

ner que la intriga en los despachos de ministros y directores hizo su aparición por primera vez entre los alumnos de la Escuela de Caminos, y con éxito brillante ciertamente, pues en la Junta del 4 de octubre dióse lectura de una Real Orden, del día 3, en la que se pedía que, a la mayor brevedad posible, se remitieran al Ministerio las notas que los alumnos habían merecido a cada uno de los examinadores en el examen de fin de curso, y además una relación, que extendería y firmaría cada profesor, de los alumnos de su respectiva clase, con la nota a que les había juzgado acreedores por su comportamiento durante el curso y expresando la falta de aplicación o de disciplina que habían tenido necesidad de corregir.

Examinados detenidamente el objeto y la índole de esta Real Orden «y las malas consecuencias—dice el acta—que ha de traer su cumplimiento para la Escuela y para el Cuerpo», se acordó unánimemente presentarse la Junta en masa, presidida por el director, al Ministro, para insistir en su propuesta, y dar a conocer las muchas razones que se habían tenido para presentar la calificación final de exámenes, aprobada en la última sesión.

En cuanto a la remisión de documentos que se interesaban, se acordó que cada profesor enviara los que creyera conveniente, sin perjuicio de tomar cada uno la determinación a su entender oportuna, en vista de la *fiscalización* que de su conducta como profesor se quería hacer.

La determinación fué la de presentar todos los profesores la dimisión de sus cargos, lo que motivó otra Real Orden, en la que se decía «que Su Majestad había visto con *desagrado* la conducta observada en esta ocasión por los profesores de la Escuela».

Estaba formado el claustro a la sazón por los ingenieros siguientes: Subercase (director), Azas, Campo, Gutiérrez, Echevarría, Subercase (José), Caravantes, Morer y Ortega (secretario).

El día 6 de noviembre, y ante un profesorado com-

pletamente nuevo, se dió lectura de otra Real Orden que decía: «Su Majestad se ha servido resolver que los aspirantes segundos no aprobados en los últimos exámenes *pasen a nuevo año*, debiendo asistir a las clases del quinto curso, en el concepto de que los que no sean aprobados en un nuevo examen deben volver al cuarto.» Que es precisamente lo que los alumnos deseaban.

* * *

Por aquellos días, en los comienzos del mes de septiembre, cruzaba los umbrales del portalón que daba acceso al edificio del Conservatorio de Artes, situado en la calle del Turco—nueva residencia, desde el año anterior, de la Escuela de Caminos—, un joven candidato, casi un niño, para presentar su solicitud de ingreso.

Preguntó en la portería a quién debía hacer entrega del documento, y el portero le indicó que el alumno número uno de quinto año era el encargado de esta misión.

Cruzó el pasillo que conducía a la sala de trabajos gráficos, y, habiéndole salido al encuentro el referido alumno, lleno de admiración—que admiración, y muy grande, le merecía a él, modesto aspirante, un número uno, ¡nada menos!, de quinto año—, le presentó la instancia.

Refiere el aspirante que, al salir de la Escuela, quiso saber el nombre del que con gesto tan simpático y amable le había acogido y saludado, y a su demanda respondió el portero con enfática entonación, que tuvo algo de profética: «D. Práxedes Mateo Sagasta».

¿Quién era el candidato?

Escrito está su nombre con letras de oro en el libro inmortal de nuestras glorias patrias: Echegaray.

Carlos de ORDUÑA

Profesor Secretario de la Escuela de C. C. y P.

Los buques y los puertos

II

Facilidades de carga y descarga.

La mayor parte de los buques pierde en los puertos el 50 por 100 de su vida. Aun en aquellos que hacen la travesía a los puertos más lejanos, no es raro encontrar que sólo alcanza al 60 por 100 del total el tiempo que pasan en la mar. Teniendo en cuenta el capital que un buque representa, los sueldos de su tripulación y todos los demás gastos que son fijos, navegue aquél o no, se comprende fácilmente la enorme importancia que tiene abreviar la duración de las operaciones de carga y descarga, dotando a los puertos de medios eficaces. Todo cuanto se haga en este sentido, no sólo ha de redundar en la prosperidad de la navegación, permitiendo una mejor utilización de los capitales invertidos en empresas de esta índole, sino que ha de repercutir en la misma

economía nacional, abaratando las importaciones y dando mayor facilidad para las exportaciones.

Sin embargo, son muchos en el mundo los puertos que no cuentan con medio alguno de descarga o que los tienen muy limitados y poco eficaces. Consecuencia de ello es la práctica hoy seguida de dotar a los buques de un gran número de puntales y chigres para que ellos, por sus propios medios, puedan efectuar rápidamente sus operaciones, aunque, en realidad, no puede precisarse si los barcos tienen estas disposiciones porque no las encuentran en los puertos o éstos no las poseen porque las llevan los barcos.

De todos modos, resulta que, así como el barco permanece improductivo mientras está en el puerto, sus aparatos de carga y descarga lo son mientras está en el mar. Pero, en tanto que el buque deba tocar en un solo puerto, sin facilidades para el trabajo, es necesario que lleve a bordo sus medios propios, y, por esto, puede parecer inútil que se trate

de habilitar los muelles, si forzosamente ha de haber alguno que obligue a no prescindir de los puntales. No es así, sin embargo, pues en este punto todas las facilidades son escasas y cada día más, ya que, a medida que aumenta el tamaño de los buques, aumenta el número de toneladas que es necesario descargar por cada escotilla, y, por consiguiente, conviene, y así se hace cuando la amplitud de ésta lo permite, descargar simultáneamente con las grúas del muelle y con los puntales del buque.

Para hacer ver palpablemente la necesidad de aumentar los medios de descarga cuanto mayores son los buques, copiamos, de una comunicación presentada por Mr. Jhon Anderson a la *Institution of Naval Architects* en 1918, el cuadro siguiente, en que aparecen, para distintas esloras, las toneladas que puede cargar el buque y las toneladas por pie lineal que corresponden:

Eslora. Pies.	Carga. Toneladas.	Toneladas por pie.
250	1 387	5,55
330	3 885	11,77
410	7 357	17,94
490	11 986	24,46
570	18 358	32,21
650	23 000	40,00

Vemos que el buque de 410 pies transporta aproximadamente tres veces más carga por pie lineal que el de 250, de modo que los muelles que, acostumbrados a recibir barcos de 250 pies, hayan de habilitarse para el atraque de los de 410, tendrán que triplicar sus medios de descarga.

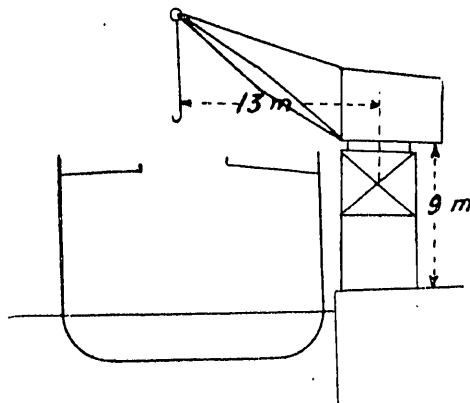
De no hacerse esto, los buques grandes tardarían mucho más tiempo en descargar que los pequeños, y, como el capital inmovilizado es mucho mayor, esta sola causa hace perder al buque más grande las notables ventajas que le da su menor consumo por tonelada de carga, y la dificultad de estas operaciones impone al tamaño de los buques, lo mismo que el calado, un límite, aunque no material y tan gible, como el de aquél, pero que se traduce en una explotación onerosa de los buques que le rebasan.

Tanto es así, que en algunas líneas de navegación costera, especialmente en las de los grandes lagos de América, dedicadas al transporte de mineral, se ha dado a los buques un puntal muy reducido, y, por tanto, muy poco recomendable desde el punto de vista estructural, a fin de que sea menor la densidad de carga por pie de eslora. El ejemplo más notable que de esto existe es el *Horace S. Wilkinson*, que, con 558 pies de eslora y 60 de manga solamente, tiene 32 de puntal, resultando una relación de la eslora a éste de 18,4, que es la mayor conocida en buque de esta clase, y que obliga a dar al casco un considerable exceso de material, con la consiguiente disminución de peso muerto. La mayor rapidez de descarga compensa, sin embargo, estos inconvenientes.

Cuanto más largas son las travesías, menos importancia relativa tiene la rapidez de la descarga, y el ya citado Mr. Anderson, que ha estudiado minuciosamente el problema, aunque reduciéndose a los medios de descarga propios de los buques, estima, en una nueva comunicación presentada a la *Institution of Naval Architects* en 1920, que, a partir de 2 000

millas de navegación, no es necesario disminuir el puntal del normal para acrecentar las facilidades de descarga.

En cuanto a las características de las grúas, basta lo indicado para tratar de conseguir en ellas la mayor rapidez en sus movimientos dentro de límites prudentes. También es necesario que tengan una gran elevación y un gran radio, para poder trabajar con los grandes buques modernos. En la figura 3.^a se indica el perfil de una grúa de pórtico, acotando las dimensiones que debe tener para trabajar con un barco de 450 pies de eslora al terminar la descarga o comenzar la carga con marea alta y suponiendo que ésta alcanza hasta un metro por debajo de la coronación del muelle. Aunque estas dimensiones puedan parecer, especialmente la altura, algo excesivas, las considero como mínimas en puertos que hayan de ser estaciones de un tráfico transatlántico. En las grúas instaladas en el puerto de Londres con motivo de las reformas terminadas el año 1921, la altura del eje de giro del pescante es de 11,5 metros y de 18 metros el radio. Puede, incluso, ser conveniente el aumentar éste, a fin de que el buque trabaje con una barcaza de carbón interpuesta entre él y el muelle,

Fig. 3.^a

para verificar las operaciones de carboneo por ambas bandas al mismo tiempo que la carga.

En el último Congreso de la *Institution of Civil Engineers*, celebrado en Londres en 1921, se dieron como características recomendables para una grúa eléctrica las siguientes:

Fuerza.....	1½ a 3 toneladas.
Radio máximo.....	19,80 metros.
» a partir del muelle.....	16,35 »
Altura de la polea sobre el muelle con el radio máximo.....	32,00 »
Velocidad de elevación.....	7,62 m : s.
Velocidad de giro.....	6° : s.
Velocidad del movimiento del pescante.....	0,45 m : s.

Estas velocidades y dimensiones conducen a una grúa de 60 toneladas de peso, de las que 34 son de la parte giratoria. Desgraciadamente, con este peso y este radio no es fácil dar gran rapidez al movimiento de giro, y se proyectan diversos dispositivos, algunos patentados y muy ingeniosos, para evitar el movimiento de la carga con tan grandes radios.

Es preciso disponer de algunas grúas de mayor potencia que las ordinarias, por ejemplo, 10 y 25 toneladas; pero las de 25 pueden suprimirse en puertos que no tengan mucho tráfico y pasar de las de 10

a una de 80 ó 100 y aun 200 toneladas, que conviene que sea flotante, para que se traslade al sitio donde sea necesario, y aun pueda servir para salvamentos y otros fines, como las mismas obras del puerto.

En estas grúas potentes se va prescindiendo del tipo de cabria, pues las grandes superestructuras de los buques de pasaje tropiezan con las patas rectas de ésta y les impiden llegar al centro de las escoti-

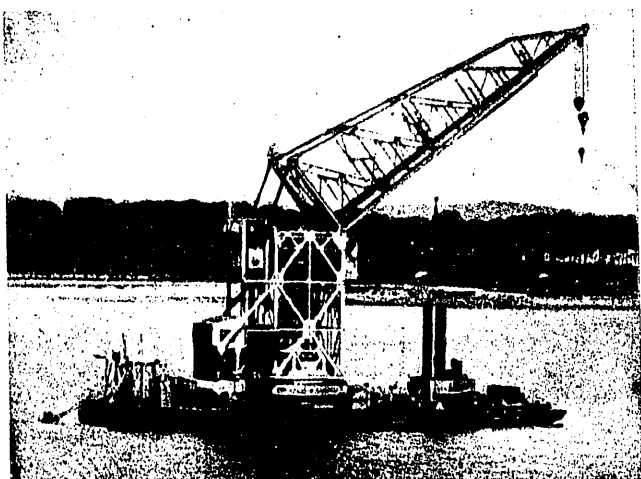


Fig. 4.ª

llas, a menos de que tenga la cabria unas dimensiones extraordinarias, que hacen imposible su colocación sobre un flotador. El tipo adoptado generalmente es el que se ilustra en la figura 4.ª

En la figura 5.ª se ve una grúa de 25 toneladas en primer término, y en segundo aparecen varias de

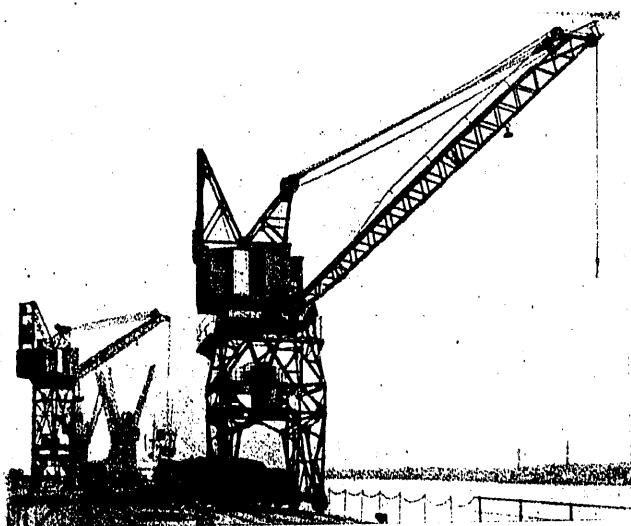


Fig. 5.ª

tonelada y media, con las características de gran elevación y radio que caracterizan al tipo moderno de grúas.

Bajo el mismo epígrafe de las grúas corresponde tratar de los aparatos para la manipulación de cargas especiales, como elevadores de grano, aparatos para la carga y descarga de carbón y minerales, etc.; pero tales artefactos sólo pueden instalarse en aquellos puertos que tengan un gran tráfico especializado; pasar revista a todos los hoy existentes, y aun a

los más importantes solamente, sería tarea muy larga y que nos apartaría algo de nuestro tema, porque, generalmente, corresponderá instalarlos, no a las obras del puerto, sino a aquéllos que han de utilizarlos.

Sin embargo, no podemos dejar de mencionar las instalaciones para la carga del carbón, no en aquellos buques que lo transportan como cargamento, sino en todos los que lo utilizan para su consumo. La facilidad y rapidez en el carboneo de los buques es de vital importancia, y aunque también puede ser dejado a empresas particulares que se beneficien con el comercio de este mineral, en muchos casos corresponderá al puerto suplir la falta de iniciativa particular y aun sufrir la pérdida que en un principio pueda tener esta explotación, a cambio de atraer a los buques, ofreciéndoles por este medio más ventajas que otros puertos. Otro tanto puede decirse de algunas instalaciones de las ciudades anteriormente. El puerto, dando facilidades para un tráfico determinado, puede crearle o intensificarle notablemente. La misma razón puede existir para que el puerto construya los remolcadores, de cuya necesidad hablamos anteriormente; en realidad, son un negocio explotable por los particulares; pero si el tráfico no es el suficiente para alcanzar en la empresa más razonables ganancias, pueden ser los remolcadores sostenidos por el puerto, que encontrará la compensación en sus otros servicios y verá aumentar su importancia con la facilidad de sus medios.

Los artefactos para cargas especiales conviene que sean flotantes o transportables para que puedan llevarse al sitio donde estén atracados los buques que, a menos de traer una carga única, no convendrá que atraquen a los sitios donde los aparatos se hallen instalados, si éstos son fijos. Muy especialmente se aplica esto a los artefactos para la carga del carbón, pues conviene que el carboneo se haga simultáneamente con la carga o descarga, a fin de acortar la permanencia en el puerto y sin cambiar de sitio, para evitar movimientos inútiles. En la figura 6.ª se ve un buque destinado al carboneo, que lleva en la proa un fuerte pescante con una grúa giratoria en el extremo para el manejo del carbón; puede el buque llevar 800 toneladas de éste.

Consumo de combustible líquido.

Aunque sean cortas, por las excesivas proporciones que va adquiriendo este artículo, no quiero dejar de dedicar unas líneas a esta cuestión.

Dos son las formas en que este combustible se emplea hoy día en los barcos mercantes: quemándose en las calderas para producir vapor que trabaje en máquinas alternativas o turbinas, o utilizado directamente en los cilindros de los motores de combustión interna. Ambos métodos ofrecen ventajas sobre el empleo del carbón, pues es menor el peso de combustible por caballo desarrollado en la máquina. Con las mejores instalaciones de carbón puede lograrse un consumo de 0,620 kg. de combustible por caballo-hora; con el petróleo quemado en calderas, 0,400 kg., y con el motor Diesel, 0,200 kg., en números redondos. Puede decirse, por consiguiente, que el motor de combustión interna consume la mitad de combus-

tible que las calderas quemando petróleo, y la tercera parte que las calderas con carbón. Resulta, pues, que el peso del petróleo quemado en las calderas es solamente los dos tercios del necesario del carbón para el mismo trabajo. Es debida esta diferencia al mayor número de calorías por kilogramo que encierra el combustible líquido, que alcanza de 10 000 a 11 100, mientras que el carbón de buena calidad no tiene más que de 6 600 a 8 300. La economía en dinero no es proporcional a la economía en peso, por ser el carbón más barato; pero hay otras causas que favorecen también el empleo del petróleo en las calderas, como son el aumento de peso para carga al disminuir el de combustible; la mejor utilización de éste por la fácil regulación de la combustión y la supresión de la limpieza de los hornos; la disminución de personal de calderas; la economía de la carga del combustible a bordo; la mejor conservación de las carboneras contra las oxidaciones, y la supresión de parrillas y herramientas que exigen un constante y costoso reemplazo. Además, se logra aumentar la po-

tible líquido; pero esto requiere en los barcos existentes el reemplazo de las máquinas motoras, mientras que el disponer las calderas para quemar petróleo es empresa fácil; exige, además, que desaparezca el recelo con que muchos armadores miran tan radical transformación, y, por último, que se llegue en la construcción de los motores Diesel a potencias que hoy se está muy lejos de alcanzar, como son las de los grandes galgos del Océano, en los que se emplea el petróleo quemado en las calderas más quizá que en ningún otro tipo de barco, por las enormes economías que suponen los tantos por ciento que he citado.

De todos modos, en una forma o en otra, el empleo del combustible líquido ofrece tales ventajas, que no puede dejarse de señalar como una de las más acentuadas características de la construcción naval, y los depósitos de este producto no deberán faltar en los puertos. Baste decir que en el año 1921, de 3 245 130 toneladas que sumaban los buques clasificados durante el año por el Lloyd, nada menos que 1 968 723 pertenecían a buques que usan combustible

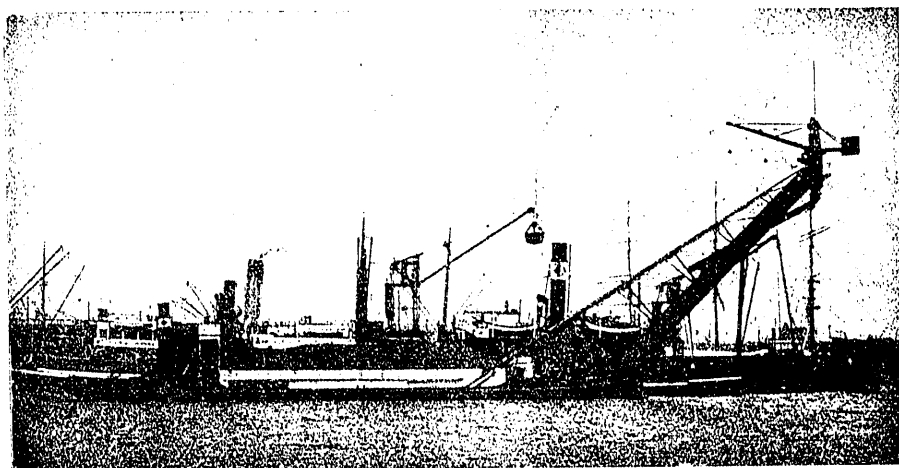


Fig. 6. *

tencia de las calderas con la utilización del petróleo.

Reduciendo a números estas ventajas, se pueden citar las pruebas comparativas realizadas en unos buques holandeses, de las que resultó:

El aumento de espacio para carga fué de 38,1 por 100; los fogoneros se redujeron a la tercera parte; el tiempo necesario para aprovisionarse de combustible se disminuyó en un 75 por 100; la reducción de peso de combustible fué de 44,9 por 100; la velocidad del buque aumentó en un 10 por 100, y la duración total del viaje se acortó en un 8,11 por 100. Otro caso concreto es el del vapor *Arizonan*, de la American Hawaiian Steamship Co., que, al emplear el petróleo en lugar del carbón, redujo a ciento sesenta y uno días los ciento ochenta y seis necesarios para un viaje redondo y obtuvo una economía de 19 500 dólares en éste.

Más de otro tanto sobre estas cifras puede lograrse con la sustitución de las máquinas de vapor por motores Diesel, ya que hemos visto que el consumo de petróleo es la mitad en éstos que quemándose en las calderas. Parece, por consiguiente, que debía irse directamente al motor Diesel desde la caldera alimentada por carbón sin emplear en ésta el combus-

lístico en una de las dos formas señaladas; en 1922 esas cifras son de 2 523 992 y 1 622 333, de modo que representan los buques que emplean petróleo el 60 y el 64 por 100 de los construídos en esos dos años. En total, el tonelaje de los buques dispuestos para emplear petróleo era en el año pasado, según el último *rapport* del Lloyd, de 16 004 625 toneladas dentro de 61 342 952 que era el tonelaje total existente, es decir, un 26 por 100.

Claro que estando el monopolio de las explotaciones petrolíferas en manos de contadas Compañías, éstas y sus agentes serán quienes tengan principal interés en establecer depósitos estratégicamente situados para que puedan aprovisionarse los buques que recorran distintas rutas; pero por las direcciones de los puertos debe tratarse de obtener la ventaja que el establecimiento de éstos depósitos trae. En algunos casos, para evitar la competencia de otro puerto cercano, podrán instalarse por cuenta de las Obras del Puerto, y en todo caso tendrán que intervenir éstas en asunto tan interesante como la ubicación de los depósitos para que estén en el sitio donde presten mayor servicio, aunque, a mi juicio, la solución preferible, análogamente a la indicada para

el carbón, es el establecimiento de grandes depósitos en tierra y el transporte a los buques por barcos análogos a los aljibes, que pueden utilizarse en cualquier muelle o fondeadero del puerto, mientras aquellos hacen sus operaciones de carga y descarga.

* * *

Quedan, con lo reseñado, expuestas las principales tendencias que se manifiestan hoy día en la construcción naval y que pueden merecer la atención de los ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Al tratar de cada una de ellas he señalado las condiciones que los puertos o sus elementos deben reunir para que sean adecuados para los medios de transporte marítimo cuyas estaciones han de ser. Quizá haya quien juzgue que las cifras que he dado para los calados y las dimensiones de las grúas y la abundancia de medios auxiliares que he aconsejado como necesaria, o al menos conveniente, sean excesivas para el tráfico de nuestros puertos, ya que representarían gastos cuantiosos y no justificados por el momento. Pero tengamos presente que cuanto más escaso sea el tráfico más a lo lejos debe mirarse hacia el porvenir. Si

un puerto no tiene suficiente calado o unas grúas de suficiente radio para los buques que le visitan, al cabo de quince o veinte años de efectuadas sus obras o establecidas aquéllas, habrá amortizado el valor de unas y otras y podrá sustituirlas sin quebranto si es un puerto de tráfico muy intenso; pero, en cambio, si su movimiento es escaso, tendrá que proceder a costosas reformas antes de haber conseguido el provecho y la amortización de las primitivas.

Hemos visto que los grandes buques y los grandes calados son los más ventajosos para el transporte transatlántico, y si hemos de establecer con los países de nuestra raza las relaciones comerciales que unos y otros deseamos, es preciso que nuestros puertos se hallen habilitados para tales buques, so pena de tener que emprender la competencia con buques insuficientes y costosos, es decir, con la seguridad de ser vencidos por quienes se encuentren mejor preparados. La habilitación de nuestros puertos es una empresa nacional y patriótica.

Juan BOTÍN Y POLANCO
Ingeniero de Caminos

Junio 1923.

Valor y significación de las leyes científicas

El hecho científico.

Toda ciencia física tiene como punto de partida y como última razón práctica un cierto conjunto de hechos de experiencia. Esos hechos de que parten las ciencias, y que constituyen sus elementos últimos, necesitan ser de una cierta clase para que realicen propiamente su misión. Los elementos primordiales de la Ciencia Física (a ella nos referimos exclusivamente, en su más extensa acepción), no son nunca los *hechos brutos*, tales como nos los da *grosso modo* la experiencia ordinaria. Son otra categoría de hechos, dentro siempre de la Naturaleza, pero revestidos de una armadura racional, ricos ya en interpretaciones y simbolizaciones humanas: tales son los *hechos científicos*.

No por ser de una evidencia inmediata es menos fundamental y menos rica en posteriores consecuencias esta primordial distinción entre los hechos brutos y los hechos científicos. Un intento de expresar y acentuar esta diferencia constituirá la primera parte de este trabajo.

Considérense hipotéticamente dos observadores: el observador no científico ante el hecho bruto, y el hombre de ciencia ante el hecho científico. Y sea, por ejemplo, el fenómeno natural observado, que va a servir de soporte real a ambos hechos, lo que en la terminología científica se llama una *corriente eléctrica*.

Esta corriente eléctrica se hace pasar por la resistencia BC, manteniendo entre B y C una diferencia de potencial variable a voluntad. Dicha diferencia de potencial y la intensidad correspondiente se me-

dirán, respectivamente, en cada caso con el voltímetro V y el amperímetro A.

Supóngase ahora que se realiza el experimento de establecer las conexiones indicadas, haciendo variar sucesivamente el número de elementos de la batería. ¿Cuál será, entonces, el hecho bruto para el observador no científico? Después de considerar éste atentamente el fenómeno que ocurre ante él, sin ninguna

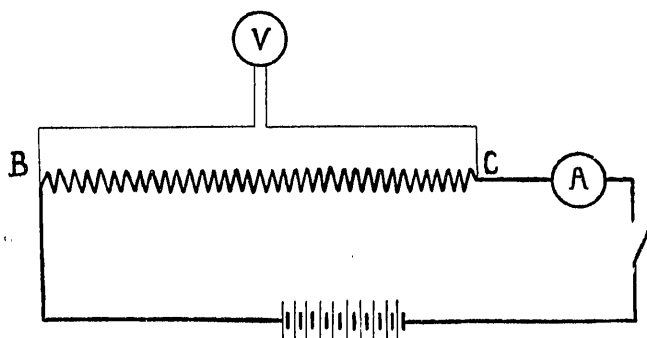


Fig. 1.^a

idea preconcebida, podrá traducirlo del modo siguiente: «Las agujas que hay en V y en A se mueven al variar los elementos de la batería. En todos los casos guardan una relación constante los números señalados en V con los señalados en A.»

Esto diría el observador vulgar, y en verdad que no podría tachársele de observar mal. Sus palabras dan todo el contenido del hecho bruto. ¿Hay en ese contenido lo bastante para alguna consecuencia científica? No, evidentemente no; de él no puede obte-