del calor para una sala de teatro (1), con lo cual se consigue que éntre por las puertas y el escenario un aire helado, toda vez que la seccion de salida por tragaluz y ventanas es mucho mayor que dichas bocas. En algunos proyectos se asegura que no se necesita calefaccion, sin duda porque se va á reunir mucha gente, la cual se calentará mutuamente á

(1) El de *Apolo*, propiedad del Sr. Gargollo.

última hora, helándose á primera. En muchos caloríferos de estos edificios se quema leña porque el cok *da mal olor al aire*, como si se mezclara éste con los humos (1).

Respecto de la ventilacion, el descuido es aún mayor; un sólo edificio, el Congreso de los Diputados, la tiene montada: en la nueva Bolsa se está montando con buen criterio. En algun proyecto se hace entrar el aire en verano por una lucerna de la cubierta; figúrense nuestros lectores lo que esto refrescará á los concurrentes á las dos de la tarde en el mes de Julio: de fijo harán cerrar esta entrada y preferirán asfixiarse á abrasarse.

Un estudio completo de calefaccion y ventilacion tiene más importancia de la que generalmente se le concede. Por confiarle á personas que lo descuidan, suelen ocurrir defectos como los citados. Sin salir de España existen libros y Memorias que tratan del asunto, como son la del profesor Sr. Rojas, premiada por la Academia de Ciencias; el tratado de Física del académico señor Rodriguez, la Memoria del ingeniero industrial Sr. Balaguer sobre la calefaccion y ventilacion del Congreso de los Diputados; la obrita de Física que está publicando el autor de estas lineas, y algunas otras. Los libros clásicos franceses que deben consultarse, son los de Peclet, Morin, Joly, y Grouvelle.

(1) En los del teatro de la *Ópera*.

La historia de la calefaccion puede resumirse en pocas palabras, cuando no se trata de aquilatar la prioridad en el invento de ciertos aparatos. Los chinos desde tiempo inmemorial, y los romanos desde la época de su prosperidad, calentaban ciertas habitaciones haciendo un suelo hueco por el que circulaban los humos de un hogar. Los baños calientes que éstos tenían en sus Termas, son un modelo digno de ser imitado por los pueblos modernos; sensible es, á este propósito, que Madrid no posea un establecimiento donde se pueda nadar en agua templada en todas estaciones, ni tampoco ningun establecimiento de baños sostenido con fondos de las corporaciones ó de asociaciones benéficas, para que la clase pobre pueda disfrutar por un reducidísimo estipendio de este medio higiénico.

El brasero, bajo una ú otra forma, ha sido el medio general de caldeo en Europa durante muchos siglos, ó bien el hogar de la cocina á cuyo alrededor se colocaba toda la familia en los dias de invierno, bajo una descomunal campana, tal como hoy subsiste en España. Sólo las casas señoriales tenían grandes chimeneas en algunas habitaciones que consumían troncos enteros para dar más humo que calor, á no ser á las personas que se colocaban enfrente del hogar.

El aleman Keslar, en 1619, publicó las primeras noticias sobre estufas: el frances Blondel trata en 1685 de las chimeneas y estufas con un criterio bastante claro; pero su compatriota Gauger

es quien inició en 1713 casi todos los progresos modernos. El ilustre norte-americano Franklin trata del asunto en 1745, dando á conocer chimeneas perfeccionadas, que ojalá se copiasen hoy en España: su compatriota Rumfort se ocupa de él en 1796, y el marqués de Chabannes, frances emigrado en Inglaterra, hizo grandes progresos en este problema á principios del siglo actual. Desde entónces las mejoras han sido de detalle en las chimeneas y estufas.

En 1745 propone Cook el empleo del vapor como medio de calefaccion, elevándolo en tubos á las habitaciones: el célebre Watt lo aplicó en 1784 á calentar sus oficinas: el primer privilegio de invencion sobre este asunto data de 1791, y desde entónces se ha ido perfeccionando. Al citado marqués se deben los verdaderos caloriferos de aire caliente. El uso del agua tibia se indicó para los invernaderos de plantas por el inglés Evelyn en 1675. Bonnemain lo aplicó en Francia para la incubacion artificial en 1777; pero no se usó en las habitaciones hasta hace unos 40 años.

Los aparatos para calentar las habitaciones con gas del alumbrado datan de 1835 en Alemania; pero no se han generalizado hasta estos últimos años, y eso en los paises en que dicho gas está barato. El hospital de San Luis, en Paris, está caldeado de este modo, teniendo una fábrica de gas para su servicio; en las habitaciones hay grandes estufas, en las que arde el flúido. Por último, se

aspira hoy á utilizar el petróleo, líquido cuyo poder calorífico es muy considerable, y que como el gas tiene la ventaja de dejar pocos residuos ó cenizas, al par que arder con rapidez y energía. Los riesgos de incendio y lo poco ensayado del asunto no han propagado aún este medio, que en Europa es generalmente más caro que otros sistemas.

El porvenir en este punto está reservado al uso del hidrógeno puro como gas combustible, pues además de producir mucho calor, sólo da por resultado la formación de agua que favorece á la economía animal, léjos de perjudicarla; el problema sólo espera que dicho gas se fabrique económicamente.

El abanico parece ser el aparato más antiguo de ventilación. En 1657 propuso Jorge Agrícola, en un libro impreso en Basilea, el emplear fuelles para ventilar las galerías de las minas, y el primer ensayo de ventilación automática de un edificio por medio de un hogar se debe al doctor Desaguliers en 1723, el cual fué perfeccionado en 1748 por Duhamel. Los ilustres químicos, inglés y francés, Davy y Arcet, trabajaron en este asunto á principios del siglo actual. En 1834 realizó Reid la ventilación del Parlamento británico.

No hemos descendido en este escrito á ningún detalle sobre la calefacción y ventilación en cada caso, ni á las cocinas económicas, baños, lavaderos, invernaderos, etc. Nuestro objeto es llamar

la atención sobre un asunto tan descuidado en España y que tanto interesa, no ya al *comfort*, sino también á la higiene privada y áun á la pública. Se trata de prolongar la vida del hombre, y cuanto se ejecute en este punto merece estudio detenido y cuidado preferente.

GRÚAS Y MONTA-CARGAS.

- I. • Objeto. Origen de la elevacion de pesos. Máquinas sencillas y compuestas. Trabajo mecánico. Kilogrametro. Principio general de las máquinas.
- II. Grúas. Tipos diversos. Pescante y mecanismo. Freno y aparato de pesar. Grúa de doble montante. Idem de carro; su uso.
- III. Grúas de vapor. Sistema general. Sistema Chretien; sus ventajas. Aparato de Hague.
- IV. Monta-cargas hidráulico. Ascensores de las fondas. Empleo del agua comprimida. Sistema Armstrong. Aparato motor.
- V. Acumuladores. Bombas. Conjunto. Ventajas en la reparticion. Riesgos de incendios. Aplicaciones varias.
- VI. Almacenes de Lóndres. Docks de Santa Catalina, Lóndres, Indias y otros. Porvenir del agua comprimida.

I.

Desde el obrero que eleva la tierra con una espuerta, hasta la máquina de vapor que asciende los minerales de las entrañas de la tierra; desde el hombre que sube un fardo en sus espaldas, hasta la grúa que descarga un buque; desde el jornalero que saca agua de un pozo con un cubo, hasta las poderosas máquinas que elevan las cargas á los docks de Liverpool y Lóndres, ó ascienden las personas en los hoteles, todos estos y otros aparatos tienen por objeto efectuar el trabajo mecánico más sencillo posible en teoría, ven-

cer la acción de la gravedad sobre los cuerpos. Las numerosas operaciones que la actividad humana ejecuta en este punto son el objeto de este artículo.

Descartaremos de él todo lo referente á elevación de líquidos, reservando para otro sitio tratar este asunto, y nos limitaremos á los cuerpos sólidos ó á los líquidos cuando éstos van encerrados en vasijas que los asimilan, para el caso de su ascension, á los anteriores. Tampoco trataremos lo referente á ascension en los pozos de minas, ó mejor dicho, á algunas disposiciones especiales que suelen adoptarse en este caso, para no tratar la cuestión sino bajo su punto de vista más general.

El subir á hombros un objeto debió ser la primera fase del problema; á éste siguió sin duda el atarlo con una cuerda, y tirar de ésta cuando las condiciones del terreno lo permitian. El uso de la polea fija ó garrucha debió continuar tras de éste. Con ella no se consigue favorecer la potencia del obrero, sino hacerle trabajar en mejores condiciones, puesto que su peso ayuda á la elevación de la carga.

Los polipastos y tróculas en que hay varias poleas móviles favorecen el esfuerzo del operario, y le permiten ascender cargas muy superiores á las que de otro modo podría elevar. Lo mismo decimos del torno y demás máquinas de muy antiguo conocidas. Vamos, ante todo, á indicar sus condiciones mecánicas.

Las máquinas llamadas sencillas son tres: la palanca, el torno y la cuña; de la primera se derivan las balanzas, básculas y poleas; de la segunda las ruedas dentadas, ó sea engranajes, y el cabrestante; de la tercera el tornillo y la tuerca. La combinación de estas máquinas sencillas, en proporciones infinitas, constituyen las máquinas compuestas que se emplean en la industria y en las artes. Entre ellas se encuentran las grúas y los monta-cargas de todos géneros.

Preside á todas las máquinas un principio general, cuya ignorancia es la causa de que algunos pierdan el tiempo en idear lo que suele llamarse el *movimiento continuo*. Para exponerle necesitamos indicar primeramente que se llama *trabajo mecánico* el producto de una fuerza, expresada en kilogramos, por una distancia en la misma dirección expresada en metros. No hay trabajo si no se reúnen ambos elementos; así al elevar un peso, el producto de éste por la altura es el trabajo mecánico necesario; al limar hierro, el producto de la resistencia que ofrece á la lima por el camino que recorre ésta, es el trabajo, y lo mismo en todas las faenas industriales. Si uno de los elementos es nulo, el trabajo es también nulo.

Este producto se expresa en kilográmetros, para dar idea de ambos factores. La unidad de trabajo, ó sea el kilográmetro, proviene de las unidades de fuerza y distancia; es, pues, el trabajo de un kilogramo elevado á un metro de altura. La suma de 75 kilográmetros es lo que se

llama *un caballo de vapor*, que es la unidad con que se aprecia el trabajo de los motores.

Así 20 kilogramos que están fijos no determinan trabajo alguno, pero si se dejan caer desde 5 metros de altura producen 100 kilográmetros, ó sea un caballo y tercio. Poca fuerza empleada en gran camino—y siempre en la dirección de éste— produce mucho trabajo, ó bien gran fuerza recorriendo corto trayecto. La bala de fusil pesa poco y produce enorme trabajo, capaz de perforar un tablon, gracias á su enorme velocidad, esto es, al mucho camino que recorre en breve tiempo. Un martillo pesado deforma una barra de hierro cayendo desde poca altura; otro menor necesita andar gran camino para producir la misma labor.

Podemos ya enunciar el principio general de las máquinas: en estas hay la *potencia*, ó sea fuerza que se aplica en un punto, y la *resistencia*, ó sea la obra útil que se ejecuta en otro. El principio es que *el trabajo de la potencia es siempre igual al de la resistencia*, y esto en todo género de máquinas.

Así en un polipastro, si tira un hombre de la cuerda ejercitando una potencia de 10 kilogramos y recogiendo 1 metro de cuerda por segundo, esto es, produciendo un trabajo de 10 kilográmetros, y si en la resistencia hay una piedra que se eleva de 80 kilogramos, quiere decir que ésta sólo podrá elevarse por segundo $1\frac{1}{8}$ de metro, ó sea 125 milímetros, para que el trabajo de la resistencia sea tambien de 10 kilográmetros por segundo.

Este principio suele enunciarse por algunos, diciendo que lo que se gana en fuerza se pierde en tiempo, atendiendo á que, por ejemplo, en el caso actual necesitará el obrero ocho veces más tiempo para elevar el peso citado que si éste fuera de 10 kilogramos. Es más exacto y de mayor aplicación el enunciar este fecundo principio general de las máquinas en la forma que lo hemos hecho, que es la aceptada por todos los mecánicos.

Esto es teóricamente, ó sea prescindiendo de lo que se llaman *resistencias pasivas*, ó sea rozamiento de unas piezas con otras y frotamiento contra el aire; estas consumen una parte del trabajo de la potencia, y de aquí que éste deba ser algo mayor. Este consumo aumentará á medida que la máquina sea más complicada ó de piezas más pesadas.

II.

Una grúa, ó machina, como se la llama en nuestros puertos (si bien suele reservarse este nombre á la maza de clavar pilotes), es una máquina compuesta, destinada á elevar cargas, ya para las obras de edificación ó construcción, ya para la descarga de los buques, carros ó wagones. Consta generalmente de un pescante ó pieza saliente, á cuyo extremo hay una polea fija; en ésta va una cuerda ó cadena, que por uno de sus extremos lleva la carga y por el otro se arrolla en un torno; éste se mueve directamente por dos cigüeñas, ó bien por éstas con el intermedio de engranajes.

El pescante de la grúa va unido á una pieza vertical que hace de eje, alrededor del cual puede girar todo el aparato. Esto es lo que permite ascender la carga y trasportarla despues de elevada, describiendo un arco de círculo, al punto del muelle, desembarcadero ú obra en que se desea dejarla; basta para ello soltar el torno, y la carga descende. Hay, pues, en la grúa dos partes; el aparato de madera ó hierro que tiene por objeto hacer que la polea fija esté bastante saliente, así como el árbol vertical giratorio, y la otra parte es el mecanismo, fijo en dicho árbol, destinado á elevar las cargas.

La clasificacion de las grúas suele verificarse por la parte primera de las citadas. El árbol vertical puede ser fijo, lo cual es poco frecuente, ó bien gira sobre un quicio inferior y un eje superior, ó bien tan sólo sobre un quicio. Las que se mueven sobre un quicio y eje superior sólo tienen lugar en sitios donde debe quedar colocada definitivamente una grúa, por ejemplo, en un almacén ó dentro de un taller.

Generalmente no se puede disponer del punto de apoyo superior, y entónces es preciso acudir al tercer tipo. Este exige sólidos cimientos y tiene dos variantes, segun que sea un verdadero quicio, aunque largo y fuerte, el que penetre en un cilindro fijo en los cimientos, ó bien que el eje vaya unido á éstos y éntre en un hueco que tenga el árbol vertical de la grúa.

En todas estas máquinas el aparato elevatorio

consta de un torno, al cual se arrolla la cuerda ó cadena de que cuelga la carga. El torno suele moverse por un engranaje; para aumentar la velocidad de ascension, cuando el peso es pequeño, lleva otro engranaje más sencillo, para lo que basta hacer mover horizontalmente el árbol del torno y desembragarle del mecanismo anterior. La potencia de estos engranajes hace que dos hombres puedan elevar cargas muy considerables, aunque á expensas del tiempo; el trabajo mecánico que ellos ejercen sobre las cigüeñas es igual al de elevacion del fardo.

Además suele llevar una rueda de trinquete, para impedir el retroceso, y mejor un freno. Este se reduce á una patasca de madera, ó un collar de hierro, que puede apoyarse contra el torno por medio de una palanca. Apretando esta patasca ó collar, el frotamiento es considerable y basta para sostener la carga en el aire, sin necesidad de contener las cigüeñas; aflojando un poco y templando siempre, se consigue dejar caer dicha carga con la velocidad que se desee, y sin que produzca golpe alguno al tocar en el suelo.

Algunas de estas grúas tienen un aparato con el cual se pesan las cargas al mismo tiempo de elevarlas. Consiste en un juego de palancas, que permite hacer que la carga levante una al extremo de la cual cuelga un platillo. Colocando en éste pesos pequeños se equilibra á los grandes que pueda haber al extremo del pescante. El aparato se halla perfectamente graduado y calculado.

No impide la ascension ni el movimiento giratorio, de suerte que la operacion de pesar no estorba á las demas. Se ahorra así tiempo y se consi-gue tener una máquina muy útil en ciertos pa-rajes.

Las grúas se construyen, parte de madera y el resto de hierro, ó bien totalmente de hierro, en-trando algo de laton para los casquillos de los ejes, y siendo de hierro dulce las piezas que han de sufrir grandes esfuerzos, sobre todo de flexion, y de hierro colado las restantes. Se hacen de ma-dera sólo para aparatos toscos, ó bien para los que se destinan en los astilleros á alcanzar altu-ras muy grandes, como conviene para colocar los mástiles de los buques. Todas las piezas deben ser muy sólidas.

A veces van estas grúas montadas sobre car-ros, que se mueven sobre dos carriles; entónces es preciso que dicho carro sea pesado y el vuelo de la grúa no muy grande, para que no vuelque con el peso. Para evitarlo, se carga bien dicho carro con piedras, cuando los pesos son notables. Si la grúa es fija y de quicio inferior, conviene que sus cimientos sean de grandes sillares, uni-dos entre sí por barras ó grapas.

Suelen hacerse tambien grúas de doble pes-cante, de suerte que, opuesto al que se utiliza, haya otro que sirva para equilibrar al primero; con ellas basta dar media vuelta al eje para que miéntras se descarga uno de los pescantes pueda atarse la carga al otro. Lleva dos cadenas, que

se arrollan en sentido inverso sobre un mismo torno.

En los grandes talleres y en las estaciones de ferro-carriles suelen emplearse las grúas llamadas de carro, que difieren bastante de las anteriores. Consisten en dos carriles muy separados, ya colocados en el suelo, ya en las paredes de un taller; sobre estos carriles van unas piezas verticales unidas superiormente por dos grandes vigas horizontales. Toda esta armazón gira con ruedecitas sobre los dos carriles citados y recorre todo el taller, ó permite introducirse debajo los wago-nes y carros cargados.

Encima de las dos vigas hay dos carriles, de suerte que éstos se hallan perpendiculares á los anteriores, pero mucho más altos que éstos. Por estos carriles puede correr un carrito, que es en el que va un torno con más ó menos engranajes y su correspondiente freno. De la cadena de este torno cuelga la carga.

El aparato funciona del modo siguiente: los obreros empujan toda la armazón y la colocan en el punto conveniente; allí se ata el gancho de la cadena á la carga, y otros obreros que hay encima la elevan. Hecho esto, mueven los primeros toda la armazón, y la trasportan al punto conveniente, en cuyo caso se suelta el freno del torno y se deja caer la carga; á veces conviene que, mientras los primeros obreros trasportan la armazón, muevan los otros el carro superior. Este juego de los dos movimientos perpendiculares y simultáneos per-

mite colocar los objetos en un punto cualquiera del rectángulo abrazado entre los carriles anchos y las posiciones extremas de la grúa.

De esta suerte se llega á todos los puntos de un taller, y se pueden trasportar fácilmente las cargas desde los wagoes á los carros, ó recíprocamente. A veces no es preciso que los obreros suban sobre las vigas, ni para mover el carro, ni para hacer girar el torno; todo esto se puede verificar desde abajo, aunque complicando algo el aparato.

Diremos, por último, que la grúa más sencilla de todas es la *cábria*, que es un torno montado en dos maderos, que se unen por su parte superior. El plano de ambos maderos no es vertical, sino que está inclinado para que la carga pueda *volar* sobre un muelle ó edificio. Una cuerda ó *viento* atiranta la parte superior, para sujetar esta inclinacion, contra un punto fijo más ó ménos lejano.

Modernamente se usan en Inglaterra unas poleas, que colgadas por un gancho de un pescante sirven por sí solas para ascender los objetos. Indicaremos uno de los tipos mejores de estas poleas. Al exterior no se nota sino una muy gruesa, que consta de tres, cuyo eje es comun, colocadas una junta á otra. Una cadena sin fin pasa por la primera de la derecha, y es la que mueve el hombre; otra, de la que cuelga la carga, pasa por una polea suplementaria que hay en el eje comun. Las poleas segunda y tercera tienen ruedas dentadas

interiormente, con las que engrana un mismo piñon colocado en el eje: de las ruedas dentadas, la de la izquierda es móvil, tiene un diente más que la otra, la cual es fija á una armazon. Dando vueltas al eje, con la cadena sin fin, gira el piñon, se apoya en la rueda dentada fija, y mueve la móvil; supongamos que aquella tiene 16 dientes y ésta 17, habrá que dar 17 vueltas á la polea primera, ó sea al piñon, para que la tercera dé una. Con fuerza como 1 se equilibrará otra como 17, salvo los frotamientos.

Estas poleas compuestas, de poco volumen y fácil manejo, se van generalizando mucho; suele llamarse polea epicycloidal á este conjunto, por la curva que describe un punto del piñon.

III.

Con arreglo al principio general de las máquinas, que anteriormente hemos expuesto, claro es que para ascender cargas pesadas en tiempos no considerables, conviene aplicar varios hombres á las cigüeñas ó manubrios del torno. Pero pasando de cuatro y á lo más ocho, éstos no operan con comodidad, por lo cual se ha aplicado á este uso un motor inanimado y poderoso. Esto se ocurrió, sobre todo, en las fábricas donde se dispone de fuerza motriz, y en los buques en que abunda el vapor.

Comenzaremos por ocuparnos de las grúas de vapor. Una de las más usuales, en los casos generales, consiste en disponer una maquina de va-

por detrás del pescante, en la plataforma general, de suerte que sirva al mismo tiempo para equilibrar la carga. El vástago del cilindro motor va unido al manubrio del torno, y se emplea en dar vueltas á éste. Este sistema puede aplicarse también á las grúas de carro, y con efecto se aplica frecuentemente.

En los buques y en las fábricas suele reducirse á veces el motor á la máquina, sin necesidad de calderita especial, trayendo el flúido por un tubo desde la general. Entónces, dicha máquina, sólo consta del cilindro motor y de la caja de distribución, siendo todo ello pequeño y sencillo. Para manejarla se abre con una llave de palanca la entrada del vapor, y esto permite ascender la carga; al llegar ésta al punto deseado, se cierra la entrada del flúido; se empuja á mano en ciertos casos, ó por medio de otra máquina, el pescante para hacerlo girar, y entónces se deja caer por medio de un freno en el torno, ó también cambiando la marcha del vapor en el cilindro, lo cual se consigue fácilmente. En los buques no hay verdadero pescante, sino una garrucha fija en unos maderos.

Como se ve, en todo esto no hay simplificación ni originalidad alguna; es aplicar una máquina de vapor á mover un torno, y nada más. Se han ideado grúas con mecanismos especiales, movidos por el flúido citado, é indicaremos algunas de las más notables.

Supongamos que el pescante de la grúa está

inclinado á unos 45° , teniendo un tirante doble su extremo, como sucede en muchas grúas. Supongamos también que dicho pescante es un tubo de hierro colado de bastante diámetro, y que en su tercio inferior está alojado un émbolo, y tendremos la idea capital de la grúa de M. Chretien, que es una de las mejores. Dicho cilindro lleva una pequeña caja de distribución. Su émbolo puede aplicarse á mover directamente la cadena de la grúa. La caldera va aparte, como en las grúas de vapor ordinarias.

En este caso sucederá que, al dar vapor al cilindro, éste empujará el émbolo hácia abajo, lo cual obligará á subir la carga; la altura de ésta será exactamente igual á la carrera del émbolo. La máquina elevatoria se ha simplificado mucho con esto; no hay torno ni engranajes, esto es, no hay tantas pérdidas por frotamientos. Además, el vapor no obra sino al bajar el émbolo, de suerte que éste asciende por efecto de un peso que hay al extremo de la cadena, ahorrándose así el fluido motor.

Cuando la altura á que se va á elevar la carga es considerable, no conviene hacer demasiado larga la carrera del émbolo, y entónces se dispone un mecanismo que M. Chretien ha tomado del sistema Armstrong de agua comprimida, que mencionaremos más tarde. Consiste en terminar el extremo del vástago del émbolo por dos ó más poleas iguales y con un eje comun; sean tres, por ejemplo: hay otras tres poleas exactamente igua-

les á éstas, y situadas algo más arriba en el pescante; su eje comun va fijo á éste. Entre las seis poleas corre una cadena, que tiene por lo tanto seis trozos paralelos; el último pasa por la polea fija, en la cúspide del montante, y de él cuelga la carga.

Con esta descripción sencilla se comprende que, al recorrer el émbolo un camino de 2 metros, se recoge exactamente igual extensión en cada uno de los seis trozos de la cadena, ó sea 12 metros de ésta. Resulta, pues, que con un émbolo, cuya carrera sea el primer número, se puede ascender verticalmente una carga 12 metros. Claro es que la relación de las fuerzas será inversa; de suerte, que la presión que ejercerá en el émbolo el vapor, tendrá que ser seis veces mayor que el peso elevado: esto se consigue fácilmente aumentando la superficie de dicho émbolo.

Además de la ventaja de sencillez en el mecanismo, tiene este sistema la de gran rapidez en la acción y hasta la supresión del ruido molesto que ocasionan las numerosas emboladas de una grúa ordinaria de vapor. La sencillez se traduce prácticamente por economía en el coste y aun en el gasto diario. Para elevar 1.000 kilogramos ó sea una tonelada métrica, basta un solo minuto, aunque la altura llegue á 10 metros.

El movimiento giratorio en estas grúas puede comunicarse por un mecanismo especial; generalmente se hace á mano. También las hay que suministran el valor del peso que tiene la carga

por un sencillo mecanismo dinamométrico. Estas grúas fueron las preferentemente usadas en la última Exposición universal de Paris.

El primero que aplicó el vapor á las grúas, fué el inglés Mr. Hague, haciendo que aquel moviera un émbolo especial, con el cual se movía otro que verificaba un vacío y hacia que la presión del aire exterior obrara de un modo análogo al del célebre ferro-carril atmosférico. Este sistema obtuvo poco éxito, y no tardó en ser reemplazado por el empleo del vapor solo, cuando se construyeron máquinas pequeñas movidas por este fluido.

Para ascender el mineral ó combustible á los hornos y aparatos metalúrgicos se usa, desde hace ya bastante años, planos inclinados por los que suben wagoncitos cargados, gracias á una cadena movida por una máquina de vapor. Otras veces suben dichos wagones verticalmente enganchados á una cadena de eslabones muy grandes que pasa por dos tambores, uno encima, otro debajo: este último adquiere su movimiento por una máquina motriz, y lo comunica á la cadena y ésta al tambor superior. Los wagones se enganchan abajo y se sueltan arriba, sin necesidad de que cese la cadena en su movimiento continuado.

IV.

El agua puede emplearse como agente motor para elevar pesos. Uno de los medios más sencillos consiste en disponer una gran polea fija en un sitio alto; por ella pasa una cuerda ó cadena,

de cuyos extremos penden dos cajones cubiertos con suelos. Dichos cajones son prismáticos y van dirigidos en su movimiento de ascenso ó descenso por cuatro maderos verticales que dejan entre sí el espacio conveniente.

Si se llena de agua uno de estos cajones, bajará y hará, por consiguiente, subir al otro, aunque sobre él se coloque una carga, con tal de que pese ménos que el agua. Entónces se deja salir ésta por una llave, y entre tanto se pone nueva carga sobre este cajon que se vacia: al propio tiempo se llena el otro que ahora está en lo alto, y entónces éste bajará, subiendo el primero. Se continúa así indefinidamente. Un freno, ó unas piezas salientes, sirven para permitir la bajada en el momento que se desea.

Este es un aparato monta-cargas, tal como se viene empleando desde hace bastantes años en diversos usos, por ejemplo: en ascender el mineral y combustible á la boca de los hornos de gran altura que se usan en la metalurgia del hierro. Notemos que esto exige una bomba para ascender el agua, la cual consumirá un trabajo mecánico algo mayor del empleado en el aparato, á causa de los frotamientos y demas resistencias pasivas.

En algunas poblaciones que tienen aguas con la presión suficiente para ascender á los últimos pisos de sus casas, se ha aplicado este género de monta-cargas en la construcción de los edificios. Aquí no es preciso emplear bomba alguna; pero

en cambio hay que pagar los gastos del agua, que no suelen ser exiguos. Cuando ésta se aprovecha en amasar cal ó en otras faenas, entónces se puede utilizar gratuitamente en la ascension de los materiales. No hemos visto nunca empleado este ingenioso sistema en Madrid, á pesar de la gran presion que tienen sus aguas del Lozoya, y de ser éstas las que generalmente se emplean para todos los usos de las obras.

Ya que hablamos de estos monta-cargas, indicaremos que los de las fondas, almacenes, etc., suelen ser análogos. Estos ascensores constan de dos tableros, uno en cada extremo de una gran cuerda, y sirven para elevar las personas ó los bultos á los distintos pisos de las construcciones muy altas. Se mueven por agua ó por el vapor, si este flúido se utiliza para algun otro objeto en el mismo edificio, ó á mano, cuidando entónces de equilibrar los pesos que se suban con otros que sea preciso descender. En los Estados-Unidos se les llama «servidores mudos.» Se aplican en pequeña escala, y movidos á mano, para subir los platos cuando la cocina está bajo el comedor.

Se ha empleado tambien el agua como agente motor de las grúas y monta-cargas, no ya obrando por su propio peso como en el caso anterior, sino por la presion. Para ello se comprime este flúido á las enormes cargas de 50 y 60 atmósferas: tal es el procedimiento que ha dado gran fama y hecho la fortuna del célebre ingeniero inglés Armstrong, más conocido entre nosotros

por su célebre cañon. De 1846 datan los primeros aparatos de este sistema, y su generalizacion comenzó hácia 1852. En Inglaterra los hay á centenares; en Francia son raros; en España no tenemos noticia de que haya ninguno.

El agua comprimida pasa á un cilindro cuyo vástago termina con poleas, análogamente al que hemos indicado en los monta-cargas Chretien. Supongamos que se trata de elevar pesos de 100 kilogramos á 24 metros de altura, bastará tener un juego de doce poleas, seis fijas y seis móviles, con lo cual la carrera del émbolo será de 2 metros. El trabajo mecánico es de 2.400 kilográmetros; la presión del émbolo motor será 1.200 kilogramos.

Supongamos que el agua se comprime á 600 libras inglesas sobre pulgada cuadrada, que corresponden á unas 40 atmósferas; la presión de éstas sobre un centímetro cuadrado, es 41 kilogramos, luego el émbolo tendrá 29 centímetros cuadrados, ó sea un diámetro de poco más de 6 centímetros.

La caja de distribución de este cilindro es más sencilla que la de una máquina de vapor, sí, como sucede generalmente, es de simple efecto; de suerte que el agua empuja sólo para hacer subir la carga, pero no para hacer bajar el gancho vacío. Se han hecho también de doble efecto, y entonces se parecen más á las máquinas motrices ordinariamente usadas.

Supongamos, pues, uno de estos aparatos, y con

sólo su indicacion comprenderemos su principal ventaja, que es la rapidez en la operacion. Un chico abre la llave ó válvula; ésta produce un fuerte choque y mueve el émbolo: la carga sube con rapidez; no bien se cierra la llave ó válvula, cesa la ascension en el punto deseado. Los inconvenientes son dos, uno la existencia de estos choques al abrir ó cerrar las llaves que deterioran el aparato, otro, y es el principal, la necesidad de gastar siempre la misma cantidad de fuerza motriz, sea grande ó chico el peso elevado.

En efecto, la falta de elasticidad, ó sea de compresibilidad del líquido, hace que éste obre sólo por presión, nunca por expansion como los gases y vapores. De aquí resulta, que hay precision absoluta de gastar el cilindro completo, lo mismo para subir el gancho de vacío, que para el máximo de peso calculado, que en el ejemplo anterior era de 100 kilogramos.

El cilindro motor con su caja de distribucion y sus poleas, puede ir agregado á una grúa, y generalmente bajo el suelo de ésta: á veces se da el movimiento rotatorio á ésta por medio de análogos aparatos. Puede tambien ir colocado el órgano motor dentro de un almacen, y aunque sea en el piso más alto de éste, moviendo una cadena que pase por una polea fija, bien en la fachada, bien en un hueco que haya en los suelos. En este último caso, tenemos un verdadero monta-cargas; el tablero elevado puede dejarse parar al nivel de cualquiera de los pisos del almacen.

V.

Para dar la presión al agua comprimida se usa un sencillo aparato, llamado por Armstrong *acumulador*. Consiste en un cilindro vertical fijo; dentro de él entra un émbolo macizo y sobre éste carga un enorme peso, capaz de suministrar al agua que haya en el cilindro la presión apetecida. Para 35 centímetros de diámetro es preciso que el peso sea de casi 40 toneladas métricas. Este peso lo da una gran caja llena de lingotes de hierro y plomo.

La carrera del émbolo del acumulador suele limitarse á cosa de 6 metros, y por tanto el volumen en centímetros cúbicos es de 576.975, que equivalen á más de 3.000 caballos de vapor. Este acumulador va encerrado en una torre, cuyo alto sería de unos 14 metros para el caso citado.

Para inyectar agua bajo el cilindro del acumulador hay una ó más poderosas bombas movidas por una máquina de vapor. Esta máquina con las bombas se hallan en un cuarto inmediato á la torre del acumulador.

Este sirve de regulador de la máquina, pues cuando ha ascendido al extremo de su carrera, no conviene que ésta trabaje, porque arrojaría el émbolo de aquel fuera de su cilindro. Con este objeto hay un alambre que cierra la llave de entrada del vapor, no bien llegó el émbolo citado al término de su carrera; entónces se pára la máquina y queda cargado el acumulador. A medida

que se va gastando, por las grúas ó monta-cargas, el agua de aquel baja y deja marchar la máquina, cuya bomba repone el agua gastada.

Consta, pues, el conjunto del sistema de tres partes: la primera formada por las grúas y monta-cargas, que pueden estar repartidas en diversos puntos; la segunda por el acumulador; la tercera por la bomba aspirante-impelente, ó sólo impelente, movida por una máquina de vapor. El agua comprimida pasa por fuertes tubos desde la bomba al acumulador, que es quien fija la presión según su mayor ó menor carga, y de éste, por uno ó varios tubos resistentes, á las grúas y á los monta-cargas.

Desde luego se ocurre una objeción contra el sistema; hay en él las tres cosas citadas que consumen resistencias pasivas; ¿no sería mejor aplicar directamente la máquina de vapor á subir las cargas? Ciertamente que esto sería lo más racional si se tratara de una sola grúa, ó aún de varias, cuando éstas se hallaran reunidas. Pero es el caso que generalmente estarán repartidas en diversos puntos de un almacén, que distan entre sí á veces más de 500 metros, y entónces, ¿cómo transmitir la acción del vapor? Si es en tubos, como fluido, se enfriará; si en árboles, ó aún en cables; como trabajo, se perderá muchísimo en rozamientos y se entorpecerá el local.

Las ventajas del empleo del agua comprimida como fuerza motriz, están precisamente en las pocas pérdidas de trasmisión, comparadas con

las que habria por otro medio, cuando los puntos á que se quiere transmitir dicha fuerza son varios y separados entre sí. Agréguese á esto que la intermitencia en las funciones de las grúas y monta-cargas abona tambien á favor de un sistema en el que cerrando una válvula ó llave estamos seguros de que cesa la trasmision.

Este compensa las pérdidas citadas. Para evitar que el agua se hiele en los tubos, conviene que éstos vayan enterrados, y forradas con paño las partes que forzosamente han de estar al aire libre.

Por otra parte, si se dispusiesen grúas de vapor en un gran almacen donde éstas se hallen distantes entre sí, seria preciso tener otras tantas máquinas de vapor, ó sea otros tantos hogares; lo cual presentaria riesgos de incendios, especialmente en las que se hallaran dentro de un almacen que contiene materias muy combustibles, como petróleo, azúcar, algodón, alcohol, etc. Con el agua comprimida desaparece por completo este riesgo, pues la poderosa máquina de vapor suele colocarse en un rincon, y en edificio especial aislado de los demas.

Además, esta agua comprimida puede emplearse en un momento de incendio para apagarle: inyectada con la enorme presion que trae, su alcance y accion son eficaces: basta dejar en los tubos de conduccion bocas á propósito provistas de llaves. Es mejor, para aprovechar bien la enorme potencia del agua, hacerla mover unas ma-

quinitas de doble efecto y parecidas á las que ántes indicábamos en las grúas, las que se aplicarán á unas bombas de incendio ordinarias.

La potencia del agua comprimida en la tuberia suele aprovecharse tambien en otras faenas que las de elevar pesos: ya pasa á una prensa hidráulica para comprimir las pacas de algodón ó las cargas de forraje; ya á las compuertas de un dique para abrirlas ó cerrarlas; ya á mover las grandes retortas y cazos, como sucede en la fabricacion del acero por el sistema Bessemer. Es, en una palabra, un flúido motor del que se dispone para cualquier trabajo mecánico, y entre ellos para el típico, que es la elevacion de cargas.

VI.

Para dar idea de las aplicaciones que han alcanzado en Inglaterra los monta-cargas y grúas movidos por agua comprimida, indicaremos los de Lóndres, que es la poblacion de mayores existencias comerciales que hay en nuestro planeta. Existen en esta metrópoli numerosos almacenes, generalmente de muchos pisos, y varios docks, ó sea diques, en que entran los buques, los cuales se hallan rodeados tambien de almacenes.

Éstos, contruidos generalmente con suelos de hierro, escaleras de piedra para las personas, con puertas de hierro y numerosas grúas de pescante y monta-cargas en sus fachadas y aún en su interior, sirven de depósito á los comerciantes de la poblacion, y en su seno se albergan, por varios

años á veces, cargamentos de grandes buques, ya con vinos, ya con azúcares, ya con algodón, ya con diversos otros géneros. Las grúas suelen sacar las cargas desde la bodega de los buques á los salones del almacén, en uno de sus numerosos pisos y cuevas.

El dock más próximo á la población es el llamado de Santa Catalina. En uno de sus rincones está el acumulador, y á un lado tres máquinas de vapor, una de 80 caballos, otra de 40 y otra de 12 (1); las dos primeras son horizontales y mueven las bombas, que mandan el agua bajo el acumulador; la tercera tiene por objeto elevar el agua desde el río á un depósito que hay en el techo de este edificio, para que allí se repose ántes de ir á las bombas de compresion y á las calderas, que son tres de hogar interior. Se mueven muchas grúas, las compuertas, puentes giratorios, prensas para comprimir el algodón y bombas de incendio.

Los docks, llamados de Lóndres, que siguen á éstos en la orilla izquierda del río, son mayores que ellos, de modo que tienen cuatro grupos de máquinas motrices en otros tantos edificios aislados, con objeto de que el camino que siga el agua comprimida desde el acumulador al monta-

(1) Estos datos y los que siguen se refieren á 1864, y los tomó el autor sobre el terreno, yendo repetidas veces á visitar y recorrer los docks: no le ha sido posible completarlos con otros posteriores de referencia, aunque hoy debe haber mayor incremento en estos establecimientos.

cargas más lejano no pase de dos millas inglesas, ó sean tres kilómetros: con esto se disminuyen los frotamientos, se ahorra el coste de tubos y se facilita el exámen de éstos en caso de un perccance.

El primer grupo sirve para mover setenta aparatos, entre grúas, compuertas, etc.: tiene dos acumuladores juntos, dos máquinas de vapor de 60 caballos cada una, cuatro calderas y dos maquinas para elevar el agua del rio. Este grupo está en la parte más próxima á la poblacion: en el centro de los docks hay otros dos grupos, uno con máquina horizontal de 40 caballos y su acumulador, otro con máquina Woolf, de 100 caballos. Al otro extremo está el cuarto grupo, análogo al primero.

Siguen á éstos los docks de las Indias occidentales (West-India-Docks), en los que no hay almacenes tan vastos como en los anteriores, y casi todos los aparatos son grúas de descarga. Tiene dos grupos, uno con dos máquinas de 60 caballos cada una, otra de 40 y un acumulador; otro á dos kilómetros del anterior con máquinas de 50 caballos y bomba aspirante de 10.

En los docks de las Indias orientales (East-India-Docks), más lejanos aún que los anteriores, hay una máquina motriz de 60 caballos. En los de Victoria, que son los más apartados de la poblacion, hay dos de 60 con un solo acumulador. En los docks llamados comerciales, únicos situados en la orilla derecha, se mueven las grúas á mano.

En varios almacenes, sin dique, de Lóndres hay tambien aparatos Armstrong como los citados. En unos inmediatos al puente que lleva el nombre de la capital, orilla derecha, hay un acumulador impelido por una máquina de 50 caballos; otro igual hay en los almacenes inmediatos á la Aduana, orilla izquierda.

La estacion de mercancías del célebre ferrocarril construido por Brunnel con ancho excepcional (el Great-Western), tiene aparatos en que se elevan verticalmente los wagones cargados de 18 toneladas á cinco metros de altura, para salvar un desnivel entre la estacion y la calle. Hay tambien cambios de vía que terminan en una plataforma, la cual gira por medio del agua comprimida. Todo esto se ejecuta, gracias á un acumulador y su máquina motriz.

Diremos, aunque sea por digresion, que el sistema de agua comprimida permite aprovechar las caidas de agua de las montañas y los agentes naturales intermitentes, como el viento y las mareas; para ello se hará que estas caidas y estos agentes obren por el intermedio de ruedas, aspas, ó turbinas sobre unas poderosas bombas que compriman el agua á gran presion bajo un acumulador. De allí se tomará y se la llevará á tres ó más kilómetros, para utilizarse como flúido motor en cualquiera de las faenas industriales; moler trigo, serrar madera, tornear hierro, etc., por el intermedio de los artefactos convenientes.

Parece presentarse de este modo un porvenir importante al uso del agua comprimida como fluido motor, que en ciertos casos aventajará al del aire comprimido ó á la trasmision del trabajo por medio de cables, tan á la moda hoy en ciertos puntos.

El dia en que el hombre utilice por este medio la accion de las mareas y del viento, habrá centuplicado sus fuerzas y su poderío.

Con los saltos de los rios aprovecha parte de la accion solar, que evaporó las aguas, en la forma inmediata de gravedad; con los vientos utiliza otra parte de esta misma accion, que mueve los vientos en forma de corrientes; con las mareas pondrá á su servicio la atraccion planetaria reaccionada por la de la tierra. Rey de la creacion por la inteligencia, chispa emanada de la que lo es Suprema, es el hombre por sus fuerzas fisicas un átomo en el universo. Con ella sujeta y domina los agentes naturales; con ella pone á su servicio todos los elementos, no sólo de la tierra, sino tambien, segun acabamos de indicar, del sol y de la luna. El espíritu triunfando de la materia; el alma venciendo al cuerpo; Dios avasallando á Satan; he aquí la vida toda y la total existencia.

Porque presentarse de este modo no porvenir importante el uso del agua comprime como mucho mejor, que en otros casos aventajara al del agua comprime o a la instalación del trabajo por medio de bombas, tan a la moda hoy en estos países.

El día en que el hombre dijese por este medio la acción de las mareas y del viento, habrá cumplido sus sueños y su deber.

Con las sales de las rías aprovecha para dar la acción solar, que expone las aguas, en la forma inmediata de Graybill; con los vientos de las otras parte de esta misma acción, que trave los vientos en forma de corrientes; con las mareas pondrá a un servicio la acción de las rías; pondrá por la de la tierra; hoy de la acción por la inteligencia, chipsa conada de la que se ha de hacer, es el hombre por sus fuerzas físicas en el universo. Con ella supera y domina los asuntos naturales; con ella pone a su servicio todos los elementos, no sólo de la tierra, sino también, según su alcance de indiar, del sol y de la luna. El espíritu triunfando de la materia; el alma venciendo al cuerpo; Dios venciendo de a batan; he aquí la vida toda y la vida existiendo.

El día en que el hombre dijese por este medio la acción de las mareas y del viento, habrá cumplido sus sueños y su deber.

NORIAS Y BOMBAS

- I. El agua y sus servicios. Utilidad de los riegos. Canales y máquinas. Pozos y fuentes.
- II. Fuerza motriz para elevar el agua. Coeficiente económico. Trabajo motor. Cubos y cucharas.
- III. Norias: árabe y perfeccionada. Ventajas é inconvenientes. Climatología industrial. Norias de hierro. Ascensores y dragas.
- IV. Bombas de émbolo: émbolos y válvulas. Aspirantes é impelentes. Precauciones.
- V. Bombas de mano. De varios cuerpos. Émbolo macizo. Bomba Montenegro; sus ventajas. Bombas instantáneas.
- VI. Bombas centrifugas y giratorias. Tipos diversos; Appold, Neut, Dietz y Bebhrens. Cases en que conviene su uso.
- VII. Aparatos diversos. Rosarios. Ruedas. Rueda de timpano. Tornillo de Arquimedes. Ariete hidráulico. Máquina de columna de agua. Eleccion de aparatos. Inventos estupendos.

I.

Ningun cuerpo hay tan abundantemente repartida en la Tierra como el agua. Se halla combinada con la mayoría de las sustancias y se presenta libre en sus tres estados de vapor, líquido y sólido. Gracias al primero, suministra condiciones de salubridad á la atmósfera y tiende á constituir, por el calor solar, el no interrumpido juego de la evaporacion en los rios y mares, formacion de las nubes y caida de las lluvias, que

vuelven á alimentar las fuentes y los rios, fenómeno que algunos han comparado al de circulacion en los séres animados. El agua sólida, ó hielo, desempeña tambien un importante papel.

Pero el estado más comun del agua, aquel con que estamos familiarizados desde nuestra infancia, es el líquido. Para nuestra nutricion, gracias á las sales que suele tener disueltas, para los usos domésticos, para las faenas agrícolas é industriales es dicho flúido indispensable. Sin él no habria vida ni existencia posible en los séres orgánicos.

El agua se compone de dos elementos gaseosos, oxígeno é hidrógeno, cuya combinacion produce este líquido á la temperatura ordinaria. Sus cambios á los estados sólido y gaseoso sirven para fijar los puntos 0 y 100 del termómetro ordinario á la presion del nivel del mar. El agua destilada, esto es, recogida de la evaporacion, es la más pura; sigue la de lluvia; la de fuente contiene ya algunas sales, indispensables para la nutricion de los animales y plantas; la de rio es más impura, y sobre todo la de pozo ó la estancada.

El papel principal del agua en los campos es disolver ciertas sustancias del terreno y subir con ellas por las raices del vegetal para nutrirle. De aquí la necesidad de los riegos en las comarcas donde escasean las lluvias, y la oportunidad de aquellos en ciertas épocas de mayor nutricion de las plantas. No hay vegetacion sin agua.

No es nuestro objeto indicar en este sitio los modos diversos de ejecutar los riegos, y de aco-

modarlos á la naturaleza de los vegetales diversos. Tampoco diremos nada sobre los canales dedicados especialmente al riego, en los que se sangra un rio y se deja correr el agua con pendiente suave por un cáuce artificial. Nuestra agricultura necesita grandemente de estos canales para evitar que las aguas de los rios se pierdan en el Océano sin haberse aprovechado ántes en los terrenos colindantes.

Precisamente hay comarcas enteras en España, sobre todo en las Castillas, Extremadura y Andalucía, cuya cosecha está á merced de las lluvias. Si éstas caen en época oportuna los campos darán un buen rendimiento; si escasean demasiado, se habrá perdido todo el trabajo de la siembra. Para combatir tan grave inconveniente no hay más remedio que regar los campos, bien con canales, bien con norias, bombas ú otras máquinas.

Estas sacan parte de la capa de agua que por filtraciones suele haber en los terrenos y la aprovechan en los riegos, ó bien la elevan desde un rio ó una charca. En el primer caso es preciso formar un depósito artificial, que es el pozo, para que la máquina no se halle sin alimento á lo mejor de su labor. El conocimiento del punto más á propósito para establecer este pozo se adquiere observando la forma y constitucion del terreno. A veces conviene ejecutarlo en un sitio dado para surtir de agua algun edificio ó huerto inmediato.

En ciertos casos no hay necesidad de establecer

la máquina, porque el agua sale empujada por una filtración ó depósito natural del terreno, y constituye la fuente. Cuando se hace un taladro profundo hasta encontrar una capa de agua, la cual viene empujada por una elevación de esta capa, gracias á la forma del suelo, de tal suerte, que brota por este taladro, se tienen un pozo artesiano.

II.

La elevación del agua por medio de una máquina constituye uno de los trabajos mecánicos típicos, exactamente igual al ascenso de las cargas. Calculando que el agua de que se trata pesa como la destilada (en lo cual no hay gran error, pues se compensa la impureza con no tomarla á cierta temperatura), esto es, un kilogramo por cada litro ó sea decímetro cúbico, tendremos que el trabajo motor de la máquina será igual al producto de los litros por los metros de elevación (1). Este será el número de kilográmetros.

Así, por ejemplo, se trata de subir 25 litros por segundo, ó sea 25 kilogramos, ó en medidas antiguas poco más de dos arrobas de agua á 10 metros de altura, ó sea unos 36 piés; el trabajo será de 250 kilográmetros, esto es, de 3 1/3 caballos de vapor.

Ahora es preciso contar con que la máquina

(1) Véase nuestro capítulo anterior sobre *Grúas y monta-cargas*.

elevatoria consume en sus frotamientos una parte de este trabajo, de suerte que no bastarán los 3 1/3 caballos, sino que será preciso algo más. Al trabajo neto, sin contar estos frotamientos, se le llama *útil*, y al que resulta de sumar aquel con el consumido por dichos frotamientos se le dice *total*. La relacion de éste á aquél es el *coeficiente económico* de la máquina.

Esta será tanto más perfecta cuanto más se acerque á la unidad su coeficiente; ninguna alcanza á esto, y cuando vale más de 0,80 es ya muy buena. Para juzgar de una máquina será por lo tanto preciso ver el agua que eleva y la altura, multiplicar ambas cantidades en las unidades métricas; ver la fuerza motriz que es necesario aplicar, sea un hombre, sea una mula, sea una máquina de vapor, sea otro motor; hallar el cociente de dividir ésta por aquél, y éste será el coeficiente.

Para proceder con mejor acierto, conviene saber que un hombre que trabaja de ocho á diez horas al dia produce cosa de 6 kilográmetros en cada segundo, cuando actúa sobre una cigüeña ó una palanca; que una caballería, tirando de un malacate, ó sea de una viga análoga á las de las norias, produce en igual tiempo de 27 á 40 kilográmetros, segun la clase y robustez del animal, trabajando cosa de ocho horas diarias. Esto nos dice por sí solo, que cuando el trabajo mecánico del ascenso del agua pasa de 10 kilográmetros no debe encomendarse esta fuerza á un hombre, ni cuando ex-

cede de 40 á una caballería; en pasando de 80 conviene ya emplear una máquina de vapor. Los citados trabajos se refieren al día entero, pues en un momento dado puede el hombre ó la caballería ejercer mucho mayor empuje (1).

El aparato más sencillo para elevar agua consiste en un cubo sostenido por una cuerda, de la cual tira un hombre. Este no produce tanto efecto útil por dicho medio como si se auxiliara de una bomba de regulares condiciones, siempre que la profundidad del pozo pase de dos metros. Pero cuando se trata de salvar pequeñas alturas, por ejemplo, para desaguar una charca, se pueden usar grandes cucharas de madera ó hierro con las que se saca el agua, aprovechándose en este caso bastante bien la fuerza muscular de los operarios.

El uso de un cubo cuya cuerda pasa alrededor de una polea fija, da menor coeficiente económico que una regular bomba; se usa, sin embargo, en los casos en que el poco empleo del aparato y la economía de primera instalacion compensen el mejor aprovechamiento de la fuerza motriz.

III.

Un conjunto de varios cubos atados en una sola cuerda, constituye el fundamento de la noria, cuya antigüedad es muy considerable. Casi es

(1) Para más detalles sobre este punto, véase nuestro folleto titulado: *Motores empleados en la industria*, tercera parte, *Motores diversos*.

inútil su descripción, porque todos mis lectores conocen de fijo esta máquina. De una gran rueda llamada *de agua*, cuelga una maroma, en la que están fijos los *cangilones* ó *arcaduces* formando el *rosario*; éste entra en un pozo rectangular ú ovalado, á veces son dos pozos distintos que se comunican por debajo. El agua vierte en una *artesilla* situada inmediatamente sobre el eje de la rueda de agua, y ésta recibe su movimiento por medio de un tosco engranaje, más ó menos complicado, desde un malacate, de cuya vara tiran una ó dos caballerías.

Desde luego notamos ya un defecto en esta máquina, y es, que los *cangilones* elevan el agua á mayor altura que la *artesilla*, y ésta se halla también por encima del nivel del depósito al cual vierte el agua. Resulta que hay más de un metro de elevación en pura pérdida. De aquí que el coeficiente económico de esta máquina, atendiendo además á sus muchos frotamientos, no pase de 0,70, aún en las bien construidas, pero de madera. Si el fondo del pozo es menor de 4 metros, dicho coeficiente disminuye; para pozo de 2 metros sólo es 0,48.

No conviene, por lo tanto, la noria para sacar el agua que está muy somera.

Las norias que generalmente se usan en España, sobre todo en las aldeas, son muy toscas, de suerte que consumen una parte de la fuerza en frotamientos. Además, los engranajes, sobre todo el de la linterna que hay en el malacate,

suele producir choques que absorben también en pura pérdida una parte de dicha fuerza. Será tanto mejor una noria de esta especie cuanto menos se oigan las sacudidas de los dientes ó palos: conviene que engranen á la vez dos ó tres de éstos tocándose suavemente sin choques. En esto se concentra casi únicamente la habilidad de sus constructores: es fácil percibir este defecto al ensayar la noria.

Estas máquinas toscas, y tales cuales las emplearon los árabes, tienen la ventaja de que cualquier carpintero ó constructor de carros de un pueblo las puede componer, sin necesidad de acudir, como sucede con las máquinas de hierro, á los talleres más ó menos perfectos que sólo se encuentran en las poblaciones. Tan importante elemento sólo lo saben apreciar bien las personas que tienen que hacer reparar máquinas en los pueblos, con comunicaciones difíciles, para llegar á unos medianos talleres por su labor, pero que parecen excelentes á juzgar por lo que se hacen pagar.

Por otra parte, una máquina perfeccionada, por ejemplo, una buena bomba, es un aparato más ó menos delicado que se estropea pronto en manos torpes. Sucede con el estado industrial de una nación lo que con su clima; si se trae á Castilla plantas de la zona torrida, será preciso cuidarlas en estufa, por manos inteligentes y á fuerza de esmero y vigilancia. Otro tanto ocurre con una máquina delicada en el mismo país; las gentes no

saben manejarla, pocos la comprenden, nadie se atreve á componerla cuando se estropea. Y lo peor del caso es, que la han de maniobrar gentes del campo que, aun suponiéndolas de buena intencion, concluyen por estropear los aparatos delicados. Estos mueren, en una palabra, por falta de *temperatura intelectual* en el país, elemento primario de su *climatología industrial*.

De aquí que las norias toscas subsistan á pesar de sus defectos. Se nota, sin embargo, que en los pueblos de algun vecindario hay tendencia á perfeccionarlas. En vez de hacer los cangilones de barro, hemos visto algunos de zine, con su agujerito siempre en el fondo para que salga el aire al sumergirse en el pozo y se descarguen al pararse la caballería. La maroma de esparto ó cañamo se sustituye por una de hierro, hecha con grandes eslabones. Las ruedas se trabajan con algun cuidado, se disminuyen las grandes dimensiones de las antiguas y se escogen maderas sanas y duras.

Si á esto se agregara el uso de gorriones de acero y coginetes de bronce, en todos los ejes que giran, se disminuirían grandemente los frotamientos, siempre que se tuviera cuidado de engrasarlos bien. Esto es fácil de adquirir en un taller de fundición, y dura muchos años, de modo que no ocasionará perturbaciones por torpes que sean las personas que manejen la noria. Conviene tambien hacer pequeña la rueda de agua, tanto para perder menos altura, como para que el pozo pueda ser estrecho.

Las norias de hierro varían algo, según el sistema de su constructor: indicaremos las que hace en Cataluña el Sr. Pfeiffer. Los cangilones son de hierro, pero en vez de verter el agua de frente, lo hacen por sus dos costados á una artesa que rodea á la rueda de agua. Esta es pequeña, y á su alrededor gira la caballería tirando de una palanca alta, cuya longitud es cosa de tres metros, la cual mueve un árbol vertical: éste comunica su movimiento por un engranaje fundido de ángulo á la rueda de agua. El coste de una de estas norias viene á ser el doble que el de las ordinarias algo mejoradas: su coeficiente económico llega á 0,80.

En la exposicion universal de Paris de 1867 se presentó una noria muy curiosa y original. Los cangilones son de una forma especial, que permite la salida del aire el sumergirse verticalmente en el pozo: son muy grandes, pues caben hasta 30 litros, hechos de chapa de hierro: cada dos van montados sobre un eje. La rueda de agua es triangular y pequeña. Unas piezas auxiliares impiden el balanceo y cabeceo. Los ensayos fueron satisfactorios, pero esta máquina es aún más delicada que las norias de hierro perfeccionadas.

Las norias se aplican, no solamente á elevar agua, sino también á ascender la harina en los molinos y las sustancias pulverulentas en otras industrias. Sirven también para dragar, esto es, para ir arrancando el lecho de un río ó puerto: en este caso los cangilones son muy fuertes y tienen

muchos agujeritos para dejar salir el agua y no las piedras ó fango. Los rosarios suelen ser inclinados y no verticales en estos casos. El mecanismo se modifica un poco para el mejor servicio en cada uso.

IV.

Las bombas, cuya generalizacion data del siglo pasado, tienden hoy á sustituir á las norias, no sólo para los casos en que es una persona quien ha de moverlas, sino tambien cuando es una caballería ó una máquina de vapor. Diremos, sin embargo, comprobando una idea anterior, que para sacar agua con una bestia en los campos y aldeas, es preferible la noria á todas las demas máquinas, hasta que el país progrese algo más. Para utilizar la fuerza de una persona, y sobre todo la de un motor inanimado, sea el viento, salto de agua, ó el vapor, es ventajoso el empleo de las bombas.

Podemos dividir las bombas en dos grandes grupos: bombas de émbolo, ó sea ordinarias, y bombas giratorias. Las primeras pueden ser aspirantes ó impelentes, de uno ó de varios cuerpos. Llámase cuerpo de bomba á un espacio cilíndrico en el que entra un *émbolo* ó piston, que ajusta bien contra las paredes, pero sin frotar demasiado fuerte con ellas. Este émbolo lleva un *vástago* ó varilla, al que se aplica la fuerza motriz.

Uno de los elementos principales de las bombas son las *válvulas*. Consisten en un agujero que se

cubre con una chapa, provista de una charnela ó visagra de cuero, ó bien con un tapon cónico ó esférico. El empuje del agua, y á veces el del aire, bastan para abrir y cerrar automáticamente las válvulas, y permitir así que pase ó no el agua al través del agujero, según convenga. La buena disposición de las válvulas asegura á veces el éxito de una bomba. Requieren, no sólo eficacia en su papel, sino también que no se descompongan con facilidad.

El cuerpo de bomba y tubería suelen ser de hierro colado. El émbolo es de hierro dulce ó latón, rodeado de una *guarnición* de cáñamo para que ajuste bien con las paredes sin frotar demasiado fuerte contra ellas. A veces se sustituye el cáñamo con caoutchouc. Esta es la parte peor de las bombas, pues conviene arreglarla de cuando en cuando, para lo cual se saca el émbolo de su sitio y se renueva la guarnición, ó bien se aprietan unos tornillos para que continúe sirviendo. Letestu hacia émbolos cónicos de cobre agujereado cubierto de cuero.

Llámanse bomba *aspirante* la que por medio de un émbolo hace un vacío en el interior de un tubo sumergido en el agua: la presión atmosférica tiende á equilibrarla, y asciende el líquido por dicho tubo. La altura máxima de ascensión es 10,3 metros al nivel del mar, que es la que equilibra á la atmósfera; conforme subimos en ésta, disminuye la columna de ascensión: en Madrid sólo es de 9,6 metros. Esta bomba suele llevar

dos válvulas, una en el tubo de aspiracion, la cual se abre al subir el émbolo y se cierra por si misma al bajar éste: otra en el émbolo, que obra en sentido contrario. En el extremo inferior de toda bomba hay una bolsa de metal agujereado para dejar entrar el agua y no las hierbas y piedras.

La bomba *impelente* carece de tubo de aspiracion y va dentro del líquido mismo: de la parte lateral del cuerpo sale un tubo, que es por donde es impelido el líquido. Tiene dos válvulas, una en el fondo que se abre al subir el émbolo y se cierra al bajarle: otra en la parte baja del tubo citado, la cual obra en sentido contrario. Al subir, pues, el émbolo entra el agua en el cuerpo, y al bajarlo ésta se comprime y abre la del tubo; el líquido que va acumulándose en éste tiene cerrada por su peso siempre la válvula, excepto cuando baja el émbolo, pues la compresion vence entónces á su peso.

La altura de elevacion del agua de una bomba impelente es indefinida; depende sólo de la fuerza que se aplique al émbolo, esto es, al vástago. Conviene no hacerla muy grande porque el peso de la columna de agua en el tubo seria considerable, y esto exigiria dimensiones extraordinarias en todo el aparato.

La bomba *aspirante-impelente*, que es la más comunmente usada, es una combinacion de las dos anteriores: basta agregar á la anterior un tubo de aspiracion, junto á la válvula del fondo,

para conseguir el objeto. Este no podrá tener mayor altura que la indicada, pero el otro tubo, el de impulsión, será indefinido.

Estas son las bombas clásicas; pero atendiendo á la forma de los órganos, sobre todo al émbolo y válvulas, reciben diversos nombres que les comunican sus inventores ó constructores, ponderando con exceso generalmente sus ventajas y haciéndolas más ó ménos prácticas y mejor ó peor aplicables en cada caso. Conviene que no marche el émbolo con demasiada velocidad, porque se producen choques que siempre absorben una parte del trabajo motor. Sin embargo, cuando la guarnición se desgasta es preciso hacer más rápido este movimiento, á fin de dar poco tiempo al aire para que no pase por ella y perjudique el efecto que se busca.

Conviene también que los tubos no presenten recodos ni cambios de diámetro y que los orificios sean grandes, para evitar también que el agua cambie de velocidad, lo cual origina siempre una pérdida de fuerza.

V.

Las bombas movidas por el hombre suelen tener una palanca que se engancha por un extremo con el final de la varilla; al otro extremo se aplica la mano de la persona que trata de subir el agua. Como quiera que en la subida del émbolo se cierra la válvula del tubo de impulsión, y sólo se abre en la bajada, resultan intermitencias en la

salida del agua. Para disminuirlas se suele poner un depósito de aire que trata de regularizar el gasto, comprimiéndose cuando es mucho y sirviendo de resorte cuando es poco, lo cual le hace aumentar entónces.

También se regulariza la salida disponiendo bombas de dos ó más cuerpos, de modo que uno aspire mientras otro impulse. Esto se usa poco, porque se complica la máquina, y se duplican ó triplican los frotamientos de las guarniciones. Las de incendios suelen ser de dos cuerpos y llevan además depósito de aire, todo para que el chorro salga casi continuo, como conviene al atacar un incendio.

El vástago entra en el cuerpo de bomba por medio de una caja de estopas; esto es, un aparato en el que frota el émbolo y que comprime contra él unas estopas lo suficiente para impedir el escape del agua. Esto sucede cuando el agua pasa encima del émbolo, y entónces hay dos frotamientos, en esta caja y en la guarnición del émbolo. Se suprime este último haciendo un émbolo *macizo* y muy alto, el cual sólo obra por impenetrabilidad, esto es, introduciéndose en el cuerpo de bomba y desalojando de allí el agua, sin tocar á las paredes de éste.

En otras bombas se suprime por completo la caja de estopas; el tubo es abierto por la parte superior y allí pasa la varilla. El émbolo tiene una ó dos válvulas iguales; sobre él carga la columna del líquido. Estas son difíciles de registrar y re-

parar. Conviene que el cuerpo de bomba se desarme con facilidad para examinar el émbolo de cuando en cuando. Hay tambien bombas de doble efecto y de un solo cuerpo, esto es, que tanto al subir como al bajar el émbolo eleven agua; la complicacion de sus válvulas y órganos las hacen poco aceptables en la práctica. Por último, cuando la altura á que se va á elevar el agua es muy considerable, conviene poner varias bombas escalonadas; esto se hace en los pozos muy profundos de las minas.

Un ingeniero español, el Sr. Montenegro, ha ideado uno de los mejores tipos de bombas para cuando éstas han de moverse con una caballería. Esta va tirando de un malacate, y con éste se da un movimiento alternativo al vástago. Pero cómo al subir el émbolo, si se trata del tipo último, ó al bajarlo si es macizo, es cuando se impele la columna de agua, resulta entónces una gran traccion para la caballería; al bajar el émbolo, por el contrario, la columna ayuda y la bestia no tiene que ejecutar esfuerzo alguno. De aquí resulta una serie de sacudidas contra el animal que le son muy perjudiciales y concluyen por estropearle en pocos meses.

No sucede así con las norias en que la traccion es continua. Para evitar este inconveniente, conservando la bomba de un solo cuerpo, que es la ventajosa, ha ideado nuestro compatriota un mecanismo tan ingenioso como eficaz. Consiste en un contrapeso al extremo de una palanca, el cual

por unos órganos sencillos, pero perfectamente calculados, sube cuando el émbolo baja, esto es, cuando no ejerce presión. La caballería se emplea en aquel instante en elevar el contrapeso; al subir el émbolo baja dicho contrapeso y ayuda á vencer el peso de la columna. La tracción de la caballería es, pues, casi uniforme.

De aquí los buenos resultados que la bomba Montenegro ha dado en la práctica, sobre todo para profundidades considerables. Es una máquina que tiende á generalizarse en nuestro país, y con gusto encomiamos la obra de un español. Su precio no es mayor que el de una noria de hierro, y sus órganos son ménos delicados que los de ésta.

El coeficiente económico de las bombas varía con su sistema, y sobre todo con su buena ó mala construcción. Las bien dispuestas llegan á dar 0,80, y á veces algo más. Su pozo es más barato que el de las norias. Las hay llamadas *instantáneas*, que tienen un tubo, el cual se introduce en el terreno y saca el agua sin necesidad de pozo. Sólo sirven para unos cuantos días, y con intermitencias; se usan en los campamentos y obras militares.

VI.

Las bombas giratorias son muy modernas, y no fueron conocidas del público hasta la Exposición universal de Londres, verificada en 1851. Dentro de un tambor hay una rueda que gira con

gran velocidad y obliga á subir el agua; este es el tipo general. Son máquinas que exigen frecuentes reparaciones, por lo que sólo deben emplearse en grandes desagües, sin que hasta hoy se hayan vulgarizado como las bombas de émbolo ni como las norias.

La primera de estas bombas es la debida á Appold. Su órgano principal es una rueda con seis paletas curvas, la cual recibe un movimiento rapidísimo de rotacion; ésta va dentro de un tambor, que recibe el agua por el centro y la hace salir proyectada por un tubo que hay en la periferie. Es, por consiguiente, un ventilador, sólo que, en vez de inyectar aire, inyecta agua. El coeficiente económico de esta máquina llega hasta 0,70 para alturas menores que ocho metros; pasando de ésta disminuye. Suele llamarse *centrifuga* á esta bomba, porque obra en virtud de la fuerza mecánica así designada.

Varios constructores, como Gwyne, Neut y otros han modificado estas bombas. Sirven todas para alturas pequeñas, pues, de lo contrario, disminuye su coeficiente; de éstas hay una pequeña parte de aspiracion y el resto de impulsión; en cambio pueden elevar grandes masas de agua. La velocidad de rotacion de la rueda suele pasar de 700 vueltas por minuto. Se emplean ventajosamente en los desagües y agotamientos de las charcas, riegos, cimentacion de pilas, etc.

Se han construido tambien bombas giratorias, cuyo órgano principal es una hélice, pero su coe-

ficiente es pequeño. La bomba llamada espiral está formada por un tubo arrollado en hélice sobre un tronco de cono: dándole vueltas y tomando el agua por un extremo, el de la parte más delgada, sale por el otro. Aquí la velocidad no debe ser grande, y para pequeñas alturas da bastante rendimiento.

La bomba giratoria, que parece derivarse de la de émbolo, es distinta de las anteriores: se debe á Dietz. Supongamos un anillo que gira dentro de un cilindro, y que este anillo lleva cuatro paletas en sentido de los radios, las cuales pueden ocupar el espacio que queda entre el anillo y el cilindro. Estas paletas pueden correrse en sentido del radio, introduciéndose dentro del anillo. En este espacio interior hay un excéntrico fijo, con el cual tropiezan las paletas al girar con el anillo, y por lo tanto salen más ó ménos en sentido de los radios. El agua llega por un tubo al hueco que hay entre el anillo y el cilindro, y la paleta próxima la empuja, así como las otras, retirándose luego al llegar á otro tubo, por donde tiene la salida.

De aquí se deduce que esta bomba es aspirante-impelente y de doble efecto. Su coeficiente económico no suele ser muy grande. Exige muy esmerada construcción para que funcione bien, y consume bastante en frotamientos y resistencias pasivas.

La bomba giratoria que lleva el nombre de Behrens, consta de dos porciones cilíndricas y

giratorias, cuyos ejes son paralelos y están próximos. Éstas van dentro de una caja comun y constan cada una de dos trozos, uno hueco y otro macizo. Los cilindros giran simultáneamente en sentido contrario, y el trozo hueco del uno se corresponde siempre con el macizo del otro: de aquí resulta que el agua que viene por un tubo lateral, es cogida en el hueco respectivo y, llevada media vuelta, á salir por un tubo opuesto.

La máquina es más sencilla que las anteriores, da un chorro casi continuo, pero tiene que estar bien construida y perfectamente montada. Como todas las bombas rotatorias, no debe aplicarse ésta sino á los agotamientos de grandes masas de agua, y teniendo como motor una máquina de vapor, que generalmente es una locomóvil.

VII.

Además de las norias y bombas, hay otra porción de aparatos dedicados á la elevacion de aguas y que presentan ventajas en ciertos casos: indicaremos los principales y más perfectos.

Un *rosario*, consiste en un tubo, de seccion circular ó rectangular, que va vertical ó inclinado desde el depósito de agua al punto en que ha de verterse ésta. Supongamos ahora dos tambores, uno en la cúspide del tubo, otro en la base, y arrollada en ambos una cuerda con unas tablitas que casi ajustan con el tubo. Una de las partes de esta cuerda va por el eje del tubo. Dando vueltas al tambor superior sucederá que las ta-

blitas ascienden dentro del tubo y arrastran el agua del depósito, empujándola hasta que vierta por encima.

Esta máquina sólo conviene para profundidades que no exceden de 6 metros: marcha á pequeña velocidad y su coeficiente rara vez pasa de 0,60. Es, como se ve, casi una noria, y la conocían ya los árabes españoles: suele usarse, movida á mano, por su baratura y la facilidad de sus reparaciones.

Suelen emplearse también las ruedas hidráulicas en elevar el agua; su forma es parecida á la de estas máquinas cuando se emplean como motrices, sólo que en este caso es el peso y choque del agua quien las mueve, y ahora, por el contrario, es preciso comunicar á su eje un movimiento continuo, el cual da como consecuencia útil la elevación del líquido. Las ruedas deben marchar despacio para obtener el mayor efecto posible.

Pueden ser de paletas planas alojadas en un canal cilíndrica; entónces la altura de elevación es á lo más el radio de la rueda. Otras veces llevan cajones ó cangilones en su periferie, los cuales se llenan cuando están en la parte inferior y vierten cuando llegan en la superior; se utiliza aquí todo el diámetro de la rueda, por lo cual se aplica ésta á alturas superiores á las que se usa con la anterior.

El coeficiente económico de estas ruedas, cuando están bien montadas, llega á 0,80 en las de paletas, y algo menos en las otras por la in-

mersion de los cajones ó cangilones en el depósito.

La rueda de *tímpano* consta de un cajon cilíndrico giratorio, el cual está dividido en su interior por varios tabiques en forma de espirales. Se halla sumergida en un depósito ó en un río, y al darle vueltas va tomando agua en una de las divisiones, la cual sube hasta verterse por un agujero que hay junto al eje de la rueda. La velocidad es pequeña: sólo se usa para alturas reducidas: el coeficiente económico es menor que el de las ruedas anteriores. Tienen que estar bastante sumergidas, lo que obliga á que sean grandes las ruedas para poca altura utilizada.

El tornillo de Arquímedes es una máquina elevatoria que se ha usado mucho. Consiste en un espacio helizoidal dentro de un cilindro; esto es, en unas divisiones cuyas superficies tienen la misma forma que las del tornillo de filete rectangular. Este cilindro va inclinado y se sumerge en un depósito de agua. Dándole vueltas, ésta se eleva por las divisiones hasta que se vierte por la parte superior. Esto depende de que al dar una parte de esta vuelta cada punto de la superficie está más bajo que el inmediato y el agua baja desde uno á otro punto, pero asciende con respecto al depósito.

La inclinacion del tornillo depende del *paso* de la hélice, ó sea de la rapidez de su curvatura. El extremo inferior del cilindro no debe estar completamente sumergido, sino dejar un hueco para que pueda penetrar el aire. El ángulo del eje

del tornillo con el nivel del agua suele ser de 45 á 50°. El número de vueltas no debe pasar de 40 por minuto. El desnivel no debe exceder de tres metros; en este caso el coeficiente económico llega á 0,70. Suele usarse en los agotamientos de las pilas y charcos; se mueve entónces por dos ó tres hombres.

El *ariete hidráulico* sirve para elevar á bastante altura una pequeña cantidad de agua en virtud de la caída desde menor desnivel de otra cantidad mucho mayor. El agua obra por choque; por lo que la máquina se descompone pronto. Además, su coeficiente económico es muy pequeño. Es por ambas razones de poco uso.

La máquina *de columna* de agua es otro aparato en que se utiliza una gran caída de ésta, desde poca altura, por ejemplo, una cascada, en elevar otra cantidad menor que esté profunda, por ejemplo, la de una mina. Sólo se usa en condiciones muy singulares y es máquina muy delicada. Hay también máquinas especiales en que el agua sube en cubos que vierten unos en otros; el Sr. Ibarra ha ideado una muy ingeniosa, pero que no ha pasado de modelo.

Todavía hay algunos otros aparatos para ascender el agua, pero, ó son muy primitivos y por tanto de poco aprovechamiento, ó son muy delicados y propios más bien para un gabinete que para andar en manos de gentes torpes é incultas. Se escogerá el más conveniente de los indicados, atendiendo á sus condiciones especiales,

siendo los preferibles, para poca cantidad y á regular altura, una bomba de mano; para mayor cantidad ó profundidad, una noria de madera algo perfeccionada cuando se trata de un lugar, ó una bomba Montenegro, si no se está léjos de una poblacion.

Para poca agua á pequeña altura, cucharas á mano ó un tornillo de Arquímedes; para mucha agua á poca altura, una bomba centrífuga Neut.

Para abastecer de aguas á una poblacion, estando el manantial más bajo que ella, es excelente el uso de grandes bombas movidas directamente por una máquina de vapor de balancin, tal como está establecida bajo la montaña del Príncipe Pio, en Madrid. Para agotamiento de minas y usos industriales en gran escala convendrá encomendar á un ingeniero el estudio del aparato más ventajoso en cada caso.

Antes de terminar este asunto, no será ocioso decir que hay inventores de aparatos, y algunos de ellos en España, que al elevar aguas creen obtener un exceso de fuerza motriz. Recordamos á este propósito el *pendulador Balmisa* que metió mucho ruido hace cosa de dos años, y á quien varios diarios encomiaron en extremo. Era un conjunto de planos inclinados colocados trasversalmente en otro general; éste recibía un movimiento alternativo por medio de una fuerza motriz, y ascendía el agua desde un depósito inferior, por el mismo principio que preside al tornillo de Arquímedes; era éste, echado á perder.

Decimos esto, porque en el tornillo el agua sigue un movimiento continuado, mientras que en el pendulador hay choques, y podemos decir en tésis general, que toda máquina para elevar aguas en que no hay sacudidas, sino continuidad en el ascenso del líquido, es preferible á sus similares en que no se cumple dicha condicion.

Prescindiendo de esto, el pendulador Balmisa elevaba en su modelo, que hemos visto funcionar, el agua. Pero lo maravilloso que su autor aseguraba, aquello de que no pudimos disuadirle por más que hicimos, fué que el agua elevada representaba, segun él, en su caída un trabajo mayor que el motor; esto es, el agua elevada por el aparato podia aplicarse á una rueda hidráulica ó turbina, mover aquél y aún quizás sobrar algo. Tal dislate supone que el coeficiente económico de esta máquina es mayor que la unidad, y resolveria de plano la absurda cuestion llamada del movimiento continuo.

Estos ilusos inventores, ajenos á toda idea mecánica, son los que por desgracia concluyen por renegar de la sociedad que no los comprende, de los ingenieros que les tienen envidia, y, creyéndose nuevos Colones, aplican desdichadamente muestras de ingenio y pruebas de laboriosidad á estupendas y peregrinas invenciones. Lo peor del caso es, que á veces tienen quien los ayude.
Tractent fabrilia fabri.

MÁQUINAS-HERRAMIENTAS.

- I. Las máquinas y sus aspectos. Clases de talleres: ajuste: calderería: forja: fundición: carpintería: fabricación del hierro.
- II. Ajuste. Herramientas. Máquinas de agujerear: á mano, fijas y radiales. Máquinas de alisar. Tornos: para ruedas, al aire, paralelos, de pedal.
- III. Máquinas de cepillar: tipos diversos. Máquinas de hacer mortajas. Máquinas de limar: su generalización y labores. Otras máquinas.
- IV. Calderería. Máquinas de remachar. Idem de taladrar. Tijeras: sus formas. Máquinas de encorvar y de enderezar.
- V. Forja. Martillos de vapor: su origen: sistemas. Martillo Krupp. Trabajo del hierro. Máquinas de forjar. Sierras.
- VI. Fundición. Carpintería. Sierras diversas. Máquinas de hacer cajas y escopleaduras. Idem de cepillar. Accesorios.
- VII. Los facultativos españoles y los extranjeros. Ingenieros y obreros. Derechos arancelarios. Máquinas inglesas. Las máquinas y los obreros.

I.

Algunos de mis lectores no habrán tenido ocasión probablemente de ver las máquinas-herramientas, ó instrumentos con los cuales se trabajan los metales y se hacen con rapidez y economía las labores de la madera. Al contemplar una pieza de hierro perfectamente trabajada, creerán quizás que sólo á fuerza de lima y de paciencia

se alcanza aquel resultado. Yo recuerdo, por lo ménos, lo mucho que me chocaban las piezas primorosas y lo que me maravillaron las máquinas que las labraban, cuando por primera vez las ví.

Con ellas el obrero no tiene que emplear casi su fuerza física; sus sentidos en guardia y su inteligencia en accion, hé aquí los principales elementos con que ha de tributar.

Uno de los mayores progresos de nuestra época son las máquinas-herramientas. Casi desconocidas en la antigüedad, donde el esclavo era la única máquina, reducidas á muy poca cosa hasta el siglo pasado, son actualmente uno de los objetos de que con mayor razon se enorgullece nuestra época. Bajo el punto de vista moral, elevan al hombre á un nivel superior; bajo el económico, abaratan los productos; bajo el técnico, elaboran con perfeccion cuanto la industria requiere.

Únicamente vamos á ocuparnos aquí del último de estos aspectos, que en manera alguna está sujeto á objeciones análogas á las que se dirigen contra los otros. Nadie pone en duda la utilidad de las máquinas atendiendo á la clase de la obra ejecutada; y ménos de las que van á ocuparnos, que no son las motrices, ni las que se emplean en ciertas industrias, sino exclusivamente las que operan sobre los metales y las maderas, ya para hacer otras máquinas, ya para componerlas, ya para construir piezas sueltas.

No es tarea fácil dar una somera idea de estos utensilios, en pocas líneas y sin dibujos. Por esto,

nuestro propósito es tan sólo indicar los puntos culminantes de la cuestión y despertar la atención sobre este asunto en aquellas personas que no hubieran parado ya mientes en él.

La mejor clasificación de las máquinas-herramientas es la que responde á la obra ejecutada, ó sea, á la clase del taller en que se encuentran. Estos talleres pueden considerarse de cinco clases generales, sin tratar de otros especiales, á saber: ajuste, calderería, forja, fundición y carpintería.

El taller llamado de ajuste es aquel en que se trabajan en frío las piezas metálicas forjadas ó fundidas, dejándolas completamente acabadas y dispuestas á montarse unas en otras; en él se tornean, cepillan y pulimentan las piezas metálicas. El taller de calderería es aquel en que se trabaja la chapa metálica, doblándola, taladrándola y cosiendo unos trozos con otros, generalmente para hacer calderas: se asimilan á él los talleres en que se ejecutan obras parecidas, siempre en frío, por ejemplo, hacer los puentes de chapa de hierro.

En el taller de forja se trabaja en caliente sobre las piezas de hierro dulce ó de cobre, dándolas la forma conveniente que algunas veces, aunque las ménos, es la definitiva, sin tener que pasar por el de ajuste. El de fundición está destinado á recoger en moldes el hierro colado, el bronce ó latón: sus piezas se acaban en el de ajuste, si son delicadas: no tiene máquinas-herramientas especiales.

En cuanto al taller de carpintería, es uno de los que mayor atención requieren: sus máquinas guardan bastante analogía con las de ajuste, y sus diferencias sólo reconocen como fundamento la distinta naturaleza y textura de la materia sobre que trabajan.

Nada diremos del trabajo del hierro ni de las máquinas necesarias para convertirle de fundición en dulce, y dar á éste las formas de barra ó chapa más generalmente usadas en la industria. Este asunto es más propio de la metalurgia del hierro que de este sitio, á pesar de que dichas máquinas son clásicas y notables bajo varios aspectos.

II.

Las máquinas-herramientas, propiamente tales, son las que se encuentran en los talleres de ajuste. Hijas casi todas de nuestro siglo, de origen inglés en su mayor parte, perfeccionadas por las exigencias cada vez crecientes de la industria y de los ferro-carriles, presentan numerosos tipos y formas, según la clase de labor que les está encomendada. En ellas hay que distinguir dos partes, la herramienta propiamente tal y el mecanismo que la mueve.

La herramienta no tiene otro objeto que arrancar un trozo de materia, sea éste en virutas, en tiras, en polvo. Afecta casi siempre la forma de cuña y es de acero, perfectamente templado, con cuyas dos condiciones se obtiene resistencia y buen corte. El ángulo de la cuña depende de la

clase de labor y de la naturaleza del metal sobre que se opera: la velocidad de la herramienta se arregla tambien con respecto á esta última circunstancia. Conviene siempre, y más cuando ésta es grande, tener humedecido el extremo de la herramienta para que no se caliente demasiado y se destemple: se hace esto con agua de jabon ó con aceite.

El ángulo de la cuña debe ser de 51° para trabajar el hierro dulce y el colado, y de 66° para el bronce, como término medio. La herramienta debe permitir la libre salida del trozo arrancado. La velocidad más conveniente para el mejor aprovechamiento de la fuerza motriz, ó sea para la mayor economía, es la siguiente: en el hierro 55 milímetros, esto es, que en cada segundo de tiempo recorra la herramienta, cuando ésta es móvil, ó la pieza que se desbasta, cuando aquella es fija, un camino de 55 milímetros; en la fundicion 44, y en el bronce 65. Los espesores de las virutas varian de un tercio á medio milímetro. Cuando la obra corre prisa, se da velocidad hasta de 100 milímetros, y se obtienen virutas de 1 de espesor. Esto varia tambien con la magnitud de las máquinas.

La naturaleza de la labor ejecutada da el nombre á la máquina-herramienta, tomado generalmente de labores análogas en la madera, que de antiguo tienen sus denominaciones especiales: las iremos indicando sucesivamente. Esto hace tambien variar algo, aunque poco, la forma de la her-

ramienta, y mucho la de su mecanismo, á fin de que ésta opere del modo más conveniente en cada caso. Estas herramientas tienen á veces forma cónica estriada, y se llaman *fresas*, girando sobre sí mismas y obrando por fricción como una lima.

Las máquinas más usadas son las de *agujerear* ó barrenar; en ellas gira la herramienta y va haciendo poco á poco el orificio en la pieza metálica fija. Nada tiene que ver esta máquina con la de *taladrar*, la cual es un saca-bocados que de una sola vez y por percusión ejecuta la obra; trataremos de ésta al ocuparnos de la calderería.

Esta clase de máquinas está muy perfeccionada y casi se ha llegado en ellas al último extremo. Varian bastante unas de otras en su forma, según la clase especial del trabajo que se trata de ejecutar. Pueden dividirse en tres clases, las que operan movidas á mano, las fijas movidas mecánicamente, y las radiales en que la herramienta puede ir á los diversos puntos de la pieza que se agujerea.

Las primeras son usadas hasta en las cerrajerías de aldea; por medio de una cigüeña se da movimiento circular á la herramienta; con auxilio de otro manubrio se la hace bajar contra la pieza. La máquina se monta sobre un banco cualquiera; puede también aplicarse á una obra fija, por ejemplo, á un puente de hierro en que se desea hacer un agujero. La cigüeña primera comunica el movimiento á la pieza porta-herramienta por un engranaje de ángulo; la segunda le da el de avance por una rosca.

El tipo de máquina fija no difiere del anterior sino en sus mayores dimensiones y en ser automática. Una correa y polea reemplazan á la primera cigüeña: á veces se conserva la segunda, pero generalmente la misma polea sirve para comunicar, por un sencillo mecanismo, el movimiento de avance. El célebre constructor inglés, Whitworth, es quien ha perfeccionado más esta máquina en sus detalles.

Las máquinas llamadas radiales se distinguen de las anteriores, en que todo el mecanismo que contiene la herramienta puede girar alrededor de un árbol fijo y tener además otro movimiento de traslación en el sentido de uno cualquiera de los radios del círculo, cuyo centro es el árbol fijo. De este modo, la herramienta puede colocarse con auxilio de estos dos movimientos hechos á brazo por el obrero en un punto cualquiera de la pieza que se trabaja. Cuando se la tiene en el conveniente, se fija allí y se comunica el movimiento automático de giro y descenso á la herramienta que comienza su labor. Esta disposición varia en sus detalles, pero reconoce siempre el mismo principio: á veces es la plataforma en que se apoya la pieza quien recibe alguno de los movimientos.

Hay también máquinas de agujerear con más de una herramienta para verificar simultáneamente varios orificios; una de las más ingeniosas es la debida á Shanks. En su esencia no se distingue de las anteriores. Se aplica, por ejemplo, á

agujerear las chapas de cobre para las calderas de las locomotoras.

Otro género de máquinas usadas en los talleres es el de *alisar*, llamando así la operación de cepillar é igualar la parte interior de una superficie generalmente cilíndrica. En el día se construyen pocas máquinas de este género, sustituyéndose por las que ejecutan esta labor especial además de otras más comunes.

Los tornos son quizás las máquinas-herramientas más conocidas. El torno de un ebanista con la herramienta en la mano del obrero, quien la presenta á la pieza que gira, hé aquí el origen del mecanismo que no ha hecho otra cosa que perfeccionarse en los talleres modernos. La mano del obrero se ha sustituido con una mano mecánica encargada de comunicar á la herramienta dos movimientos, uno de traslación en sentido del eje de la pieza torneada, otro de avance ó retroceso hácia ella, ya para darla un perfil conveniente, ya para arrancar virutas más ó menos gruesas.

El primer tipo de tornos es el que se aplica á igualar las llantas de las ruedas de los vehículos usados en los ferro-carriles, desgastadas frecuentemente con el uso, ó á obras análogas. Suelen tener hasta cuatro herramientas que operan sobre otros tantos puntos del par de ruedas, dos por un lado, y otros dos por el opuesto, sacando simultáneamente cuatro virutas. Con esto la operación es muy rápida.

Un tipo más comun de torno es el que se llama *al aire*. Consta de una gran pieza circular y plana, colocada verticalmente y llena de agujeros, que se llama *platillo*: en ella se sujeta por medio de pernos que entran en dichos agujeros, la pieza que se va á tornear, que generalmente es de grandes dimensiones, lo cual justifica la forma indicada. Dicho platillo recibe un movimiento circular por un sencillo mecanismo. La herramienta va sobre un órgano, al que se comunica dos movimientos, uno en sentido de su longitud, otro perpendicular á éste, á fin de obrar en el punto conveniente. Con este torno se pueden alisar los cilindros. Varian sus detalles segun los constructores.

Con el nombre de torno paralelo se conoce todo aquel en que la herramienta recibe un movimiento automático en sentido del eje de giro de la pieza torneada y con velocidades variables. Con él se efectúan perfectamente las roscas, y se saca filete á un extremo de una varilla cualquiera. Esto se hace con una regularidad perfecta y con gran sencillez. Suele tener hasta 14 y más metros de longitud. Generalmente lleva platillo por un lado, y una punta por el opuesto, contra la que se apoya la pieza que se tornea.

Llámanse tornos de pedal los que se usan en los pequeños talleres, cuyo movimiento se comunica con el pié; son como los anteriores, pero más pequeños y sencillos.

Por último, se usan en los grandes talleres de

la marina máquinas para torneear, en las que permanece fija la pieza sobre que se trabaja, y es la herramienta quien gira alrededor de ella, teniendo al propio tiempo los otros movimientos ya indicados.

Las máquinas de rayar los cañones son análogas á los tornos: la herramienta tiene un movimiento helizoidal que produce la acanaladura en el interior del cañon fijo. Cuando éste es algo cónico, es preciso que la herramienta se adapte á su superficie, lo que se consigue por un sencillo mecanismo. Hay tornos para labores especiales, por ejemplo, los que los franceses llaman de *guillocher*, destinados á producir dibujos formados por combinaciones más ó menos complicadas de círculos.

III.

Después de los tornos, debemos ocuparnos de las máquinas de cepillar, esto es, de formar superficies planas, arrancando virutas metálicas. Se dividen en verticales y horizontales, según que la herramienta recorra una recta vertical ú horizontal: las primeras se usan para piezas muy voluminosas; las segundas son las más comunes.

La herramienta tiene un movimiento alternativo, de suerte que si arranca la viruta á la ida, no ejecuta obra alguna á la vuelta. Esto es lo general; sin embargo, hay algunas máquinas en las que la herramienta da media vuelta al terminar su labor; de suerte que, al retroceder, presenta otra

vez el filo, y puede arrancar una segunda viruta. En las máquinas horizontales la herramienta va fija, teniendo sólo un movimiento lateral á cada viruta arrancada, para que pueda sacar otra inmediata; cuando más, posee tambien la vuelta rápida que acabamos de indicar. Una gran plataforma ó banco con varios agujeros para sujetar con pernos la pieza que se cepilla es la que se halla dotada del movimiento de vaiven.

Éste varía de longitud fácilmente, para que la carrera se ajuste á la longitud precisa de la pieza cepillada. Las hay que tienen 18 y más metros de longitud en el banco; y como por un lado y otro ha de avanzar en su movimiento casi la mitad de aquella, resulta que la máquina ocupa en el taller una longitud de 36 metros. El banco se halla á poca altura del suelo. Los detalles del movimiento varían algun tanto, y en ellos han puesto mano los principales constructores ingleses, como son Whitworth, Fairbairn, Sharp, Peacock, los alemanes Hartmann y Zimmermann y los franceses Ducommun, Calla, Cavé y Decoster.

Hay máquinas de cepillar con varias herramientas que trabajan simultáneamente, y otras destinadas á labores especiales. Las hay, por ejemplo, exclusivamente dedicadas á labrar las seis caras laterales de una tuerca, lo cual suele hacerse en ocasiones con fresas, ó sea herramientas giratorias, y otras ocasiones con las de cepillar. La labor se ejecuta á la vez sobre cada dos caras opuestas, ó sobre más.

Las máquinas de hacer cajas ó *mortajas* no difieren en principio de las de cepillar; tienen poca carrera en la herramienta y banco pequeño. Dibujada la caja en una pieza, por ejemplo, un hueco rectangular y de fondo plano, se hace un agujero con la máquina ya conocida. En las paredes que éste deja comienza á obrar la máquina de cepillar, llegando la herramienra, lo mismo que el agujero, hasta el fondo solamente. Se va sacando así la materia hasta que se llega al dibujo. Si no hay fondo y es un hueco lo que se hace, la labor es más fácil.

Bajo el nombre de máquinas de limar incluimos todas las que tienen una herramienta giratoria con la que se puede ejecutar todas las labores indicadas. Si es cónica, la herramienta puede agujerear; si cilíndrica y estriada en su superficie curva, puede limar lateralmente y hacer, por lo tanto, las cajas y mortajas, de un modo análogo á como lo ejecutaría un obrero con la lima. Si es cilíndrica y la parte rugosa está en la base del cilindro, puede cepillar las superficies planas ó curvas, desgastándolas como lo haría el obrero citado. A todas estas y á otras labores se prestan estas máquinas, que exigen gran velocidad en sus herramientas, excelente acero y buen temple en las mismas, así como un engrase esmerado é inteligente.

De aquí la tendencia á generalizarse estas máquinas, que por la multiplicidad de sus labores, por el poco terreno que ocupan y su fácil manejo,

van penetrando en todos los talleres y desterrando de éstos, sobre todo de los en pequeña escala, las antiguas máquinas. En la Exposición de Viena han figurado muchas de este sistema, cuya idea práctica es debida al constructor inglés Shanks.

La herramienta se halla animada de los siguientes movimientos: 1.º, uno de rotacion, comunicado al árbol que la sostiene; 2.º, otro de avance en sentido del eje, ó sea de alargamiento, el cual se da á mano en las máquinas sencillas, y automáticamente en las complejas; 3.º, movimiento de traslacion en sentido del banco contra el que está sujeta la pieza que se trabaja, á veces es dicho banco quien lo tiene y no la herramienta; se da generalmente á mano por medio de una rosca; 4.º, movimiento de la herramienta ó del banco en sentido perpendicular al anterior, y comunicado del mismo modo que éste.

Así, para hacer una ranura en una pieza, se aplica una herramienta cilíndrica estriada en su cara y en su base, la cual va arrancando el metal en polvo grueso: si la ranura no es grande se escoge una herramienta cuyo diámetro es igual al ancho de aquella, y entónces se hace pronto la labor. La fuerza motriz consumida por las máquinas de limar, es generalmente menor que la necesaria para hacer una labor análoga con otras, por ejemplo, con la de hacer mortajas. Hay casos particulares, sin embargo, en que las máquinas cuya herramienta es un buril, consumen menor trabajo.

Además de las máquinas-herramientas que hemos procurado indicar y que son las más generales, hay otras especiales usadas en los talleres bien montados para labores determinadas. Por ejemplo, las roscas de los pernos se ejecutan con *terrajás*, ó sea moldes de acero en forma de tuercas, los cuales, á fuerza de dar vueltas á una varilla comprimiéndola bien y hallándose engrasada, concluyen por darle la forma apetecida. Las de dividir y construir los dientes de las ruedas de engrane, las destinadas á abrillantar las piezas y á veces á desgastarlas y otras diversas, no tienen el interés que las anteriores para los simples aficionados, y aún para la mayoría de los constructores.

IV.

Las labores de un taller de calderería, ó de su análogo de puentes, armaduras de hierro, etc., se ejecutaban á mano hasta unos veinte años, en que se generalizaron las máquinas-herramientas, cada día más acabadas, si bien no han llegado todavía á la perfección que han alcanzado las de ajuste, quizás por la naturaleza de la obra. Los talleres en reducida escala no suelen adoptar estas máquinas, y en ellos se hacen á mano todas las labores. Éstas son siempre mejor concluidas, pero resultan más caras si la obra es de importancia.

Una de las operaciones más comunes en estos talleres, es la de remachar las cabezas de los redoblones que sirven para coser dos ó más chapas

de hierro. Estos redoblones son de hierro: tienen hecha una cabeza y se introduce el vástago muy caliente por el agujero hecho de antemano; inmediatamente se sujeta la cabeza y se martilla el extremo del vástago hasta hacer por allí otra cabeza semiesférica igual á la anterior; esto es fácil, pues el hierro se trabaja bien en caliente. Esta operación es la que se trata de ejecutar mecánicamente.

Para ello hay una fuerte máquina que sujeta la cabeza hecha y empuja violentamente con un punzon cóncavo el otro extremo, aplastándolo y dándole la forma requerida con su solo empuje. Se corre la pieza y se presenta otro redoblon para el golpe siguiente, y así en los demas. A veces no hay siquiera necesidad de que esté hecha previamente una de las cabezas; basta coger la barra de hierro, calentarla al rojo, llevarla á una tijera que tiene la máquina misma, la cual corta un trozo de la longitud conveniente; éste se mete con unas tenazas en los agujeros de la chapa que se va á coser, y al poco rato inciden al propio tiempo por ambos lados dos matrices, una fija y la otra móvil, que aplastan los extremos y forman simultáneamente las dos cabezas.

El mecanismo es sencillo. Un fuerte volante regulariza la acción intermitente de la obra. Las matrices avanzan con regularidad y lentitud. A veces lleva una máquina de vapor que la mueve directamente, lo cual veremos repetido en varias máquinas-herramientas gruesas. Por lo demas,

los detalles del mecanismo varían algún tanto, según los constructores.

Las máquinas de taladrar constan de un fuerte punzon ó saca-bocados que baja lentamente contra la pieza que está sobre un banco, el cual es hueco en el punto que corresponde al agujero que se va á hacer. Este punzon de acero arranca la materia en la plancha de hierro en frío. Como la resistencia es muy grande y hay intermitencias, lleva la máquina un pesado volante que tiende á regularizar los movimientos. Generalmente se mueve á mano la chapa para presentarla al punzon por el punto conveniente.

Se pueden taladrar así chapas de cuarenta y más milímetros de espesor con un sólo golpe del punzon. Este es de acero y algo cóncavo en su base. Una gran palanca suele ser la intermediaria entre el punzon y los órganos motores, á fin de comunicar á aquel un vigoroso impulso. Se hacen algunas máquinas de este género con máquina de vapor que las mueve directamente.

Las tijeras ó máquinas de cortar se parecen en su mecanismo á las anteriores, y generalmente se mueven directamente por el vapor. A veces una misma máquina sirve para taladrar y cortar, por tener las herramientas respectivas. La herramienta es una lámina gruesa de acero, cortada en bisel, colocada verticalmente y de modo que caiga sobre un borde plano de un banco fijo.

A veces afecta la forma de la tijera ordinaria que tuviera un sólo brazo: entónces la herramien-

ta, movida por una gran palanca, va cortando la chapa en la misma forma que un sastre corta un paño grueso cuando apoya la tijera sobre una mesa. Otras veces la tijera no tiene su borde horizontal sino algo inclinado y desciende verticalmente para cortar la chapa: recibe el nombre de guillotina.

Hay, por último, tijeras circulares formadas por dos láminas en forma de disco: de esta suerte, la acción es continua y no intermitente como en las anteriores. Se aplican á dividir hojas delgadas, y sobre todo cuando el corte no es rectilíneo, sino curvo.

Cuando es preciso encorvar una chapa de suerte que cosida luego con otra afecte una forma cilíndrica, ú otra cualquiera, se hace esto mecánicamente con máquinas á propósito. Una de las más usadas consiste en disponer tres cilindros, dos inferiores á nivel, y otro encima del hueco que dejan ambos. Haciendo pasar la chapa por entre estos cilindros, para lo que basta presentarla á ellos, pues con su movimiento propio la arrastran, se encorva: su separación produce más ó menos curvatura. Este es el tipo más usado, aunque hay otros diferentes.

Últimamente, se usan máquinas muy fuertes para encorvar las planchas gruesas del blindaje de los buques, y algunas otras piezas de grandes dimensiones; pero esta labor corresponde más bien al taller de forja. Se verifica sobre planchas en caliente, colocadas sobre un molde de la forma

conveniente: otro molde la empuja, bien á golpes, bien por compresion, con una potente prensa hidráulica.

Conviene á veces, por el contrario, poner plana una pieza alabeada, ó enderezar un árbol torcido. Esto se efectúa tambien con enormes presiones. Puede pasarse la pieza por entre dos cilindros análogos á los laminadores que se usan en la fabricacion del hierro.

Hay algunas otras máquinas especiales en una calderería, como, por ejemplo, la de hacer chafalanes; pero ni siquiera las citamos porque no tienen el interes general de las anteriores.

V.

El trabajo del hierro dulce efectuado en caliente, y casi siempre por percusion, es el que se ejecuta en el taller de forja, y corresponde en grande á lo que el herrero hace en pequeño con su fragua y martillo. Hasta hace pocos años sólo se conocian los martinets, ó sea martillos pesados, movidos ordinariamente gracias á un salto de agua, ó los martillos frontales y de friccion, en que el árbol motor hacia subir la maza para dejarla caer desde cierta altura sobre la pieza caliente que reposaba en el yunque.

Hacia 1840 le ocurrió al inglés Nasmyth aplicar el vapor á levantar directamente la maza; y desde 1843 comenzaron á generalizarse en Inglaterra, Francia, Bélgica y Alemania estas utilísimas máquinas, que suelen llamarse martillos-pilones.

Los hay de dos sistemas, los que se dirigen á mano y los completamente automáticos. Los primeros son verdaderas máquinas de vapor de las llamadas de simple efecto: el fluido sólo obra para elevar la maza, entónces un obrero impide, con auxilio de un juego de palancas, la entrada del vapor y queda aquella suspendida. Puede tambien, á voluntad, dejar salir el fluido, y entónces la gravedad hace caer la maza. Se puede, por lo tanto, ó hacer que ésta descienda de lo alto y produzca una gran sacudida, ó bien sólo desde poca distancia del yunque y obrando entónces casi sólo por presión.

Los martillos completamente automáticos no necesitan que el obrero dé entrada ó salida al vapor. Obran de una manera continua. Suelen tener carrera variable, esto es, tocando á la distribución se consigue que caigan de mayor ó menor altura; pero ésta siempre es la misma miéntras no se vuelva á tocar la distribución. De aquí resulta que la pieza que se trabaja recibe siempre golpes de igual intensidad, miéntras que con el martillo anterior se puede dar un fuerte golpe, ó bien dejar caer la maza sobre una nuez colocada en el yunque y no aplastarla, sino simplemente cascarla. Son tambien más complicados los martillos automáticos.

Mucho se discute hoy sobre la preferencia de unos y otros: parece resultar que los de grandes dimensiones deben ser regulados á mano, y automáticos los pequeños, ó bien aquellos en que se

hace una labor constante y rápida. Unos y otros pueden ser de acción sencilla del vapor, esto es, para elevar la maza, ó de doble acción, cuando el fluido opera en la cara superior del émbolo y ayuda á la bajada, comunicando mayor velocidad de descenso.

Los detalles de los martillos de vapor son muy variables, pero la forma general es casi siempre la misma, sobre todo en los de dimensiones considerables. Dos fuertes columnas dejan en su intermedio el yunque y se reúnen en la parte superior, formando como un arco coronado por el cilindro motor. Este es tan largo como la carrera que ha de tener la maza. El vástago y maza son muy fuertes. Los cimientos del yunque son independientes de los que hay bajo las columnas: están aquellos formados por fuertes vigas, á fin de que haya cierta elasticidad y al propio tiempo resistencia en los terribles choques que han de sufrir.

El martillo de vapor se ha vulgarizado tanto, que no hay taller bien montado que no le posea. Se usa también en las fábricas de hierro para golpear las zamarras de metal pudlado. Los hay de dimensiones colosales. Uno de los mayores es el que posee el célebre Krupp en su fábrica de acero de Essen (Prusia) para forjar las grandes piezas que se destinan á cañones, piezas que suelen pesar en bru o hasta 60.000 kilogramos. La maza de este martillo pesa 50.000 kilogramos; el diámetro del cilindro de vapor es de 1,8 metros y 3 su

altura, que es tambien la de caida de la maza.

El ruido que hace este martillo al golpear y la vibracion que imprime al terreno, á pesar de tener formidables cimientos, son tales, que se oyen desde grandes distancias. El taller contiene cuatro hornos para calentar las piezas que se forjan, y otras tantas grúas de vapor para llevar éstas desde los hornos al yunque. Causa asombro ver manejar un trozo de metal que despide un calor insoportable, y que pesa nada ménos que 60 toneladas métricas. En el yunque le dan vuelta los operarios auxiliándose de las grúas, para que el martillo lo vaya sacudiendo en los puntos convenientes. Con él se trabaja dia y noche: su coste ha pasado de doce millones de reales. En la misma fábrica hay otros 62 martillos de vapor, algunos de 20.000 kilogramos; la mayor parte de 10.000.

Hay dos modos de trabajar el hierro dulce, ó sea de darle la forma general conveniente, que más tarde se perfila, si es preciso, en el taller de ajuste. Dichos modos son el martillo y la estampacion. El primero es el preferible porque hace más homogénea toda la pieza, y por lo tanto más resistente: el segundo suele emplearse tambien por medio de matrices que obran por compresion sobre la pieza caliente. Las máquinas en que se ejecuta esta operacion, llamadas de forjar, son más modernas que los martillos de vapor, y no tan generalizadas ni perfeccionadas como ellos.

Constan de varios yunques, sobre los que caen

con rapidez y frecuencia otras tantas mazas, todas de pequeñas dimensiones y movidas por un árbol general provisto de excéntricos. Los yunques y las mazas dejan huecos de la forma que se va á dar á las piezas que se introducen. Hasta hoy sólo son ventajosas estas máquinas para cierta clase de labores, por ejemplo, para hacer pernos ó redoblones de una cabeza, ú otras piezas pequeñas.

Con operarios hábiles y buenos martillos se hacen piezas muy sólidas y bastante acabadas, como son árboles para los buques de vapor, ejes acodados para las locomotoras, etc.

Digamos dos palabras sobre las sierras, si bien éstas se usan más bien en las fábricas de hierro que en los talleres de forja. Estas son circulares, de acero y dientes pequeños: se hallan animadas de enormes velocidades, tanto que al mirarlas, el movimiento no se nota sino en una nubecilla; dan hasta mil y más vueltas completas en un minuto. Contra ellas se aplica á mano ó automáticamente la barra ó pieza de hierro dulce y se la va empujando, de tal suerte, que en pocos instantes la corta por completo y con igualdad: la operacion se regula por el ruido producido.

Por último, las piedras de afilar y aún las máquinas de bruñir corresponden más bien á este taller que al de ajuste, y así suelen disponerse en la mayoría de las fábricas.

VI.

Nada hemos dicho de las fraguas y hornos de un taller de forja, porque aquellas son las antiguas y vulgares, sólo que con un ventilador se inyecta el aire en todas ellas, y éstos son sencillos espacios abovedados, cuya combustion se mantiene con el aire del ventilador. El calor perdido por estos hornos se aprovecha en producir el vapor para los martillos. En el taller de fundicion no hay herramientas especiales, más que un ventilador análogo al de la forja, y uno ó varios cubilotes en que se funde el lingote del metal mezclado con cok, ardiendo éste con el aire inyectado. Varias grúas sirven para mover los cazos y verter el caldo en los moldes. Las estufas, piedras para moler la arena y demas accesorios, no son para indicados en este sitio. El laton se funde en crisoles en un cuarto especial.

A veces suele haber en los talleres de fundicion alguna máquina especial para quitar las rebabas é imperfecciones á las piezas fundidas, pero esto sólo se hace cuando no hay ajuste. Si no hay carpintería general, suele establecerse un pequeño taller en la fundicion para construir los modelos.

El taller de carpintería es uno de los más curiosos, ya se halle sólo en una fábrica en que predominen los productos de madera, ya forme parte de otros en talleres de construccion de máquinas ó de reparacion del material de ferro-carriles.

Las operaciones que en él se efectúan son las de antiguo verificadas con herramientas á mano, sólo que se ejecutan mecánicamente con mayor rapidez, perfeccion y economía.

La primera de ellas es el aserrio. La sierra mecánica más sencilla es la formada por una sola hoja colocada en la misma posición que suelen adoptar los serradores de maderos. Un bastidor sirve para guiar las cabezas que lleva en su parte superior, y una biela comunica á la hoja por su extremo inferior el movimiento alternativo. Esta biela y el árbol motor van en un foso. Generalmente no es una hoja sino varias paralelas las que operan simultáneamente, y dividen el madero en tablas. Este va horizontalmente sobre unos rodillos, ó encima de un carrito, aquellos ó éste reciben un movimiento automático de avance, para presentar á las hojas nueva materia al subir éstas, en cuyo período no sierran.

Las sierras circulares son como las destinadas á cortar el hierro: se emplean para dividir perpendicularmente los maderos y para cortar piezas pequeñas, en cuyo caso se presentan éstas á mano sobre un tablero y contra la acción continua de la sierra. Hay también sierras de cinta; con ellas se consigue cortar una pieza siguiendo una línea curva por complicada que sea. De este modo se cortan los adornos más caprichosos y elegantes (1).

(1) Los adornos que á guisa de reja hay en la parte baja de dos de los huecos del restaurant de Fornos, son de zinc, y están cortados con una sierra de este género.

La cinta es delgada y de acero muy flexible: va entre dos poleas, la superior sólo sirve de guía, la inferior es la motriz. Si el banco puede inclinarse, se consigue ejecutar con la sierra superficies alabeadas.

Se usan también mucho en los talleres de carpintería las máquinas para hacer mortajas y cajas para las ensambladuras. Estas máquinas difieren poco de las que hemos indicado en el trabajo de los metales. La herramienta suele ser una fresa de acero que gira con gran velocidad, mayor que en el caso anterior, y que tiene una hélice para permitir el ascenso y salida del serrín. La herramienta gira automáticamente, pero se la hace descender á mano y bastante de prisa, hasta el punto conveniente: el carro en que va la pieza tiene dos movimientos perpendiculares entre sí que se dan también á mano y con auxilio de dos roscas. Arbey las construye en París, variando en sus detalles y dimensiones, y siendo muy reputadas sus máquinas de este género. A veces es una gubia ó formón que obra por sacudidas y compresiones arrancando la madera.

El constructor inglés, Worssam, ha variado la herramienta obteniendo una labor más rápida. Consiste en un cilindro hueco de acero, cuyo borde inferior está cortado en bisel, sobresaliendo la arista exterior; dentro de este cilindro ó tubo hay una varilla que termina en un extremo por un gusano exactamente igual al de los barrenos ordinarios. Este se halla animado de un movi-

miento circular, y puede descender además en union con el tubo: la punta del barreno sobresale algo del tubo. El barreno comienza el agujero, y bajándole al par del tubo, éste abre una caja mayor con su presion; el serrin y virutas ascienden por el hueco que queda entre ambos.

Este aparato consume bastante fuerza motriz, pero abre cajas con rapidez aún en las maderas más duras: la herramienta exige muy buen temple. Con él ó con el anterior, se consigue, no sólo hacer mortajas, sino tambien agujeros y taladros, y aún se puede desgastar un trozo de superficie, aunque á esto no se presta tan bien el de Worsam. Hay tambien máquinas especiales de escopear y de barrenar, pero difieren poco en principio de las indicadas.

Los tornos usados en la carpintería son más sencillos que los citados en el ajuste; generalmente la herramienta, buril ó gubia, se dirige á mano.

Depocos años á esta parte se ha querido realizar el cepillado mecánico. En esta labor no ha sido posible imitar á las garlopas, porque las virutas hubieran impedido que la herramienta funcionara, y además hubieran arrancado en ciertos puntos verdaderas astillas. Se ha procedido de otro modo, disponiendo herramientas que arranquen serrin ó virutas cortas por fricción, en vez de virutas largas por compresion.

Supongamos un madero cuya cara superior se desea cepillar. La herramienta está formada por

trés ó cuatro cuchillas de acero que van en otros tantos radios de una ruedecita, la cual se halla animada de un rapidísimo movimiento de rotación. El eje de esta rueda puede ser horizontal, en cuyo caso, al chocar las hojas contra el madero, arrancan pequeñísimas astillas, pues operan en dirección de la fibra, ó vertical y entónces sacan serrín por chocar en otra dirección. El madero camina al propio tiempo presentando los diversos puntos de la cara á la acción de la herramienta.

Hay máquinas de cepillar en que esta operación no se ejecuta por una sola de sus caras, sino por varias, y á veces por las cuatro.

La labor es rápida, pero no económica.

Suele haber en los talleres de carpintería algunas máquinas especiales para hacer ciertas piezas, como cuñas, radios de ruedas, etc., pero no son las que caracterizan el trabajo mecánico de la madera. Como complemento suyo hay también piedras para afilar las herramientas, aparatos para hacer esto en las hojas de las sierras, y algunos otros artefactos auxiliares.

VII.

Aquellos de mis benévolos lectores que hayan tenido la suficiente paciencia para leer las indicaciones anteriores de las máquinas y labores, habrán notado que no figura en ellas nada que sea español, por más que el autor de estas líneas procure en todos los casos dar á conocer, con prefe-

rencia, lo que en su patria se ha producido. No hay que achacarlo ciertamente á poca inteligencia de nuestros ingenieros y mecánicos, sino á lo atrasada que se halla entre nosotros la construcción de máquinas, y áun hasta su uso.

Las empresas de ferro-carriles, los fabricantes todos, se van convenciendo de que la mayoría del personal facultativo que ha estudiado en España vale más que el importado de las naciones extranjeras. Conocemos bastantes ingenieros ingleses y franceses que han estado en obras y talleres de la Península sin teoría ni práctica, que han venido aquí, gracias á que la empresa tenia á su frente gerentes ó capitalistas compatriotas suyos. Los que por allá eran fogoneros se dan aires de ingenieros por acá; pero proceden siempre como lo que son. Un apéllido difícil de pronunciar no da ciencia alguna.

Esto es lo general, salvas raras excepciones. Nuestros ingenieros saben cumplir con su deber, pero sus esfuerzos no pueden alcanzar á intervenir directamente en una industria difícil, como la de construcción de máquinas, que exige un concurso de elementos como los que hay en los países industriales. En ninguna producción se nota mejor que en ésta la solidaridad y mútuo auxilio que se prestan unas especulaciones y obras á otras obras y especulaciones.

Débense á nuestros ingenieros, y especialmente á los que se hallan al frente de los servicios de tracción, material y talleres en las vias férreas,

algunas modificaciones de detalle en las máquinas-herramientas. Pedirles más es una simpleza. Nuestros obreros son también, gracias á su inteligencia despierta y á su viva imaginación, hábiles para comprender y manejar las máquinas; se forman pronto y dan siempre mayores pruebas de ingenio que de constante laboriosidad.

Por otra parte, la construcción de máquinas no puede prosperar en España, no sólo porque es la verdadera coronación y última piedra del progreso industrial, á que estamos muy lejos de alcanzar, sino también porque la estructura de nuestro Arancel la cohibe en extremo. Las máquinas-herramientas pagan un 6 por 100 de su valor á la entrada en la Península, mientras que las primeras materias que las constituyen adeudan, término medio, un 30 por 100. Esta diferencia es aún mayor en las máquinas motrices y en las agrícolas. Decimos esto, no en son de crítica del Arancel, pues no es este el sitio oportuno para disertar sobre él, sino para sentar un hecho positivo.

De aquí que los generosos esfuerzos del fabricante Sr. Portilla, en Sevilla, del Sr. Alexander y de la Maquinista terrestre y marítima, en Barcelona, y de otros talleres, se estrellen en este punto y no puedan aspirar á construir máquinas-herramientas. Los que disponen de mejor surtido de éstas son, además de algunas fábricas dirigidas por el honroso cuerpo de Artillería, los de ferrocarriles. Talleres como los que tiene en Madrid la

Compañía de Madrid á Alicante y Zaragoza, en Leon la del Noroeste, y en Ciudad-Real el ferrocarril que lleva su nombre, son dignos de visitarse por sus excelentes y variadas máquinas-herramientas.

Hemos dicho ántes que la fabricacion de estos aparatos es la cúspide industrial. Bien lo prueba el que Inglaterra conserve el cetro en este ramo, y es frecuente, al recorrer los establecimientos industriales del centro de Europa, ver muchas máquinas-herramientas importadas de aquella nacion. Es que allí se encuentran estas plantas en su propio clima, donde al aire libre florecen y fructifican, mientras que trasportadas á otros paises, es preciso encerrarlas en estufas y darles un calor industrial que no es el ordinario.

Otro aspecto presentan estas máquinas en mayor grado que todas las restantes, el económico-social. Bajo este punto de vista la Economía política ha dicho la última palabra. Una máquina-herramienta nueva, que ejecute con perfeccion y baratura una labor, beneficia siempre á la humanidad y especialmente á la clase obrera. Hace bajar el coste de los objetos, aumenta el número de personas que se aplican á la industria, si bien no ya trabajando en la forma que ántes lo hacian.

Pero sobre todo sacan al hombre de la categoría de bestia para elevarlo á su propia dignidad; ya no trabajará éste con su fuerza muscular principalmente, sino con su inteligencia débilmente ayudada por sus manos. En vez de limar penosa-

mente el hierro, vigila la marcha de una herramienta, la engrasa de cuando en cuando, pára ó acelera su movimiento, monta y desmonta las piezas labradas, y se encuentra así verdaderamente digno de su misión sobre la tierra, teniendo á su servicio las fuerzas ciegas de la materia.

APARATOS CONTRA INCENDIOS.

- I. Estragos de los incendios. Medios preventivos. Construcciones incombustibles. Uso del vidrio soluble. Causas de los incendios. Pararrayos.
- II. Fenómeno de la combustion. Medios mecánico y asfixiante de terminarla. Barnices. Su ineficacia en los grandes fuegos.
- III. El agua como barniz. Enfriamiento producido. Ventaja del agua sobre los otros líquidos. Bombas ordinarias. Bombas de vapor.
- IV. El vapor como medio asfixiante. Uso del azufre. Chorro de ácido carbónico. Ineficacia general de estos medios.
- V. Sistema mixto. Los extinguidores: sustancias que emplean. Ventajas é inconvenientes. Ataque de los fuegos incipientes. Uso del aire comprimido. Empleo de los extinguidores.
- VI. Bomba química de Ferran. Mata-fuegos de Bañolas. Sus aplicaciones. Aparatos semi-continuos y tren completo. Ventajas é inconvenientes del mata-fuegos.
- VII. Cuerpo de bomberos: su traje. Uso de las escafandras: salvamento de asfixiados. Trajes de amianto. Escaleras de salvamento. Servicio de incendios en Madrid y en España.
- VIII. El servicio de incendios en Nueva-Yorek: bomberos: aparatos: señales. Organización de un depósito. Resultados.

I.

No es necesario apelar á la Estadística ni estampar datos y números para encarecer los gravísimos perjuicios ocasionados á la humanidad por los incendios. Cuando en las guerras se quiere apelar al mas bárbaro de todos los medios, se quema las poblaciones: la historia nos presenta á

los incendiarios como los destructores por excelencia.

Unos cuantos minutos bastan para consumir los tesoros acumulados por una civilizacion. El cuadro debido á un famoso pintor, que quizás no encuentre nunca un afortunado competidor; el manuscrito curiosísimo por su rareza; el libro incunable, el objeto único de tal arte, los apuntes de un escritor, todo perece en pocos instantes por la accion de las llamas, quedando reducido á pavesas que el viento arrastra, lo que consumió la vida entera de hombres preclaros é ilustres ingenios.

El fuego destruyó la biblioteca de Alejandría, en la que se atesoraban las ciencias y letras de la antigüedad: Roma perdió en las llamas sus mejores joyas: los incendios que frecuentemente ocurren en todas épocas, han hecho desaparecer riquezas sin cuento y tesoros inapreciables. Las cosechas del afanoso labrador, las obras del artesano laborioso, suelen perecer frecuentemente devoradas por los incendios.

Pero no es esto sólo ni tampoco lo peor: ¡cuántas victimas humanas no cuesta al cabo del año este azote de los mortales! Ya son los tranquilos habitantes de una casa que se hallan envueltos por las llamas y perecen en medio de ellas, ó asfixiados por sus gases: ya los animosos operarios que se dedican á combatir los incendios, quienes mueren en alas de su arrojo y en cumplimiento de su deber por salvar la vida de sus semejantes,

ó por querer conservar los objetos que simbolizan la riqueza y poderío de las civilizaciones que nos han precedido.

Por esto se han propuesto numerosos medios preventivos contra los incendios. Con este fin, se han hecho paredes gruesas que separen las diversas partes de un gran edificio, sobre todo, cuando se le dedica á museo, palacio, biblioteca, etc., las cuales permitan *cortar* el fuego y aislarlo en un recinto reducido; las cornisas deben ser de fábrica, y los huecos de estas paredes, se cerrarán con puertas de hierro (1). Se han empleado tambien materiales incombustibles, haciendo los suelos y cubiertas de hierro y no usando para nada la madera; lo cual responde al propio tiempo al carácter y dimensiones de los edificios monumentales contemporáneos.

Este último medio no ha producido, á decir verdad, el resultado que de él esperaban algunos. Como quiera que los objetos encerrados en las salas de estos edificios incombustibles están constituidos por sustancias que arden con facilidad, cuadros, libros, muebles, etc.; como además contienen algunos utensilios combustibles, banquetas, ventanas, puertas, alfombras, etc., resulta que hay siempre en su seno pasto para las llamas. Estas suelen consumir por lo tanto los objetos que se deseaba guardar, y lo que es más,

(1) El sistema de forjado de suelos y de tabiques en Madrid, contribuye á disminuir los estragos de los incendios, pues el cascote aísla las maderas

concluyen por destruir el edificio, puesto que las dilataciones de las barras metálicas por efecto de la elevacion de temperatura, desploman las paredes, rompen los suelos, y dejan la construccion en tales términos, que es preciso rehacerla.

Ejemplo de esto han sido los recientes incendios de algunos almacenes en Lóndres, tenidos por incombustibles, y de algunos teatros en diversos puntos de Europa y América.

Ni quiere esto decir que se debe desechar en absoluto el uso de las construcciones de las que esté proscrita la madera, sino que no se previene completamente por este medio el mal. Se debe, desde luego, emplear el menor número posible de sustancias combustibles para disminuir así los riesgos del incendio. De aquí la excelente precaucion de barnizar las decoraciones de los teatros, y en general los lienzos y maderas, con vidrio soluble, que sin dañar á la belleza artistica, impide el que los objetos ardan con llama, pudiéndose por lo tanto sofocar más fácilmente un incendio.

Este procedimiento, que se va generalizando en Alemania, es por desgracia desconocido prácticamente en nuestro país.

Segun datos aproximados, puede asignarse á cada cien incendios los siguientes orígenes: cuatro por efecto del rayo: veintiseis por imprudencia: veinte por malevolencia, y cincuenta por causas ignoradas.

De aquí la precaucion siempre recomendable de colocar uno ó varios pararrayos en los edificios,

sobre todo si están aislados. Los millones que costará la reparacion del Escorial, si es que se llega á hacer, por el incendio que una exhalacion le ocasionó hace tres años, se hubieran ahorrado con unos cuantos pararrayos. Cierto es que se debe colocar éstos de un modo conveniente, pues de lo contrario producirian más daños que beneficios; pero hábilmente dispuestos, aseguran el edificio de los estragos de la electricidad atmosférica.

II.

Para combatir un incendio, una vez estallado, hay diversos medios, cada vez más perfectos á medida que el hombre centuplica sus fuerzas con las máquinas. Veamos, para comprenderlos, en qué consiste la combustion, causa de tales estragos, al paso que bien dirigida lo es de incalculables beneficios para el hombre.

El aire atmosférico que nos rodea consta de varios gases, de los cuales hay uno, el oxígeno, que forma poco menos del 21 por 100 del aire en volúmen. Este gas oxígeno tiende á unirse íntimamente con casi todos los cuerpos, ó sea á combinarse con ellos; si dicha union se verifica con alguna lentitud, como por ejemplo, con el hierro, se llama hasta vulgarmente *oxidacion*; si se hace con rapidez se titula *combustion*. En toda combinacion hay produccion ó consumo de calor, pero notablemente en la combustion: el cambio molecular efectuado origina ó absorbe una parte

de calor; mejor dicho, el calor no es sino una nueva forma del trabajo mecánico debido á la nueva agrupacion de los elementos del cuerpo. Si esta cantidad de calor es notable, nos permite ver un fenómeno luminoso, al par que se nota el calorífico.

De aquí resulta, para nuestro propósito, que la combustion exige el aire atmosférico: si éste afluye en grandes cantidades, como sucede con los vientos ó con el tiro de las chimeneas, es muy activo el fenómeno: si, por el contrario, los gases producidos, en los que predomina el ácido carbónico, no tienen salida y dificultan el acceso del aire, ó esto se ejecuta cerrando el paso de éste, la combustion languidece y concluye por apagarse el cuerpo.

De lo anterior se deduce que los principales medios para atajar un incendio se reducen á dos, ó bien impedir el contacto del aire ordinario con el combustible, cubriendo á éste con un sólido ó líquido, ó bien viciar el aire para que disminuya su oxígeno; esto es, el elemento comburente. Pudiéramos decir que el primer medio obra *mecánicamente*; el segundo *por asflwia*.

Ya hemos dicho anteriormente que el vidrio soluble era un verdadero barniz trasparente que impedía la formacion de la llama, aunque no la combustion lenta del cuerpo que cubre. Pues bien, si hubiera un medio de proyectar sobre los objetos en ignicion sustancias sólidas que se liquidaran con el calor del fenómeno, ó bien liqui-

das, y formaran un barniz no combustible, éste impediría el acceso del aire y causaría el efecto deseado. Esto se ha propuesto hace varios años, empleando algún silicato fusible, ó bien una disolución de alumbre que al evaporarse el agua deja un barniz, ó de otra sal de análogas propiedades físicas en este punto.

Hará cosa de veinte ó treinta años se verificaron en Paris, y tambien en Madrid, experimentos en este sentido, obteniendo resultados favorables cuando los objetos estaban convenientemente dispuestos. Así, por ejemplo, el entarimado de una habitacion puede recubrirse con uno de estos barnices, proyectado por cualquier medio en el momento del peligro; la llama se apaga á los pocos segundos. Otro tanto decimos de una charca llena de brea, á la que se prende fuego, el cual se extingue no bien se la cubre con la capa preservadora.

Pero esto es ineficaz en superficies curvas ó en planos inclinados, y sobre todo en los verticales, así como en los horizontales, cuando el elemento destructor les ataca por su parte inferior. Entónces el barniz gotea, ya sea al fundirse, ó si va en disolución: cae por consiguiente, y deja al descubierto las caras que debiera preservar. Por esta razon es impracticable este medio en el incendio de un edificio, cuyas vigas no podría proteger más que en sus caras horizontales superiores. Los ensayos lo probaron, y de aquí que no se hable ya hoy del asunto.

Sin embargo, el cubrir con tierra ó arena los objetos incendiados, práctica excelente aunque exige muchos brazos, no es más que una variante de este procedimiento: establecer un sudario que no deje pasar el aire. Pero, como en el caso anterior, esto no se puede aplicar generalmente sino á superficies horizontales superiores. Es eficaz cuando se trata de un líquido muy combustible, y cuya gran potencia calorífica evapora el agua que se le echa para apagar sus llamas, por ejemplo, el petróleo.

III.

El empleo del agua en los incendios, seguido desde los tiempos más remotos, está basado en las consideraciones anteriores y en algunas otras que en breve indicaremos. El líquido más comun forma una capa que impide el contacto del aire, y por tanto apaga los cuerpos en ignición.

Además de esto hay en el agua otra ventaja, que es bajo otro aspecto un inconveniente. Como ésta pasa al estado gaseoso, esto es, hierve á 100°, temperatura mucho menor que la producida en los incendios, resulta que se convierte en vapor una gran parte, sino toda la que se proyecta, lo cual la hace perder la condicion de verdadero barniz. Al hacerlo absorbe una enorme cantidad de calor, enfria por lo tanto al combustible, y la combinacion química languidece, cuando no cesa, por no tener las condiciones convenientes. Esto lo verifica el agua, sea cualquiera la forma y posicion

de las superficies sobre que cae, aunque en mejores condiciones sobre las horizontales superiores.

De aquí la necesidad de arrojar grandes cantidades de agua, para que sustituyan á las que se evaporan, con objeto de poder tener, si es posible, una capa líquida preservadora, ó por lo ménos para enfriar notablemente el cuerpo. Con el barniz bastaba una porcion relativamente menor que con el uso del agua sencilla.

El empleo del agua es preferible al de todo otro líquido que tienda á obrar del mismo modo que el primero, no sólo por ser el más abundante en nuestro planeta, sino tambien por tener mayor capacidad calorífica que los demas, esto es, por consumir más calor al elevar su temperatura, y por tener tambien mayor calor de cambio de estado, esto es, por absorber mayor cantidad de calor al convertirse en vapor. En términos vulgares, un kilogramo de agua que se eche en un hogar, le roba más calor que si fuera otro líquido, y por tanto le enfriará más, ó sea, lo apaga con mayor rapidez.

Los líquidos tienen la gran ventaja sobre los sólidos de poderse lanzar por presion desde una cierta distancia del edificio en llamas. Puede tambien combinarse su ventaja con la del barniz sólido, haciendo que el agua lleve en disolucion una sal que deje al evaporarse un residuo fusible, pero no vaporizable, conforme digimos anteriormente del alumbre. Esto aumenta algo el coste, y sólo debe emplearse para atacar superficies ho-

horizontales en combustion, pues en los demas casos ya hemos dicho que seria inútil.

El agua se ha empleado durante muchos siglos elevada á mano en cubos, que se vertian sobre las llamas. Modernamente se pensó en aprovechar la falta, casi completa, de compresibilidad en los líquidos para establecer bombas impelentes, generalmente de dos cuerpos, en las que se vierte el agua, y cuyos émbolos, movidos á brazo, la inyectan contra el punto deseado. Estas bombas se han ido perfeccionando de dia en dia: hoy llevan un depósito de aire, para que éste, al comprimirse por el líquido, obre como un resorte, y la salida del chorro sea continua. Los émbolos, las válvulas, las mangas, todos los elementos de las bombas reciben de dia en dia mejoras de detalle que las hacen más eficaces y ménos expuestas á desarreglos.

Estas bombas, montadas en un carrito que transporta una caballería, pueden moverse por cuatro, seis, ocho ó más hombres, que obran sobre unas palancas articuladas con los émbolos: su alcance depende de la seccion de la manga y del número de hombres, obrando ambas causas en sentido contrario. De aquí el haber ocurrido en nuestra época la aplicacion del vapor á las bombas. El carro lleva una máquina de vapor, con la que se mueve la bomba. A veces esta misma máquina sirve para transportar el carro. La potencia se acrecienta fabulosamente. En Inglaterra hay bombas de vapor que lanzan una tone-

lada de agua á grandes distancias y en brevísimo plazo.

La presión fuerte del líquido no sólo tiene por objeto hacerle llegar al punto conveniente, sino también inyectarle en los maderos que arden, haciendo que penetre por sus hendiduras y enfrie algo su interior. Mucha agua: hé aquí el principal y casi único medio que hoy se sigue para combatir los incendios, de lo contrario se apaga el fuego de la superficie, pero revive por el interior.

Algunas de estas bombas, sobre todo las de vapor, suelen tener un tubo de aspiración, siendo entonces de las llamadas aspirante-impelentes. De esta suerte se eleva el agua con un segundo tubo desde un pozo, un charco ó un río. Los conductos y tuberías que existen en las poblaciones modernas permiten disponer de medio seguro y abundante para surtir las bombas, evitando su aspiración. Esta no puede nunca pasar de diez metros de desnivel.

Las formas y tipos de las bombas varían algún tanto; pero no es nuestro objeto darlas á conocer en sus detalles, lo que nos obligaría á entrar en descripciones enojosas, sobre todo si no las acompañáramos con las figuras correspondientes. En Muhhouse (Alsacia) hay una que puede lanzar el agua por varias bocas á la vez y en cantidad de tres metros cúbicos por minuto, ó sea 263 arrobas de agua, y ésta á gran distancia. Las mangas deben resistir á 10 atmósferas de presión.

IV.

El segundo medio de combatir un incendio hemos dicho que es quitar al aire inmediato una gran parte de su oxígeno para que cese la combustión por verdadera asfixia, como cesa la vida cuando se respira un aire viciado, siendo la respiración ni más ni ménos que la combustión de la sangre venosa que se convierte en arterial, lo cual origina el calor animal.

Al emplear el agua en grandes masas para apagar un incendio, se sigue parcialmente este método, pues la nube de vapor que se forma dificulta el acceso del aire. Por esto se ha aplicado también en algunos establecimientos industriales el uso del vapor para extinguir los incendios, dirigiendo el de la caldera á la sala en que ocurre el accidente, sobre todo si está cerrada.

Conocida es también la práctica de echar azufre en polvo por una chimenea cuyo hollín arde, sobre todo tapando su boca y cúspide. El azufre roba el oxígeno al aire que pueda haber dentro de la chimenea, mezclado con los humos, y lo convierte en ácido sulfuroso; el hollín, que no encuentra entónces el gas comburente, por tener éste más *afinidad*, esto es, mayor facilidad de combinación con el azufre, se apaga. Otro tanto sucede quemando pólvora.

Se ha propuesto, fundado en este principio, el lanzar un chorro de ácido carbónico, gas inerte y económico, contra los cuerpos en ignición, á fin

de formar una atmósfera artificial que impida la llegada del aire. Esto, que es muy racional en principio, tiene el inconveniente de que el viento, y sobre todo la rarefaccion producida por la combustion que tiende á elevar los gases y formar tiro, hacen que dicha atmósfera desaparezca pronto y sea generalmente sustituida por el aire.

El efecto es inútil en este caso. La práctica de los incendios prueba que no es fácil reducir los gases resultantes á permanecer quietos, sino que hay allí un movimiento tan violento que produce corrientes aéreas. De aquí que este sistema sólo sea ventajoso en los casos en que se pueda confinar el aire, como, por ejemplo, en una habitacion cerrada, en una chimenea y en algun otro caso singular.

V.

Un sistema, que puede decirse mixto de los dos anteriores, en que se obre á la vez por interposicion y por asfixia, es el realizado por ciertos aparatos, que con el nombre de *extinguidores*, se dieron á conocer en Francia y en Inglaterra hácia 1862, aunque desde años atrás se venia hablando bastante de ellos (1).

Figúrense mis lectores una botella de agua de Seltz cuyo chorro se inyecta contra una ascua. El líquido, empujado por el ácido carbónico del in-

(1) Parece que en 1855 obtuvo Phillips privilegio por aparatos de este género, pero no se trató de ellos hasta la época citada.

terior, moja la brasa, y este gas, que sale con aquél, forma alrededor una atmósfera preservadora.

Los aparatos que dieron á conocer en dicho año los Sres. Carlier y Vignon constan de una gran caja cilíndrica de chapa de hierro, en la que se halla disuelto el bicarbonato de sosa, y de otra capacidad interior que contiene el ácido tártrico. Mientras están separados aquella sal y éste ácido nada ocurre; pero en el momento mismo en que se mezclan, desaloja el ácido tártrico al carbónico, formándose un tartrato de sosa, que queda disuelto, y se desprende el gas ácido carbónico. Éste adquiere una tension de varias atmósferas, y abriendo un grifo que hay en la parte inferior del depósito, obliga á salir por éste el liquido con gran velocidad.

Los citados inventores agregaron tambien en la disolucion de la sal una pequeña porcion de alumbre, ó sea sulfato de alúmina. Esta sustancia reacciona con el bicarbonato de sosa produciendo sulfato de sosa, alúmina gelatinosa y algo de ácido carbónico libre. Dicha alúmina forma un excelente barniz sobre las ascuas, contribuyendo al propio efecto que el agua, mientras que el gas libre conspira á la asfixia de la combustion. En Inglaterra han perfeccionado los extinguidores los Sres. Dicks y Sinclair: éstos se cargan por el fondo.

Estos aparatos se van generalizando en el extranjero, aunque sin la pretension de concluir

con las bombas. Son ventajosos en los sitios donde escasea el agua, pues la mejor accion de su líquido hace que la calidad supla á la cantidad. Son excelentes sobre todo para atajar los fuegos incipientes. Un aparato de éstos, colocado dentro de una habitacion, permite lanzar el chorro líquido sobre el foco de la combustion y apagarla en breve. Su fácil manejo y su coste pequeño permiten tenerlos en cualquier punto, trasportarlos en hombros, montarlos en el acto y atacar el mal en su origen. Los museos, exposiciones, bibliotecas, trenes de ferro-carriles y habitaciones debieran tener siempre listo uno ó varios de estos artefactos.

En cambio no podrán luchar con las bombas para un fuego devorador. En éste de nada serviría el medio asfixiante, y la intensidad de la llama es tal, que absorbe enormes cantidades de líquido sin que se apague. Ya lo hemos dicho anteriormente: para un fuego sério no hay sino bombas potentes. Los extinguidores apagan la superficie de los maderos; pero para enfriarlos del todo y evitar que el fuego se renueve es preciso mucho líquido, y nada más que mucho líquido, el cual sólo corresponde á bombas poderosas.

Los extinguidores son como la primera cura de un herido, que bien hecha, aunque sea con sencillez, le salva la vida; las bombas son como el recurso supremo que se hace cuando el mal ha tomado proporciones alarmantes, quizás por haberlo descuidado en los primeros momentos.

No hay en la industria humana nada que sea lo mejor ni lo peor en absoluto. Tal procedimiento, que en ciertos casos resulta ser el preferible, es el peor de todos en los demas. El ferro-carril es superior á la carretera; pero aquel no es aceptable sino cuando el tráfico basta para satisfacer su capital; de lo contrario, es preferible la carretera; quizás el camino vecinal. Ni el uso de los gases asfixiantes es recomendable en todos los incendios, ni los extinguidores son siempre mejores ó siempre peores que las bombas: todo depende de las circunstancias.

Estos aparatos deben hallarse montados dentro de las habitaciones para poder funcionar con la propia fuerza motriz ocasionada por la accion del gas producido á fuerte presion. Se ha propuesto sustituir éste por el aire comprimido. En tal caso se inyecta con una bombita el aire sobre el líquido á varias atmósferas de presion, y se deja así el aparato dispuesto de suerte que, abriendo una llave, saldrá el líquido empujado por la accion de este aire. Es lo que en los aparatos de los gabinetes de Física se llama bomba de compresion.

Este sistema es desventajoso comparado con los anteriores, puesto que si el aire está comprimido, irá saliendo por las rendijas y no se hallará en buen estado en el momento de un accidente; si por el contrario, está sin comprimir, habrá que ejecutarlo en dicho momento, lo cual exige tiempo, serenidad y brazos disponibles, sin ventaja

alguna sobre una bomba ordinaria. Por el contrario, los extinguidores pueden estar con sus dos elementos, ácido y sal, sin mezclarse, bastando mover una llave ó clavija para que esta mezcla se ejecute en el momento preciso por una mano débil y áun inexperta, y entónces se producirá el gas á fuerte presion. De esta suerte no hay fugas, y el aparato puede conservarse en buen estado durante varios años.

Haremos constar que el médico Carlier y el general de ingenieros Vignon tomaron un privilegio de invencion en Francia, en Junio de 1862, pero sus ensayos públicos más notables fueron en 1865. En Inglaterra se ocuparon algunos otros de este asunto, entre ellos el citado Dicks, y en los Estados-Unidos de América tomó Babcock un privilegio análogo en Abril de 1869, habiéndolo renovado en Julio de 1872 y formado una compañía que explota este aparato.

Para terminar este punto indicaremos que á veces las bombas, y sobre todo las de vapor, causan tantos desperfectos en un edificio como el incendio mismo; inundan las habitaciones, destruyen los tabiques y estropean todo el mobiliario. Nada de esto sucede con los extinguidores, y de aquí la conveniencia de usarlos en los fuegos pequeños, recurriendo á las bombas ordinarias en los poderosos, y reservando las de vapor para los devoradores.

VI.

Cúmplenos manifestar en este punto, que en España ha habido dos personas, por lo ménos, que han trabajado con celo en esta cuestion. Una de ellas es el Sr. Ferran, que hizo pruebas prácticas en Madrid (Abril de 1870) con un aparato que titulaba bomba química. Consistía en una caja, dentro de la que iba el líquido, cuya composicion nos es desconocida, pero que debe ser análoga á la de los extinguidores. Un cuerpo de bomba auxiliaba la operacion. Los ensayos fueron bastante favorables, pero despues de dicha época no hemos vuelto á oír hablar de este industrial.

Más conocido es el Sr. Bañolas, quien, con una actividad digna de encomio, trata de propagar en España y América un aparato de su invencion, análogo en principio á los extinguidores. Hemos tenido el gusto de asistir á varias de las pruebas que se han hecho con el aparato Bañolas y de observar los sucesivos perfeccionamientos que en ellos ha ido introduciendo.

El *mata-fuegos ó instantáneo contra incendios* como lo titula el Sr. Bañolas, es en sus últimos modelos un depósito en el que se halla la disolucion de bicarbonato de sosa y de alumbre, y otro pequeño superior é interior con respecto al primero, en el cual se coloca el ácido tártrico: basta dar vueltas á un pequeño manubrio que hay encima para que se mezclen rápidamente (y esta es una

de las cosas más ingeniosas del aparato Bañolas) ambos líquidos, y se obtenga instantáneamente la presión del ácido carbónico libre que entonces se produce.

El invento del Sr. Bañolas se halla en éste y otros detalles de construcción, que hacen su aparato eminentemente práctico, manejable por un niño, rápido en su acción, y libre de toda perturbación y trastorno grave. Entre dichos detalles, citaremos además el que las paredes interiores se hallan cubiertas con un buen barniz de caoutchouc que las protege durante muchísimos años de la acción del ácido. Asimismo usa el ácido disuelto y no sólido como algunos sistemas, lo cual retarda la acción del aparato.

Debería hallarse tan utilísimo artefacto en el interior de los museos, en la portería de las casas, en el furgón de un tren, no completamente montado, esto es, con el gas á presión, pues habría fugas, ni tampoco sin los ingredientes en su interior, pues entonces se tardaría algunos minutos en ponerlo corriente. La disolución salina estará en la capacidad grande, la ácida en la pequeña: dando vueltas al manubrio, se mezclan ambas en pocos segundos, y entonces está ya montado el aparato. La presión que alcanza el gas suele llegar hasta 12 atmósferas, y abriendo la llave de la manga, sale por ésta el líquido arrastrando algo de ácido carbónico con gran fuerza. Cuando, como sucede en algunos extinguidores extranjeros, el ácido no está disuelto, la presión que se

alcanza es mucho menor, lo cual quita una de las principales ventajas.

El líquido es inofensivo para los tejidos, de suerte, que no los corroe ni siquiera los decolora. La construcción de esta clase de aparatos tiene que ser esmerada, pues de lo contrario podrían estallar. Siempre que hay gases muy comprimidos, se debe cuidar con gran esmero de las vasijas que los contienen: una explosión sería muy peligrosa.

El Sr. Bañolas vende aparatos de diversos modelos que corresponden á distintos tamaños: llama semi-continuo á uno que consta de dos aparatos montados en un carro, de los cuales, se carga uno mientras obra el otro. Las sales las da en paquetes: el ácido en frascos. Bastan pocos minutos para descargar un aparato sencillo; si no se ha apagado con él el fuego, es preciso volverle á cargar de agua, echar en ésta la sal, y verter el ácido en un pequeño depósito, en todo lo cual se tarda algún tiempo. El aparato semi-continuo pretende, por el uso de los dos sencillos acoplados, salvar esta intermitencia.

También propone el industrial español citado el *tren completo*, que consta de dos carros, uno destinado á llevar el agua, y otro con dos grandes aparatos y varios pequeños. Nuestra opinión es, que la ventaja del aparato Bañolas, lo mismo que la de todos los extinguidores, está en los modelos pequeños puestos en el interior de los edificios con objeto de apagar un fuego incipiente, gracias

á su propia fuerza motriz y á la buena clase de líquido. Pero quererlos disponer en gran escala para competir con las bombas en los incendios imponentes, nos parece poco racional, pues ni en baratura ni en eficacia, podrán compararse con las bombas.

Pudiera haber algun caso singular en que no fuera así, por ejemplo, en una localidad en que escaseara el agua ó en que no hubiera brazos disponibles para mover las bombas: entónces los extinguidores vencerían á éstas. Pero en tésis general, y dentro de una poblacion, no podrán luchar con las bombas.

Para abaratar las cargas, usa el Sr. Bañolas el más económico de los ácidos, el sulfúrico, en los aparatos grandes, aunque entónces el líquido resultante dañará á los objetos delicados que toque. Este activo industrial procura dar á conocer su sistema en España y en el extranjero; nuestra mision es animarle á que prosiga en su empresa, aunque diciendo siempre lo que de ella puede esperarse. Beneficiosa es sin duda porque trata de atajar el mal en su origen, pero limitada ventajosamente como todos los inventos industriales, á casos especiales. Dentro de ellos prestará inmensos servicios, pues no olvidemos que los incendios empiezan por poco y acaban por mucho; atacándolos en un principio, se consigue siempre un buen resultado.

VII.

Para combatir los incendios es preciso, además de los medios citados, otros auxiliares muy dignos de ser tomados en consideracion. El primero de todos ellos es la buena organizacion de los bomberos. Créese en España, y sobre todo en Madrid, que disponiendo de unos cuantos carpinteros y albañiles—de arrojo y agilidad, que en esto no tienen superiores los madrileños,—se posee ya un excelente cuerpo de bomberos. Sin negar que estas condiciones son muy atendibles, debemos manifestar que no son suficientes.

En primer lugar es preciso que estos obreros estén perfectamente regimentados, y no estorba el que sean diestros en la gimnasia. Deben tener ejercicios frecuentes, obedecer á señales convenidas y maniobrar, en una palabra, con mayor precision que los cuerpos militares. De esta suerte se evitarán confusiones y desórdenes, como los que ocurren con el aturdimiento que ocasiona el terrible accidente que se trata de combatir. En Lón-dres se halla al frente de los bomberos un hombre que ha consagrado casi toda su vida á este servicio, el capitán Shaw, quien lo ha organizado perfectamente.

En Berlin es donde se halla mejor montado este servicio: los bomberos son militares perfectamente regimentados, que no tienen más ocupacion que la de apagar incendios. Este sistema tiene sobre el empleo de voluntarios y obreros la

ventaja de tener un personal más disciplinado y siempre á la mano, para cualquier riesgo que ocurra. Estos bomberos se reclutan entre los licenciados del ejército; viven acuartelados y sujetos á una estrecha disciplina.

Hagamos notar de paso que hay en español una obra titulada *Tratado de la extincion de los incendios*, escrita por D. Antonio Rovira, arquitecto y jefe de bomberos de Barcelona, en cuya ciudad está impresa en 1856: en ella se dan reglas juiciosas para la organizacion de los bomberos y su buen servicio.

Los trajes de los bomberos deben ser adecuados á su instituto; un casco de carton, sólido y ligero, es preferible á las gorras que usan los operarios madrileños; un traje ceñido, cinturón con anillas, un calzado fuerte, son siempre recomendables.

Además es preciso que algunos de los bomberos sepan manejar las escafandras y vayan provistos de ellas á los incendios. Hay escafandras que se reducen á una mochila metálica llena de aire, el cual va por un tubo á la boca del portador. Con ella puede introducirse impunemente un hombre en medio de un edificio lleno de humo, examinar las partes más atacadas, llevar la mangua á los puntos más convenientes, y lo que es más interesante, salvar la vida de las personas que, por temor ó por un principio de asfixia, no pueden abrirse paso al través de los humos.

En Madrid han ocurrido numerosas muertes

por esta causa, ya en las personas encerradas en las habitaciones presa de las llamas, ya tambien en las que han acudido á socorrerlas. Si nuestro ayuntamiento hubiera dispuesto de media docena de escafandras, que por poco dinero hubiera adquirido, se habrian evitado estas desgracias.

Tambien convendría, aunque no es tan indispensable como lo anterior, que algunos obreros usaran trajes de amianto y calzado á propósito para poder atravesar, en un momento preciso, por las llamas. Este y otros detalles no se aprecian como se debe en nuestro país, donde casi todo se hace á la buena de Dios, sin plan ni concierto, ó bien donde sus corporaciones municipales gastan muchos miles de reales en cosas politicas y escatiman los maravedises en gastos que, como los anteriores, tienden á salvar las vidas y haciendas de sus administrados.

Existen tambien otros medios auxiliares para el salvamento de las personas y aún de las cosas en el caso de un incendio. Uno de ellos es el empleo de escaleras de grandes dimensiones. Las usadas en Inglaterra suelen ir montadas en un carro, el cual se halla en cada plazuela de una poblacion: de noche se suele armarlas y adosarlas contra una pared, para que estén mejor dispuestas. Estas escaleras se alargan y llevan detrás un forro, desde arriba hasta abajo, de tela metálica, el cual deja un gran hueco, por el cual se puede desprender hasta una persona. Esta escalera puede

adosarse á un edificio en llamas, protegida por la tela metálica y sirve sobre todo cuando la ordinaria de la casa está ardiendo.

En Madrid es frecuente ver en los incendios acudir á las escaleras de las parroquias, y ántes de que se abren las puertas de éstas y de que se lleva el aparato ocurren diversos percances, amén de que la escalera suele resultar ineficaz si las ventanas de la casa vomitan llamas. Esto, unido á las bombas antiguas y pequeñas que posee la municipalidad, hace que su servicio de incendios sea pésimo. Y si esto ocurre en la capital, júzguese cómo será el de las otras poblaciones, salvo alguna que otra, donde por excepcion se ha introducido regular material contra incendios. En muchos pueblos no hay una mala bomba y se atacan los incendios prestando los vecinos sus cacharros y brazos para llevar el agua, ni más ni ménos que como se hubiera hecho en el tiempo y país de los Faraones para un caso análogo

El paleontólogo Cuvier conocía un fósil al ver uno sólo de sus huesos. Otro tanto podemos decir de nuestra civilizacion: uno de sus elementos, los aparatos contra incendios, dan idea de su poderio é ingenio: en ellos se refleja toda la ciencia contemporánea.

VIII.

Pudiéramos presentar, como contraposicion con el servicio de incendios de nuestras poblaciones el de algunas otras del continente, por ejemplo,

Berlin; pero nos limitaremos á indicar el que existe en la ciudad más próspera de América, en Nueva-Yorck. Para todas las cuestiones de actividad y energía, más bien que de ciencia y cálculo, no hay modelos preferibles á los que nos suministran los activos y laboriosos norte-americanos.

Setecientos cinco hombres, repartidos en 10 batallones son los bomberos de la ciudad: cada uno tiene un comandante, bajo las órdenes del que lo es general. Cada batallon consta de un cierto número de compañías, unas con bombas, otras con escalas; cada compañía de bombas tiene un capitán, un teniente, dos jefes mecánicos y ocho bomberos; cada compañía de escalas comprende un capitán, un teniente y diez obreros. Además hay un jefe de todo el servicio de incendios que es el ingeniero Perley, y otros que forman un verdadero estado mayor, compuesto de personas competentes.

El número de bombas de vapor es 40, y otros tantos *tenders*, ó sea carruajes para trasportar las mangas, las herramientas y los bomberos; hay cuatro grandes máquinas Babcock, que deben ser parecidas á los trenes de Bañolas, y 18 escaleras. Además existen dos bombas de vapor, cuatro máquinas de Babcock y dos escaleras de la parte últimamente anexionada á la villa.

Hay en esta nueve torres destinadas á observar los puntos en que se declara un incendio, y 548 estaciones telegráficas para que el público pueda

avisar el percance. Dicho aviso se hace con una señal, la cual va á la oficina central única. En ésta conocen el barrio de la procedencia, ó sea donde está la estacion de que se avisó, y transmite dicha oficina las órdenes á los cinco depósitos más inmediatos, los cuales están distribuidos en diversos puntos de la poblacion. Si las cinco bombas, que tardan poquísimos minutos en llegar, no son suficientes, se comunica á la oficina, quien llama más bombas de otros depósitos. Estas no salen sin orden expresa de la oficina central. Hay una red telegráfica especial para todo este servicio.

Los depósitos en que se hallan las bombas merecen ser descritos en su parte esencial: son muy parecidos. La bomba de vapor, perfectamente limpia y bien engrasada, tiene su caldera dia y noche á presion, lo cual se consigue con el vapor que viene por un tubo desde otra caldera fija, cuyo hogar arde. No así el de la bomba que está apagado, pero cargado de modo que puede encenderse en un momento. Al lado de la bomba hay una esponja empapada en un líquido inflamable; cerca de ésta arde siempre un mechero de gas.

Un gran timbre eléctrico avisa la necesidad de salir la bomba, y entónces basta arrimar la esponja al mechero, y luego al hogar de la bomba, para que arda el combustible de éste. Como la caldera estaba casi á la presion conveniente, ésta aumenta con el fuego del hogar, y al llegar la

bomba á su sitio puede funcionar con toda fuerza y seguridad.

La corriente eléctrica que hace sonar el timbre, suelta la rienda de los caballos, que están enjaezados siempre en la cuadra. Al verse libres acuden los animales, por una costumbre que se les ha hecho adquirir, á la lanza de la bomba, de suerte que basta engancharles, lo cual se hace en un abrir y cerrar los ojos.

Segun atestiguan personas que han visto esta operacion, resulta que desde la señal hecha en el timbre hasta la salida de la bomba por la puerta del depósito, se tarda durante el dia de ocho á diez *segundos*, y durante la noche, en que los bomberos suelen estar dormidos, aunque siempre vestidos, de veinte á treinta *segundos*.

Al mismo tiempo se enganchan otros dos briosos caballos en el tender, en el que van los bomberos y 800 piés de manga. Aquellos recorren al trote largo las calles, y todos los carruajes tienen obligacion de cederles el paso.

Recientemente ha introducido Perley una modificacion, por cuyo medio puede el manguero hacer cesar instantáneamente la salida del agua, aún ántes de que se pare la bomba, como conviene cuando se nota que ésta perjudica en aquellos momentos. Los aparatos Babcock se usan en los barrios en que escasea el agua.

Compárese ahora esta organizacion, cuyos puntos capitales hemos indicado, con la que existe en Madrid, y dígase si teníamos razon

al asegurar nuestro atraso, incuria y pobreza.

Pero quizás se le ocurra á alguno que, á pesar de tales precauciones, suelen tomar los incendios de las ciudades norte-americanas—como el último de Chicago—proporciones colosales. A esto sólo contestaremos, que si hubiera en España alguna ciudad con almacenes como los que existen en estos riquísimos centros fabriles ó comerciales, se hubiera quemado cien veces, á no que sus moradores se hubieran convencido, por una triste experiencia, que es preferible gastar unos miles de duros en tener buenos aparatos contra incendios y un personal excelente para manejarlos, que ver arder por valor de millones de igual moneda en el instante ménos pensado.

EL HIERRO EN VIZCAYA.

- I. Usos del hierro. Dificultad de fabricarlo. Griegos, fenicios, asirios, judíos, egipcios. Cartagineses y romanos.
- II. Texto de Plinio. Triano en la Edad Media. Fabricacion de armas. Derecho de la familia Salazar. Propiedad de las minas. Historia de la exportacion.
- III. Historia de la fabricacion. Su origen. La trompa; desuso. Texto de Bowles. Material y obreros de una ferreria. Libro de Villareal. Progresos de la metalurgia en Inglaterra. Trabajos de la Sociedad Vascongada.
- IV. Grandes fábricas en Vizcaya. Procedimiento Chanot. Sistema Tourangin. Variedad Gurlt. Ferro-carriles y medios de arrastre. Nuevas fábricas. Los aceros de Mondragon.
- V. Estadística de la produccion. Antiguas ferrerías. Datos de este siglo. Mineral de los últimos años. Metal de esta época. Aumentos. Causas.
- VI. Minerales de Somorrostro. Las minas y los propietarios. Precios medios. Riqueza de la comarca. Porvenir de esta industria. Conclusion.

I.

Es el hierro el metal de que mayor uso hace hoy el hombre por las excelentes propiedades que posee. Barato, sobre todo cuando está *colado*, al cual llamaremos *fundicion*; fácil de trabajar cuando se halla en el estado de hierro dulce, al cual llamaremos simplemente *hierro*; resistente, susceptible de adquirir pulimento y aspecto ele-

gante, es por todo esto el metal que predomina en las obras modernas. Sin él no se hubieran realizado las máquinas motrices, los grandes puentes, las construcciones y edificios característicos del siglo XIX.

Otra de sus variedades es el acero, que se presta también á un excelente trabajo, y que adquiere con el temple gran dureza y elasticidad. De aquí los usos especiales á que desde antiguo se le viene destinando, y los mayores que adquiere hoy con las nuevas clases de aceros económicos que fabrican Bessemer, Krupp, Petin y otros industriales famosos.

No puede, en cambio, luchar el hierro con el bronce para ciertos usos, atendiendo sobre todo á que se oxida con facilidad, lo cual exige que se le cubra con pintura, barniz ó una capa metálica, que generalmente es de zinc ó cobre. El aluminio, que hace unos años pareció arrebatarse al hierro el cetro del consumo, por su mayor ligereza y menor oxidación, no lo ha conseguido por la carestía que aún alcanza en los mercados.

De aquí la inmensa importancia que tiene en nuestra época la fabricación del hierro. Indiquemos sumariamente cómo ha llegado á esta preponderancia.

El uso del hierro para la fabricación de armas, instrumentos de agricultura y artefactos, supone en los pueblos que lo emplean cierto grado de cultura, justificado por la dificultad relativa de obtener este metal y su rareza en el estado na-

tivo. Por esto vemos que en los tiempos llamados prehistóricos se usó la piedra como arma y utensilio, primero tosca, más tarde labrada. Siguió á ésta el empleo del bronce, más fácil de obtener que el hierro, y este metal no se presentó sino al cabo de mucho tiempo, en épocas que varían según la civilización y suelo de los pueblos.

Raras eran las armas de hierro en el sitio de Troya, y tal era el precio de este metal durante aquella época, que Aquiles entregó un trozo del mismo, como premio á los vencedores en los juegos verificados con motivo de los funerales de Patroclo.

Los fenicios debieron conocer y quizás explotar algunas minas de hierro en Inglaterra, en opinión del historiador de éstas, Landrin, y es probable que hicieran lo mismo con otras españolas; pero su comercio debió ser en pequeña escala. En una nota leída en el congreso arqueológico verificado en Bolonia durante el año de 1872, se dice que el hierro era considerado como un metal precioso en los primeros tiempos del Lacio (unos 700 años ántes de J. C.). Por entónces su uso era bastante comun en el floreciente imperio asirio, á juzgar por los instrumentos que se conservan en el Museo Británico, extraídos de las ruinas de Ninive, entre los cuales llama extraordinariamente la atención una sierra muy parecida á las que hoy usamos. Los judíos lo emplearon en el templo de Salomon; los egipcios lo conocieron desde muy antiguo.

Los romanos, y áun los griegos, en su época floreciente, emplearon el hierro en armas, utensilios y como elemento auxiliar de la construcción de edificios. Los cartagineses, que partieron desde España en las guerras púnicas, llevaban espadas de hierro que asustaban á los romanos por las grandes heridas que producían. Desde la conquista completa de España por el pueblo rey, data la generalización del uso del hierro.

II.

Plinio publicó, el año 80 de nuestra era, su famosa *Historia natural*, en la que se mencionan diversas minas de hierro del continente europeo, y en el párrafo XLIII del libro XXXIV, dice así, traducido literalmente: «De todos los metales, el mineral de hierro es el más abundante. Sobre la costa de Cantabria que baña el Océano, hay una montaña escarpada y elevada, que, cosa increíble, es toda ella de esta materia.»

Este texto sólo puede referirse al monte de Triano en Vizcaya, puesto que ningun otro criadero tan abundante y rico se encuentra en toda la costa, por más que algunos le hayan atribuido al monte de Cabarga, inmediato á Santander, el cual sólo tiene algo de mineral, no como Triano que está cuajado. Indudablemente que las noticias de Plinio se debían á viajeros á quienes había chocado desde el mar el pico de Serantes, inmediato á Triano, y confundían aquel empinado monte con su vecino el que encierra el hierro. Nó-

tese que la Cantabria llegaba hasta el Nervion, esto es, concluía cerca de Triano, incluyendo á éste y á Serantes y continuando hácia Santander, esto aún en la opinion de los que niegan que la Cantabria abrazara á Vizcaya y Guipúzcoa.

Este es el dato más auténtico y antiguo relativo á la industria del hierro en Vizcaya, puesto que la noticia de Plinio hace suponer que se labraba por entónces este metal en el suelo vascongado, ó por lo ménos que se extraía el mineral de su riquísimo criadero. El nombre de *venas* que se da en el país al mineral es el latino, y á las minas las llaman *veneras*. En 1767 se hallaron monedas celtiberas dentro de una antigua mina en Larrabezúa.

No cabe duda alguna de que las minas de Triano, situadas á cosa de una legua de la desembocadura del Nervion y á poco ménos de Somorrostro, cuyo nombre suelen llevar, fueron explotadas, probablemente con algunos intervalos, durante toda la Edad Media. Scherer dice en el tomo primero de la *Historia del comercio* lo siguiente: «Desde el siglo noveno aparecieron buques españoles en el golfo de Vizcaya, principalmente para pescar. Bilbao, la plaza más importante del golfo, exportaba por mar cantidades considerables de hierro extraído de las montañas inmediatas.» Aquí hay un error, pues Bilbao se fundó posteriormente á dicho siglo; pero el hecho de la exportacion del metal de la comarca próxima á dicha villa está bien comprobado.

Las ballestas, usadas en España desde los tiempos de Sertorio, representaban un gran consumo de hierro y acero. Durante las frecuentes y no interrumpidas guerras de la Edad Media había quizás en la Península dos millones de estas armas, que pesaban más de cinco libras cada una. Unase á esto las espadas, armaduras, herramientas y utensilios, y se comprenderá que el consumo del hierro era muy grande en aquella época. Hay testimonios que aseguran la fabricacion de armas blancas en las provincias del Norte de España y su exportacion á las del Sur y á otras naciones, así como hoy son tambien las primeras de la nacion para construir las de fuego.

Las célebres minas de Triano, que son las principales de Vizcaya, fueron propiedad, segun asevera Madoz en el tomo XV de su *Diccionario*, de D. Lope García Salazar, miembro de una de las más ilustres familias del país, y autor de las *Bienandanzas*. Segun cédula de D. Juan II, de 16 de Febrero de 1439, se le permitía «que por sí ó por otros pudiera sacar veñas por la mar en cualquier navio á los puertos y entradas, abras y descargas de Cabreton, Bayona, San Juan de Luz y Fuenterrabia, para las ferrerías de Gascuña y Labort, cuantas venas las dichas ferrerías hubieren menester para su abastecimiento en cada año.»

En 12 de Julio de 1475 confirmó el Rey Católico D. Fernando este privilegio al nieto del anterior, D. Pedro Salazar, que fué posteriormente revo-

cado, y en 29 de Marzo de 1487 mandaron los Reyes Católicos que los descendientes de esta familia no opusieran impedimento á la extraccion del mineral.

De lo anterior parece deducirse que esta familia sólo tenía un derecho señorial sobre la exportacion del mineral, el cual fué abolido por los Reyes Católicos, derecho que algunos opinan no fué debido sino á sus exigencias ó á haber contribuido á construir el camino que bajaba el mineral hasta la ría de Somorrostro. La propiedad de las minas era entónces indudablemente de los pueblos correspondientes, gozando del usufructo los explotadores de los mismos. Dicese tambien que éstos las compraron á la citada familia; pero lo que hubo fué una transacion para evitar pleitos con ella.

Este principio está en completa conformidad con la doctrina del fuero vizcaino, favorable siempre á los intereses de los municipios, y con la tradicion en la comarca. Sus habitantes han opuesto siempre tenaz resistencia á las leyes de minas, y puede asegurarse que una de las causas que hizo levantarse más gente en armas en las Encartaciones al comenzar la actual guerra civil fué la propiedad de las minas, que juzgaban se les arrebatava injustamente.

El fuero afirmaba la libre extraccion del mineral, y prohibía la exportacion fuera del país. La primera disposicion ocasionaba una explotacion descuidada y poco previsora en las minas; la se-

gunda se eludía frecuentemente, y aún las juntas de Guernica autorizaron últimamente la exportacion.

El distinguido ingeniero Sr. Aldana, en una descripcion de estas minas, publicada en la *Revista Minera* de 1851, dice que en 1499, 1503 y 1514 se mandó por los soberanos de España que no se exportara mineral de Vizcaya fuera del reino. En 1554 se estableció por la Diputacion foral un alcalde de billeteros para regimentar la extraccion, y en 1732 se adoptaron medidas para impedir la exportacion. Para corregir los abusos que cometían los extractores, que ocasionaron bastantes desgracias en las minas, se nombró un inspector de éstas, que lo fué el aleman D. Wolfgang Alucha, poco ántes de la guerra de la Independencia.

En 1782 dió el reputado Elhuyar un informe sobre las minas de Somorrostro, quejándose de la mala explotacion. En 1750 propuso el bilbaino Sr. Hezeta un medio de trasporte análogo al de Hogdson, que hoy se emplea, segun lo ha probado el diligente bibliófilo é ingeniero Sr. Rua Figueroa. Hoy se sigue en Vizcaya la ley general de minas.

III.

Pasemos á indicar la marcha histórica de la fabricacion del hierro en Vizcaya. Indudablemente las primeras ferrerías se establecieron en el alto de las montañas; pruébalo el nombre euskaro de ferrería, que es *oleac*, ó sea sitio alto; y

mejor razon es la metalúrgica, puesto que la mezcla de mineral y carbon exige una corriente intensa de aire para que éste arda y vaya reduciendo al primero; corriente que en los primeros tiempos debió buscarse en los parajes elevados.

Más tarde se halló medio de producirla artificialmente por medio de fuelles, y se establecieron las ferrerías en los valles para mayor facilidad en las comunicaciones, y posteriormente se aprovechó la fuerza desplegada por los saltos de agua para que éstos moviesen los fuelles y los martillos con que se trabaja la *zamarra* ó *tocho* de metal, arrojando de su masa, á fuerza de golpes, las escorias ó impurezas. La tradicion vascongada, segun el célebre literato Sr. Trueba, tan competente en estos asuntos, atribuye á un tal *Olibea*, que quiere decir *de lo alto á lo bajo*, el haber hecho este progreso.

Don Juan II confirmó en Segovia las ordenanzas de los ferrones de Marquina, una de las villas más ricas de Vizcaya, en 1474.

De esta suerte siguió la fabricacion sin más máquinas que fuelles y martillos, ni más horno que una forja. Las ruedas hidráulicas motrices eran pequeñas, y hácia 1540 se introdujeron otras mayores, así como los martinets que se llamaban á la genovesa. Para fomentar esta industria se propuso en 1699 el estancar el hierro, y áun celebraron juntas en Durango las diputaciones forales de Vizcaya y Guipúzcoa, pero no llegaron á tomar acuerdo definitivo.

La fabricacion continuó técnicamente la misma, si bien con algunas alteraciones, que luego indicaremos, en su estadística, las cuales dieron origen á medidas prohibitivas, como la general que se dió para todo el reino en el siglo XVIII prohibiendo la entrada del hierro de Suecia y de otros países.

La *trompa* ó *ayazarca*, que sustituye á los fuelles y arrastra el aire por un conducto, haciéndolo ir á las fraguas, fué aplicada en 1635 por Pablo Antonio Ribadeneyra, quien se titulaba su inventor, cuando sólo fué su introductor. Tomó privilegio por cincuenta años y lo cedió á un vascongado, siendo esto causa de algunos pleitos que se zanjaron pocos años despues. El jesuita Henao decia en su obra *Averiguaciones de las antigüedades de Cantabria*, publicada en 1689, lo siguiente, á propósito de la trompa: «sopla con más fuerza y continuacion que los barquines (fuelles), saca mejor hierro y gasta ménos carbon.»

La Sociedad vascongada de Amigos del País, creada por el ilustre conde de Peñaflores en 1748, si bien con su propio título lo fué en 1764, coadyuvó grandemente á la mejora de las ferrerías, segun iremos diciendo. En 1766 propuso un premio de 1.000 rs. para la mejor Memoria en que se compararan las ventajas é inconvenientes de los fuelles de cuero, los de tabla y las trompas; fué concedido á M. Grignon, dueño de ferrerías en la Champagne (Francia). En 1773 publicaron los *Extractos* de esta ilustre Sociedad un trabajo

del Sr. Areyzaga sobre trompas, conforme á las reglas que había dictado la Academia de Ciencias de Paris.

A pesar de todo esto, predominaron los fuelles en casi todas las ferrerías de Vizcaya, y casi han llegado á nuestros dias con leves modificaciones. La rutina es el gran enemigo de todas las industrias montadas en pequeña escala, y encomendadas por esto mismo á personas poco cultas.

El naturalista inglés Bowles, que vivió mucho tiempo entre nosotros, dice en su *Introduccion á la Historia natural y á la Geografía física de España*, publicada en 1775, lo siguiente, sobre el procedimiento seguido en las ferrerías de Vizcaya: «Primero tuestan ó *arragoan* el mineral al aire entre troncos de madera. Luego va al *fogal*, donde forma pella de cuatro á cinco arrobas. Un quintal de vena da 30 á 35 libras de hierro.»

Esta era la manera de producir el hierro que el Sr. Trueba aclara en el párrafo siguiente: «La ferrería tenía un *arotza*, un tirador, dos fundidores y un prestador: el *arotza* (carpintero) era el director y maquinista. El tirador manejaba la barra al mazo, ayudado á veces por el *arotza*; los fundidores cuidaban el horno, alternando por doce horas; el prestador *gaztemalla* (jóven machacador), machacaba y limpiaba la vena en la *arragua* (horno); era el cocinero.»

Los aparatos y edificios eran toscos. La campaña duraba de Noviembre á Mayo por la poca agua que en verano traen los torrentes, impropia

para mover las ruedas; algunas ferrerías sobre el Nervion y Cadagua trabajaban más tiempo. Los mayorazgos del país daban el ejemplo y tenían casi todos una ferrería, en la que utilizaban el carbon de sus bosques. Había ántes del siglo XVII dos clases de ferrerías, las mayores y las menores: aquellas daban masas de 12 á 16 arrobas, con cada una de las que hacían cuatro tochos, que se ponían al martinete en forma de barras gruesas; en las menores se adelgazaban éstas. Luego se hizo ya toda la operacion en cada ferrería.

En una obra titulada *Máquinas hidráulicas de molinos y ferrerías*, publicada por Villareal de Berriz en 1736, se dan reglas, matemáticas unas y prácticas las más, para arreglar las presas y la maquinaria de las ferrerías. No cita siquiera las trompas, y eso que describe con detalles todos los procedimientos seguidos en las Provincias Vascongadas. Las ruedas motrices eran de costado—según hoy las llamamos—y de unos diez piés de diámetro. La censura que hace de este curioso libro el P. Fresneda, profesor del colegio de jesuitas de San Isidro, dice que el autor «dando de mano á inútiles diversiones, puso su blason en instruir su entendimiento en útiles noticias y en enriquecer el Orbe con tan provechosas tareas, propias de un corazón generoso.»

Así continuaron las ferrerías vascongadas, y aún funcionaba alguna estos últimos años. Entre tanto los adelantos de la metalurgia del hierro

venían todos, triste es decirlo, de Inglaterra y áun de Francia. Indiquémoslos brevemente.

El gran consumo del carbon que hacían las forjas, movió á Enrique VIII de Inglaterra á dar en 1543 ordenanzas para la conservacion de los montes; las repitió Isabel en 1558 y 1562, y trató de disminuir el número de forjas en 1580 y 1584. Esto movió al mecánico Sturtevant á obtener en 1611 un privilegio por treinta y un años para el empleo del carbon mineral, pero no pudo realizarlo.

Algunos años despues trató del mismo asunto Dudley, pero luchó con las preocupaciones de sus coetáneos. En 1713 se usó ya en gran escala el carbon mineral. En 1728 obtuvo Payne el privilegio por el horno de pudlar, y en 1783 tomó Cort otro por los laminadores.

Este sistema, que recibe el nombre de inglés, consiste en producir en grandes hornos, llamados *altos*, la fundicion obtenida directamente del mineral mezclado con el carbon. Unas grandes máquinas, llamadas soplantes, dan el aire necesario. Esta fundicion se convierte en hierro dulce; esto es, se afina, decarburándola, para lo cual el procedimiento más seguido es llevarla á un horno, que se llama de pudlar, donde se liquida, y hacer que la llama de un hogar pase próxima al caldo, el cual se agita. Al cabo de pocas horas se forman bolas, á medida que desaparece el carbon de la fundicion, que se aplastan con martillos ú otras máquinas para quitar las impurezas y gotas de

fundición, pudiendo luego estirarse en barras, gracias á los cilindros laminadores.

Nada de esto se introdujo en Vizcaya hasta despues de la guerra civil anterior, por falta de carbon mineral en el país, por rutina y por el interes de los propietarios. Su hierro era vencido en los mercados nacionales por el inglés, salvo en la calidad, pues siempre el hecho con carbon mineral es algo ágrío por el azufre que acompaña al combustible.

La citada Sociedad vascongada procuraba diligentemente introducir dichos perfeccionamientos. Bien lo prueban los tomos de sus *Extractos* desde 1771 á 1793, llenos de escritos referentes á la metalurgia del hierro. Desde este último año languideció tan ilustre corporacion, desapareciendo en 1808.

Así en 1776 publicaron por este medio los hermanos Guilisasti un *Informe sobre la aplicacion del coh á las ferrerías*. El doctor Iturriaga fué premiado en 1791 por la citada corporacion, en gracia de un proyecto titulado: *Compañía de ferrerones para perfeccionar las fundiciones y labores del hierro y establecer nuevas fábricas*, en el que proponía la creacion de un Banco para adelantar dinero á los fabricantes durante sus campañas, y formar una sociedad con todos ellos, dando recompensas á los creadores de nuevos establecimientos.

Creó dicha Sociedad el Seminario de Vergara, que tanto influyó en la ilustracion del país, y es-

tableció cátedras de mineralogía, física y química, encomendándolas á hombres tan notables como Elhuyar, Chavaneau y Proust. Llor al ilustre conde de Peñafiorida y á sus compañeros por tan acertadas y patrióticas tareas.

El primer horno alto, segun los Sres. Maffei y Rua Figueroa, en su concienzuda obra: *Apuntes para una biblioteca española de minería* (1872), fué montado en 1794 en Rivadeo, por Ibañez: hasta 1841 no le hubo en Vizcaya.

IV.

Era malo el estado de las ferrerías en Vizcaya durante este siglo á medida que el hierro inglés entraba en nuestros mercados, por haber cesado la prohibicion que lo impedía. Hacia 1841 se estableció la fábrica de Bolueta, á unos tres kilómetros de Bilbao, y próxima al criadero de Ollargan: en 1866 tenía tres altos hornos, si bien no marchaba más que uno y con carbon vegetal, dos trenes laminadores, siete hornos de pudlar y ocupaba unos 300 operarios.

En 1855 se creó la fábrica del Desierto, sobre el Nervion, y próxima á la estacion que más tarde se hizo de un ferro-carril minero hasta la falda de Triano. En 1866 tenía dos altos hornos, uno con carbon vegetal, y otro con cok, y además ocho hornos Chenot, de que luego hablaremos. Ocupaba unas 500 personas en su interior. Ambas fábricas, sobre todo ésta, se desarrollaron notablemente en estos últimos años, y estaban en

auge al comenzar, en 1872, la guerra civil, que las ha causado daños sin cuento, sobre todo á la última.

Las pocas ferrerías que había se fueron cerrando, pues su hierro no podía competir con el de estas fábricas: los altos hornos de éstas, que marchaban con carbon vegetal lo daban de excelente calidad; los de cok lo producian económico; el consumo de carbon de aquellos hornos lo hizo encarecer extraordinariamente con perjuicio suyo, y sobre todo de las ferrerías. Pero el sistema inglés es realmente absurdo: se trata de convertir el mineral en fundicion, y luego pasar éste á hierro dulce, lo que exige dos operaciones y mucho combustible.

Esto había hecho pensar á varios metalurgistas ingleses y franceses en perfeccionar el racional y lógico procedimiento de las forjas, que era el seguido en las antiguas ferrerías vascongadas. Una de las personas que más trabajaron en este asunto fué el malogrado Chenot, uno de cuyos hijos montó en la fábrica del Desierto hornos de su procedimiento, con los cuales se obtiene del mineral la *esponja de hierro*, que fácilmente se convierte en barras.

Otro industrial, francés como el anterior, vino á Vizcaya hará cosa de quince años, y trató de montar un sistema, por el cual se obtenía con el mineral y el carbon vegetal un excelente hierro á precio más reducido que el de las antiguas ferrerías. M. Tourangin, que así se llama, llegó á

conseguir su objeto, gracias en parte á la excelente calidad y dulzura de los minerales de Vizcaya. Se montaron algunos hornos de este sistema en Vedia, Alonsótegui y otros puntos, aprovechando las ferrerías viejas que estaban paradas. El resultado fué diverso; sin que á la hora presente sea fácil decidir por completo sobre su bondad y economía del sistema Tourangin, aunque nos inclinamos en su favor.

En Zornoza se trasformó otra ferrería antigua, empleando hornos muy parecidos á los de Tourangin, y despues de un largo litigio con los dueños del privilegio, expedido á favor del primero, alegó el poseedor de esta fábrica que seguía el procedimiento ideado por el alemán Gurlt. Bien saben los que á estos asuntos se dedican cuán fácil es decir dónde comienza el invento y termina la imitacion de los procedimientos metalúrgicos.

Sea de ello lo que quiera, é inclinándonos nosotros á que en dicha fábrica se copió á Tourangin, aunque mejorándolo, es lo cierto que su propietario producía mucho y excelente hierro, sumamente dulce, que se exportaba en gran parte al extranjero para clavazon y piezas que exigían esta buena calidad en el metal. En 1869 sólo funcionaban cinco ferrerías antiguas. Había además pueblos enteros, como Villaro y Ochandiano, que se dedicaban á la fabricacion manual de herraduras y clavazon.

La guerra civil vino á interrumpir los trabajos que se efectuaban en Vizcaya para dar grandísi-

mo impulso á la explotacion de sus minas y á la fabricacion del hierro. La diputacion foral había construido un ferro-carril que arrastraba ya 300.000 toneladas por año, desde el pié del Monte Triano á la ría de Bilbao. Estaba muy adelantado otro ferro-carril, éste de vía angosta y doble, desde Portugalete á las minas de Galdames, algo más distantes que las de Triano, pasando tambien por éstas. Otros dos se hallaban en construccion terminando en Luchana sobre la ría de Bilbao.

Además de esto funcionaba algun otro medio de arrastre, como el ferro-carril aéreo de Hogdson, en que los wagoncitos van suspendidos en un cable. Las carreteras estaban llenas de vehículos que traían el mineral á los desembarcaderos. Todo esto se ha parado con la guerra.

Respecto de la fabricacion, el impulso no era tan grande como en la exportacion, pero tenía tambien gran importancia. En el punto del Desierto, y á no gran distancia de la fábrica actual, se labraba otra por una poderosa compañía inglesa, indicándose el próximo establecimiento de otras. El objeto de algunas era fabricar lingote de fundicion para exportarlo al extranjero en vez del mineral, como es racional. Coadyuvaba á este fin el bajo precio del carbon en Bilbao y en su comarca, pues los buques que llevaban el mineral lo traían de retorno desde Inglaterra con fletes muy económicos.

En cuanto á las ferrerías antiguas, varias se trasformaban usando hornos que dieran directa-

mente buenos hierros al carbon vegetal. Los progresos de la metalurgia del hierro tenían aquí ancho campo, y no es dudoso que pronto hubiéramos visto en las grandes fundiciones aplicar los hornos de pudlar de Dank y otros novísimos adelantos de este ramo.

Respecto de los aceros, sólo diremos que los de Mondragon (Guipúzcoa) eran muy famosos, pero que decayeron luégo que se montó la fábrica real de armas de Toledo en 1760. Actualmente no se producen en el territorio vascongado, salvo alguna pequeña pieza. Los modernos procedimientos de Bessemer, Krupp, etc., no se han introducido aún, pero lo hubieran sido en breve á juzgar por el auge que tomaba esta industria y sus afines.

V.

Veamos ahora cuál ha sido la marcha de la extraccion y exportacion del mineral de hierro en Vizcaya, así como la estadística de la fabricacion y salida del metal.

Pedro de Medina, en su libro *Grandezas de España en el siglo XVI*, dice que en Vizcaya y Guipúzcoa había entónces 300 ferrerías que labraban cada una, por lo ménos, 1.000 quintales anuales de hierro, cuya tercera parte se consumía en el país, otra igual se exportaba en barras, y la restante tambien, pero en herramientas, armas y clavazon. El P. Henao señala 167 ferrerías en actividad y 30 apagadas, produciendo más de

100.000 quintales á mediados del siglo XVII. En 1784 había 141 ferrerías, cada una de las cuales daba de 80 á 90 quintales.

A principios del actual siglo se extraían unos 800.000 quintales de mineral para surtir 280 ferrerías de Alava, Guipúzcoa y Vizcaya y algunas de Navarra y Santander: en Vizcaya había 180 que daban 80.000 quintales de metal. En 1819 quedaron reducidas á 117 con 50 á 55.000 quintales. Miñano dice en su *Diccionario*, que en 1828 había 117 ferrerías en dicha provincia, que producían 45.000 quintales de los llamados *machos*, ó sea de 155 libras castellanas cada uno.

El *Diccionario* de Madoz asigna para 1849 una producción de 80.000 quintales de metal en Vizcaya. El Sr. Aldana, ya citado, dice que en 1851 se extraían de Triano unos 500.000 quintales machos de vena, cuya mitad se consumía fuera de la provincia: da los datos de la exportación desde 1834 á 1848. Hacia la ría de Galindo, que comunica con la de Bilbao, confluyendo en el Desierto, se bajaban entónces sobre 230.000, por lo cual opina el citado ingeniero que no se podría alimentar un ferro-carril, por económico que fuera: el aumento de la exportación lo ha hecho luego posible.

La producción del hierro quedó casi estacionaria durante algunos años, pues la disminución de las ferrerías se compensaba con la producción de las dos grandes fábricas ya citadas que sucesivamente se establecieron. Hé aquí los datos últimos

más interesantes, extractados de las estadísticas mineras oficiales:

Mineral de hierro en Vizcaya.

AÑOS.	MINAS.	OPERARIOS.	PRODUCCION.
1861.....	53	698	54.870
1862.....	42	570	70.460
1863.....	42	575	70.720
1864.....	67	1.045	120.470
1865.....	75	893	102.360
1866.....	76	824	89.913
1867.....	81	1.059	136.073
1868.....	77	1.124	154.120
1869.....	88	1.300	164.800
1870.....	75	1.285	250.358

La producción está en toneladas métricas: los datos son incompletos, así, por ejemplo, en 1870 se arrancaron 30.400 toneladas de Ollargan, sin que conste el número de obreros que en esto se ocuparon. El producto en España durante los años de 1866, 67, 68, 69 y 70 fué respectivamente, 180.131, 254.481, 385.553, 311.345 y 436.586: de donde se deduce que Vizcaya daba en el primero de estos años ménos de la mitad del total de este mineral, cuya parte fué subiendo hasta ser casi las dos terceras partes en el último.

Hierro fabricado en Vizcaya.

Años.	Fábricas.	Opera- rios.	Fuerza motriz.	Fundi- cion.	Hierro.
1861....	23	687	»	»	9.465
1862....	17	790	140	8.650	10.894
1863....	12	997	140	12.556	12.919
1864....	12	996	250	12.800	13.456
1865....	10	793	830	12.900	19.973
1866....	8	678	740	9.790	9.242
1867....	4	726	550	10.000	9.580
1868....	7	1.083	599	11.110	9.164
1869....	10	866	570	10.420	11.033
1870....	10	1.056	570	12.310	12.322

La fuerza motriz está en caballos de vapor y se refiere á las máquinas de vapor, ignorándose la de los motores hidráulicos, que debe ser mayor que la anterior. La producción en fundición y hierro dulce está en toneladas métricas; de éste último, en 1870, se han obtenido 3.200 por pudlado, 1.580 por el sistema Gurlt, 1.400 por el de Chenot, y 470 por el de Tourangin: esto dice la *Estadística minera*, pero no suman en todo más de 6.650 toneladas, faltando casi otro tanto para componer el total de la producción.

La de lingote en España desde 1866 á 70, fué respectivamente de 39.260, 41.934, 43.162, 34.486 y 54.078, de suerte que en el primero pasaba de la cuarta parte la cantidad suministrada por Viz-

caya, y en el último no llega á ella. La provincia de Oviedo produce más lingote que la de Vizcaya, siendo ésta la segunda de la nacion en este ramo; una parte del mineral se lleva de ésta.

En cuanto al hierro dulce, las cantidades totales en los mismos años son: 32.338, 35.640, 36.152, 35.626 y 36.163. La parte alicuota de Vizcaya ha crecido en este ramo. Si bien en el quinquenio citado produce en él más Oviedo, las cifras indican que Vizcaya es en este punto superior, salvo el año de 1868, en que por causas especiales produjo mucho más la primera.

Sensible es que no se hayan publicado las estadísticas oficiales posteriores á 1870 (1). Los datos siguientes indican el mineral que ha sido arrasrado de Triano por el ferro-carril de la Diputacion: en 1866 fué 32.187 toneladas; 63.670 en 1867; 93.253 en el 68; 118.100 el 69; 158.000 el 70, y 205.000 el 71.

El movimiento creció mucho desde esta época; la exportacion al extranjero, no sólo de Triano, sino tambien de Ollargan, debió pasar de 500.000 toneladas en 1872; continuó creciendo hasta fin del 73, en que cesó con el sitio de Bilbao. La fiebre minera se había apoderado del país. Las demandas de Inglaterra eran extraordinarias—exportando esta nacion más que todas las demas juntas, y siguiendo á ella Francia y Bélgica,—no

(1) Compuesto lo anterior, llega á nuestra noticia que acaba de publicarse la estadística de 1871.

sólo por la excelente calidad de este mineral, sino tambien porque los criaderos ingleses están casi agotados ó en condiciones caras de explotacion. Las huelgas de los obreros en Inglaterra y otras concausas han hecho elevarse extraordinariamente los precios de los hierros en estos últimos años, lo cual ha redundado en pro de nuestra produccion.

Favorécela tambien el Arancel con los derechos protectores, si bien la perjudica al dejar casi libre la introduccion de la maquinaria, no sólo porque á la sombra de ésta han entrado en España muchos hierros en bruto, sino tambien porque no puede desarrollarse en estas condiciones la construccion de máquinas, que sería un mercado seguro para los hierros. La falta de contribuciones directas en Vizcaya ayuda tambien á esta industria.

VI.

El monte de Triano, situado á unos siete kilómetros de Portugalete y limitando el valle de Somorrostro, es el centro productor del mineral de hierro en Vizcaya. Hé aquí las principales variedades de éste que allí se encuentran:

Mineral de Somorrostro.

Nombre del país.	Cuerpo predominante.	Hierro.	Observaciones.
Vena negra..	Hierro oligisto.....	49 por 100.	Se consumta en las ferrerías.
Vena roja...	{ Oxido rojo (limoni- ta?).....	46	
Vena roja azulada....	{ Mezcla de los dos an- teriores.....	»	{ Hay poca cantid- dad.
Campanil...	{ Peróxido (carbonato descompuesto?)..	50	{ Este rendimiento es aproximado. El mineral es abundantísimo; se exporta mu- cho.
Rubio.....	Hierro pardo compac- to.....	61	{ Es muy duro; se exporta poco.
Calon.....	Oxido con arena....	58	No se exporta.
Toba.....	Ocre amarillo.....	49	Hay muy poco.

La vena negra, ó simplemente vena—ó *mena*, como dicen muchos,—es lo único que se sacaba hasta hace unos diez años, desde los romanos, ó quizás ántes. Para ello se hacían galerías á pico, siguiendo la veta ó filon, y en pésimas condiciones higiénicas y de seguridad. Al suspenderse en 1873 las labores, estaban casi abandonados los agujeros, y se sacaba casi exclusivamente campanil al aire libre, por medio de barrenos.

Esto hacía la extracción fácil y económica. Más que minas son, por lo tanto, canteras. De aquí que el expropiar un terreno, con arreglo á la actual ley, se abona al propietario el subsuelo y se le quita también el suelo, siendo lo más singular

que se le indemniza de éste como si fuera un terreno cualquiera, generalmente como monte inculto, siendo una verdadera capa mineral. ¡Cuántos de estos absurdos hay en nuestras leyes referentes á la riqueza pública y privada!

El criadero es abundantísimo, no sólo en el monte de Triano y circundantes, sino también en los de Galdames, que se hallan más al interior. Hay allí mineral para siglos.

Este se trasporta á la ría de Bilbao por los medios que ya hemos indicado, y de allí pasa á las fábricas del país ó se dedica á la exportación. El precio del campanil de Triano durante el verano de 1871 en la estación del ferro-carril del Desierto, se descomponía del modo siguiente para cada tonelada:

	<u>Reales.</u>
Extraccion.....	5
Conduccion en carros á Ortuella.....	7,50
Idem en ferro-carril al Desierto.....	8
Gastos extraordinarios.....	0,50
Beneficios de los mineros.....	<u>7</u>
Total.....	28

Este precio servía de regulador para el mineral de Ollargan y de otros puntos.

El flete hasta Newport, Swansea y Cardiff, en Inglaterra, era de unos 50 reales tonelada. Los anteriores precios se elevaron bastante en 1872 por la exageración de la demanda.

La riqueza y bienestar que tan notable expor-

tacion llevaba á la comarca eran extraordinarios. Más de 4.000 personas, un enjambre de carros tirados por bueyes, y otro de caballerías se ocupaban en el arrastre del mineral. Los cuatro ferro-carriles en construccion están calculados para sacar más de dos millones de toneladas métricas al año.

Además hay que contar con el criadero de Ollargan, cuyo mineral abundantísimo se encuentra en la superficie, formando cantos y granos cubiertos de arcilla, muy fáciles de sacar. Otro tanto ocurre con los criaderos del Morro, Miravilla y otros inmediatos á Bilbao. El furor minero llegó á tal extremo, que se denunció la provincia toda: hubo muchos propietarios que hicieron las denuncias de sus terrenos para que nadie viniera á molestarles. Primas, traspasos, negocios de todas suertes y colores ocurrían al iniciarse la guerra civil, la cual vino á paralizarlo todo y á castigar severamente á una de las comarcas más prósperas de España.

Ya hemos dicho que en vez de exportar mineral al extranjero deberá mandar Vizcaya lingote en un plazo próximo. Pero su aspiracion ulterior debe ser aún más levantada; y pues la excelente calidad de sus minerales lo permiten, puede con justicia aspirar á fabricar acero Bessemer, plancha y hoja de hierro, alambre, clavazon, etc. Una vez realizado esto, se desarrollarán á la sombra de estas industrias otras no ménos importantes.

Hablamos siempre olvidando de intento que la guerra civil está ardiendo en aquellos parajes, por la obcecacion y fanatismo de sus hijos, principalmente, la cual ha paralizado el impulso industrial que allí reinaba. Cuando cese renacerá la produccion metalífera de esta comarca, cuya primera materia no tiene rival, y cuyos habitantes son laboriosos y hábiles.

Entre tanto debemos lamentarnos de que el hierro sirve hoy en el punto de su produccion para destruirse los hermanos; y nunca con más propiedad puede citarse la exclamacion de Plinio en el párrafo xxxix del libro xxxiv de su *Historia natural*, cuya exageracion y trascendencia no pudo llegar á comprender el sabio romano: «¡Para que la muerte llegue más pronto al hombre, la hemos dado alas y hemos hecho volar el hierro!»

EL PORVENIR DE LA INDUSTRIA ESPAÑOLA.

CARTAS DE UN INGENIERO INGLÉS EN EL AÑO DE 1900.

A John Bull, engineer (London).

CARTA PRIMERA.

Bilbao, Enero de 1900.

Os prometí, mi amigo y compañero, daros cuenta de mis impresiones, conforme se fueran depurando, gracias á la observacion desapasionada y atenta, sobre el presente y porvenir de la industria española, enviándoos las primicias de lo que bajo otra forma y con datos numéricos, debo incluir en la Memoria dirigida á nuestra Asociacion de Ingenieros, que liberalmente paga mi viaje por esta península. Comienzo, pues, hoy mi tarea, pero siendo poco afecto á las cuestiones políticas, y algo más dado al estudio de las sociales, no extrañareis que omita de propósito cuanto referirse pueda al modo de ser político de este país y á las numerosas formas de gobierno que ha ensayado.

Bien sabeis, amigo Bull, cuál fué el verdadero

objeto que ocasionó mi viaje á España. Deseosa nuestra Asociacion de tener datos fidedignos sobre su poderío industrial, me honró con el cometido de acopiarlos sobre el terreno. La tarea no era fácil, y con harta benevolencia para mí, creis- teis todos que, habiendo ejercido mi profesion algunos años en España, y teniendo gran apego á su suelo y algun conocimiento de sus costumbres, podia yo llevar adelante tal empresa. No sé cómo saldré de ella, pero procuraré en todo caso no dejarme arrastrar ni por mis instintos anglo-sajones ni por mis aficiones ibéricas.

Os escribiré desde los principales centros productores en los seis ó siete meses que dure mi viaje: pocas serán las cartas, pero cuidaré de condensar en ellas el resultado de mis investigaciones y estudios.

Es un hecho indiscutible que el cetro de la industria que por espacio de siglo y medio ha empuñado nuestra Inglaterra, se le escapa de las manos, conservando aún el del comercio por la preponderancia de su capital, por las costumbres que ha engendrado y los caminos que ha abierto, por la fuerza viva, en una palabra, que dura en las transacciones humanas como en los movimientos de la materia. Pero no nos hagamos ilusiones: este cetro desaparecerá tambien de nuestras islas poco tiempo despues que el otro: pues el comercio, como industria del cambio que es, ha de acompañar forzosamente á la manufactura, que es el foco de la produccion.

No es por tanto de extrañar que la celosa Asociación á que tenemos la honra de pertenecer, se haya ocupado de tan vital asunto.

Nuestro poderío no ha pasado íntegro á ninguna otra nacion, pero es inegable que unos países han recogido más porcion que otros de esta pingüe herencia. Entre los primeros, figura en preferente lugar España, como los hechos nos lo demuestran: como mis cartas os lo confirmarán.

Singular es bajo diversos aspectos este privilegiado país, y uno de sus caracteres peculiares es la rapidez con que lo vemos pasar en el curso de su historia, desde el estado de postracion más lamentable, hasta el de una floreciente prosperidad. La nacion que en tiempo de Enrique IV estaba á merced de una grandeza turbulenta, con un tesoro exhausto y sin fuerza alguna, se encontró treinta años despues en manos de los reyes católicos, siendo el país más potente y rico del mundo, alcanzando la época más brillante de su historia. Estenuada, triste cual un inmenso convento, sin poblacion ni fuerzas, se hallaba la monarquía al expirar el último de los austricos; y despues de una guerra que duró catorce años, durante la que acamparon en España los ejércitos de las principales potencias europeas, se vió al morir el primero de los Borbones en un estado tal de prosperidad, que su sucesor Fernando VI tuvo que apuntalar las tesorerías segun refiere la tradicion. La monarquía volvió á languidecer y hasta á envilecerse en los momentos de la célebre

guerra de la Independencia, y despues de ésta sangrienta y costosa, despues de las perturbaciones del reinado de Fernando VII y de la guerra de siete años que siguió á su muerte, renació España bajo el cetro de Isabel II, construyó sus ferro-carriles con mayor rapidez relativa que las demas naciones europeas, creó su marina, organizó sus obras públicas y llegó á presentarse en algunas exposiciones con cierto decoro y prestigio.

No os diré las causas del decaimiento de la nacion á partir del final de dicho reinado, porque las sabeis tan bien como yo, y sobre ellas hemos departido frecuentemente; pero os haré notar que la guerra civil volvió á asolar las provincias más productoras; que la deuda pública se elevó á una cifra colosal; que el crédito bajó hasta donde hoy parece imposible; que la ruina y la desolacion amenazaban á este país, de tal suerte, que imitando al célebre poláco, era cosa de exclamar, *Finis Hispaniæ*. Y sin embargo, la reaccion industrial, debida á la paz y al orden, han hecho preponderar los grandes gérmenes de riqueza de esta nacion, que compite hoy con las más productoras y que será pronto una de las más adelantadas en todos los ramos del saber humano.

Precisamente he recorrido este mes las antiguas provincias vascongadas que ofrecen el más acabado contraste con lo que eran hace veintitantos años. Donde entónces había fuertes coronados de cañones, se divisan hoy fábricas terminadas

en chimeneas: las antiguas y célebres trincheras de defensa se han sustituido por ferro-carriles mineros ó de servicio industrial; al ruido y fragor de las armas ha reemplazado el acompasado rumor de las máquinas y de las herramientas. Los campos en que luchaban heroicamente dos bandos de la nacion, son hoy seguro albergue del laborioso obrero y del activo labrador. A los gritos de la guerra han sucedido los cánticos de la paz, y en vez de los horrores y miserias que aquella produce, se cosechan los sazonados frutos que ésta hace brotar.

Es que las naciones sufren enfermedades como los individuos, y si bien aquellas rara vez ponen en peligro su vida, las dejan extenuadas por algun tiempo, hasta que recobren la salud y con ella nuevos bríos. No pasan los pueblos por los Estados de niñez, virilidad y decrepitud, sino que siempre jóvenes y más ó ménos robustos, segun las condiciones de sus moradores y suelo, sufren estados patológicos que á veces determinan mayor robustez al desaparecer. La ciencia que algunos han llamado física social es propiamente fisiología social, toda vez que las naciones son seres organizados, sujetos á estados morbosos y dotados de voluntad propia, no seres inorgánicos, en los que las leyes naturales se cumplen todas con inflexible é inconsciente rigor.

El estado industrial de esta comarca de España, en la línea de la costa que va desde la frontera francesa hasta la misma ciudad de Santan-

der, y comprendiendo una zona de 80 kilómetros hácia su interior, no puede ser más próspero. En ella existen casi todas las industrias, si bien en su mayoría son tributarias ó auxiliares de dos principales, á saber: la metalurgia del hierro y la construccion de máquinas, sobre todo de la primera. Me concretaré, pues, á hablaros de ellas.

El mineral de hierro abunda de tal suerte en esta comarca, y muy especialmente en la parte comprendida desde Bilbao á Castro-Urdiales, que se exportan desde hace años muchos millones de toneladas, y se benefician aún más sin que se note descenso sensible en los criaderos. Estos son casi todos á cielo descubierto y no léjos de la costa. Se arranca el mineral con auxilio de sustancias explosivas ó con la azada, y se le trasporta por una rez dilatadísima de ferro-carriles de diversos sistemas.

Hace cosa de treinta años que comenzó la exportacion de este mineral, cuando el de Inglaterra presentaba ya malas condiciones de explotacion. Desde entónces ha crecido aquella, si bien interrumpida casi al principio por las perturbaciones políticas.

Algun tiempo despues se apercibieron los españoles de que era preferible mandar al resto de Europa lingote de fundicion á mineral de hierro, pues teniendo ellos carbon barato, ya el que les llevaban nuestros buques de retorno, ya el de Asturias, no era cosa de hacer trasportar en pura pérdida la ganga que acompaña al mineral, sino

trasformarle en metal. De entónces datan las fábricas, aunque había ya dos anteriormente.

Establecidas las grandes fundiciones, se pensó en montar otras de afino para elaborar hierro dulce, lo que hizo multiplicar el número de industrias. Las mejoras verificadas en la metalurgia del hierro, obteniéndole del mineral directamente como dulce, dieron origen á otras fábricas. Y bien pronto se convirtieron estos valles y montes en focos productores del metal más usado, que no reconocen rival en el mundo.

La causa determinante de todo esto, además del espíritu industrial que se desarrolló y de la reconocida aptitud y laboriosidad de los vascos y cántabros, es la excelente calidad del mineral que se cria en este suelo, y lo numeroso de sus variedades. Ni la menor traza de azufre ni de fósforo se descubren en él: lleva en sí mismo un buen fundente: reúne, en fin, condiciones tales por su buena calidad, abundancia, baratura de extracción é inmediación al mar, que no hay quien pueda competir con él en Europa. De aquí que las industrias de clavazon, alambre, palastro y otras que exigen hierro de primera clase sean las más sobresalientes.

A la sombra de esta colosal producción de hierro, que basta para surtir la mayor parte del mercado de Europa, y que representa una riqueza muy superior á la que tuvo nuestra Inglaterra cuando se vió precisada á apagar sus hornos altos, por no poder ya competir con España, se

han desarrollado numerosas y riquísimas industrias. Una de éstas es la de construcción de buques de hierro. Bilbao, Santander, Bermeo, Pasajes, etc., fueron célebres en lo antiguo por su marina, y aún en tiempos modernos se construían allí los mejores buques de madera de España. Esta industria ha desaparecido; pero en su lugar se ha desarrollado la de construcción de buques de hierro.

A lo largo de la ría de Bilbao, en Somorrostro, en Castro-Urdiales, en Laredo, en Santander, se hacen hoy buques para todas las naciones de Europa: Bilbao ha superado á nuestro Glasgow. Esto ha traído como inmediata consecuencia la creación de numerosas fábricas en que se labra la chapa, ya de los cascos, ya de los blindajes; de otras en que se construyen las máquinas motrices, sea de vapor, sea de aire caliente, sea de cualquier otro de los sistemas prácticos conocidos. Las enormes dimensiones de estos buques hacen que cada uno represente una fuerte ganancia para el país.

Como consecuencia de todo este gran progreso industrial se han creado fábricas dedicadas á la construcción de máquinas-herramientas, y como el consumo es el mejor aliciente para la industria, las hay que compiten con las más acreditadas de Manchester, por lo delicado de la obra y lo acabado de las piezas. Verdad es que la gente de estas montañas es hábil en estos trabajos.

Bien lo prueba la importancia relativa que tu-

vieron sus fábricas de armas en todo el siglo que acaba de terminar, importancia que hoy ha crecido, gracias á la baratura del hierro.

En los talleres de esta zona industrial, en Eibar, Durango, etc., se construyen hoy armas para diversas naciones de Europa y aún de América. Hay fábricas especiales dedicadas á hacer colosales cañones de acero, y la fama de que gozó Krupp hace treinta años, está eclipsada con la que hoy disfrutan ciertos industriales españoles.

No quiero fatigaros con nombres propios ni datos estadísticos, cosas ambas que vereis en mi Memoria; de lo contrario, lograría desvanecer la duda que quizás quepa en vuestro ánimo del grandísimo vuelo industrial de esta comarca, que es una de las más productoras de la Península. Y ved cómo en el curso de la historia se repiten los hechos: estas provincias surtían de hierro y armas blancas á una parte de Europa en la Edad Media, cuando la industria era manual: perdieron su preponderancia desde principios del siglo XIX, cuando la fábrica mató á la herrería, y la recobran hoy en que el ingenio y el trabajo del momento, unidos al ingenio y trabajo acumulados en forma de capital, pueden romper más que nunca los moldes estrechos de la antigua produccion.

Al lado de esto, y como su complemento indispensable, se han desarrollado las vías de comunicacion que surcan este territorio. Sus puertos se están trasformando de día en día, y se gastan sumas fabulosas en hacerlos cómodos y seguros,

como para albergar decorosamente los pabellones de tantas naciones que vienen á surtirse en sus márgenes.

¡Oh maravilloso poder de la industria y del bienestar! Nadie piensa ya en sublevaciones ni motines; la perturbacion que esto produciria á los habitantes de esta comarca, incomparablemente superior á la que en tiempos pasados les originara; los hábitos adquiridos, la mejora de la pública Administracion, la mayor cultura, son causas que han alejado todo temor de trastornos.

Pero me he extendido más de lo que pensaba para una carta, y la termino repitiéndome vuestro amigo y compañero,

R. WATSON.

CARTA SEGUNDA.

Gijón, Febrero de 1900.

Héme aquí, mi querido compañero Bull, en el centro de la cuenca carbonífera del Norte de España. Hice mi viaje desde Bilbao por el ferrocarril de la costa, deteniéndome en algunos de los pueblos productores y visitando las fábricas de zinc que se encuentran á partir de Santander.

Las calaminas españolas, que alimentaron algun tiempo las ya inertes fábricas de Lieja, que habian agotado el mineral de su suelo,—así como los minerales de cobre del Sur de España han prolongado la vida manufacturera de nuestro Swansea,—son de gran riqueza y muy puras. Si-

guió esta industria una fase parecida á la del hierro, de que os hablé en mi carta anterior.

Se exportaba al principio el mineral sin que se hiciera otra cosa que calcinarlo; se comenzó luego á beneficiarlo, y en nuestros dias se efectúa esto exclusivamente. Pero la industria del zinc lleva consigo, no sólo la produccion del metal en hojas, sino tambien su trasformacion en adornos y objetos, que le hacen inmediatamente adaptable á las construcciones. Los objetos de zinc que imitan á los antiguos bronce, convenientemente cubiertos, presentan sobre ellos grandísima economía; estas y otras aplicaciones de dicho metal han dado origen á numerosas fábricas en la comarca que acabo de recorrer.

Noté tambien el gran movimiento comercial del puerto de Santander. Este es hoy el principal para la exportacion é importacion de los artículos que se producen ó consumen en las Castillas. Bilbao compitió un tiempo con él; pero desde las ventajas que alcanzó Santander en la última guerra civil, conserva su supremacía comercial, ya que no fabril, sobre todo para los géneros que van á las Américas ó vienen de ellas.

He observado en los pueblos de la costa bordeados por el ferro-carril la existencia de muchas fábricas de conservas alimenticias. Esta industria representa sumas fabulosas al cabo del año, por la exportacion que se hace á las Américas. Es el pescado del golfo cantábrico sabroso como pocos, y desde que los aceites andaluces se refinan

con la mayor perfeccion y economía, tiene la industria de las conservas en esta costa elementos de prosperidad que en ninguna otra puede encontrar. Tan cierto es esto, que nuestros mercados, y áun los de la Europa continental, comienzan á hallarse surtidos por conservas españolas de exquisito gusto y sumamente económicas.

La cuenca carbonífera del antiguo principado de Astúrias es sin duda el principal germen de su actual prosperidad. Mucho se ha estudiado la cuestion de los carbones, y mucho queda por hacer aún en este camino, tan sencillo al parecer. Los de esta comarca son de muy diversa calidad. Han tenido poca importancia relativa hasta estos últimos años, porque se explotaban mal.

Hoy que la demanda de carbones para la industria metalúrgica del Norte de España ha ofrecido seguro mercado para su verdadero pan, se ha montado la explotacion de las cuencas carboníferas con las máquinas más perfectas, obteniéndose la seleccion de los carbones, su diversa aplicacion y consumo total, con gran beneficio de los mineros y de la nacion entera.

Quizás no están llamadas estas cuencas á tener el honor de la exportacion, que es el supremo reservado á los productos materiales, pero realizan la gran mision de surtir de carbon barato y bueno á todo el Norte de España. Las industrias de conglomerados, breas, parafina y demas sustancias que se obtienen de la hulla, así de los productos químicos y de consumo ordinario,

como las bujías que con ellas se forman, constituyen numerosas é importantes fábricas esparcidas por los valles asturianos.

Un gran número de vías férreas cruzan por estos y sus montañas; los puertos de Gijon, Avilés y algun otro están á punto de terminarse, ayudando á la naturaleza con los recursos ideados por la ciencia del ingeniero, y poniéndolos á la altura de los nuestros más celebrados, ya que por varias circunstancias pueden quizás luchar con Cardiff, Newport y otros de aquellos.

Las fábricas de cristales y otras que consumen mucho combustible han buscado aquí un seguro refugio y obtienen bastante prosperidad. Las hay cuyos productos llegan á todos los puntos de la Península y que construyen toda clase de objetos de vidrio y de cristal. Las de cerámica están reducidas á artículos baratos para el consumo del país.

Tambien existen aquí algunas industrias metalúrgicas. Las fundiciones de hierro se sostienen en competencia con las de Bilbao y su comarca, aunque sólo para el consumo del país. Su mineral de hierro necesita mezclarse con el que usan aquellas para obtener un buen producto; es el llamado carbonífero, pobre y algo ágrío.

Bien sabeis que se discutió mucho en Inglaterra un asunto que precisamente está hoy en tela de juicio en España, cual es: si las oficinas de beneficio del hierro han de situarse próximas á la zona productora de su primera materia ó á la de su combustible. En un principio obtuvo

alguna preferencia el segundo extremo, pero luego triunfó el primero. Verdad es que suele encontrarse junto á algunas capas carboníferas la existencia del mineral citado, lo cual parece ser como el estado eclético de los anteriores; esto es precisamente lo que acontece en algunos puntos de Astúrias, aunque, como ántes os he dicho, no basta este mineral para la produccion de un buen hierro dulce, y exige la mezcla con el que se trae de Bilbao. Para objetos de hierro colado exclusivamente, sobre todo de los de primera fusion, hay ventajas en Astúrias. Esta es su principal produccion, justificando una vez más que no hay cuestion alguna absoluta en todas las que se refieren á la humana actividad.

Tambien he tenido ocasion de examinar algunas fábricas de productos químicos y de sustancias explosivas, en las que tantas maravillas ha descubierto la ciencia moderna. Esta produccion toma cada dia mayor vuelo en este distrito, aunque le supera actualmente Cataluña.

He visitado el soberbio establecimiento de Trubia que el Estado sostiene, é incrementa de dia en dia desde hace más de cincuenta años. Contra las predicaciones de ciertas escuelas económicas, han prevalecido las ideas de otras doctrinas más prácticas que conservan á la Nacion el poder de fabricar ciertos artículos de guerra. Bien sabeis que mi opinion se inclina hácia este punto, y la sencillez de la Administracion ha venido á corroborar la conveniencia de que el Estado conserve

ciertas industrias, aunque sólo en la parte indispensable y auxiliándose en lo posible de la iniciativa particular.

Pero por más que se haya restringido esta reserva, es tan numeroso é importante el material de guerra que necesita un país montado á la moderna, que la fábrica de Trubia es digna de mencion como establecimiento industrial, y está á la altura de nuestro arsenal de Wolwich en sus mejores tiempos: es el mayor elogio que creo poder ofrecerle.

No he visitado el Ferrol, pero sé que en él hay otro establecimiento del Gobierno digno de especial interes. Tampoco he recorrido las provincias de la antigua Galicia á que aquél pertenece, pero he reunido numerosos datos estadísticos y fabriles de este rincon de España. En él florece la agricultura: se hallan en buen estado algunas industrias de las que producen géneros de consumo en la localidad. La linera goza de un estado floreciente y de ilustre abolengo. Poseo las mejores noticias de las grandes fábricas de hilados y tejidos de la Coruña, de las de paños y curtidos de diversos puntos, y de las de conservas alimenticias que hay en todo el litoral. País poblado como pocos, trabajador y económico por todo extremo, es la Galicia tambien uno de los más pintorescos de España y provisto de muchos y excelentes puertos. Pero no presentándose en él ninguna industria característica en gran escala y teniendo mi tiempo hartó escaso para la empresa que me

habeis encomendado, me he visto precisado á no recorrer esta parte de la Península.

En ella, como en todo el litoral, y tambien en las numerosas sierras del interior, sobre todo en la antigua Extremadura, quedan aún bastantes bosques y montes que se empiezan á cuidar con verdadero mimo y á conservar con gran esmero. El Estado y los particulares fueron vendiendo en tiempos de penuria los encinales, pinares y robledales que tanto influyen en la salubridad pública, que modifican útilmente el clima y que son origen de varias industrias. La tala y el descuaje fueron la consecuencia de esta medida que se trata de reparar, por más que sea algo tarde en opinion de ciertos entusiastas dasólogos. Queda aún mucho por hacer para igualarse en este punto á la Alemania, pero no en vano ha entrado el espíritu moderno en este pueblo, y es de esperar que, siguiendo la senda emprendida, alcance dentro de algunos años un brillante estado en la conservacion de sus montes y en el desarrollo de las industrias que de ellos dependen, como son la carbonera aprovechando los productos de la destilacion, la resinera, base de tantas otras, etc.

En breve saldré de estas montañas y descenderé á las llanuras de Castilla. Desde ellas os escribiré con igual buen deseo vuestro amigo y compañero,

R. WATSON.

CARTA TERCERA.

Valladolid, Marzo de 1900.

Me encuentro desde hace unos días en el granero de Europa, amigo Bull, según se llamaba á esta comarca en el siglo XVI, no sé si con verdadera propiedad ó exagerando algo las cosas. Lo que sí puedo aseguraros es, que la producción de cereales fué disminuyendo desde dicha época, y que hace veinte años era sólo una ilusión la idea innata en los labradores castellanos de que sus trigos bastaban para surtir todos los mercados del continente.

Nadie ponía entonces en duda la excelente calidad del trigo español, sabroso y muy alimenticio, pero la cantidad del mismo producida en toda España apenas superaba en los años ordinarios á cubrir sus necesidades, atendiendo á la exportación que hacía á sus Antillas. Los años de mala cosecha era preciso apelar á los trigos de otras naciones, generalmente á los del Danubio; los de gran abundancia, permitían alguna salida al extranjero.

Ocúrranme estos y otros recuerdos, porque los campos que he recorrido eran los principales productores de cereales, y conservan hoy este carácter. Había entonces un fenómeno que duraba por la apatía del carácter de estas gentes y por su poca afición á las novedades: la cosecha estaba á merced de la lluvia. Si ésta era abundante en

ciertos meses, buena cosecha; si escasa, ó bien excesiva en otros, cosecha mediana; si como ocurría muchos años no llovía lo suficiente, mala cosecha. El país estaba por lo tanto pendiente de las nubes. En vano se predicaba por personas peritas y celosísimas la necesidad de abrir canales de riego, la urgencia de sangrar los rios, la de establecer bombas que sacaran á la superficie la capa de agua que suele haber en el subsuelo: sus generosos é ilustrados deseos se estrellaban contra la incuria, rutina y pobreza de los labradores.

Había otro gravísimo atraso en la agricultura española. La falta de aguas y lo duro del clima, que presenta en estos campos grandes frios en invierno, ardoroso calor en el verano, así como cambios notables de temperatura en un mismo dia, todo por efecto de su altitud y forma del terreno, habían hecho prevalecer el cultivo casi único de cereales, continuado durante varios siglos. Esto produjo un empobrecimiento del terreno, que se atenuaba con la práctica nada económica de los barbechos. Los abonos animales no bastaban para este fin; los minerales se habían ensayado poco, eran caros y no satisfacían á los labradores, cuya ignorancia no les permitía averiguar las verdaderas causas de su poca eficacia, y entre ellas la falta de agua como vehículo de estos alimentos.

Paulatinamente, como ocurre siempre en las cuestiones agrícolas, comenzó hace ya bastantes años la revolucion de la agricultura española, algo

más provechosa que las mil revoluciones políticas que frecuentemente la perturbaron. Con la tranquilidad y el orden afluyeron capitales, se crearon verdaderos bancos rurales, se introdujeron las máquinas, herramientas y aperos más perfeccionados, en un principio extranjeros, nacionales luego y apropiados á la naturaleza del terreno; abriéronse canales, recogieronse en depósitos las aguas torrenciales y las del deshielo, vulgarizáronse los abonos, baratísimos hoy, variáronse y multiplicáronse los cultivos, y la agricultura alcanzó un grado notable de prosperidad, que crece de día en día, y que libre ya de las inclemencias del cielo, al ménos hasta el extremo de amenazar una catástrofe, permite exportar los productos de este suelo.

No creais, sin embargo, mi ilustrado compañero, que la agricultura española está aún al nivel de la nuestra en cuanto al perfeccionamiento de sus medios: nada de esto. Es fácil improvisar una industria, si hay primeras materias baratas, capital, tranquilidad pública, comunicaciones é inteligencia; un ingeniero se pone al frente de ella, trae los capataces del extranjero, si no los hay en el país, forma los obreros, y ayudado por las dos palancas modernas, la ciencia y el dinero, crea la fábrica y constituye el taller: el consumo es seguro si la obra es barata.

En agricultura no puede hacerse esto: cada labrador tiene que ser su ingeniero, su capitalista, su capataz y su obrero. En vano se trata de for-

mar fincas agrícolas de grandes dimensiones; quizás esté reservado á ellas el porvenir, pero el presente corresponde aún, y corresponderá por muchos años, al labrador que cultiva algunas hectáreas, con reducido capital, con pocos criados y con no mucha ilustracion. Este es el escollo de las mejoras agrícolas.

Por esto no se hallan aún las Castillas sino en el primer período de su prosperidad, y tienen que pasar muchos años para que alcancen todo el poderio de que son capaces.

Los medios hasta ahora empleados pueden reducirse, además de los accesorios, á tres principales: riegos, abonos, maquinaria perfeccionada. Hay en construccion algunos canales, que riegan parte del territorio, ya sangrando los rios, ya aprovechando el deshielo de las nieves: se han montado en otros puntos grandes bombas, que elevan inmensas cantidades de agua, la que corre luego por cauces y acequias. Los abonos minerales vienen directamente de los grandes criaderos de Extremadura, con tarifas sumamente económicas establecidas por dos líneas férreas en competencia. Los abonos químicos se fabrican, generalmente sobre la base de los anteriores, en grandes establecimientos inmediatos á los principales centros de consumo. En Valladolid, Palencia, Leon, Zamora, Salamanca, Logroño, Medina, Búrgos, Miranda, etc., hay talleres en que se construyen ó componen las máquinas agrícolas. Los motores inanimados salen de estos estableci-

mientos, y tambien se traen de Bilbao, á precios bastante económicos; el carbon para moverlos está barato, trayéndolo de Palencia y Astúrias. Las fábricas de harinas, con todos los artefactos más perfeccionados, pululan en estas comarcas, ya utilizando los saltos de agua de los canales, ya, y es lo más frecuente, en las inmediaciones de los centros productores, movidos por el combustible.

Hé aquí los elementos principales que la actividad humana acumula con rapidez creciente sobre el suelo de Castilla. Pero hay otro natural, que en pocos países de Europa se encuentra: me refiero á la energía solar recibida en esta comarca. Bien sabeis que al sol debemos las condiciones de vitalidad y existencia; el rey de los astros es centro y manantial de vida de nuestro planeta. Por la energía solar crecen las plantas, viven los séres, se originan los vientos que purifican la atmósfera, se forman las lluvias que fecundan el suelo; sin él no germinarian las semillas, ni las hojas sanearían el aire; ¡qué extraño es que algunos pueblos adoraran al sol, cuando la ciencia moderna le ensalza de tal suerte!

Ahora bien: gracias al pequeño estado higrométrico de Castilla y por efecto de la diafanidad de su ambiente, y de la naturaleza y forma de su terreno, es tal la absorcion del calor solar en él verificado, que presta vida potente y sávia abundante á todos sus productos agricolas. Este elemento ha sido la causa de las cosechas de este

país, á pesar de su atraso y rutina en épocas anteriores. Las condiciones naturales, fecundadas por la actividad humana, le están convirtiendo en uno de los más feraces del universo.

Esta consideracion me mueve á hablaros de los vinos y aceites de Castilla, pues en ninguna sustancia agrícola se notan mejor los efectos de la energía solar que en estos caldos. En vano el trabajo de los hombres ha querido hacer producir entre nosotros á la vid y al olivo: plantas son éstas que requieren ardoroso sol, que azucare ó madure sus frutos.

Ninguna de estas plantas rinde tampoco en Castilla, precisamente por la misma razon, tan ópimos y ricos resultados como en Andalucía. A condicion de hablaros allí con especialidad de ellos, sólo os diré que los vinos de parte de Castilla son excelentes, y sus aceites muy aceptables. Estos vinos se elaboran hoy conforme á las exigencias de la enologia perfeccionada. Han desaparecido los clásicos pellejos, que eran indispensables cuando el acarreo se hacia á lomo: se recogen los mostos en buenas bodegas y por capataces competentes: se envasan bien y se tra siegan con frecuencia, pudiendo pasar las clásicas tinajas á los museos arqueológicos de la localidad.

Los vinos castellanos adolecen todos de un exceso de alcohol, debido á la energía solar: de aquí la enorme exportacion que se hace de ellos para Francia y otros países, donde mezclados con los

indígenas más flojos, producen los que se consumen en casi toda Europa, América y Australia. Los aceites comienzan también á buscar caminos de exportacion; no es dudoso que los encontrarán, y con reconocida utilidad.

Toda la parte occidental de la Península, que no está incluida en mi itinerario, presenta caracteres poco diferentes de los que os he indicado en mis cartas anteriores y de lo que os diré en las siguientes: carece de sello especial, por lo que no os diré más sobre ella, reservando los correspondientes datos estadísticos para mi Memoria.

Os abraza vuestro amigo y compañero,

R. WATSON.

CARTA CUARTA.

Madrid, Abril de 1900.

Dispensadme, amigo Bull, si entre esta carta y la anterior ha trascurrido mayor tiempo que entre las otras: os escribo ya en los momentos en que hago mi equipaje para Andalucía, ocupado y distraído con mi estancia en la capital de España. Pocas hay en Europa que tengan tan excelente posicion, con respecto á las provincias, como Madrid, situada en su centro geométrico y en el punto de cruce de las principales vías de comunicacion.

Esto hace que no haya empresa industrial de alguna importancia en el país, que no tenga su oficina central en la capital: en ella se resuelven

los principales negocios; á ella concurren todos los elementos de la Península; en ella moran las personas más acaudaladas, y es propiamente el centro planetario al que gravitan todas las fuerzas del país, como el centro topográfico del cual irradian todos los caminos.

No abrigó tal idea Felipe II al establecer aquí su corte, pero previó con su gran talento que la capital de una nación no debe hallarse próxima á las fronteras, ni tampoco en un extremo de la misma. Al perder, pues, la condición ventajosa que tendría si se hallara en la costa, ó en un gran río navegable, para la facilidad del movimiento de los géneros, ha ganado las que os acabo de indicar.

Con objeto de subsanar esta falta, se está ejecutando con gran ahinco la notable obra de hacer navegable el Tajo hasta Aranjuez, uniéndose allí con el gran canal, ya muy adelantado, que viene desde este fértil pueblo hasta Madrid y continuará por el resto de la comarca. La importancia de la capital crecerá entónces, permitiendo rebajar los trasportes de los géneros cuya baratura no les consiente sufragar tarifas elevadas.

La riqueza agrícola de las provincias inmediatas á Madrid es análoga á la que os cité en mi carta anterior, y adelanta de día en día. Hay además en esta ciudad varias industrias y fábricas de las que acompañan al hombre civilizado en las grandes poblaciones, y que representan los artículos de lujo, adorno, juguetes, utensilios

para los edificios, aparatos de calefaccion, herramientas sencillas, etc. Esto, unido á algunas industrias agrícolas, y sus anejas, forma la produccion directa de Madrid.

No es, pues, ni debe serlo, un pueblo fabril en el estricto sentido de la palabra: conserva su carácter comercial, y aún dentro de éste sólo abraza dos aspectos, el de servir de almacén á los géneros que se reparten por la Península, y el de dar salida á los de consumo en la poblacion. No tiene, ni tendrá, el más genuino sello del comerciante, cual es el de ir á buscar los productos naturales ó manufacturados á luengas tierras para llevarlos á otras que no son aquellas en que reside el empresario, como lo hace nuestro Liverpool; como lo verifican en España Santander, Cádiz y Barcelona.

La poblacion y edificacion de Madrid crecen de una manera prodigiosa. No hay en esta capital barrios infectos y sucios como en otras ciudades de Europa, bien por no ser muy antigua ó por lo seco y ventilado de su clima. La parte más vetusta es de construcciones bastante humildes, aunque en ella descuellan algunos edificios de primer orden, ninguno de los que cuenta dos siglos de existencia. La nueva es suntuosa é indica la riqueza de un pueblo que ha entrado algo tarde, pero con seguro paso, por el camino de las exigencias modernas.

Se levantan hoy estaciones de ferro-carriles, museos, templos y otros edificios tan monumen-

tales como elegantes, procurando la generacion actual competir con la de Carlos III, que es el monarca á quien debe más el ornato público. Se trata tambien de hermohear los alrededores, convirtiendo en jardines lo que ántes eran eriales, luchando contra la rutina é indolencia de los apegados á lo antiguo, siquiera porque esto no les impide pasar soñolientamente su vida.

He visitado los principales establecimientos científicos de la capital, y he notado que en punto á cultura intelectual están en mejor estado del que yo me había imaginado. Hay en ellos no sólo buenos profesores, sino tambien excelentes investigadores científicos, cuyos trabajos comienzan á conocerse en Europa. Se escriben libros, ya sobre las más altas especulaciones teóricas, ya para la enseñanza, ya para divulgar los elementos de las ciencias. Hay bibliotecas, museos técnicos, gabinetes de Física é Historia natural, buenos laboratorios de Química, salas dedicadas á la experimentacion en gran escala, talleres de prueba de máquinas é inventos; en una palabra, cuanto es necesario para que un país pueda preciarse hoy de culto.

No han faltado en España en estos últimos años buenos establecimientos, de los que salían reputados ingenieros en sus diversos ramos; pero escaseaban indudablemente escuelas elementales, en las que se formara el capataz ó contraamaestre y se instruyera al obrero, para que pudiera aspirar á mayor categoría. Este vacío se está llenando

actualmente, difundiéndose por la Península un gran número de establecimientos, en los que se profesan las ciencias elementales y el dibujo industrial. De ellas han salido muchos de los directores de talleres y de faenas agrícolas, que tan buenos resultados están prestando.

A propósito de este asunto, bueno será hacer constar que los españoles aprenden con mayor rapidez cualquier oficio que nuestros compatriotas. Gente hábil y despierta, se encuentra al cabo de pocos meses en disposición de ejecutar obras difíciles, si hay quien les sepa dirigir. Las pocas necesidades han determinado quizás su atraso industrial; pero al entrar en la vida de los pueblos modernos, buena pero cara, han crecido aquellas y ha disminuido éste.

Tarea muy larga es modificar el carácter de los pueblos; pero ningún elemento contribuye tanto á este fin como la exuberancia y actividad de la industria moderna. La unidad nacional, que no existía por completo en España, procura por este medio realizarse. El laborioso y torpe gallego, como el descuidado y agudo andaluz; el activo catalán como el sufrido castellano; el tenaz vascongado como el hábil valenciano, tienden á igualar sus aptitudes por el intermedio de las máquinas, y á convenir en sus aficiones por los gozos que proporcionan los modernos inventos. Tal es la transformación que por el trabajo se efectúa hoy en los habitantes de esta nación, influyendo algún tanto sobre su carácter. Este sub-

siste en las demas fases de la vida , segun lo manifiestan su literatura, artes , costumbres y diversiones ; que cada pueblo tiene en su seno gérmenes especiales y direcciones propias, impuestas por la mano del Altísimo para realizar un fin dado en la historia de la humanidad.

Os hablaba hace un momento, amigo Bull, de los establecimientos científicos de Madrid, y sobre este punto debo insistir aún brevemente. Ha habido siempre en España plétora de universidades y otros establecimientos, de los que salían verdaderos enjambres de parásitos políticos, atropellando y oscureciendo á algunos hombres de verdadero mérito. Pero desde que se ha separado la política de la administracion; desde que la opinion pública ha lanzado á estos mercaderes del templo; desde que las fuerzas vivas del país se han dirigido á la produccion, gracias á haberse realizado un verdadero milagro en España, cual es el de haber un gobierno sensato y duradero, han desaparecido algunos de estos centros de enseñanza, adquiriendo los restantes mayor solidez.

En ellos existe hoy una clase de hombres que eran raros en este país: los investigadores científicos; sobre todo los que acuden á la experimentacion como fuente de la verdad. Ni la exígua dotacion de los establecimientos de enseñanza, ni los cortos sueldos de sus profesores, ni el atraso y pobreza del país, podían sostener esta pléyada ilustre de sabios. Cuando descollaba un hombre de mérito, que sentia bullir en su mente el genio

de la invencion, luchaba en vano contra los obstáculos que le rodeaban; y entre vivir pobre y oscurecido en medio de sus tareas, ó florecer y medrar acudiendo á adular á las muchedumbres ó á los gobernantes, se dedicaba á esto último.

De aquí la esterilidad de la ciencia en España; de aquí su impotencia. Los que pudieran haberse hecho notar en Europa por sus trabajos, se ahogaban por falta de aire científico. Desapareció esta causa; el efecto ha desaparecido tambien. Los sabios españoles alternan y compiten hoy con los más renombrados de Europa. ¡Cuán cierta es la ley de la solidaridad humana, en que la riqueza y poderío ayudan y ensalzan á la ilustracion y al saber! Sea cualquiera el carácter de un pueblo, y aunque se jacte de práctico, debe mantener decorosamente á unos cuantos investigadores y especuladores en todos los ramos del saber humano; verdaderos sacerdotes encargados de alimentar el fuego sagrado de las ciencias, á fin de que la práctica no degenera en rutina y de que sus elucubraciones de hoy puedan producir, como la historia lo atestigua, resultados de inmediata aplicacion en lo porvenir.

La Administracion pública, cuyos principales establecimientos radican en Madrid, se ha simplificado extraordinariamente en estos últimos años. Basada en la desconfianza y entregada á manos que se renovaban con cada cambio político, los cuales se sucedían sin interrupcion, era una máquina complicada y vetusta que consumía

en resistencias pasivas casi toda la fuerza motriz que recibía. Podría citarse alguna renta que absorbía en su recaudación las tres cuartas partes del ingreso. Todo esto va desapareciendo. Se ha realizado una verdadera revolución administrativa, cuyos resultados han sido mucho más beneficiosos que los de tantos motines militares y políticos, bautizados con pomposos nombres.

Los empleos son en corto número, y bien retribuidos; se entra en ellos por oposición, y no se puede separar á ningún dependiente del Estado sin formación de expediente justificativo. Esto, y el ancho campo que ofrecen á la juventud laboriosa el comercio y la industria, ha ido disminuyendo paulatinamente la empleomanía, que era una de las llagas de esta nación. Su compañera, el militarismo, ha desaparecido, al menos con carácter peligroso, por haber cesado las revueltas intestinas y los característicos pronunciamientos, y por permitir la posición de España el abstenerse de tomar parte en las terribles guerras que han asolado á la Europa en estos últimos años, las cuales han contribuido también de un modo indirecto, pero eficaz, al progreso de esta nación.

El crédito público está muy levantado en el día. La deuda nacional es muy considerable, por efecto de los disturbios que ha costado á este país el pasar de su vida antigua á la moderna, mediante un siglo entero de convulsiones y sacudimientos; comienza hoy á amortizarse. El tipo del interés es

muy bajo, por cuya razon los capitales afluyen en grandes masas á las especulaciones industriales y comerciales, pues de otro modo permanecerían improductivos. Este aumento creciente de riqueza determina un empuje cada vez mayor en el espíritu mercantil, y así se comprende la enorme suma de capitales españoles comprometidos en las obras de canalizacion, de vías, de urbanizacion, de puertos, de empresas de todo género.

La moralidad ha crecido de dia en dia; pues un pueblo es tanto más virtuoso cuanto más trabajador. Hay en todo el pais numerosos establecimientos de beneficencia, sostenidos unos por asociaciones particulares, otros por el Estado, quien como entidad orgánica que es, tiene el deber de velar por la salud pública y de acudir directamente á socorrer las desgracias de sus elementos componentes cuando éstas obedecen á una causa superior é inevitable, segun acontece en todas las naciones dotadas de gran vitalidad.

A disponer de mayor tiempo, os hablaria de los museos, bibliotecas, diversiones públicas de Madrid, como caracterizando á esta nacion; pero prefiero dejar esta empresa á peñolas mejor cortadas que la mia. En breve saldré para el Mediodía. Desde allí os escribirá vuestro amigo y compañero,

R. WATSON.

CARTA QUINTA.

Granada, Mayo de 1900.

Tierra feliz de Andalucía, cantada por los poetas, bendecida y llorada por los musulmanes, adorada por cuantos han pasado en ella las dulzuras de una primavera siempre galana y deliciosa. Sus flores tienen colores más vivos y más embriagadores aromas que en otras partes; su cielo es trasparente y limpio cual ninguno; sus producciones son ricas y vistosas por extremo; sus mujeres, en fin... Pero me dejó arrastrar del estado de mi ánimo, amigo Bull, y sin ser poeta me hallo más bien en disposición de sentir que de razonar al escribiros hoy, después de haber recorrido casi toda la Andalucía, y al reposar en esta poética ciudad, última de la dominación árabe, cuyo clima, suelo y cielo son incomparables en esta alegre estación.

Me detengo, pues, un momento, cierro los ojos para no ver lo que me rodea, los fijo únicamente en mis apuntes y en el blanco papel donde os escribo, y recuerdo el compromiso que con vos he contraído. Procuraré desempeñarle.

Ya que os he mencionado la riqueza de este suelo, comenzaré por deciros el estado de sus productos útiles agrícolas. Estos son muy numerosos y comprenden, no sólo los que se dan en las Castillas, sino también los que sólo florecen en los climas ecuatoriales. El naranjo, el limonero,

el granado, la palma, el plátano, dan aquí ópimos frutos, cuya exportacion es de gran cuantía, así como la de frutos secos, incluyendo en ellos la almendra, las pasas, higos pasos, etc. Desde hace muchos años esto constituye una de las riquezas de esta comarca, pero ahora se hace en gran escala, habiendo venido los progresos de la agricultura y de la industria á ayudar á las excelentes condiciones del terreno.

Los extensos olivares y viñedos constituyen otra riqueza, mayor aún que la anterior. Siempre fué de excelente calidad el aceite andaluz; pero por la mala recoleccion del fruto, por tenerle hacinado, lo cual produce una fermentacion que origina un gusto desagradable, por no hacerse el prensado en buenas condiciones, por refinarse mal, ó no refinarse nada, no alcanzaba este caldo su verdadero mérito. Proporciona un grato placer el visitar, como yo lo he hecho, algunas de las fábricas dedicadas á elaborar buenos aceites, especialmente las cordobesas: en ellas reina la más exquisita limpieza, se encuentran las mejores máquinas y se siguen los procedimientos más perfeccionados. El resultado ha sido que no haya buena mesa en Europa, segun sabeis tan bien como yo, en la que no se consuman los sabrosos aceites andaluces, lo cual origina una exportacion considerable de este artículo de lujo.

Respecto de los vinos se ha adelantado ménos, porque anteriormente se había progresado más. Los de Jerez, Montilla, Rota, Málaga y otros

pueblos gozan en nuestros mercados justa y merecida fama desde hace cien años: los procedimientos de fabricacion se han mejorado en algunos detalles, y el cultivo de la vid se ha extendido por varios pueblos en que ántes era embrionario. Los vinos andaluces son todos finos, de gran precio, con un aroma que sólo se encuentra bajo este sol, y sus condiciones de duracion los permiten servir del más preciado tesoro en las bodegas de un buen gastrónomo.

Otro ramo de riqueza agrícola de este país, en su parte más meridional, es la caña de azúcar, cuyo cultivo comenzó á extenderse hace unos cuarenta años. El haberse convertido en terrenos de regadío muchos que eran de secano, ha permitido cultivar en gran escala este rico producto. Sus rendimientos son muy considerables, y existen grandes ingenios destinados á su trasformacion. Hay en este punto, como en los vinos y en algunas otras faenas agrícolas, prácticas de antiguo seguidas, sumamente prudentes y basadas en la division del trabajo. Los cultivadores de uva ó de caña se limitan á esto, y venden sus cosechas á los fabricantes: éstos, á su vez, no son los exportadores, habiendo comerciantes que se encargan únicamente de esta operacion. El gran valor de los productos ha sido la causa de este fraccionamiento, que sólo desaparece en manos de algunas sociedades de gran capital que abrazan dos ó más fases de esta labor.

El tabaco se cultiva tambien hoy, aunque no

en tan gran escala como los artículos anteriores: los resultados obtenidos en algunos terrenos han coronado los esfuerzos de los innovadores, obteniéndose hojas de buenas condiciones, si bien no alcanzan á las de primera calidad que vienen de la privilegiada isla de Cuba. Hay esperanzas, sin embargo, de llegar á competir con ellas.

A propósito de este asunto, bueno será haceros notar que hubo un tiempo en que el Gobierno español prohibía el cultivo de cereales en sus Antillas, y el de tabaco en la metrópoli para crear así producciones especiales, cuyo cambio constituía el secreto de su comercio y mutuo enlace financiero. Tan absurdo principio, contrario á las más sencillas leyes económicas, ha desaparecido, dejando á la libre concurrencia y á la iniciativa individual el cuidado de buscar los cultivos más apropiados á cada localidad. La contribucion directa sobre los productos, ricos y numerosos, subsana los ingresos que ántes se obtenían por medios empíricos y rutinarios.

Bien sabéis cuál fué el poderío del califato de Córdoba en el siglo X: hay autores que hablan de muchos millones de habitantes en los dominios de los Abderraman é Hixem, que enumeran millares de fábricas y citan sus palacios, academias y bibliotecas como superiores á sus análogos en las más cultas capitales modernas. Quizás hay algo de exageracion en todo esto, pero es indudable que el país floreció en extremo, miéntras toda Europa yacía en la barbarie.

Os hago este recuerdo, porque él ha acudido muchas veces á mi mente al ver los monumentos de este país, y porque os probará de cuánto es capaz este territorio. Su poblacion aumenta de una manera prodigiosa, y á él emigran de otras provincias de España, y áun de algunas naciones extranjeras, á buscar seguro medio de vivir con desahogo cuantos quieren dedicarse á las tareas agrícolas, á las faenas industriales y á las ocupaciones del comercio.

Me resta hablaros de las producciones mineras de esta comarca y de las industrias que originan. No vinieron los fenicios y cartagineses á España atraidos tanto por lo suave de su clima como por la riqueza de sus metales preciosos, y precisamente los mejores criaderos de éstos estaban entónces en las sierras de Andalucía. Pero no es actualmente á veces tan provechoso un criadero de estos metales como los de otros más modestos pero no ménos útiles, y felizmente se hallan aquí los de casi todas las sustancias metalíferas.

Las más abundantes son el cobre y el plomo. El extremo occidental de esta comarca da la porcion mayor del primer mineral; el oriental, que comprende Almería y áun la parte montañosa de Murcia, suministra principalmente el segundo.

Los célebres criaderos de Riotinto, Tharsis y otros de Huelva, parte de los que pertenecieron ántes al Estado, producen grandes sumas de mineral cobrizo, que se beneficia en el país, expor-

tándolo, ya en cáscara de cobre, ya en barras, planchas y aún objetos de inmediata aplicación industrial. Esta comarca, la más pobre de Andalucía por sus productos agrícolas, es hoy una de las más prósperas, gracias á su poderío industrial, que la coloca al lado de las primeras del mundo. A sus modernos embarcaderos afluyen buques de todas partes á solicitar sus cobres, bronces y latones.

El otro extremo que ántes os indicaba comprende la comarca inmediata al excelente fondeadero y arsenal de Cartagena, y Almería con sus sierras Almagrera y de Gador. Su producción en plomos es fabulosa, y si bien la metalurgia de este mineral es sencilla, suministra con su gran masa abundante alimento para una poderosa producción industrial, base de un notable consumo en el país y de una crecida exportación. En otras partes de Andalucía, y sobre todo en Jaén, hay también grandes criaderos plomizos, como los célebres de Linares, cuya principal cantidad se consume en el interior del país.

Abunda el plomo argentífero, que da notable rendimiento de metal precioso, en Almería y en las montañas de la antigua Mancha, confinantes con la Andalucía. El mineral de plata escasea, y el de cobre argentífero se presenta no muy abundante en Granada y en algún otro punto.

El hierro es común, sobre todo en los criaderos de Marbella próximos á Málaga, en Almería, en el Pedroso no lejos de Sevilla, en la sierra de Car-

tagena y en otros puntos. Huelva, Cartagena y Sevilla suministran bastante cantidad de manganeso, y parte de los minerales de hierro citados se hallan unidos á este último, formando una excelente materia primera para la obtencion de los aceros por los grandiosos métodos modernos, de los que hay algunas fábricas en Andalucía que producen excelentes objetos.

Los criaderos de mercurio de Almaden, confiantes tambien con esta comarca, entregados hoy á la industria particular, despues de haber constituido en manos del Gobierno una gran riqueza durante muchísimos años, presentan dificultades en su explotacion, ya bastante profunda, que se subsanan con los poderosos medios que en ellos se aplican. Prescindiré del zinc, estaño y otros metales que en menor escala se producen, así como del alumbre, azufre, sosa, sal comun y otras sustancias; bastando decirnos que si bien no es Andalucía la parte en que predominan, hay en ella algunas minas, como en otros puntos de la Península, y rinden todas buenos y pingües resultados.

Sirve de alimento á la metalurgia de esta comarca la riquísima cuenca carbonífera de Belmez y Espiel, en Córdoba, que despues de ruidosos pleitos y cuestiones enojosas ha comenzado á dar desde hace muy pocos años una parte de lo que en su seno encierra. Está hoy en grandísima actividad, comparable á la que tuvieron nuestras minas de carbon de piedra en sus mejores tiempos.

No léjos de Sevilla se explota tambien otra cuenca, y se han denunciado algunas de lignito y turba en varios puntos.

Esta rápida enumeracion os hará comprender, aún sin presentaros cifra alguna, cuáles son los elementos de la produccion metalífera de este distrito. En muchas de sus poblaciones industriales, algunas de las que no cuentan veinte años de existencia, he hallado numerosos obreros ingleses, y aún de otros países, que han venido á buscar aquí un salario elevado y seguro, que les iba faltando ya en nuestra patria. La animacion y bullicio propio de los pueblos fabriles reina aquí, y la prosperidad y bienestar coronan los frutos del trabajo, como bendicion que el cielo envía á los que se afanan por servir á sus semejantes.

Cádiz, Málaga y Sevilla son los principales puertos comerciales, siendo muy fabriles estas dos últimas ciudades; les ayudan en la exportacion Huelva, Sanlúcar, Santa María, Gibraltar (recientemente cedido por nosotros á España), Estepona, Motril, Adra, Almeria, Aguilas y Cartagena, estos dos últimos poco despues de los confines de Andalucía.

Estoy satisfecho y contento de mi viaje, efectuado con todas las comodidades apetecibles. De todos modos terminaré pronto mi cometido. Entre tanto es siempre vuestro amigo y compañero,

R. WATSON.

CARTA SEXTA.

Barcelona, Junio de 1900.

He dejado para terminar mi expedicion, segun os anuncié, amigo Bull, al despedirnos en Londres, la parte de España que en todo este siglo ha caminado á la cabeza de la agricultura y de la industria nacionales, la que ciertamente, y quizás por esto mismo no ha progresado relativamente en estos últimos años tanto como las demas provincias. Me refiero al Levante de la Península, incluyendo las vegas de Murcia y Valencia, la Cataluña y áun el Aragon.

De ella os hablaré en esta mi última carta, sintiendo que el poco tiempo de que he dispuesto no me haya permitido permanecer más en esta parte de España, que es indudablemente la que menos conozco.

Las vegas de Murcia y Valencia, las planicies de Alicante y Castellon, difieren poco de Andalucía en sus productos agrícolas. Aquí, como allí, hay jardines deliciosos, y se alcanzan las cosechas de una estacion con las de otra. Es característica de las primeras, aunque tambien se halla propagada en el Mediodía, la cria del gusano de seda. Esta se halla en manos de los agricultores, si bien hay algunos establecimientos donde se produce en gran escala. El capullo obtenido es muy económico y de excelente calidad.

El hilado y tejido de la seda se hace hoy en

fábricas montadas con todos los adelantos modernos. Las más notables existen en las inmediaciones de la ciudad de Valencia, que compite ya con Lyon, y no es dudoso que vencerá pronto á su antigua dominadora francesa, que hoy apenas puede ser ya su rival. La sedería de lujo se fabrica también en Barcelona, pero Valencia es el porvenir del mercado de Europa para la industria sedera en todas sus numerosas fases.

La parte montañosa del Levante, así como la del Mediodía, producen el esparto y el palmito, materias primeras del papel comun. Esta industria, que sólo data de unos cuarenta años, cuando la escasez del trapo, relativamente al gran consumo de papel, hizo subir el precio de este artículo, estuvo limitada durante muchos años á la simple exportacion de los tallos celulósos. Cuando ya las drogas y productos químicos se fabricaban en Cataluña á un precio no muy caro, se hacía la pasta que se enviaba al extranjero; pero poco después se montaron varias fábricas de papel en las que se concluye la trasformacion del tejido vegetal. La cantidad que suministran es considerable, y se han abierto paso á varios mercados de Europa y América. Játiva fué el primer pueblo de Occidente en el que se hizo el papel de trapo, hácia el siglo XII, cuando España caminaba al frente de la civilizacion; hoy en esta ciudad y en otras de la comarca se fabrican excelentes papeles de pastas económicas, si bien en los de lujo no se ha superado todavía á los de Inglaterra y Francia.

Las fábricas de paños se han seguido reconcentrando en ciertas poblaciones, verdaderos mercados de las lanas, ya por su intermediación á las sierras en que pastan las ovejas, ya por la costumbre y hábito. Merecen especial mención Alcoy, cerca de Alicante, cuyos géneros baratos son natabilísimos: Tarrasa y otros pueblos en Cataluña; Béjar, cerca de Salamanca; Torrecilla, inmediato á Logroño; Tolosa, al lado de San Sebastian, y algunos otros centros pañeros. Las merinas españolas, un tiempo las mejores de Europa, pero que decayeron luego, están hoy en un notable periodo de perfeccionamiento de sus razas y mejora de su cría.

Los tejidos de lana, incluso los de gran precio, se fabrican en gran escala en Cataluña. Las industrias sedera y linera, y sobre todo la algodona, vienen sosteniéndose y mejorando en esta comarca desde hace cincuenta años. Desde el percal más barato y el pañuelo más humilde, hasta la batista más rica, se hacen en las numerosas poblaciones industriales catalanas. Sin embargo, preciso es notar que su especialidad se halla en los artículos baratos. No compite aún Cataluña en los mercados europeos con las industrias de lujo de Francia é Inglaterra: falta á sus laboriosos habitantes el buen gusto característico de los franceses, que sólo se adquiere educando en las artes á dos generaciones consecutivas. Muchos esfuerzos realizan algunas personas verdaderamente amantes de su país para hacer adquirir este buen gusto artístico á los catalanes;

pero luchan con la rutina y con la misma vanidad y pretensiones de quien, habiendo llegado á cierto poderio, cree no necesitar de mayores esfuerzos y sacrificios para ascender en su carrera.

Y ya que de esta cuestion trato, bueno será haceros notar, además de este defecto de la industria catalana, si bien va corrigiéndose de dia en dia, otro no ménos grave, cual es el poco aprecio que han hecho hasta aquí los fabricantes de los asuntos científicos inmediatamente aplicables á sus establecimientos. Creen que basta la práctica y el haberse criado entre los artefactos para dirigir una fábrica, y olvidan que en el dia no son los inventos hijos de la casualidad, sino nacidos de los estudios teóricos: cuando uno de estos inventos modifica una fabricacion, se encuentran en malas condiciones para plantearlo, porque no lo comprenden en todo su alcance, y sólo pueden realizarlo cuando ya otros, más ilustrados, les han precedido en este camino.

En otros términos: me ha parecido notar que los catalanes son más comerciantes que fabricantes. Montan admirablemente toda la parte mercantil del negocio, buscando mercados seguros; pero descuidan la facultativa, y si el gerente es lego, la entrega á un practicon que sólo sabe lo que ha visto y que dificilmente planteará las novedades con sólo leerlas en las publicaciones técnicas.

Conozco á fabricantes catalanes que pueden discutir con los mejores ingenieros sobre todos los puntos afines con su industria; pero he tratado á

muchos que no saben sino la rutina de sus talleres, y á quienes duele, por vanidad ó por mal entendida economía, llamar á una persona docta que dirija su empresa en toda la parte facultativa.

Quizás por las dos razones apuntadas no ha progresado la industria catalana todo lo que debiera, y no por el dulce sueño á que la proteccion la tenía entregada, segun afirmaba cierta escuela ya pasada de moda. El afan de ganar no es menor que el de mantener la industria en todo fabricante, quien procura realizar cuantas ventajas puede dentro del sistema económico á que se halla sujeto: la proteccion fué la base de la industria catalana cuando el estado del país la hacía sin ella imposible.

He encontrado en esta comarca un exagerado espíritu de localidad, que ha sido hábilmente explotado por algunas personas, generalmente de mayor locuacidad que mérito. Hoy va desapareciendo, pero ésta, como todas las operaciones que afectan á un pueblo entero, son muy lentas y difíciles.

Que la industria llama á la industria, es un aforismo moderno en pocas partes mejor aplicable que en Cataluña, y sobre todo en los pueblos inmediatos á Barcelona. Al calor de unas fabricaciones se han formado otras: los productos elaborados de muchas, y áun los residuos de algunas, son las primeras materias de otras. Esto ha hecho multiplicar el número de fábricas en esta comarca, y la enumeracion de sus grupos me ocupa en

extremo, aún con los datos estadísticos que me han sido suministrados para la Memoria que debo presentar á nuestra Asociacion.

La reconocida laboriosidad de estas gentes y su habilidad para buscar buenos negocios les han hecho aquilatar su ingenio y multiplicar el número de productos ya manufacturados, ya manuales, para el consumo de toda la Península y aún para la exportacion.

Una de las fabricaciones más adelantadas en Cataluña, he dicho ántes que es la algodонера, y sobre este punto voy á permitirme hacer una observacion. Hoy compite en este ramo con nosotros, y quizás nos vence, pero esta industria ha sido exótica durante muchos años en España. Sé creó á fuerza de torcer el Arancel en su favor; y como toda proteccion á un producto lo es á expensas de otros, resultó que las industrias linaera y sedera, que tenían sus primeras materias en el país, al contrario de la algodонера, sufrieron el exceso de vitalidad que se dió á esta última. Es bien seguro que la prosperidad de España se hubiera adelantado unos cuantos años si hubiera consagrado todo su esmero y mimo á las industrias de vida propia en aquella época, dejando las demas para implantarse, no bien lo permitiera el sucesivo progreso. Hoy existirían todas sin haber costado tanto á los padres de los actuales consumidores.

Con máquinas que entraban con ínfimo derecho, carbones extranjeros, primera materia ex-

tranjera casi libre, y hasta con contra maestres de otros países; pero con un derecho grande sobre la materia fabricada, es como vivieron aquí en un tiempo la industria algodonera y la lanera de lujo. Luego representaron tal riqueza, que no hubo más remedio que seguir protegiéndolas; pues lo contrario hubiera sido una locura, y con arreglo al principio de fisiología social citado, perjudicaron indirectamente á otras industrias. Felizmente para todas ellas pasó ya aquel tiempo.

El pan de la industria existe con bastante abundancia en algunas cuencas carboníferas de la localidad, como la de San Juan de las Ababesas, y se trae tambien de las provincias vecinas como Utrillas en Aragon. Las vías de comunicacion abundan, y por ellas, como por sus puertos, se extraen los productos para los almacenes que hábiles catalanes tienen en todos los pueblos de la Península y aún fuera de ella.

Las industrias químicas se hallan en vías de progreso, y si bien no pueden vencer aún á sus similares inglesas y alemanas en los mercados neutrales, les van á la zaga y quizás no tarden en alcanzarlas. Los ácidos se encuentran á muy bajo precio, y los productos medicinales, aún los más caros, se elaboran con bastante esmero é inteligencia.

Las grandes poblaciones y sobre todo Barcelona, que es la segunda de España y bellísima en su parte nueva, encierran numerosas industrias manuales en las que son habilísimos los catala-

nes. Los adornos, juguetes, utensilios, etc., se elaboran, aunque con escaso gusto artístico, en numerosos talleres casi domésticos, con una economía y destrezas maravillosas. Ni las mujeres, ni los niños, ni los ancianos, están ociosos en este laborioso pueblo, cuyo bienestar y honradez son superiores á todo encomio. El trabajo santifica cuanto abraza, y en pocas partes se puede aplicar mejor tal aserto.

Respecto de la agricultura catalana y aragonesa, justo es hacer constar que se halla en estado muy próspero, y que en ella se comenzaron los principales ensayos de abonos, cultivos racionales y máquinas perfeccionadas que constituyen la base de su progreso. Sus caldos son excelentes y sobresaldrían en cualquier otro país que no tuviera los privilegiados de la Andalucía.

Los numerosos puertos, en particular el de Barcelona y el de Zaragoza, adonde suben los buques, gracias á la canalización del Ebro, presentan una actividad febril. El primero especialmente se halla en relaciones con todos los países del mundo. El carácter emprendedor y formal de sus habitantes ha sabido establecer lazos mercantiles que le hacen hoy uno de los primeros puertos comerciales del Mediterráneo, gracias á los numerosos artículos de importación y exportación del Asia. La China y el Japon se abren de día en día al comercio europeo: su industria, caracterizada por estancadas recetas y operaciones manuales rutinarias, produce, sin embargo, artícu-

los notables por su perfeccion y baratura, gracias á las condiciones de laboriosidad, economía, gran poblacion, paciencia, poco apego á la vida y habilidad de los malayos. Esto da origen á una corriente de géneros asiáticos que se sustituyen con otros europeos, que la civilizacion y el progreso comienzan á pedir en aquellos pueblos. Barcelona es el vehículo principal por el que España comunica con las naciones del Asia y sus colonias de Oceanía.

Hubo un tiempo en que Cataluña era el único centro industrial importante de España, lo que, unido á añejas preocupaciones, fomentaba cierta rivalidad entre aquella y ésta. Con el florecimiento de toda la nacion se ha entibiado esta pugna; y es que, además de los intereses y relaciones que crean las transacciones mercantiles, hay en los países ricos y prósperos más facilidad de mantener la paz interior y la union fraternal que entre los pobres, cuya ruina tratan de achacar siempre unas provincias á otras, mediante la envidia y odio que se alimentan con el malestar.

Termino aquí, amigo Bull, mis cartas. Quizás las habreis encontrado algo concisas, pero prefiero esto á haber dejado correr la pluma sobre detalles enojosos. He procurado tocar en ellas los puntos culminantes de las cuestiones capitales, dejando á vuestro buen juicio el completarlos y sacar las principales consecuencias.

No sé si he acertado á daros una ligera idea del poderío de esta nacion, en lo que le sirve de fun-

damento y base. De propósito he omitido cuanto referirse puede á las manifestaciones literarias y artísticas, en las que no soy competente; al lujo, al bienestar, á todos los signos, en una palabra, que dan idea indirecta, aunque á veces falsa, de la prosperidad de un pueblo. Habeis visto los cimientos y paredes del edificio; juzgad vos mismo de sus habitaciones y decorado.

Allá del otro lado de los mares, comienza á alborear la quietud de las antiguas y vastisimas colonias españolas. Quizás están destinadas á superar la vitalidad de la que fué posesion nuestra y es hoy rival afortunada, los Estados- Unidos. Posible es que entónces absorba el continente americano la energía de la produccion y se convierta la vieja Enropa en su satélite. Condiciones tiene en su suelo para ello; fáltanle poblacion y paz. Pero hoy preciso es reconocer que España ha recobrado por medio del comercio la preponderancia que un tiempo adquirieron sus intrépidos guerreros y atrevidos navegantes, y sus antiguas colonias son sus hermanas por medio de las transacciones mercantiles.

La excelente posicion de España, al extremo de la Europa, tocando al Africa, cuyos mercados del Norte es la encargada de surtir, y rodeada de mares, la favorece muchísimo para sus actuales empresas. Los antiguos presidios que poseía esta nacion en el continente africano van adquiriendo gran importancia y extension, tendiendo á brotar por estos puntos la civilizacion europea y á propa-

garse hácia el interior del país. A las puertas de España hay allí comarcas de gran porvenir y de fecunda vida para la agricultura y la industria: no las dejarán pasar desapercibidas los hombres prudentes que hoy gobiernan y rigen esta nación.

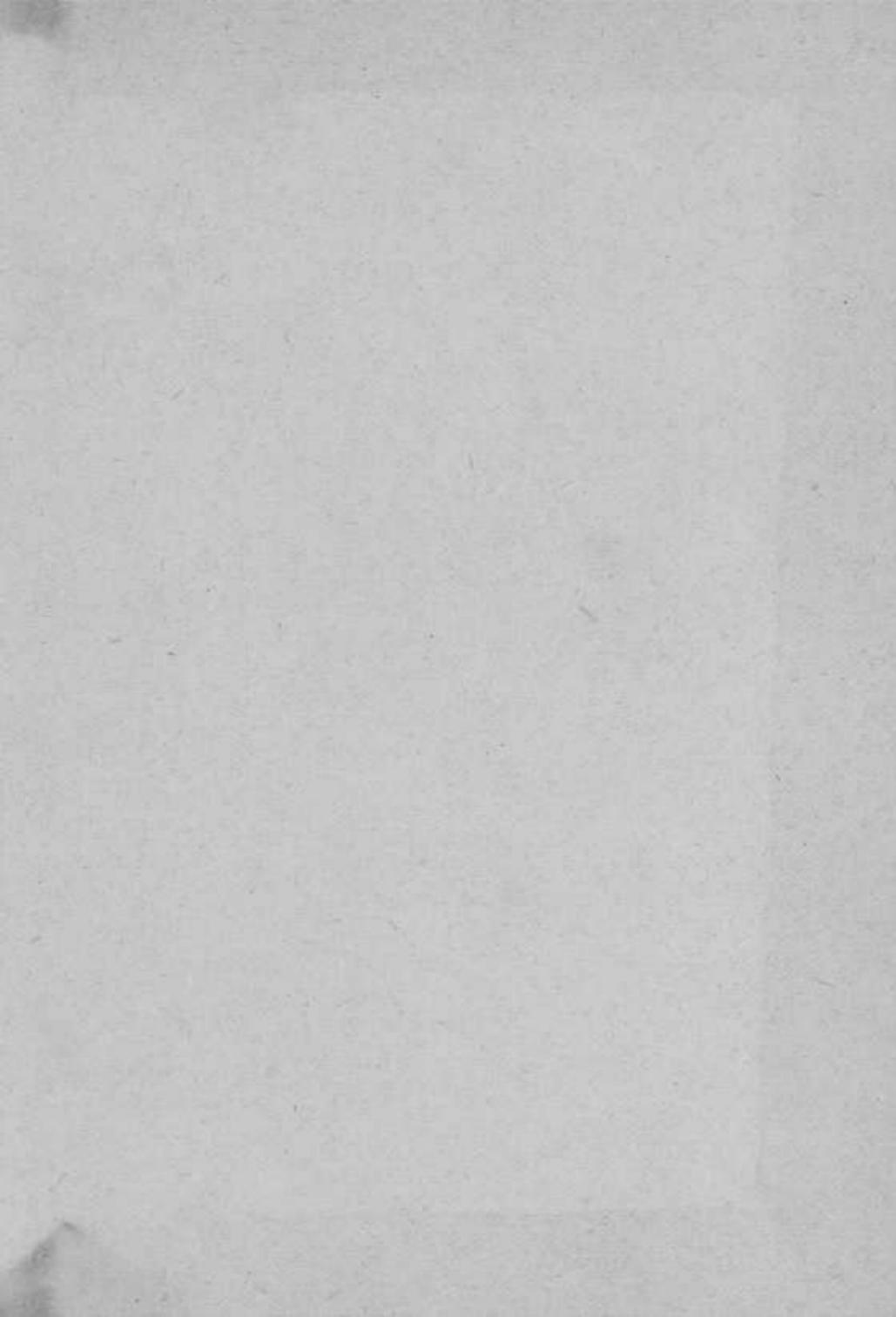
En breve os abrazará vuestro amigo y compañero,

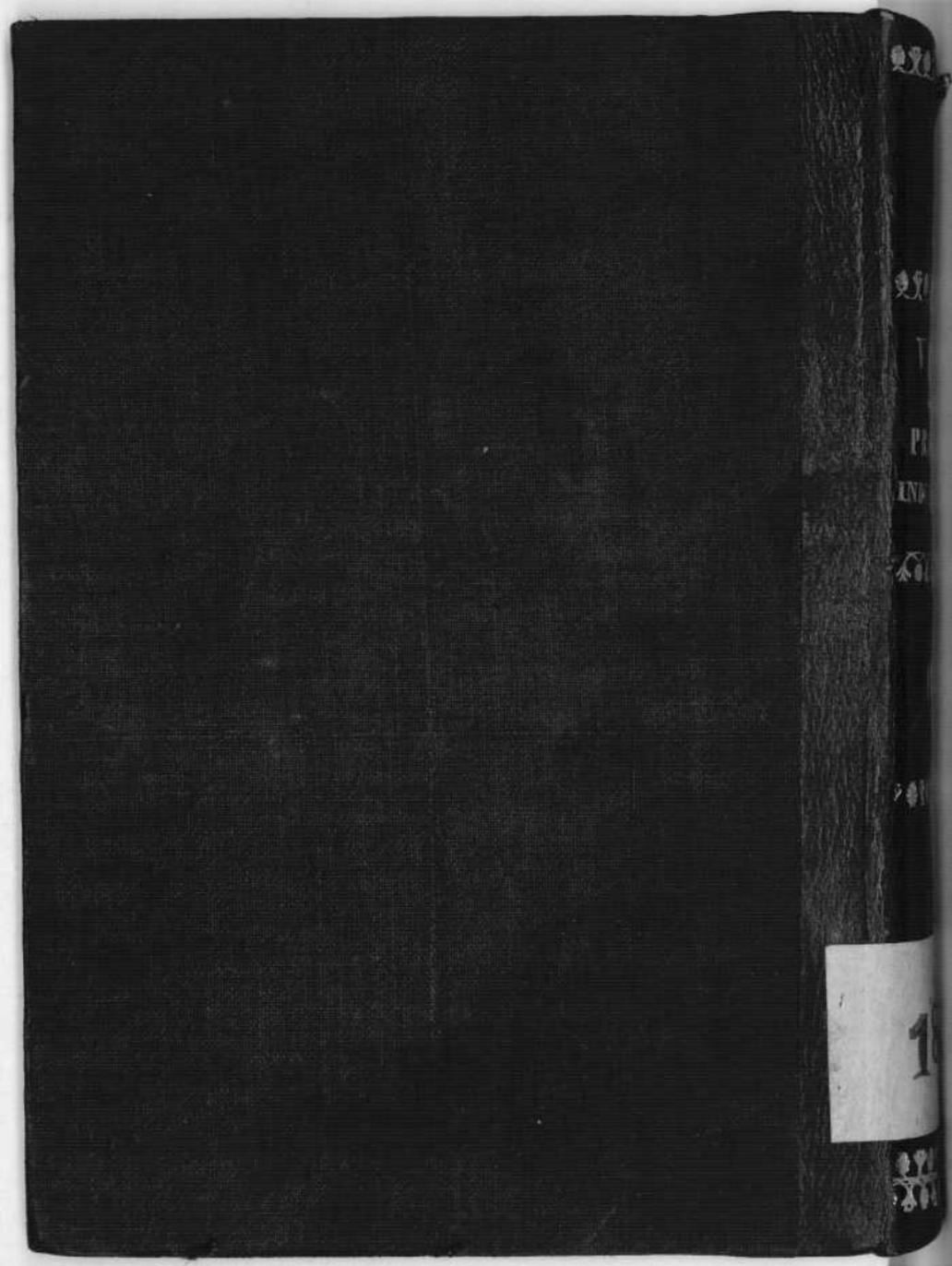
R. WATSON.

FIN.

ÍNDICE

	PÁGINAS.
PRÓLOGO.....	v
Exposiciones especiales de la industria en España.....	1
La navegacion aérea.....	25
Los ferro-carriles económicos en España.....	37
Calefaccion y ventilacion de edificios.....	87
Grúas y monta-cargas.....	125
Norias y bombas.....	153
Máquinas-herramientas.....	179
Aparatos contra incendios.....	211
El hierro en Vizcaya.....	241
El porvenir de la industria española : carta primera.....	269
Idem: carta segunda.....	278
Idem: carta tercera.....	285
Idem: carta cuarta.....	291
Idem: carta quinta.....	300
Idem: carta sexta.....	308







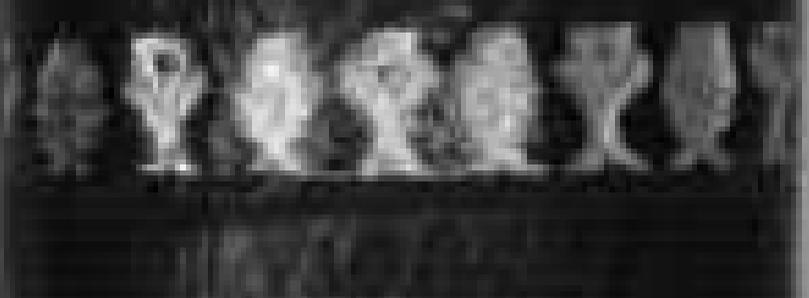
VICINA

PROGRESO

INDUSTRIALES



1875.



1872

