

# IBERICA

EL PROGRESO DE LAS CIENCIAS Y DE SUS APLICACIONES

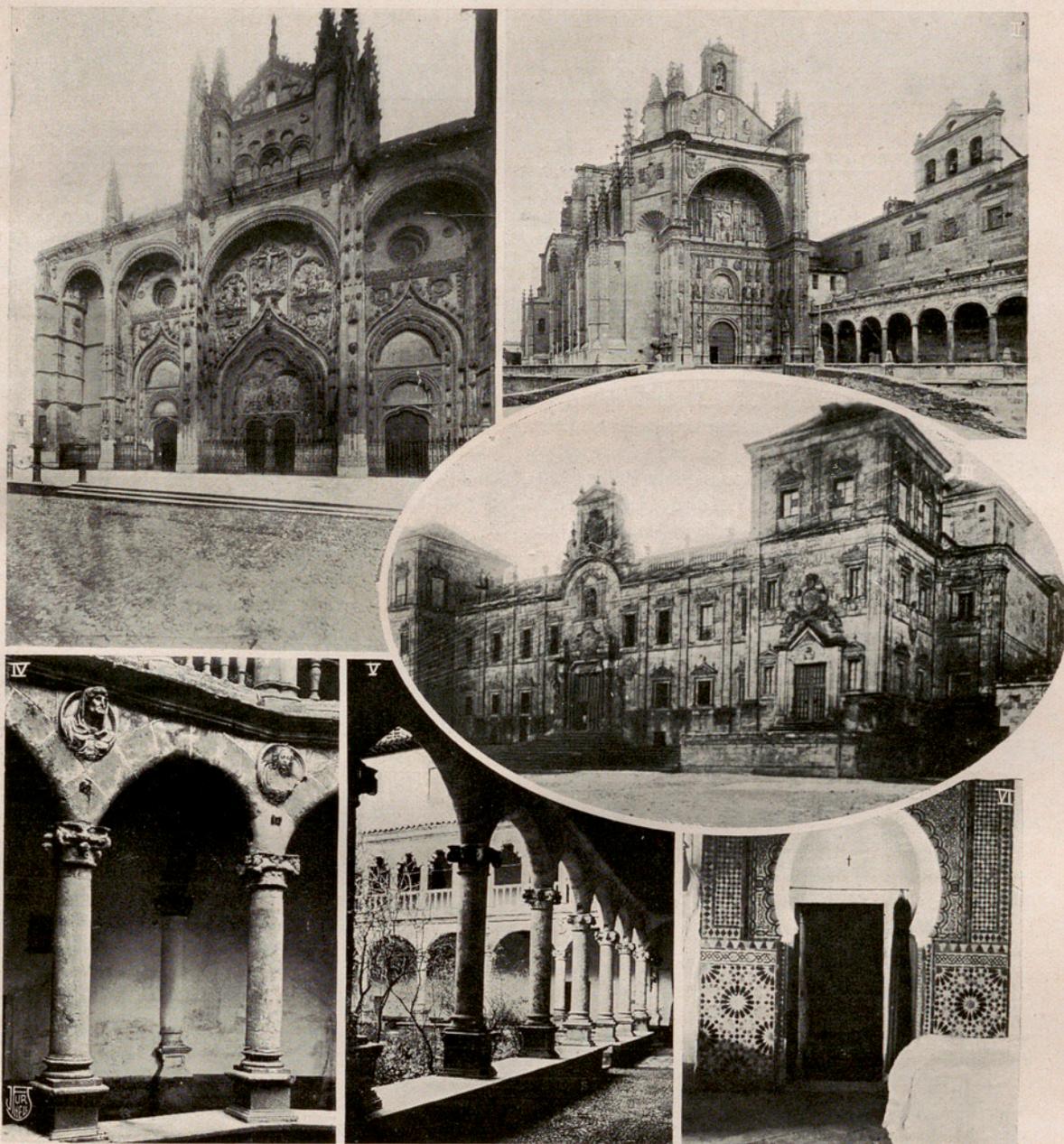
REVISTA SEMANAL

DIRECCION Y ADMINISTRACION: APARTADO 9 ■ TORTOSA

AÑO X. TOMO 2.º

25 AGOSTO 1923

VOL. XX. N.º 490



## EL CONGRESO DE CIENCIAS CELEBRADO EN SALAMANCA

I. Fachada principal de la Catedral de Salamanca - II. Convento de San Esteban, donde estaba una parte de la Exposición de material científico - III. Colegio de Calatrava, donde se hallaba la otra parte de la Exposición - IV y V. Claustro del convento de las Dueñas - VI. Puerta mudéjar en el mismo convento (V. el art. de la pág. 98)



Vista de la hermosa Plaza Mayor de Salamanca

## IX CONGRESO DE LA A. E. PARA EL PROGRESO DE LAS CIENCIAS

Don Segismundo Moret, expresidente de la Asociación española para el progreso de las ciencias desde 1908 a 1912, enamorado de las bellezas artísticas de Salamanca, quiso llevar a la *Atenas española* el cuarto de los congresos de la Asociación, que por fin se celebró en Madrid el año 1913. Éste fué como el primer germen del IX congreso de ciencias, celebrado en Salamanca desde el 24 al 30 de junio último.

Dice el proverbio castellano: *quien quiera saber, vaya a Salamanca*. A Salamanca fuimos deseosos de aprender; pero como el expresidente de la Asociación española para el progreso de las ciencias quería llevar a Salamanca el cuarto congreso, espoleado por sus aficiones artísticas, no pocos congresistas del noveno, emprendimos también el viaje a Salamanca, ganosos de contemplar algunas de las muchas preciosidades artísticas de la *Roma chica*. Aquella Universidad cuya afiligranada fachada se conserva tal cual la veían San Juan de la Cruz, San Juan de Sahagún, el cardenal Cisneros, Arias Montano, Vitoria, Soto, Cano y tantos otros hombres célebres como han pasado por aquel emporio de la ciencia española en la edad media; las dos catedrales, la nueva, del siglo XVI, esbelta, elegante, suntuosa, y la vieja, con su famosa cúpula *del Gallo*, hoy en reconstrucción, y su claustro del siglo XII, con sus sepulcros, sus capillas y sus pinturas; el Colegio de San Bartolomé o de Anaya, hoy cuartel, y destinado a una residencia de estudiantes; el antiguo colegio Real de la Compañía de Jesús, fundado por Margarita de Austria y Felipe III; la casa de las Conchas y la de las Muertes; el palacio de Monterrey y la linda torre del Clavero; el convento de las Agustinas, cuya

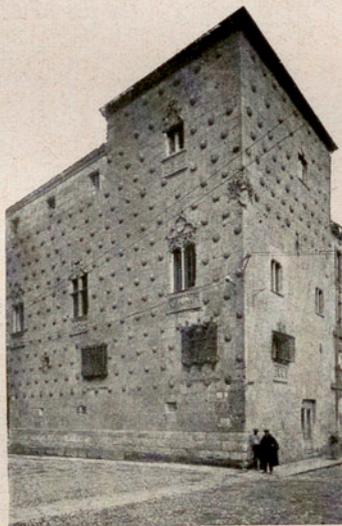
iglesia grecorromana se ha llamado la más elegante y bien acabada de España; el de las Dueñas, con su hermoso claustro, y su puerta de estilo mudéjar; el famoso convento de San Esteban, casa de estudios de los Dominicos; el colegio de Calatrava, hoy en posesión de los Agustinos, único edificio que queda en pie de los que en Salamanca construyeron las Órdenes militares; la gran Plaza Mayor, cuadrilátero de lados desiguales cuya longitud media es de 80 metros, con casas de tres cuerpos sobre un pórtico de 88 arcos y el Ayuntamiento en el centro del ala norte, con los caracteres del estilo churrigueresco tan unido a la tradición artística de Salamanca, patria del escultor y arquitecto don José Churriguera... En cesando

las sesiones científicas, los congresistas se esparcían por aquel museo de arte, que no otra cosa es Salamanca, en busca de éstos u otros monumentos artísticos para contemplarlos o estudiarlos.

El 24 de junio, día de la inauguración del congreso, Salamanca hospedaba a conspicuos representantes de las ciencias humanas y divinas—en este congreso hubo una subsección de Teología—venidos de Portugal y de casi toda España. Reunidos aquella mañana en el teatro Bretón, bajo la presidencia de S. M. el Rey don Alfonso XIII, que tanto realce daba al torneo científico, después de breves palabras del rector de la Universidad de Salamanca, el doctor Marañón leyó el discurso inaugural sobre *la disciplina*

*mental*, escrito por el director del Laboratorio Bacteriológico Municipal de Barcelona, don Ramón Turró.

A continuación don Francisco Gómez Teixeira, como presidente de la Asociación portuguesa para el progreso de las Ciencias, en un brioso discurso pro-



La casa de las Conchas

nunciado en lengua portuguesa, recorrió la gloriosa historia de la Universidad salmantina y de los hombres célebres que en ella enseñaron o estudiaron, e hizo un brillante paralelo entre la Universidad de Salamanca y la Basílica de Compostela, instituciones de fines diferentes pero de notables analogías, en la altura a que ambas subieron, en la fama de que ambas gozaron y en la influencia religiosa que ambas ejercieron en pasadas épocas.

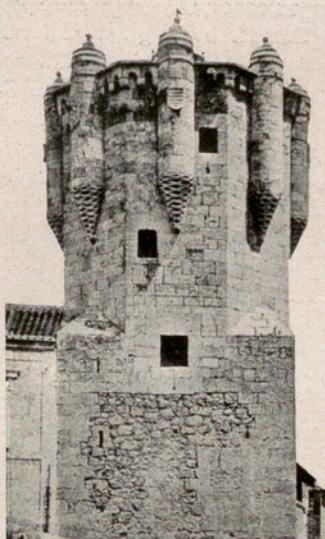
El presidente de la Asociación española para el progreso de las ciencias, doctor don José Rodríguez Carracido, enumeró brevemente los progresos y triunfos de la Asociación: hablaron luego los señores ministros de Instrucción Pública de Portugal y de España, y finalmente S. M. el Rey, con ese cúmulo de dotes personales que tantas simpatías y voluntades le cautivan, resumió los discursos de aquella brillante sesión y declaró abierto el IX congreso de las ciencias.

El 25 por la mañana comenzaron las 8 secciones y la subsección, sus trabajos. Los locales destinados para las reuniones fueron la Universidad y la Facultad de Medicina y Ciencias. La subsección de Teología se reunió en el Seminario. El haberse de reunir las secciones en distintos locales, y alguna falta de organización, produjeron algún desconcierto en los congresistas, que desorientados ignoraban donde se celebraban los actos a los cuales deseaban asistir. En otras naciones, la Secretaría general, publica diariamente una hoja con el orden del día, y unas listas con los nombres de los congresistas que han acudido a la Asamblea, y los estudios a que se dedican, con lo cual

se facilita la comunicación mutua entre los asistentes al congreso. El número de congresistas que acudieron al de Salamanca, aunque no es fácil precisarlo con exactitud, fué sin duda menor que el de los que acudieron a congresos anteriores; y el de trabajos presentados, aunque no desmerecen en mérito, es también inferior. Los discursos inaugurales y algunas conferencias han llamado justamente la atención por su extraordinario mérito. La colaboración prestada al congreso por la Asociación portuguesa para el progreso de las ciencias ha sido valiosísima, no sólo por el número de trabajos sino principalmente por el mérito científico de los mismos.

En la sección primera, de Ciencias Matemáticas, disertó en la sesión inaugural sobre la teoría de conjuntos y sus aplicaciones a la teoría general de funciones de variables reales, el rector de la Universidad de Lisboa don Pedro José da Cunha. El venerable patriarca de las ciencias matemáticas en la península ibérica, don Francisco Gómez Teixeira, en su conferencia sobre el poder y belleza de las Matemáticas, cantó un verdadero poema a la ciencia de los números, logrando hacer sentir esa belleza al

auditorio, que sugestionado por el orador, veía con él a Colón y Magallanes dirigiendo sus naves por los mares con sólo borrar unos cuantos números; a Sacadura Cabral y Gago Coutinho, dirigiendo la suya por los aires, con sólo escribir unas cuantas fórmulas; a Galileo y Kepler cautivando en signos matemáticos las leyes por que se rigen los mundos sidéreos en su trayectoria; y a Lorentz, Maxwell, Poincaré,



La torre del Clavero



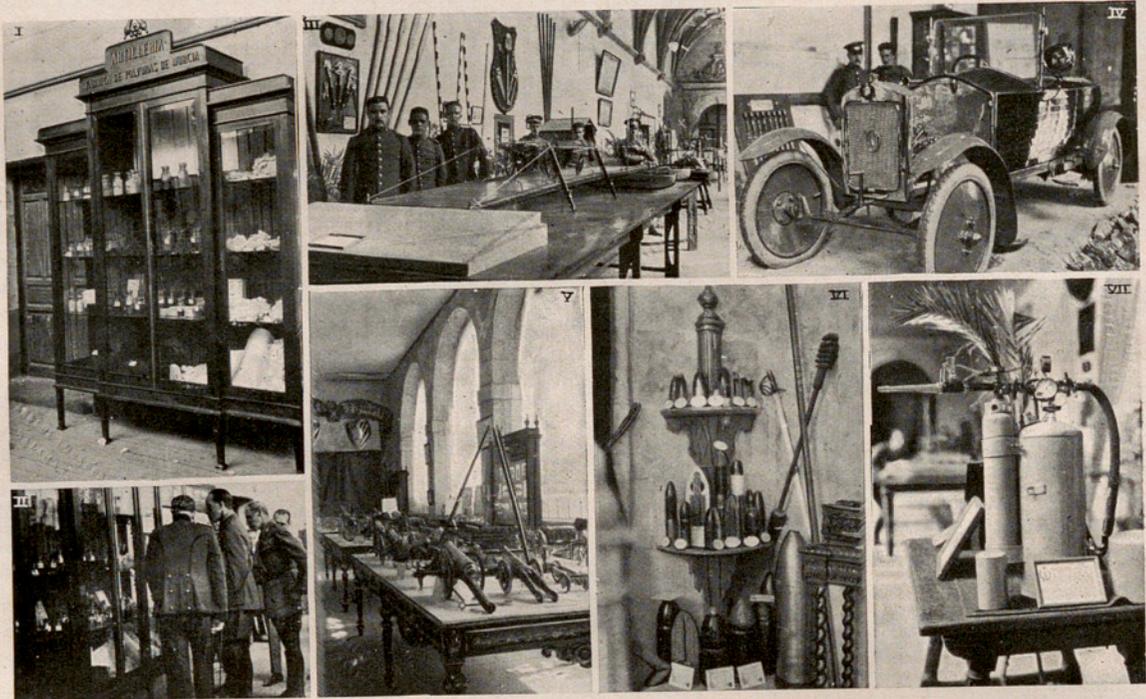
Vista parcial de la ciudad de Salamanca, tomada desde lo alto de la torre de la Catedral nueva

Einstein y a toda esa pléyade de matemáticos ilustres, irradiando con sus cálculos bellezas desconocidas.

En la sección segunda, de Astronomía y Física del Globo, tuvo el discurso inaugural el profesor de la Universidad de Madrid, señor don Honorato de Castro Bonel, sobre el tema: Orientaciones modernas de la Geodesia estática. Entre los trabajos leídos, destacaron los del director del Observatorio astronómico de Coimbra señor don Francisco M. da Costa Lobo, sobre el espectrógrafo del Observatorio de Coimbra y sobre la composición de los astros. Don Victoriano Ascarza, astrónomo del Observatorio de Madrid, dió, con la naturalidad de un profesor que explica en su cátedra, una amena conferencia de

teorías modernas sobre la constitución de la materia.

El discurso inaugural de la sección cuarta, de Ciencias Naturales, lo leyó el P. Agustín Barreiro, O. S. A. Fué una pieza eruditísima sobre los orígenes de la Historia Natural y las primeras manifestaciones de esta ciencia en España. Igualmente erudita fué la conferencia del mismo docto agustino sobre la expedición de Malaspina, que dió en el Colegio de Calatrava, para utilizar los mapas que de dicha expedición presentaba en la exposición de material científico, el Depósito Hidrográfico, del Ministerio de Marina. En esta sección leyeron interesantes trabajos, entre otros, los señores don Alfonso Gandolfi Hornyold, sobre las anguilas del Tajo; don Lucas Fer-



Exposición de material científico. I. Pólvoras de la fábrica de Murcia - II. Id. de la de Granada - III. Material de los Talleres de Ingenieros de Guadalajara - IV. Automóvil del cap. Hernández Nuñez, construido por el Centro Electrotécnico - V y VI. Artillería española del siglo XV al XX, y granadas del Museo de Artillería - VII. Lanzallamas de los Talleres de Guadalajara

vulgarización sobre el planeta Marte y sus famosos canales, ilustrada con instructivas proyecciones.

En la sección tercera, de Ciencias Físicoquímicas, se leyó el discurso inaugural del profesor don Ángel del Campo, sobre el tema: El momento actual de la enseñanza de la Química. En él se abogó por la creación en las Universidades de laboratorios bien dotados, y por la modificación de los planes actuales de enseñanza de la Química. Entre los trabajos leídos, son dignos de mención, el del P. Pedro Valderrábano S. J., sobre la espectrografía en colores y su técnica, y el del P. Benjamín Navarro Sch. P., sobre la reacción de Carnot aplicada a la valoración del potasio. En esta sección dió una erudita conferencia sobre la constitución del átomo, el general de ingenieros señor don Carlos Banús, en la cual analizó todas las

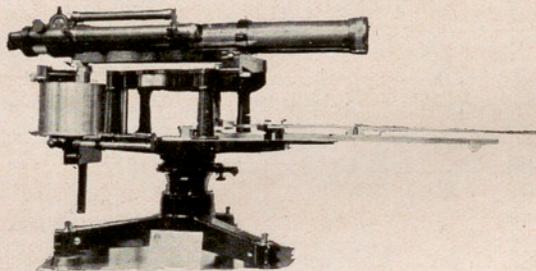
nández Navarro, sobre algunos mármoles de procedencia dudosa; el P. Ambrosio Fernández, O. S. A., sobre la nerviación de la géometra *Paronychora Oberthuri*, y el P. Miguel Gutiérrez, S. J., sobre la coloración negra de las rocas sedimentarias. Interesantísima fué la conferencia del señor don Eduardo Hernández Pacheco sobre la Geología y Paleontología del valle de las Batuecas (Salamanca), ilustrada con vistas de aquellas desconocidas y sorprendentes soledades, ap-tísimas para la contemplación y el estudio de la naturaleza. No menos apta para admirar otro de los variadísimos aspectos de la naturaleza, fué la aménisima conferencia del P. Ambrosio Fernández: Viajes por el mundo de las mariposas, utilizando su copiosísima colección de más de 40000 ejemplares, expuesta en el Colegio de Calatrava.



Instalación del Cuerpo de Telégrafos. Torre de telegrafía óptica. Vista parcial de la instalación. Receptor Thomson

El discurso inaugural de la sección sexta, de Ciencias Históricas, lo pronunció el profesor de la Universidad de Lisboa y director general de enseñanza, señor don J. M. de Queiroz Velloso. Versó sobre la importancia del archivo general de Simancas para la historia portuguesa. Como consecuencia práctica de su trabajo, pidió que se activase la catalogación del Archivo de Simancas y se construyese un edificio donde puedan hospedarse los investigadores nacionales y extranjeros que acudan a estudiar el archivo. El P. César Morán, O. S. A., leyó en esta sección su trabajo sobre excavaciones en el cerro del Berrueco (Salamanca), y el P. Enrique Herrera Oria, S. J., el suyo sobre las ideas de Ramón Igual acerca de la organización en España de la industria de tejidos de algodón estampados. De este trabajo ofrecemos un extenso resumen a nuestros lectores en este mismo número. Como subsección de esta sección sexta, se reunió un verdadero congreso de Teología, el cual manifestó al Comité Central, terminados sus trabajos, su ardiente deseo de que en los futuros congresos continúe figurando la Teología, pero no ya como subsección, sino como sección distinta de todas las demás y con iguales prerrogativas.

En la sección octava, de Ciencias Aplicadas, leyó el discurso inaugural el ingeniero de Caminos señor don Luis Sánchez Cuervo, sobre los saltos del Duero.



Telómetro construido en los Talleres de Precisión

En este mismo número de IBÉRICA publicamos las atinadas observaciones que sobre el magno proyecto del aprovechamiento del Duero hizo ingeniero tan competente. La notabilísima conferencia del señor don José M.<sup>a</sup> Torroja sobre la estereoscopia de los cuerpos en movimiento y sus aplicaciones, IBÉRICA se cree obligada a publicarla íntegra en sus columnas, ya que fué la primera, gracias a la estima con que la distingue el señor Torroja, en publicar en España

el descubrimiento objeto de la hermosísima conferencia que tanto satisfizo a los congresistas de Salamanca.

He enumerado algunas de las conferencias y trabajos que tuve el gusto de oír al recorrer las distintas secciones del Congreso. De la 5.<sup>a</sup> y 7.<sup>a</sup>, de Ciencias Sociales y Ciencias Médicas, que fueron sin duda a las

que más congresistas asistieron, nada digo porque en ellas se trató de materias que no encajan tan fácilmente dentro del marco de esta Revista.

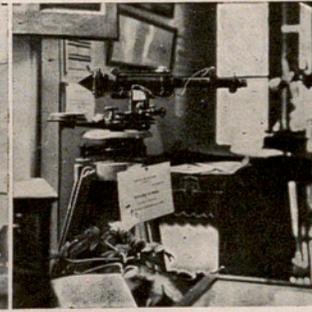
Simultáneamente con las sesiones de los congresos de Ciencias, vienen celebrándose exposiciones de material científico. La exposición de Salamanca, instalada en el convento de San Esteban y en el colegio de Calatrava, ha sido muy superior a las de los congresos de Sevilla, Bilbao y Oporto, sin que esto signifique mengua para las anteriores; y téngase en cuenta que a Salamanca no acudió, como a las anteriores exposiciones, el Instituto Geográfico y Esta-



Del Observatorio de S. Fernando



Instalación del P. Morán, O. S. A.



Astrolabio del Obs. S. Fernando

dístico, cuyas instalaciones han sido siempre de las más abundantes, notables y artísticamente dispuestas.

En el claustro bajo del convento de Dominicos, estaban expuestos, el material de los Ingenieros del Ejército, es decir, Regimiento de Pontoneros, Talleres del Material de Ingenieros de Guadalajara y Centro Electrotécnico y de Comunicaciones. En la instalación de este último centro, atraía las miradas de todos el automóvil construido por el capitán de ingenieros don Juan Hernández Núñez, ex-director de los talleres de la Hispano Suiza. Lleva motor de dos tiempos (los usados en automovilismo son de cuatro tiempos), al cual le ha quitado todos los inconvenientes que se le encontraban, suprimiendo las causas que los originaban.

En el colegio de Calatrava exponían, la Dirección de Hidrografía, del Ministerio de Marina, el Laboratorio de Automática, la Fábrica de Armas de Oviedo, los Talleres de Precisión de Madrid, el Depósito de la Guerra, la Fábrica de Pólvoras de Granada, la Fábrica de Pólvoras de Murcia, el Laboratorio Central de Medicamentos y Servicio Farmacéutico Central, el Observatorio de Marina, de San Fernando, y el Cuerpo de Telégrafos.

El Observatorio de Madrid instaló, en el llamado Monte Olivete, de Calatrava, una ecuatorial recientemente adquirida por la Facultad de ciencias de Madrid y que se montó en el Observatorio para prácticas de los alumnos. Con dicho aparato, todas las noches numerosísimas personas pudieron observar algunos planetas, estrellas, etc.

Como se nota a primera vista, la exposición estaba casi en su totalidad integrada por entidades oficiales. De particulares sólo admiramos la curiosísima colección de más de 40000 mariposas recogidas por el P. Ambrosio Fernández, O. S. A., profesor del colegio de Calatrava; los hallazgos arqueológicos del P. César Morán, O. S. A., del mismo colegio, y la instalación microfotográfica del veterano P. Pedro Valderrábano, S. J., del colegio de Valladolid. Es muy sensible que la industria privada española no acuda a estas exposiciones para difundir su brillante desarrollo, adquirido gracias al impulso que

le dan los técnicos desde los laboratorios, donde buscan y ensayan lo que luego llevan a la práctica en los talleres. Sensible es también que a pocas entidades científicas privadas, no acudan a estos torneos de la ciencia española, para dar a conocer lo que en el retiro de sus laboratorios realizan.

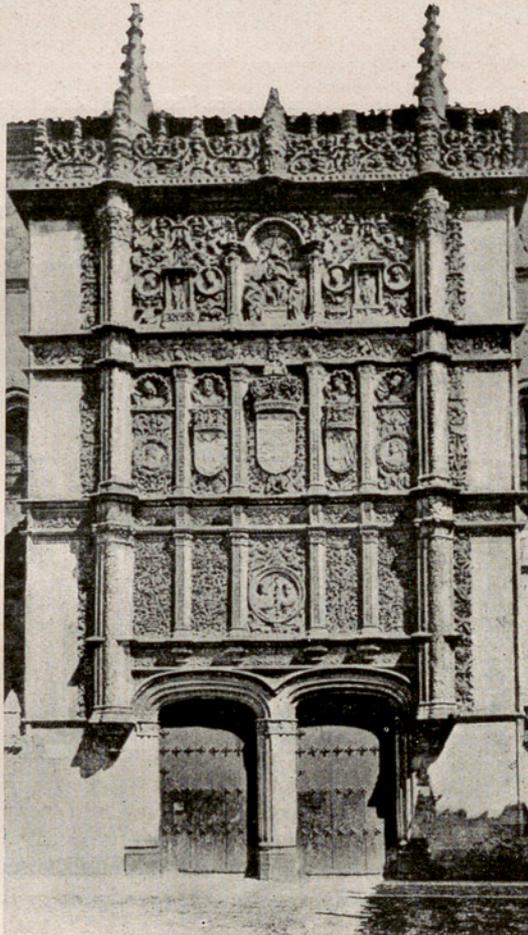
Los congresistas fueron agasajadísimos por el pueblo salmantino. Dos de estos obsequios mencionaré. El día 26, la Federación de Estudiantes Católicos de Salamanca, dió en su honor una velada en el artístico patio del Seminario, la cual terminó con un discurso sobre toda ponderación elocuente, del P. Román Jambriña, S. J., sobre la armonía entre la fe y la ciencia. Otro agasajo fué la excursión a Béjar, ciudad de la que Gabriel y Galán cantó: «Lavandera y cardadora—infatigable hilandera—batanera y tejedora—tiene historia de señora—y honrada vida de obrera.» Lástima que esta excursión sólo fuese para un reducidísimo número de escogidos. Fijando una cuota razonable, muchísimos más congresistas hubiesen tomado parte en ella. De Béjar fueron al Castañar, porque como añade Gabriel y Galán: «De Béjar al Castañar—y del Castañar al Cielo.»

La sesión de clausura perdió algo de su interés, importancia y solemnidad, por haberla diferido hasta la tarde del día 30, y por

haberse tenido que ausentar los dos presidentes de las Asociaciones portuguesa y española, señores Gómez Teixeira y Carracido, quienes hubiesen resumido la labor del congreso en elocuentes discursos.

El señor da Costa Lobo, en nombre de su país pidió que el X congreso se celebre en la Universidad de Coimbra, hermana de historia de la de Salamanca, y el secretario del Comité Central, señor Ricardo García Mercet, anunció, accediendo a la honrosa petición, que el próximo congreso se celebrará en Portugal, dejando que dicha nación señale oportunamente la capital en que haya de reunirse, y que el primer congreso que se celebre en España se reunirá en la ciudad de Cádiz.

ANDRÉS F. LINARI, S. J.



Fachada de la Universidad de Salamanca

## LA ESTEREOSCOPIA DE LOS OBJETOS

## EN MOVIMIENTO Y SUS APLICACIONES (\*)

**I. Introducción.**—Antes de entrar en la materia que ha de ser objeto de esta conferencia, me creo obligado a dedicar dos palabras a la justificación del tema que me he propuesto, y de la imperfecta preparación que he podido dedicarle.

Aquellos de entre vosotros que me honran con su amistad saben que hace más de tres lustros, desde que aun me hallaba en las aulas de la Facultad de Ciencias y de la Escuela de Caminos, vengo dedicando mis modestos esfuerzos al estudio y práctica, en sus diversos sectores, de la Fotogrametría estereoscópica y sus aplicaciones. Para estar al corriente de los trabajos, tanto teóricos como de aplicación, que sobre estos asuntos se realizan, voy haciendo, cuando mis ocupaciones y mis medios me lo permiten, periódicos viajes a los que hasta el fin de la guerra se llamaron Imperios centrales, cuna y emporio en todo tiempo, de este género de conocimientos. En el último viaje, realizado a fines de 1921, visité en la conocida casa Carlos Zeiss, de Jena de Turingia, a uno de sus hombres de ciencia más eminentes, mi antiguo amigo el doctor Carlos Pulfrich, verdadero creador, como sabéis, de la Estereoscopia métrica (IBÉRICA, volumen XII, número 306, página 361). Temía yo hallarle con la depresión de ánimo inherente al hecho, de que yo tenía ya noticia, de haber sido abandonado por la citada casa constructora el glorioso camino por él trazado y triunfalmente recorrido, que comienza en el *telémetro estereoscópico*, de escala aérea, sigue con el *estereocomparador* y culmina con el *estereoautógrafo* de Orel (IBÉRICA, vol. XIII, n.º 317, pág. 138), para lanzarse decididamente por el que acababan de marcar el profesor Hugershoff, de Dresde, y el doctor Bauersfeld, de la propia casa Zeiss.

Y mi asombro fué tan grande como mi alegría al ver que aquel espíritu siempre joven, estaba, más que consolado, gozoso por tal circunstancia. Que si la madre, al llegar a cierta edad, le había abandonado, quedábale en cambio una hija, cuya belleza, con el tiempo pudiera llegar a superar la de aquélla. La *estereoscopia monocroma*, con sus innumerables aplicaciones a la Astronomía, a la Geología, a la Metrología, a la Topografía, a las Artes de la Guerra, a la Arqueología y a la Arquitectura, al abandonar el despacho del doctor Pulfrich para conocer nuevos horizontes, había dejado en él una hija legítima suya, nacida justamente en uno de sus aparatos por una de las más felices y curiosas coincidencias, la *estereoscopia heterocroma*, esa rama novísima de la ciencia física, cuyos días, aun contados, han sido suficientes para asegurarle la vida con realidades sorprendentes, y la gloria y el provecho con las perspectivas que se agolpan en su horizonte y esperan ansiosas que sabios e investigadores, físicos, fisiólogos y psicólogos, sepan engarzarlas en el oro brillante de sus atrevidas concepciones, o en la plata pura de sus pacientes observaciones de laboratorio.

El día 25 de octubre de 1921, fecha que para mí será histórica, después de las naturales efusiones de amistad, y al preguntar yo al doctor Pulfrich, no sin cierto temor, por los nuevos trabajos que en Fotogrametría estaba preparando, me contestó con la más alegre expresión de que es capaz su rostro de sabio

infantil: «No, eso de la Fotogrametría pasó ya al despacho de al lado—e indicaba el del doctor Bauersfeld—ahora acabo de encontrar una cosa completamente nueva; verá V., verá V.» Y llevándome a la ventana, me dió un pequeño vidrio ahumado para colocar ante uno de mis ojos, y comenzó a mover junto al cristal un lápiz. «¿Qué vé V.?» Y yo verdaderamente no sabía qué era lo que estaba viendo: varias veces retiré el cristal ahumado de mi vista, y volví a ponerlo; lo que veía era algo peregrino... Pero no quiero involucrar los asuntos. El fenómeno lo describiré más adelante.

Ahora sólo he de deciros que me pareció de un interés tan enorme lo que veía, que sólo pensé aprovechar la feliz circunstancia que permitía que, por rara excepción, un español gozara de las primicias de una conquista que en el campo de la ciencia acababa de hacerse, para extender esta primacía a cuantos en España estudian y trabajan, y que por la penuria que sufrimos de estímulo para el trabajo y de medios para desarrollarlo, no siempre pueden ser creadores y han de contentarse a menudo con el menos brillante papel de cortejo de quienes más allá de las fronteras logran serlo.

Estábamos a 25 de octubre, como antes dije. El doctor Pulfrich había dado la primera noticia de su descubrimiento el 21 del mes anterior ante la reunión que en el mismo Jena habían celebrado, conjuntamente, la Sociedad alemana de Física y la Sociedad de Técnica física. El 16 de noviembre tuve el honor de ser invitado por la Sección de Física de la Real Academia de Ciencias de Madrid, para exponerlo. Los datos que en Jena pude recoger eran insuficientes para hacer un estudio del fenómeno y sus posibles aplicaciones. Por ello he de limitarme a enviar unas cuartillas a la revista IBÉRICA en que públicamente constara la prioridad: se publicaron el 3 de diciembre de 1921 (vol. XVI, n.º 404, pág. 333). Ninguna oportunidad juzgué más propicia que la presente, en que se hallan congregados en el emporio de la ciencia española de la edad media los que hoy constituyen su más alta representación, para ampliar aquellas someras noticias y presentaros un estudio, imperfecto como mío, pero suficiente quizá para estimular a quien para ello cuenta con fuerzas, a mejorarlo y ampliarlo. Para realizar mi propósito, esperaba recibir un trabajo que el doctor Pulfrich tenía en proyecto. Este trabajo ha llegado a mis manos hace pocos días, y está en alemán. Apenas si he podido darle una lectura. Entre dos males, ofreceros una cosa indigna de vosotros, y aplazarla para otra ocasión en que fueran menores los apremios de tiempo, he optado por el primero. Aceptad mi buen deseo y perdonad el tiempo que en este exordio os he hecho perder.

**II. La estereoscopia métrica monocroma.**—Hasta fines del siglo XIX, el estereoscopio y los aparatos binoculares servían sólo para la contemplación de objetos o panoramas en relieve. Podían indicarnos, dentro de ciertos límites, qué puntos se hallaban más próximos y cuáles más alejados, pero no eran capaces de medir las distancias a que unos y otros se hallaban de nosotros.

El primer paso en este sentido pudo darse gracias a la idea de la *escala aérea*, comunicada por Héctor de Groussilliers en 1893 a la casa Carlos Zeiss, de

(\*) Conferencia pronunciada en la Universidad de Salamanca con motivo del IX Congreso de la Asociación Española para el progreso de las Ciencias.

Jena de Turingia, y realizada seis años después con los *telémetros estereoscópicos* que la misma construyó bajo la dirección de su colaborador científico, el doctor Carlos Pulfrich (1).

Estos telémetros, hoy de uso corriente, (IBÉRICA, vol. XIX, n.º 469, pág. 163) dan la distancia a que del observador se halla cada punto del paisaje, sin más que hacer pasar por él la escala aérea y leer el número de ésta que más se le aproxime. En función de esta distancia, y con ayuda de dos escalas milimétricas rectangulares, pueden apreciarse también magnitudes laterales y en altura.

Pero la exactitud de tales mediciones no era suficiente para multitud de casos en que la estereoscopia hubiera podido emplearse. Y el doctor Pulfrich ideó dos años más tarde el *estereocomparador*, estereoscopio de precisión en que puede observarse el relieve producido por dos vistas de un mismo asunto, obtenidas en dos puntos cuya distancia es variable. Mediante ciertas condiciones, bastará conocer esta distancia, las constantes del aparato, y algunas medidas efectuadas sobre aquellas vistas, para determinar con error despreciable, las tres coordenadas rectangulares de cada uno de los puntos que se hayan ido llevando a coincidencia con un estilete fijo, que en el campo del aparato sustituye a la escala aérea. La estereoscopia métrica ha llegado con este aparato a resolver teóricamente su problema, y sufre tan sólo la restricción de carácter práctico de necesitar para cada punto un cierto número de cálculos que, aun siendo sencillos, pueden ser enojosos por su repetición continuada.

No he de molestaros enumerando las aplicaciones que apenas nacido encontró este aparato en los campos más diversos de la Métrica.

Muy especialmente, los encargados del levantamiento de planos de terrenos montañosos vieron pronto en la naciente *Fotogrametría estereoscópica* un modo de aminorar las dificultades con que en éstos tropezaban los métodos antiguos, y el general von Hübl, director del Instituto geográfico militar de Viena, la adoptó con entusiasmo para el plano de los Alpes.

Bajo sus órdenes trabajaba un joven teniente de Infantería, Eduardo von Orel, encargado durante largo tiempo de efectuar los cientos y miles de pequeños cálculos necesarios para la determinación de los puntos notables del terreno. Su agudo ingenio le sugirió pronto la idea de sustituir estos cálculos por sencillas disposiciones mecánicas, que fué poco a poco perfeccionando. Un paso más, y ligó sus varillas al estereocomparador, para que al llegar los diferentes órganos de éste a la posición correspondiente a cada punto del terreno, arrastrara su aparato, y automáticamente diera éste, ya construídos, los valores de las coordenadas definitivas. Más tarde, el mismo aparato marcaba, gráficamente, la posición del punto en el plano, y en una escala podía leerse la correspondiente altura, que se escribía a su lado, como en los planos taquimétricos.

Intervinieron la casa Zeiss y el doctor Pulfrich, y pronto lo que había comenzado como aditamento al estereocomparador, llegó a comprender a éste como pequeña parte del todo, que se llamó *estereoautógrafo*. Las fechas de 1909, 1911 y 1914 marcan las fases principales de este aparato, fruto sazonado de la intuición de Orel, la experiencia de Pulfrich y los inmensos recursos constructivos de los talleres de Zeiss.

El modelo 1914 de este aparato es una de las

obras más notables de la mecánica de precisión de nuestros días. Pesa 1300 kilos, cuesta 100000 pesetas, y los enlaces entre sus diversos órganos se efectúan mediante juegos de bolas de acero con ajuste de un micrón (IBÉRICA, vol. XIII, n.º 317, pág. 138).

Colocadas en él un par de vistas verticales de un mismo terreno, y haciendo coincidir con los diferentes puntos de éste el estilete de su estereocomparador, un lápiz nos da la posición de los mismos en el plano, a la escala que se desee, y en una escala se leen sus alturas respectivas. Pero aun hay más. Constituyendo el estereoautógrafo la realización mecánica de la ecuación más general de tres variables—las tres coordenadas de los puntos del terreno—bastará mantener constante el valor de una de ellas, la altura, para que los puntos del terreno que puedan llegar a coincidir con el estilete, sean de una curva de nivel, cuya proyección será trazada de un modo continuo por el lápiz-trazador del aparato.

Es decir, que hemos llegado con el estereoautógrafo al trazado automático y continuo de curvas de nivel—y de cualesquiera otras líneas interesantes—de un terreno, sin más que observar por un estereoscopio dos fotografías y mover sobre aquél un estilete, dirigido por dos manubrios y un pedal. Y todo ello con error gráfico menor de 1/5 de milímetro.

Para llegar a este resultado, la Fotogrametría estereoscópica no ha necesitado más que tres lustros desde que con el telémetro dió sus primeros pasos (1).

Estalla la gran guerra, y entre sus horrores y miserias infinitas, se destaca una conquista, que si durante ella sirve sólo para sembrar la muerte, queda luego al servicio de la paz: la conquista del aire. El avión de reconocimiento comienza dando noticias sueltas; más tarde, completa los planos existentes; acaba por hacerlos donde no existían. Y para deducir de estas fotografías aéreas—como antes de las terrestres—planos exactos, von Sander idea nuevos órganos complementarios del *estereoautógrafo*.

Llegamos a 1921, y con esta fecha al punto culminante del proceso que venimos siguiendo con el doctor Pulfrich. A medida que el problema se iba complicando, eran precisos nuevos órganos para resolverlo.

Y he aquí que, simultáneamente surgen dos nuevos aparatos: el *autokartógrafo* del profesor Hugershoff y el *estereoplanógrafo* del doctor Bauersfeld, que acometen de frente el problema más general de la fotogrametría aérea; el de obtener un plano topográfico, de dos fotografías cualesquiera de un terreno, sin más que conocer en éste tres puntos, que aparezcan en aquéllas. Y lo hacen basándose en un principio enteramente nuevo, prescindiendo del *estereoautógrafo* y del *estereocomparador*.

La *estereoscopia monocroma*, a la que acabamos de dar una rapidísima ojeada histórica, muestra horizontes cada vez más amplios e interesantes. Pero fuerza nos será abandonar este camino real para buscar a su margen un detalle que se juzgó nimio de momento, pero que, como vais a ver en seguida, condujo al descubrimiento de la *estereoscopia heterocroma*, objeto de esta conferencia.

(Continuará)

JOSÉ M.<sup>a</sup> TORROJA,  
Ingeniero de Caminos e Ingeniero Geógrafo

(1) Puede verse una descripción de estos aparatos en la obra «Aplicaciones métricas de la Estereoscopia», por don José María Torroja. Madrid, 1909.

(1) La descripción detallada de este aparato se encuentra en el trabajo: «El Estereoautógrafo de E. von Orel, por J. M. Torroja» Arxius de l'Institut de Ciencies. Any II. Número 1. Barcelona MCMXIII. El que desee mayores detalles sobre el método estereofotogramétrico, puede consultar también los folletos del mismo autor «Levantamiento de planos por medio de la fotografía estereoscópica» Madrid, 1913, y «La Estereofotogrametría en 1915» Madrid, 1916.

## IDEAS DEL SIGLO XVIII SOBRE LA INDUSTRIA DE TEJIDOS EN ESPAÑA

Al revisar los numerosos legajos que sobre fábricas del siglo XVIII se conservan en el Archivo de Simancas, adviértese, desde luego, un ansia febril por implantar en España los métodos más modernos para el fomento de las industrias. Sobre todo en el ramo de tejidos, los géneros ingleses y holandeses, que estaban de moda en España, eran una preocupación para nuestros gobernantes más que para los particulares; pues según las ideas económicas corrientes en la época, al Estado correspondía la organización de la industria, no sólo de la que era utilizada por el Estado como tal, v. g. la fábrica de tejidos de Guadalajara, proveedora de los paños del ejército, sino también de aquélla que más inmediatamente atendía al bien de los particulares, como pudiera hacer hoy día cualquier fábrica montada por un capitalista.

De este concepto exagerado de que la industria debía ser reglamentada y aun explotada por la Secretaría de Hacienda, provenían las proposiciones que los técnicos extranjeros hacían a nuestros embajadores, de hacer contratos con el gobierno español, que había de adelantar el dinero a cambio de comprometerse a montar una industria floreciente capaz de competir con las mejores establecidas en Europa.

Unas veces los directores técnicos se comprometían a traer obreros ya formados del extranjero, como ocurrió al establecerse la fábrica de paños de Guadalajara, y otras buscaban en España los aprendices, maestros y oficiales, como ocurrió general-

mente en la Real fábrica de tejidos de Ávila.

En una visita al Archivo de Simancas conocimos numerosos legajos sobre establecimientos de fábricas por iniciativa del Estado durante el siglo XVIII. Principalmente nos llamó la atención la colección de documentos relativos a la Real fábrica de tejidos de Ávila, formada por todos los que se fueron recibiendo en la Secretaría de Hacienda sobre dicha fábrica, desde las primeras contrataciones con los directores extranjeros hasta la cesión del citado establecimiento por el Estado a un particular.

Es la documentación tan completa, que se

conservan en los legajos, en perfecto estado, más de 80 muestras de tejidos, unas en blanco y estampadas las otras, con variedad de lindísimos dibujos y armónica combinación de colores. Entre estos numerosos papeles, hay unas ordenanzas redactadas por un insigne maestro catalán llamado Ramón Igual, ordenanzas, a su juicio, aptas para corregir los graves defectos que en la fábrica se habían notado. Preceden



Muestra de tejidos estampados en la Real fábrica de Ávila, que se conserva en el Archivo de Simancas.

a éstos, dos escritos del mismo Igual; es, a saber, una memoria sobre la organización de la industria nacional de tejidos en España, y otra en la que estudia el autor los defectos de la fábrica de Ávila con la claridad de criterio y seguridad científica de un gran técnico.

Entresacado de estas ordenanzas y memorias, tuve la honra de presentar un trabajo al reciente Congreso de Ciencias reunido en Salamanca, sobre las orientaciones científico-industriales de Ramón Igual, que, accediendo a los ruegos del director de esta Revista con quien asistí a dicho Congreso, ofrezco a los cultos lectores de IBÉRICA, remitiendo a los que deseen enterarse más minuciosamente de las ideas técnicas y económicas de Ramón Igual, a la obra que sobre el mismo asunto acaba de publicarme la «Casa Social Católica» de Valladolid.

En 1787 dos ingleses ofrecieron al gobierno español montar una fábrica de tejidos como las mejores de Europa, y eligieron para instalarla la ciudad de Ávila por la baratura de la mano de obra. El obispo de aquella ciudad recibió con aplauso la idea del establecimiento de aquella fábrica, pues le resolvía el gravísimo problema social de dar ocupación a tantos centenares de vagabundos como se veían por las plazas y calles de la ciudad con detrimento de la moralidad pública.

De Cataluña fué a la fábrica de Ávila el colorista Puig, a quien sucedió otro catalán, Ramón Igual,

maestro de rara habilidad en química y en dibujo. La influencia de este colorista debió de ser muy provechosa para la fábrica de Ávila, pues, pasados dos años de su entrada en el establecimiento, se remitieron a Diego Gardoqui 81 muestras de tejidos de la fábrica de Ávila correspondientes a otras tantas piezas. Estas piezas son cotonías rayadas, ordinarias, finas, paño de algodón fino, panas teñidas,

pañó de algodón estampado, y la mayoría lienzo estampado. Abundan los tonos amarillentos, y granates. Los dibujos de flores producen grata impresión, como pueden juzgar los lectores por las tricromías que reproducen tres de las muestras conservadas en el Archivo de Simancas.

Ocurrió lo que no podía menos de acontecer. Igual, superior en varios ramos a los mismos directores, señalaba, quizás con poca prudencia y en tonos violentos, los graves defectos que en algunas oficinas notaba. Los directores, que conocían la competencia del catalán, no podían sufrir aquel temible censor, y surgió la desavenencia. Igual no cedió; antes

creía llegado el momento de arrebatar el cargo a los extranjeros, y si no consiguió lo que pretendía, al menos fué la ocasión de que nos dejara documentadas sus extraordinarias habilidades.

En 9 de abril de 1795 presentó al intendente de las fábricas de Ávila un largo memorial, «con el objeto, dice, no sólo de dar a V. S. una prueba de mi inteli-



Muestra de tejidos estampados en la Real fábrica de Ávila, que se conserva en el Archivo de Simancas.

gencia en el manejo de una fábrica como la de este establecimiento; sino también para que V. S. tenga noticia de los defectos de ella, por falta de conocimientos en quien la dirige; me ha parecido pasar a sus manos los adjuntos cuadernos, en donde, por clases, por separación de ramos, van explicados los abusos introducidos, destructores del concepto que debía tener este real establecimiento con respecto a sus facultades y el considerable caudal que ha invertido desde su origen, sin que hasta ahora se note la menor ventaja en él.

Igual aparece en todo este memorial como hombre de talento práctico, educado desde niño en el ambiente de las fábricas catalanas, minucioso, porque sabe bien que los defectos en los menores detalles del hilado y tejido son causas de grandes deficiencias en los tintes y esmaltados de los dibujos, y en el orden económico llevan el desprestigio de los géneros fabricados, con el subsiguiente desastre económico.

Su estudio es concienzudo y metódico. Comienza por lo fundamental de la hila y carda de algodón, para terminar con la más fina del estampado. Es indudable que piques entre los directores Milne y Borry con igual, encolerizan la pluma de éste, que con frecuencia escribe frases más duras de lo que pide la cortesía, pero nadie puede dudar que en toda la exposición del catalán, a través de ese estilo duro e irascible, se transparenta el hombre técnico enemigo de aparien-

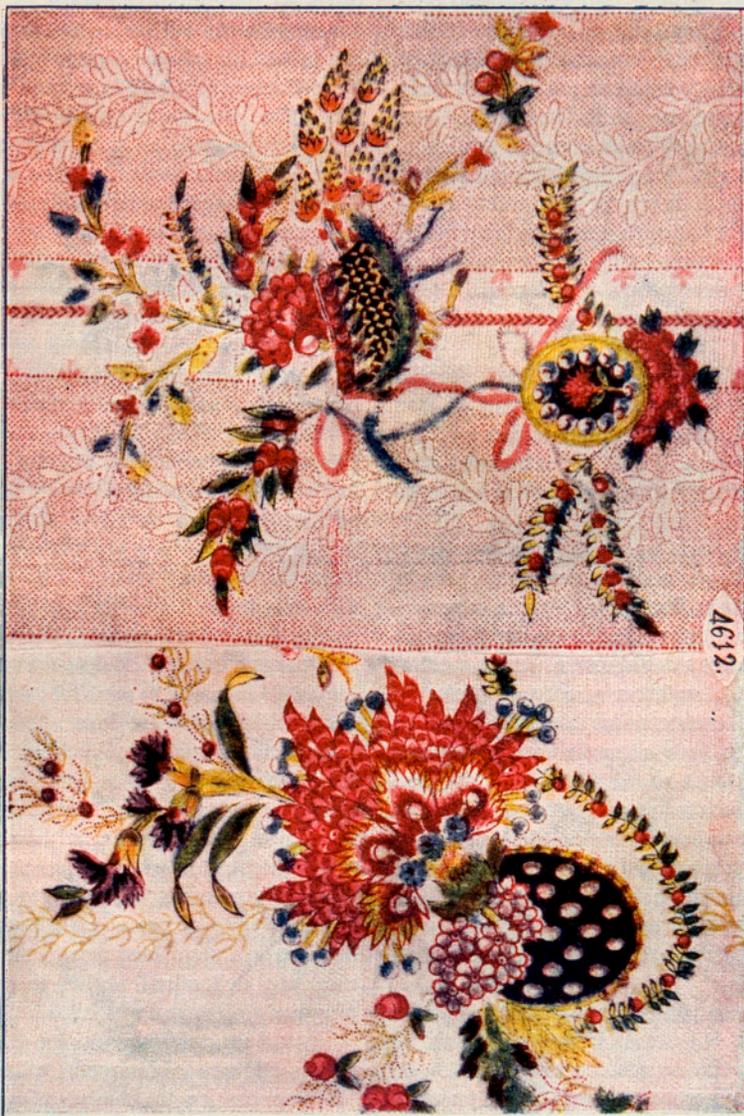
cias y trapisondas que oculten al gobierno los defectos intolerables de una fábrica mal montada y tan mal dirigida a veces por incapacidad técnica, que ha convertido en ruidoso fracaso lo que eran ciertas y halagüeñas esperanzas. Elocuente contraste el que presentan los ofrecimientos firmados en París por los directores ingleses que se comprometen a montar una gran fábrica en Ávila, tan perfecta como

las mejores de Europa, con este examen hecho por un español con quien no contaban los extranjeros, severo, que parece un gravísimo maestro poniendo los puntos sobre las íes a dos discípulos presuntuosos e ignorantes.

No cabe duda que el maestro catalán tiene golpes magistrales de orientación para la organización de las más perfectas industrias de tejidos, y que pone el dedo en la llaga al apuntar como vicio fundamental de la fábrica la falta de escuelas técnicas para la formación de aprendices, y sobre todo, en lo más delicado de tintes y estampado, el carecer de un gran químico, única manera de acomodar a climas distintos las

fórmulas extranjeras ineficaces en la práctica, porque siempre hay algún pie forzado de temperatura, calidad de los elementos indígenas, como por ejemplo, las aguas que han de entrar en la operación.

Expongamos en ligeros rasgos el memorial. Trata primero de los defectos que se notan en las máquinas de hilar y cardar de la casa del puente. Estudia



Muestra de tejidos estampados en la Real fábrica de Ávila, que se conserva en el Archivo de Simancas.  
(Clisés «Casa Social Católica» de Valladolid.)

Igual la causa de que los hilos de algodón sean poco consistentes. Lo achaca a la violencia con que las máquinas hacen la carda, de manera que rompen los hilos del vegetal. Por esa razón, y la de ser más económico, se decide igual por recomendar que el ramo de hilados esté a cargo de los vecinos en sus casas, sobre todo por medio de muchachas, las cuales se cardarían el algodón y volverían a la fábrica el mismo peso que se les hubiese dado en hilado desperdicio, y sería el hilo igual en calidad, y preferible en subsistencia, por no tener las hebras tronchadas. «La ocupación sería general aun en los pueblos de la provincia que pidiesen por medio de sus justicias y párrocos aquellas porciones de algodón que necesitasen, según el número de vecinos útiles para hilar; lo que con facilidad se lograría, enviándoles una muchacha práctica de maestra para que les enseñe; la cual, dotada de cuatro reales diarios, era suficiente para por el tiempo de seis meses, y al regreso a esta ciudad se la podría premiar con mil reales por una vez.»

«El orden, método, arreglo y distribución para el hilado a mano ha merecido la aprobación de sujetos instruídos y de alta jerarquía por su limpieza y subsistencia: En esta provincia era el paraje más adecuado por su mendicidad, y fácil de verificarse por su estímulo.»

Las máquinas, tal como se construían entonces, le parecían a Igual imperfectas e impropias para la fabricación de muselinas finas y no llegarán a perfeccionarse si no basa su construcción de un riguroso examen de la naturaleza del algodón, «más meditación del director en simplificar y corregir defectos que no es capaz de comprenderlos ninguno que no esté orientado a fondo de la naturaleza del algodón y lo que permiten sus obras.»

Estudia a continuación los «defectos en el ramo de tejidos». Impugna la construcción defectuosa de los telares. «El director que los mandó hacer, se conoce claramente que no había tejido más que pieles del diablo, cordoné, barragán y rayado, que todos estos son del ancho de la seda, y aquí se acabó su ciencia.»

«Creído de que con los mismos telares podrían manufacturarse todas las demás clases de ropas, se rompió y rasgó de tal manera en la construcción de éstos, que todos los que trabajaban las piezas para los estampados, se reducen al ancho de tres cuartas y las más que por varias instancias se ha podido conseguir de vara escasa, y pocas del ancho regular correspondiente a los pintados.»

«La construcción de telares para esta clase de ropa proporciona el que sin salirse el tejedor del telar anude los hilos que se rompan, y la caja o batán que mantiene la estilla, que tienen los que hoy en día es demasiado pesada, y así, al tiempo que se da el sacudido para arrimar la trama, rompe los hilos con mucha facilidad, y teniendo que salir el tejedor fuera

del telar para anudar pierde tiempo y hace menos labor.»

«El engrudo de estas piezas es tan irregular en el algodón, que no podría asegurar que el director no había engrudado en su vida una pieza de las de esta clase. La razón es obvia. Los tejedores que empezaron a tejer en estas fábricas eran tejedores de lino, y las piezas de esta naturaleza se engrudan con harina, otros lo hacen con almidón, lo que no es tan frecuente por su carestía. Se sigue tejiendo y engrudando las piezas de algodón lo propio que las de lino; y no es así, porque metido el tejedor en el telar creyó éste que lo mismo era tejer el lino que el algodón, y como éste es más delicado que no aquél, en el tiempo que cargaban su brazo maquinal hecho a aquella violencia correspondiente a la materia, se le rompen los hilos con facilidad, y aunque la paciencia se les acababa no se verificaba dejar esta elaboración, pues la recompensa en el tanto por vara les hacía preferible este tejido al de lino.»

Propone el arreglo de telares, y en vez de engrudo de harina, engomar ligeramente la urdimbre, y de esta manera como no se rompen los hilos no saldrá el tejedor del telar y hará más varas, como ocurre en Barcelona, donde «un tejedor aplicado concluye en una semana entera dos trozos que en catalán se llaman piezas de 25 a 22 varas cada pieza, que juntas compondrán unas 44 varas, y a esta pieza se llama catorceno, y su trabajo consiste desde las 6 de la mañana hasta las 8 de la noche con las horas que se toman para comer, almuerzo y merienda.»

Propone como modelo para reformar la fábrica, la industria catalana, y para labores delicadas el empleo de muchachos. «Que bien vendría el arreglar estas manufacturas por muchachos o muchachas, que teniendo éstos y éstas los brazos en aptitud de poseer la delicadeza que se quisiese, serían dos los beneficios que se lograrían: primero, el no fiar estos tejidos delicados en las manos que por su pesadez rompiesen cuantos hilos tuviese el telar; y el otro, el de que siendo de corta edad, tendría menos coste la hechura y la seguridad de que siendo grandes poseerían una delicadeza nativa, la que propagarían sin ninguna violencia a sus hijos.»

Estudia a continuación los defectos de la serna en sus oficinas y blanqueos e impugna con acritud las torpezas en la construcción de locales, hasta el extremo que después de construído el edificio ha habido que apelar, por imprevisión, al burdo recurso de rasgar las paredes; pero lo que más excita a Igual es la deficiente operación del blanqueo de las telas, en parte imposibilitada por el engrudo, tan reprobado, y empleo de aceites en los telares, que cubren el tejido de manchas sucísimas.

ENRIQUE HERRERA ORIA, S. J.

(Continuará.)

Valladolid.

## CÁLCULO DE ITINERARIOS

Calcular un itinerario es buscar el tiempo mínimo necesario para que una máquina dada lleve un tren determinado, entre dos estaciones separadas por un perfil de vía conocido.

En todo momento de la marcha de un tren se verifica que: Esfuerzo motor = suma de los esfuerzos resistentes  $\pm$  fuerza aceleradora, lo que traducido en fórmula algebraica se expresaría en la siguiente forma:

$$F_t = R_m + R_c \pm R_i + R_f \pm f_a \quad (1)$$

que constituye la ecuación de la marcha y es el fundamento de este estudio.

**Valores de la fórmula (1).**—El valor de  $F_t$  representa el esfuerzo en kg. que la máquina puede proporcionar a cada tonelada de tren, más máquina, de modo que es el resultado de dividir el esfuerzo total de la locomotora por el número que representa el citado peso en toneladas (tren + máquina). El esfuerzo que puede hacer una locomotora disminuye desde luego con la velocidad, y está limitado, cuando ésta es pequeña, por el peso adherente y el esfuerzo del cilindro; el modo de buscar este esfuerzo en función de la velocidad se ha resuelto por medio de una porción de fórmulas más o menos complicadas y exactas; a continuación expongo el método debido a Strahl por dos razones: primero porque se trata de un sistema de fórmulas que tienen en cuenta todos los factores que intervienen en la potencia de las máquinas, y segundo porque las veces que he tenido ocasión de usarlas han dado resultados que no han sido desmentidos por las aplicaciones en la práctica.

«El esfuerzo máximo a la velocidad de marcha más económica vale  $F_{\max} = p_m \frac{d^2 l}{D}$  siendo  $l$  la carrera del pistón en cm.,  $D$  el diámetro de las ruedas motoras en cm.,  $p_m$  la presión media del vapor en el cilindro a la admisión más favorable en kg. cm.<sup>2</sup>; para este valor se toma 3'6 si se trata de máquinas de simple expansión timbradas a 12 kg., y 3'4 para las compound, (para presiones mayores se aumentan estos valores de un 3% por atmósfera);  $d$  diámetro de pistón en cm. (si la máquina es compound, se toma el diámetro del cilindro de baja).

La potencia máxima de la caldera vale:

$$HP_{\max.} = \frac{A R}{(1 + 7 \frac{R}{S}) G}$$

siendo  $A$  un coeficiente que depende de las calorías del combustible y vale para carbón de 7500 calorías  $\left\{ \begin{array}{l} 3800 \\ 4250 \\ 4000 \end{array} \right\}$ , según se trate de máquinas con recalentador en general, máquinas de simple expansión y vapor saturado, o de máquinas compound de dos cilindros y vapor saturado (para combustible de poder calorífico diferente se varían estos números en la

misma proporción que las calorías);  $R$  son los metros cuadrados de superficie de rejilla,  $S$  son los m.<sup>2</sup> de superficie de calefacción total (superficie interior de los tubos, más la del recalentador, y desde luego la directa del hogar),  $G$  es el gasto de vapor en kg. por HP hora y se admite que vale 11'5 para simple expansión y vapor saturado, 9'75 para las compound de dos cilindros vapor saturado, 9'5 id. id. de cuatro cilindros id., 7 a 6'5 para simple expansión vapor recalentado, y 6'5 para compound vapor recalentado.

La velocidad más económica vale  $V_m = \frac{270 HP_{\max}}{F_{\max}}$

La potencia a cualquier otra velocidad  $a$  en km. hora valdrá  $HP_a = C_a \times HP_{\max}$ , y el valor de la fuerza:

$$F_a = 270 \frac{HP_a}{V_a} \quad (2)$$

siendo  $C_a$  un coeficiente que vale:

$$C_a = 0'6 \left( 2 - \frac{V_a}{V_m} \right) \frac{V_a}{V_m} + 0'4$$

para valores de  $V_a$  menores que  $V_m$ , y

$$C_a = 0'5 \left( 3 - \frac{V_a}{V_m} \right) \sqrt{\frac{V_a}{V_m}}$$

para valores de  $V_a$  mayores que  $V_m$ .

Los valores encontrados para  $F$ , se reducen de un 15% para tener esfuerzos efectivos, toda vez que a los teóricos no es posible llegar en la práctica.»

—El valor de  $R_m$  representa la resistencia que ofrece una vía recta y horizontal al movimiento, sobre la misma, de cada tonelada de tren (comprendida también la máquina). Un tren, para moverse en vía recta y horizontal, ha de vencer varias resistencias: 1.º la del mecanismo de la locomotora; 2.º la de las manguetas al rozar con sus cojinetes; 3.º la del rodamiento de las ruedas con el carril; 4.º la de las desigualdades de la vía y sus resaltos (que dependen de su estado de conservación), y 5.º de la resistencia del viento. Todas estas resistencias son muy difíciles de calcular teóricamente con exactitud, y para darles algún valor no hay más que dos caminos: o echar mano de un dinamómetro y empezar una serie de pruebas para ver estas resistencias experimentalmente, o tomar alguna de las muchas fórmulas empíricas que se encuentran en los diccionarios y formularios. En tiempo normal y vía corriente que esté en buen estado de conservación, puede tomarse

$$R_m = 3 + \frac{V^2}{1200} \quad (3)$$

en la que  $R_m$  son resistencias en km. por ton., y  $V$  representa la velocidad del tren en km. h. (Fórmula global).

— $R_c$  representa los kg. por ton. de tren completo que ofrece una curva al paso del mismo durante toda

la longitud de la primera; una fórmula que se emplea muchas veces es la:

$$R_c = \frac{650}{R-55} \quad (4)$$

en la que R representa el radio de la curva en m.

— $R_c$  es el valor de las resistencias que ofrecen las pendientes en kg. por ton.; el doble signo  $\pm$  resulta de considerar que una rasante que esté en pendiente produce una resistencia negativa y por lo tanto debe intervenir en la fórmula general con el signo menos:

$$R_i = \pm i \quad (5)$$

en la que  $i$  representa la inclinación del perfil en  $\text{‰}$  (este valor es el más exacto de todos los que se han estudiado, pues responde al hecho de que sólo se aplica a vencer la diferencia de alturas entre los puntos extremos del perfil).

— $R_f$  es la representación de la resistencia que puede producirse en los frenados, en kg. por ton. como los anteriores valores. Al aplicar una zapata de fundición sobre la llanta de una rueda, se produce una resistencia que será tanto mayor cuanto más grande sea la fuerza de aprieto de la zapata a la rueda; si esta fuerza resistente fuese mayor que la que se produciría patinando la rueda sobre el carril, se producirá esto último, y en este caso la resistencia sólo sería de 100 kg. por ton.; como que al calcular los frenados es cuestión de garantizar una parada con toda seguridad, no podrá contarse con un mayor valor que el antes indicado, o sea de 100 kg. por ton., y la fórmula que lo expresará será:

$$R_f = \frac{P_f 100}{P} \quad (6)$$

en la que  $P_f$  representa el peso frenado del tren, y P el peso total del mismo en ton. (Lo dicho anteriormente del frenado no quiere decir que no se pase del valor indicado de 100 kg. por ton., pues cuando la vía está seca y se echa arena a los carriles puede llegarle hasta 150 y más kg., pero esto no siempre puede lograrse, y ha quedado indicado que lo principal al calcular los frenados es pecar más bien por exceso de seguridad que por defecto).

— $f_a$  representa el valor del esfuerzo acelerador o retardador que en todo momento recibe cada tonelada de tren, y debe calcularse como resultado de la fórmula (1). Efectivamente, cuando  $F =$  suma de R, el valor de  $f_a = 0$ , y esto querrá decir que en el momento considerado, el tren va a una velocidad de régimen que conservará constante en el momento siguiente al considerado; si F mayor que la suma de los valores R, el tren se acelerará, y si F menor que los citados valores, el tren se retardará en su marcha. Es, pues, condición precisa conocer en todo momento el valor de  $f_a$  para poder seguir y predecir el movimiento de un tren en el momento siguiente al actual que se considere; este valor es la piedra de toque de esta clase de operaciones y por lo tanto del problema que nos ocupa y que vamos a enfocar seguidamente.

**Gráfico A.**—Un modo sencillo de buscar  $f_a$  en todo momento, se logra construyendo el gráfico de la página siguiente: En un papel milimetrado, se trazan dos ejes coordenados; el de las Y representará kg. a la escala de 5 mm., y el de las X velocidades en km. h. Se dibujará una curva de esfuerzos para cada tipo de tren, empezando por el de 100 toneladas y siguiendo por el de 150, y sucesivamente de 50 en 50 hasta llegar al de 1000 toneladas. Cada una de estas curvas se calcula dividiendo respectivamente las ordenadas de la curva de esfuerzo de la máquina (que no es preciso trazar en este gráfico por salirse de la cuadrícula, dados los altos valores que representan los kg. del esfuerzo total de las máquinas). Las ordenadas de esta última curva se dividen por el número que representa el peso de tren más máquina, y se van dibujando las curvas que pueden verse en el gráfico de referencia. La curva correspondiente a la máquina se ha dicho que no había necesidad de trazarla, pero de todos modos siempre se tendrán más datos si se traza; puede hacerse a otra escala de kg., tal como se ve en el gráfico A. La curva teórica sería tangente en el infinito a la ordenada correspondiente a la velocidad cero, y crece muy aprisa a medida que nos aproximamos a las velocidades pequeñas; en la práctica no es posible contar con más esfuerzo que el que puede proporcionar el peso adherente, que puede tomarse  $\frac{1}{5}$ , de modo que la curva deberá limitarse por una línea horizontal desde cero hasta que corte a la curva del esfuerzo, y cuya ordenada tenga por valor  $\frac{\text{peso adherente}}{5}$ . No basta lo dicho, pues podría suceder que el esfuerzo marcado por la línea mixta que acaba de esbozarse no llegase al que pueda dar el cilindro de la máquina considerada; es preciso asegurarse de este detalle calculando el esfuerzo del cilindro por la fórmula conocida que dice:

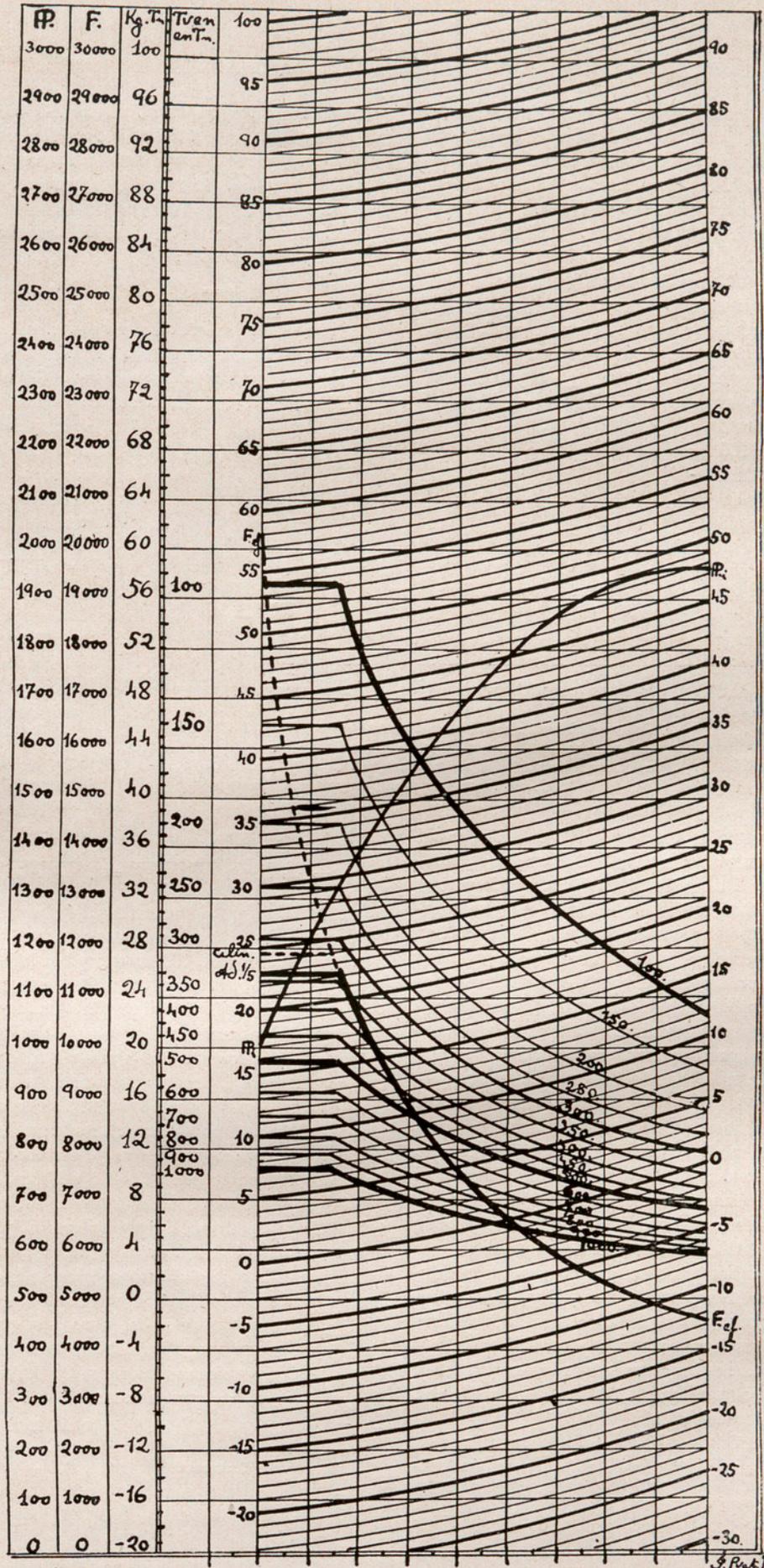
$$F_{\text{cil}} = 0'65 \frac{pd^2 l}{D}$$

(caso de dos cilindros); este valor nos da la capacidad de arranque de una máquina y generalmente es superior al que marca el  $\frac{1}{5}$  del peso adherente.

Se dibujará luego la curva de la resistencia  $R_m$  y se marcará con un cero, se trazarán toda una familia de curvas paralelas a la misma y separadas de 5 mm. una de otra, se numerarán con los números de cero a cien, y las de debajo el cero se marcarán con los mismos números afectados del signo menos. Estas curvas nos darán los valores de la suma de las resistencias.

En este gráfico, cuya escala de curvas se ha tomado en la figura, de 2 mm. por kg., aparece en todo momento el valor de  $f_a$  como diferencia entre las ordenadas de una curva de las F, y otra de las R. Al variar la velocidad de la marcha de un tren, varía por un lado la fuerza motora F de un modo continuo, y por otro varían también con la velocidad los valores de las resistencias; el valor de  $f_a$  variará, pues, con mayor motivo, y por la tanto el movimiento del

GRÁFICO A. MÁQUINAS 1600 DE MADRID - ZARAGOZA - ALICANTE (En construcción)



Velocidades K.h.o. 10. 20. 30. 40. 50. 60. 70. 80. 90. 100.

J. P. R. S.

tren será variado sin ninguna ley de variación; su velocidad en cada punto del espacio podría representarse con una curva tal como la 1 en el croquis adjunto. Podemos hacer una primera suposición que consista en suponer que el esfuerzo acelerador  $f_a$  en lugar de variar de un modo continuo, lo hace por saltos bruscos cada 100 metros de recorrido, de modo que cada 100 metros se conservará constante su valor, y al final de los mismos pasa de repente al valor que realmente habría alcanzado si hubiese variado tal como sucede en la realidad. Esta suposición nos transforma el movimiento del tren en un movimiento uniformemente variado con aceleraciones desde luego constantes durante

cada espacio de 100 m.; en el gráfico citado estaría representado por la línea quebrada 2. Una segunda suposición podrá ser la de que la velocidad, en vez de variar continuamente, lo hace sólo bruscamente al final de cada trayecto de 100 metros, por lo tanto el movimiento definitivo a que se ha venido a parar es una serie de movimientos a veloci-

dad uniforme, y variable sólo cada 100 m. de un modo brusco, para pasar de repente al valor que en la realidad sólo habría alcanzado al final de los 100 m. que va a recorrer. Esta última suposición nos permite representar el citado movimiento por la línea 3. Los errores puede verse que por la primera suposición son despreciables, puesto que el trayecto de 100 m. escogido para la subdivisión del espacio es suficientemente pequeño para poder hacer aquella (si se quisiera una mayor aproximación se debería subdividir más el espacio); no es tan leal la segunda porque especialmente en los primeros 100 m. el error es nada menos que del doble, pero como que se conoce este error se verá el modo sencillo de tenerlo en cuenta; lo mismo se dirá del último trayecto de 100 m. que precede a la parada, el cual también se tiene en cuenta, por más que se resolverá por otro sistema que se detallará más adelante. Efectivamente, tanto en uno como en otro de los dos casos citados, no es lo mismo decir que un tren parte de cero y llega a una cierta velocidad, que suponer que ha recorrido el trayecto a la velocidad uniforme que sólo alcanza al final del trayecto; en los restantes trayectos en que sólo hay pequeñas variaciones de velocidad en los cien metros, ya puede aceptarse lo dicho.

Si en el interior de cada uno de los rectángulos que forman el croquis de referencia ponemos el nú-

mero de segundos que tarda el tren en recorrer los cien metros a la velocidad uniforme que marcan las ordenadas, bastará sumar estos números para tener el tiempo empleado en recorrer el trayecto de un extremo a otro.

Conociendo el valor de  $f_a$  se determinará la aceleración por la fórmula:

$$a = f_a \frac{1}{100} \quad (7)$$

en la que  $a$  es la aceleración en m. seg., y  $f_a$  son, como ya se ha dicho, kg. que recibe cada tonelada para acelerar o retardar su movimiento. Conociendo la velocidad de origen, la aceleración de un movimiento

y el espacio que hay que recorrer, puede determinarse la velocidad final por la fórmula:

$$v_2 = \sqrt{v_1^2 + 2ae} \quad (8)$$

en las que las  $v$  son velocidades en m. seg., y el valor de  $e$  son metros: Si partimos del supuesto de subdividir el espacio en fracciones de 100 metros y de expresar las velocidades

en kilómetros-hora, la fórmula sería:

$$v_2 = 3'6 \sqrt{1/13 v_1^2 \pm 2f_a} = \sqrt{v_1^2 + 26f_a} \quad (9)$$

El problema queda reducido a tomar el perfil que debe recorrerse dibujado a una escala cualquiera, marcar una división cada 100 metros y buscar el número de segundos que emplearía el tren en recorrer cada sección, lo cual es fácil conociendo el valor de la velocidad, y ésta ya hemos dicho el modo de encontrarla aplicando la fórmula (9). Los valores  $f_a$  que aparecen en la misma, los da directamente el gráfico A con sólo situarse sobre la velocidad en que se esté marchando y se sepa el tren que se remolca, y desde luego se conozca el perfil para poder escoger la curva de las R que responda a las resistencias que el citado perfil introduce a la marcha del tren. Cada 100 metros repetiremos esta operación y calcularemos la velocidad, que servirá a su vez para calcular la nueva resistencia y el nuevo valor de  $f_a$  que regirá para el trayecto siguiente, y así sucesivamente.

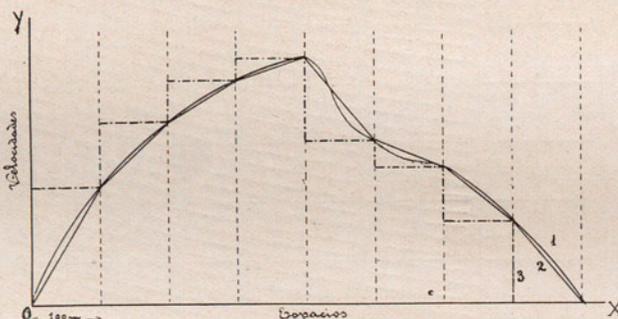
El problema está resuelto, pero hay que confesar que de un modo largo y pesado; tanto es así que habría que pensar en resolverlo mecánicamente si no se pudiese hacer de otra manera.

JOSÉ PRATS TOMÁS,

Ingeniero Industrial en M. Z. A.

Barcelona.

(Continuará)



Croquis de la representación de la velocidad de un tren en función del espacio recorrido. Línea 1. Velocidad variada - Línea 2. Velocidad uniformemente variada (aceleraciones diferentes) - Línea 3. Velocidad uniforme, distinta en cada trayecto de 100 metros

## LOS SALTOS DEL DUERO

El distinguido ingeniero de Caminos, Canales y Puertos don Luis Sánchez Cuervo, en el discurso inaugural de la sección octava, de Ciencias Aplicadas, del congreso de Salamanca, trató muy oportunamente de los renombrados saltos del Duero. Decimos muy oportunamente porque el proyecto de aprovechamiento del Duero como problema de ingeniería, es comparable con los más importantes del mundo; su utilización afecta en gran parte a la provincia en cuya capital se celebró el congreso, y finalmente su realización es de vital interés también para la nación portuguesa, que tan valiosa cooperación prestó al congreso de Ciencias enviando a Salamanca una ilustre pléyade de sabios, para departir fraternalmente con nosotros en las nobles lides de la ciencia ibera.

Trató el eminente profesor de la Escuela de Caminos con tanto acierto el espinoso asunto, y arrojó sobre él tan abundante luz, que no dudamos en publicar las extensas notas que habíamos tomado al escuchar sus racionios y que después pudimos completar leyendo íntegro el instructivo discurso.

Estudió el señor Sánchez Cuervo el magno problema de los saltos del Duero desde los puntos de vista internacional, técnico, económico y financiero. He aquí sus principales ideas sobre los cuatro puntos:

\* \* \*

El primer aspecto del problema, sin cuya acertada resolución no podrá darse un paso en el camino que conduce al aprovechamiento de tan valiosa fuente de riqueza, es el aspecto internacional. No están lejanas las tentativas hechas para dictar por una Comisión mixta reglas complementarias que definan exactamente la forma administrativa de otorgar concesiones y el modo de distribuir entre ambos países copropietarios la energía potencial del Duero en el tramo que les sirve de frontera. Desgraciadamente no se pasó de la tentativa, y más de lamentar aún es la falta de persistencia y tenacidad para lograr el acuerdo. Casi dos años han transcurrido en silencio, si no hostil, indiferente, y claro es que de continuar de este modo, no es fácil llegar a una solución en materia que ya de por sí ofrece no pocas dificultades. Muy recientemente se anunció la reanudación de las labores de la comisión internacional, pero no parece que tal propósito se haya cumplido.

Las dificultades que surgen al buscar la solución equitativa de este aspecto del problema son debidas en buena parte a ciertos recelos de ambos países, y a la desaparición de éstos seguirá inmediata y automáticamente la de aquéllas. No entra en mis propósitos inmiscuirme en la labor encomendada a personas que, por su ciencia, su conciencia y su experiencia, son garantía firme de acierto, si al servicio de su misión ponen, como sin duda han de poner, una decidida voluntad. Solamente creo deber apuntar, como inge-

niero, que cuanto se haga en materia legislativa debe girar en torno de las conveniencias técnicas, supeditándose a ellas.

La naturaleza es ajena e indiferente a las artificiosas divisiones políticas que los hombres crean. La ingeniería atiende a la utilización con el mínimo gasto y con el máximo rendimiento de las oportunidades o posibilidades que la naturaleza le ofrece, y el supeditar este criterio a aquellas divisiones, puede conducir, y seguramente conduciría en este caso, a una total esterilidad. Existe en el Duero fronterizo una fuente natural de energía de entidad enorme, que debe aprovecharse; existe, más o menos delineada, una solución técnica que supone el rendimiento óptimo del esfuerzo financiero que ha de desarrollarse; existen unas necesidades que pueden ser satisfechas por la aplicación de aquel aprovechamiento. Pues bien; atáquese el problema poniendo la vista en estas facetas reales del problema y lábrese la faceta artificial de la legislación, supeditándola al respeto más absoluto de los factores naturales.

Para concretar, y mostrando un atrevimiento que se basa en una convicción, me permito aconsejar a mis buenos colegas, los ingenieros españoles, y rogar a mis ilustres colegas, los ingenieros portugueses, que apoyen con sus decisivas fuerzas la desaparición de fronteras a estos fines; la sumisión del problema legislativo o administrativo al problema técnico, seguros de que con ello prestarán el más eminente servicio al éxito de la ingeniería ibera y a la creación de riqueza de ambos países hermanos.

Pasemos a considerar el segundo aspecto de este problema. Pocas veces, y ninguna semejante en la Península, se ofrecerá al ingeniero tan amplia ocasión de ejercitar su habilidad profesional, ni quizá circunstancias que tan estrechamente ligen el acierto ingenieril con el éxito económico. Haremos una sucinta enumeración de las cuestiones de orden técnico, que bastan para apreciar la complejidad del tema.

La primera cuestión es si debe utilizarse la energía del Duero por medio de presas de altura, o bien por presas de derivación y canales laterales. La escasa pendiente media del Duero internacional parece imponer como criterio básico el empleo de presas de altura y centrales al pie de las mismas, o poco alejadas de este pie. Los canales, por poca pendiente que requieran, representan una merma porcentual de importancia considerable en el desnivel aprovechado. Su enorme sección y la necesidad de construirlos en galería en gran parte de su longitud, elevan el coste de la obra. El gran desarrollo de canal exige depósitos en su extremidad, de volumen extraordinario y de ejecución costosa. Las tuberías de carga, a poca longitud que tengan, alcanzan también una entidad insospechada cuando se trata de caudales del orden de 100 a 150 metros cúbicos por segundo. La eleva-

ción del nivel de agua, consiguiente a las fuertes avenidas, implica la necesidad de perder normalmente un importante desnivel, para evitar la inundación de las casas de máquinas.

Las presas de altura permitirán la supresión de los largos y costosos canales, así como los depósitos de extremidad, reduciendo al mínimo la importancia de las tuberías de presión. Sin embargo, no dejan de plantear problemas técnicos que están lejos de poderse resolver sin muy atento estudio. Su altura, con cuya tercera potencia crece, aproximadamente, el coste de la obra, ha de escogerse juiciosamente. Un valor elevado de aquella altura reduce el número de centrales, y con éste los gastos de explotación, si bien eleva los de primer establecimiento. Una presa alta, en algunos emplazamientos escogidos en el cañón o desfiladero que sirve de cauce al Duero fronterizo, puede permitir, tal vez, un almacenamiento considerable de agua en sus cuatro o cinco metros superiores, ayudando considerablemente a resolver el problema de la regularización, si no anual, mensual o de estación. Una presa de pequeña o mediana elevación, puede permitir verter por su coronación las avenidas, lo que simplifica la no fácil cuestión de dar paso a éstas, mientras que tal idea es inaceptable en presas de gran altura.

Es probable que, como siempre sucede, no sea aconsejable en nuestro caso ninguna solución extrema, sino una intermedia que combine saltos de presa con saltos de canal, empleados estos últimos en aquellos tramos del río que presentan rápidos con fuerte pendiente media.

Una segunda cuestión, muy ligada con la anterior, es la forma en que debe subdividirse el plan de construcción de los aprovechamientos. Representa el Duero internacional una potencia utilizable en puntas de la curva de consumo, de unos 500000 caballos. Es evidente que el plan constructivo debe permitir la parcelación de esta potencia, poniendo sucesivamente en servicio lotes de un orden moderado, por ejemplo de 50000 caballos. Así cabe seguir las necesidades del consumo a medida de su desarrollo, disminuyendo la entidad de los intereses intercalares, muy a menudo olvidados por los ingenieros. Sería económicamente absurdo, pretender que el plan de construcción implicara la división de la potencia total en sólo dos centrales. Ni el tiempo requerido, ni los enormes capitales exigidos, ni la movilización de dinero e iniciativas que supone la creación de industrias que utilicen 250000 caballos en una etapa, es conciliable con la escala de desarrollo industrial en nuestra Península. La subdivisión del desnivel aprovechable por medio de presas de altura, es en favor de esta parcelación de la potencia en escalones del orden apuntado. Esto no empece a la concentración en sólo dos o tres subestaciones, de los transformadores elevadores de tensión para el transporte a gran distancia de la energía del Duero.

La tercera cuestión del problema técnico es la re-

lativa a la regularización de la potencia. El Duero, como todos los ríos peninsulares, es de régimen eminentemente variable, en escala que abarca variaciones de 1 a 1000. La economía de los aprovechamientos hidráulicos exigiría en su extremo límite la posibilidad de que ningún litro de agua vertiera por la presa o por los aliviaderos, sino que todos ellos pasarán por las turbinas, produciendo los kilográmetros correspondientes. Difícil es llegar a este ideal; pero a él hay que aproximarse cuanto económicamente sea permisible. La importancia del caudal medio del Duero y la gran divergencia entre los estiajes y las avenidas, imposibilitan el logro de esta aspiración. Es tanta la entidad de los vasos o embalses necesarios, que ni la topografía ni menos el respeto a intereses creados en el valle principal y en los afluentes consiente almacenamientos del orden requerido. Algunos importantes embalses se hallan en períodos de construcción de afluentes del Duero, y otros varios en estado de proyecto. Son, sin duda, estos lagos artificiales, muy acertadamente proyectados, auxiliar poderoso para la regularización del caudal, teniendo en cuenta, no sólo el volumen que integran, sino también que el régimen de su funcionamiento, por estar aplicados especialmente a riegos, implica una corrección del régimen de caudales del río, en el sentido de agotar estos almacenamientos en las épocas de estiaje, lo cual favorece la uniformidad del régimen de potencias disponibles en las centrales hidroeléctricas. El agua absorbida por la vegetación es una fracción muy pequeña de la que circula por canales y acequias, y en cuencas que presentan los caracteres geológicos de la del Duero fronterizo, la casi totalidad del agua aplicada a riegos vuelve al cauce, con un retraso ciertamente, pero siempre a tiempo para prestar un concurso útil desde el punto de vista de la producción de energía; es decir, antes de que las lluvias otoñales hagan innecesario aquel concurso.

La posibilidad de regularización parcial por grandes embalses es sólo obtenible en zonas exclusivamente españolas, pues en el estrecho cañón del Duero, en el tramo que sirve de frontera, apenas consiente almacenamientos que no requieran un elevado gasto por metro cúbico embalsado. La conexión señalada entre los embalses españoles y los planes de riego que, con gran sacrificio pecuniario, desarrolla el Estado español, confirman que el problema es peninsular y no está limitado a una división geométrica ni aritmética de un desnivel o de un caudal de un tramo de río. Todo metro cúbico almacenado en España y a su costa, supone un beneficio hecho a Portugal en las centrales cuya explotación le corresponda o en la parte alicuota de energía que se le asigne en el reparto.

No obstante los embalses que en España puedan construirse para coadyuvar a una regularización anual del régimen del Duero, y, a pesar de la cooperación que dentro de cada estación, de cada mes y de cada semana presten a esta regularización las presas

escalonadas en el tramo internacional, el avance hasta ahora hecho en el estudio de tan interesante cuestión no permite confiar en el logro de aquel ideal arriba apuntado de que cada litro de agua que el cauce lleve, pague su tributo a la producción de los vattshora que supone el desnivel salvado en su trayectoria. Por el contrario, debe contarse con que muchos millones de ellos saltarán parasitariamente por los aliviaderos y serán echados de menos en épocas de penuria.

La regularización, no de caudal, sino de potencia puesta a disposición del mercado, sólo se logrará, económicamente, mediante la conjugación de los aprovechamientos del Duero, con otros de sequiaje invertido, es decir, alimentados por cuencas de fuerte altitud, coronadas durante el invierno en su mayor parte por nieves, cuyos mínimo y máximo de caudal coinciden, aproximadamente con los máximo y mínimo del Duero fronterizo.

Esta conjugación habrá de extenderse, probablemente, hasta dar entrada en el concierto a la cooperación de centrales termoeléctricas instaladas en proximidad de las minas de carbón leonesas o asturianas, con utilización de combustibles de inferior calidad, no exportables.

La conexión de unas y otras centrales hidroeléctricas y la de todas ellas con las que empleen el carbón como elemento generador, habrá de hacerse a través de un sistema circulatorio de líneas de alta tensión, como los prevé el proyecto de red nacional que formuló la Comisión Permanente Española de Electricidad. La necesidad de combinar el Duero con aprovechamientos puramente españoles y la interconexión entre todos ellos por una red española, si se ha de lograr una utilización óptima de aquéllos, apoya una vez más la opinión sustentada de que toda legislación o acuerdo internacional debe basarse en una apreciación íntima de la solución técnica recomendable, y no en un criterio estrecho de partición de bienes, que, por aplicación de un *summum jus*, pudiera conducir a una *suma injuria*.

Muchos otros subproblemas encierra el acertado acometimiento del aspecto técnico de los aprovechamientos del Duero. De pasada he aludido antes a las formidables avenidas que hay que evacuar y que alcanzan cifras del orden de 12000 metros cúbicos por segundo. El estudio geológico del cauce y de la cuenca, no es difícil en este caso, pero imprescindible en la solución de presas. La falta de elementos de trabajo en la región, pues, salvo la piedra, nada hay a mano y todo habrá de crearse; la escasa densidad de población y su alejamiento del cauce, que obligará a importar en su casi totalidad los obreros y artesanos, creando campamentos donde albergarlos y alimentarlos; la penuria, en general, de vías de comunicación y la incomunicación casi absoluta entre ambas orillas; la inexistencia en la zona de trabajos de toda industria auxiliar, ni aun rudimentaria; los considerables gastos de desviación de las

aguas durante la construcción de presas, etc.; éstos y otros muchos son puntos que resolver mediante cuantiosos gastos y una organización que abarque desde lo más grande hasta lo más insignificante.

No menos interesante y de difícil solución es el tercer aspecto del problema, el económico; entendiéndose por él, primordialmente, el estudio de los mercados que absorbieran la energía producida. Sin la seguridad de que tal absorción es posible, ni el convenio internacional será otra cosa que un legajo destinado a dormir un sueño eterno en los archivos de los Ministerios, ni el estudio técnico tendrá más valor que el del papel al peso, ni finalmente se hallará quien acepte contribuir con una peseta en semejante empresa.

Las dudas que suscita el logro de mercados son grandes y justificadas. Primeramente el mercado debe ser de tal entidad, que no cabe el suponerlo concentrado en la zona próxima al Duero, ni limitado a una o dos provincias. Ha de ser su importancia tan grande, que el adjetivo que mejor le cuadre es el de peninsular.

No ha de obtenerse aquel mercado perjudicando explotaciones existentes, lanzándose a una lucha desenfrenada de tarifas, pues esto no sería crear riqueza, sino destruirla, y no es seguro ni de lejos que en tal lucha correspondiera el triunfo al Duero, atendido lo costoso de sus aprovechamientos y su lejanía de los mercados; aparte de que enfocado el problema con el carácter de campeonato de lucha, se asfixiaría el Duero al nacer por falta de ambiente favorable.

En España, en las regiones accesibles para la energía del Duero, existen importantes proyectos, concesiones y hasta trabajos iniciados en el Tambre, el Sil, el Navia, el Cinca, el Gállego, el Aragón, el Tajo, el Júcar, el Guadalquivir, para no citar sino los más importantes. Todos estos sistemas o planes de aprovechamiento suman una potencia comparable y aun superior a la que en el Duero se puede obtener; se encuentran más próximos a las zonas industriales capaces de consumir grandes lotes de energía; su coste por unidad instalada no es superior al del Duero internacional; su combinación con cuencas carboníferas para central de reserva y ayuda, es más fácil y económica; el camino que conduce a la puesta en valor de estas concesiones o está ya recorrido o se halla despojado de obstáculos legislativos y administrativos.

Portugal tiene ya en explotación el Lindoso, ampliable hasta colmar las necesidades de la región norte; el plan de Rabagao y Cavados completará aquél, abastecerá el centro de la nación y las escasas demandas del sur de Lisboa; y posee en los ríos que nacen en Portugal mismo, como el Mondego, fuentes de energías importantes y próximas a las necesidades y demandas posibles.

Sin acudir al Duero hay, pues, un programa sólidamente asentado de posibles aprovechamientos, que bastarían a satisfacer tanto en Portugal como en España necesidades nacientes o el crecimiento de las.

actuales, durante un plazo de 15 a 20 años, si a juzgarse fuera por la experiencia pasada.

¿Significa esto que debemos ser pesimistas? De ningún modo. Veinte años ha, nadie imaginaba que fuesen necesarios aprovechamientos del orden de 50000 caballos, y hoy se estiman modestos. Autoridades en esta materia afirman que el aprovechamiento tipo dentro de plazo corto será el de 250000 caballos transportados a 250 millas, a la tensión de 250000 volts. Si el desarrollo colosal y rapidísimo de la industria eléctrica no detiene su paso acelerado, podemos contemplar con confianza el porvenir de los saltos del Duero en lo que a su aspecto económico de mercado se refiere.

Hay, finalmente, un cuarto espacio del problema del Duero; me refiero al aspecto financiero.

El esfuerzo que se ha de desarrollar es de consideración para naciones como España y Portugal. A los precios actuales de la maquinaria, de los materiales y de la mano de obra, no bajará de 500 millones de pesetas el capital requerido por el desarrollo integral de los aprovechamientos y el transporte de su energía por las líneas de primer orden que la conduzcan hasta los grandes núcleos de consumo. Pero no es este esfuerzo financiero, ya en sí importante, el principal que debe hacerse. Es preciso que paralelamente al desarrollo de las instalaciones productoras y transmisoras de energía, se creen las industrias de todo orden que han de absorber ésta, y los capitales requeridos por esas industrias suponen inversiones de cinco a diez veces menores que los exigidos por aquellas instalaciones.

La cuantía de las sumas requeridas no es, sin embargo, inabordable para las fuerzas de ambas naciones hermanas si se encauzan por una colaboración

inteligente, de buena técnica y de absoluta lealtad recíproca. La ayuda de los respectivos Estados es necesaria y no faltará. Todos los gobiernos previsores ven en el desarrollo de los aprovechamientos hidráulicos la política económica de mayores y más seguros rendimientos. El gobierno español ha podido darse cuenta de que, sin la creación de los saltos de agua y de los transportes de energía que precedieron inmediatamente a la guerra mundial, la región industrial más rica de España, Cataluña, hubiera perecido en la atonía en vez de enriquecerse por el trabajo intensivo que tal oportunidad le ofreció. Honremos el nombre y la memoria de los promotores, españoles y extranjeros, de aquellos aprovechamientos, tachados de audaces y temerarios, a quienes tanto debemos y a quienes es aplicable íntegramente el *sic vos non vobis*.

Y nada más diré después del desflore que acabo de hacer, sobrado superficial, del problema del Duero. Usando, y tal vez abusando de vuestra paciencia, he pretendido sólo llamar vuestra atención sobre la complejidad de aquél y hacer un llamamiento a la cordialidad necesaria para su buena solución. No luchas ni disputas. Cooperación de las dos naciones; cooperación dentro de cada una, de industriales, de financieros, de técnicos. Nada será sobrado si hemos de aspirar a ver realizado el espléndido ensueño de convertir el cañón del Duero, que ahora es solución de continuidad que separa a los dos países más efectivamente que un mar o una cordillera, en fuerte lazo que los una en el campo de los intereses materiales, sobre los cuales se cimenta en gran parte, al fin y a la postre, la unión espiritual de los pueblos.

LUIS SÁNCHEZ CUERVO,  
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

## BIBLIOGRAFÍA

**Guía de Salamanca**, por don Amalio Huarte y Echenique, ampliada y adaptada por el presidente de la Comisión de propaganda, don Andrés P. Cardenal. Salamanca. 1923.

Esta hermosa guía la ofrecía el Comité local del IX Congreso de la Asociación española para el progreso de las Ciencias a todos los congresistas.

**Axiomas de los negocios**, por Herbert N. Casson. Traducción del inglés por Emilio M. Martínez Amador. Vol. de 176 páginas. — **Conflictos del trabajo y manera de evitarlos**, por Herbert N. Casson, traducción del inglés por Emilio M. Martínez Amador. Vol. de 192 páginas. Gustavo Gili; Enrique Granados, 45. Barcelona. 1923.

En la primera de estas obras se propone demostrar el autor que los negocios van adquiriendo el carácter de ciencia, y que pueden fundarse, como las matemáticas, en unos cuantos axiomas, y en la segunda, se expone lo que han hecho ya muchos patronos de Inglaterra y de Norteamérica para poner término a la guerra industrial, y resolver los problemas del trabajo. Está escrita con sano criterio, y es de gran interés.

**La Real fábrica de tejidos de algodón estampados de Ávila** y la reorganización de esta industria en el siglo XVIII, por el P. Enrique Herrera Oria, S. J., con un apéndice sobre una huelga en la misma época, por don Saturnino Rivera Manescau. Vol. de 125 páginas. Casa Social Católica. Valladolid. 1922. Precio, 6 ptas.

Véase en el Suplemento de este mismo número de IBÉRICA,

**Curso fundamental de tracción eléctrica**, dado en el I. C. A. I. de Madrid. LECCIÓN 6.ª. PARTE MECÁNICA DE LOCOMOTORAS Y AUTOMOTORES, por don Vicente Burgaleta, Profesor de Mecánica en el I. C. A. I. 20 pág. con 21 fig. Anales de la Asociación de Ingenieros del I. C. A. I. Alberto Aguilera, 25, Madrid, 8. Precio, 2 ptas.

Sumario: 1. Disposición general de la parte mecánica de una locomotora. 2. Bastidor y suspensión. Bastidor principal. Equilibrio estático. Bastidores para ejes libres y carros giratorios. Suspensión. 3. Tren de ruedas. 4. Aparatos de tracción y choque. 5. Parte mecánica de los automotores.

**SUMARIO.**—IX congreso de la Asociación para el progreso de las ciencias, Andrés F. Linari, S. J.—La estereoscopia de los objetos en movimiento y sus aplicaciones, José M.ª Torroja.—Ideas del siglo XVIII sobre la industria de tejidos en España, E. Herrera Oria, S. J. Suplemento.—Cálculos de itinerarios, José Prats Tomás.—Los saltos del Duero, Luis Sánchez Cuervo ☉ Bibliografía