



AÑO LXXX

MADRID.—SEPTIEMBRE DE 1925.

NUM. IX

LA LOCOMOTORA DE VAPOR Y LA LOCOMOTORA ELECTRICA

Algo en revistas profesionales, pero sobre todo en artículos periodísticos que pretenden la vulgarización científica, leemos con frecuencia relacionado con la idea de que el fin de la locomotora de vapor se acerca y que, en breve, será substituída completamente por la locomotora eléctrica.

Para dejar en su lugar este concepto y no considerando nuestra opinión personal con autoridad suficiente para tener valor por sí sola, en asunto de tanta transcendencia, nos referiremos a la Asamblea de Ingenieros, especializados en Ferrocarriles, que recientemente tuvo lugar en Nueva York con objeto de discutir los méritos relativos de las locomotoras de vapor y de las eléctricas, así como las ventajas de la electrificación.

La defensa de las locomotoras eléctricas fué hecha por M. Armstrong, de la General Electric Cy, y por M. Shepard, de la Westinhouse Cy. Expondremos el resumen de sus alegatos, sin que esto quiera decir que estemos completamente de acuerdo con todas sus afirmaciones.

M. Armstrong argumenta en favor de la locomotora eléctrica las 14 siguientes ventajas:

1.^a No existe límite para la potencia y la velocidad de las locomotoras eléctricas y solo necesitan un hombre para conducir las.

- 2.^a No es necesario preocuparse de las rampas a causa de la gran potencia de que se dispone.
- 3.^a Permiten bajar fácilmente las pendientes, recuperando energía en lugar de gastarla inútilmente con los trenos.
- 4.^a Su entretenimiento es mucho más económico.
- 5.^a Producen una economía de carbón que puede estimarse en un 66 por 100.
- 6.^a Por el aprovechamiento de la fuerza hidráulica se hacen independientes de las cuencas carboníferas.
- 7.^a Reducen los gastos de explotación al poder aumentarse la velocidad y la carga de los trenos.
- 8.^a La propiedad inmueble en la proximidad de las estaciones aumenta mucho de valor.
- 9.^a El servicio es mucho más exacto y seguro.
10. Reducen los gastos de explotación por la supresión del ténder y la economía que produce el no tener que transportar el exceso de carbón que consumen las locomotoras de vapor. Estas dos economías suponen el 20 por 100 del tonelaje total remolcado.
11. Su servicio está exento de interrupciones por tempestades de nieve u otros accidentes atmosféricos.
12. A causa de su mayor disponibilidad no hacen de necesidad tan perentoria los aumentos o modificaciones costosas de las estaciones, pudiendo realizarse en época siempre conveniente.
13. Todas estas economías o facilidades, contribuyen a dar un rendimiento ventajoso a la operación financiera de la electrificación.
14. Permiten cambios en los métodos de explotación que producirán verdadera revolución en la explotación ferroviaria.

Los puntos sobre los cuales M. Armstrong ha insistido más son:

4.^o *La gran economía de entretenimiento de las locomotoras eléctricas.*—Estima en 0,3725 dólares por kilómetro el entretenimiento de una máquina Mallet comparable a las locomotoras eléctricas del Milwaukee, las cuales no gastan más que 0,091 dólares.

5.^o *Economía de carbón.*—Compara un tren remolcado por una locomotora de vapor sobre la línea Chicago-Milwaukee, con otro remolcado por una eléctrica, para lo cual *expresa* en kilogramos de carbón los kilovatio-hora consumidos por esta última, al tipo de 1,130 kilogramos el kilovatio-hora; aumenta además el consumo de la locomotora de vapor en un 33 por 100, para tener en cuenta las pérdidas por encendido, carbón que se cae del ténder y demás conceptos que se escapan a la estadística, llegando con esto a consumos de 4,900 y 2,700 kilogramos por tonelada-kilómetro, respectivamente. Observemos que este aumento arbitrario del 33 por

100, supone 0,980 kilogramos de carbón por caballo-hora indicado.

M. Shepard ha insistido más sobre el aumento considerable de recorrido de que son susceptibles las locomotoras eléctricas y sobre las modificaciones que pueden producir en la explotación. Ciertamente es que la posibilidad de hacer 710 kilómetros sin parada (como se ha comprobado en la Milwaukee), cambia completamente la capacidad y el funcionamiento de una línea.

Por lo que respecta a la economía de carbón, M. Shepard indica un punto interesante, aparte del menor consumo por unidad de potencia de la locomotora eléctrica, y es la economía obtenida por la regularidad de funcionamiento de estas máquinas, mientras que en las locomotoras de vapor de una misma serie se observan variaciones de consumo que llegan hasta un 20 por 100, según el maquinista que las conduce.

La defensa de las locomotoras de vapor estuvo a cargo de M. John E. Muhlfeld, antiguo Ingeniero Jefe del Pensilvania Railroad y del cual resumimos los siguientes argumentos:

Gastos de electrificación.—En general, muy pocas o ninguna serán las redes que puedan justificar el coste, muy elevado, de la electrificación de sus líneas, salvo en casos particularísimos y para secciones cortas, como paso de algún túnel o subida de alguna pendiente, por ejemplo.

Adaptación a las condiciones actuales de las líneas.—La gran ventaja de la locomotora de vapor es la facilidad con que circula por las instalaciones existentes y el coste, relativamente poco elevado de la tonelada kilométrica. Como unida a su tender, constituye un conjunto completo, puede trasladarse rápidamente sobre cualquiera sección de la red donde sea necesario un esfuerzo o una reserva accidental, lo cual es imposible a la locomotora eléctrica, a menos de que esté electrificada toda la red y que las estaciones centrales tengan una capacidad ilimitada. Además, dada la diversidad de sistemas de tracción eléctrica, es preciso añadir a la locomotora eléctrica un gran número de aparatos especiales que le permitan circular sobre dos sistemas diferentes, lo cual implica, por lo menos, un aumento en el precio de adquisición.

Aumento de capacidad de las líneas.—Sin género alguno de duda, la electrificación aumenta la capacidad de una línea; es precisamente lo que justifica su instalación en un pequeño número de casos particulares. Pero es necesario abstenerse de generalizar con exceso este concepto. Se ha reprochado con frecuencia a las locomotoras de vapor norteamericanas su inmovilidad durante los fríos excepcionales del invierno 1917-1918. Pero en las líneas electrificadas del New-York-New-Haven, la capacidad disminuyó notablemente también durante el mismo período. El New-York Central hubiera podido prestar ayuda con su numeroso

material eléctrico, y si no lo hizo, fué por que sus locomotoras no podían circular sobre las líneas del New-Haven, que no tienen el mismo sistema de tracción eléctrica. Además, aunque la potencia de las locomotoras eléctricas pueda considerarse como ilimitada, no puede utilizarse más que una parte correspondiente a la resistencia limitada de los enganches, exactamente igual a lo que ocurre con las locomotoras de vapor.

Velocidad de los trenes.—Un vagón de mercancías no circula por las líneas más que durante un tiempo que no excede de la décima parte de su duración. Por consiguiente, la aceleración de los trenes, más allá de un cierto límite económico, no implica más que una disminución de carga transportada por tren o un gasto suplementario de carbón y de entretenimiento, y en ninguno de estos dos conceptos puede encontrarse la solución ideal al problema del tráfico. Como la locomotora eléctrica es un motor de velocidad constante y por lo tanto no puede utilizar su potencia máxima a todas las velocidades, presenta mucha menos flexibilidad de marcha que la locomotora de vapor. Esto se aplica tanto a los trenes de viajeros como a los de mercancías.

Consumo de combustible.—El principal argumento propuesto por los partidarios de la tracción eléctrica es la economía de combustible que se consigue con la electrificación. Se ha llegado a decir que permite economizar hasta los dos tercios del combustible quemado por las locomotoras de vapor, sin contar la economía del 10 por 100 en la carga de los trenes, correspondiente al transporte del carbón quemado de más por dichas locomotoras.

Este aserto no es admisible. Admitamos las cifras propuestas por los *electrófilos*: 40 kilovatios-hora para 1,610 toneladas kilométricas, o mejor aún 2,800 para 100 toneladas-kilómetro, con la equivalencia antes expresada. ¿Qué consume, pues, la locomotora de vapor moderna?

Los últimos ensayos realizados, con vagón dinamométrico, sobre la Santa Fe, con locomotoras tipo «Mikado», de vapor recalentado, han dado los resultados siguientes:

	Locomotora de carbón pulverizado.	Locomotora de carbón en briquetas.
Número de viajes.....	14	10
Recorrido total.....	2.550 kilómetros.	1.820 kilómetros.
Gasto medio por 100 toneladas-kilómetro..	2,280 kilogramos.	3,180 kilogramos.
Poder calorífico del carbón....	6.700 calorías.	6.200 calorías.

Puede deducirse que el consumo por 100 toneladas kilométricas se aproxima bastante a los 2,800 kilogramos admitidos por los partidarios de las locomotoras eléctricas.

Claro es que pueden citarse otros ensayos más desfavorables a las locomotoras de vapor, tales como los realizados recientemente en el New-York Central, donde se produjo el caballo-hora con 1,18 de carbón en una locomotora de vapor recalentado y simple expansión, contra 1,02 kilogramos en una eléctrica, pero la comparación debe hacerse con máquinas modernas y no con las antiguas y poco económicas, como se hace frecuentemente.

Rendimiento global de las locomotoras.—Cierto es que la locomotora de vapor consume carbón cuando está parada, cuando se enciende y cuando se pica el fuego, pero no es menos cierto que la locomotora eléctrica tiene pérdidas de rendimiento considerables cuando funciona con cargas variables según el perfil de la línea. Es de todo punto evidente que, hoy en día, la moderna fábrica eléctrica produce el caballo más barato que la locomotora de vapor. ¿Pero quiere decir esto que los horizontes de esta máquina térmica estén tan cerrados que sea imposible abaratar su producción y disminuir las pérdidas por los anteriores conceptos?

Además, el mayor rendimiento de la locomotora eléctrica corresponde a una velocidad y carga determinadas; fuera de estos valores característicos para cada motor, el rendimiento disminuye rápidamente y si el motor está sobrecargado durante varias horas, corre el riesgo de quemarse, lo cual implica inmovilización de la locomotora y costosas reparaciones.

Teniendo en cuenta todos los rendimientos de los órganos sucesivos (estación productora, transformadores, línea de transporte y motores de la locomotora) se llega a los porcentajes siguientes:

Con locomotoras eléctricas, a 100 por 100 de carga, a 75 por 100, a 50 por 100.

Rendimiento total, 5,79, 5,95 y 4,54.

Con locomotoras de vapor.

Rendimiento total, 2,70, 3,86 y 4,47.

Como la mayor parte del tiempo la potencia en el gancho de tracción oscilará del 30 al 60 por 100 de la plena carga y el rendimiento total, al 50 por 100, es sensiblemente el mismo para los dos tipos de locomotoras, se ve que el error cometido al igualar los consumos de carbón no será muy grande.

Las cifras citadas para las locomotoras de vapor han sido comprobadas en ensayos con dinamómetro, realizados recientemente y se ha encontrado para el rendimiento global en locomotoras de vapor de 24 a 120

kilómetros por hora, cifras que varían del 5,8 al 8,1 por 100. Con los perfeccionamientos actualmente en vías de ensayo o en proyecto puede esperarse un aumento en este rendimiento.

Gastos de entretenimiento.—Cuando se calculan los gastos de entretenimiento de las locomotoras eléctricas se comete un error gravísimo al no tener en cuenta más que los gastos aplicados a la locomotora propiamente dicha. Es necesario tener en cuenta también todos los gastos de entretenimiento relativos a la producción y a la transmisión de la energía eléctrica para que la comparación con la locomotora de vapor, que es a la vez producción y transmisión, sea equitativa.

Aceleración.—La locomotora eléctrica presenta ventajas para la aceleración de los trenes en el período de arranque, pero los ensayos que se hacen actualmente con objeto de utilizar el peso no adherente de las locomotoras de vapor para la arrancada, les permitirán luchar con armas más iguales.

Frenado.—Uno de los puntos de apoyo más firme de los defensores de la tracción eléctrica es el frenado por recuperación en la bajada de pendientes. Para que este sistema pueda utilizarse es necesario, en primer lugar, que existan pendientes largas y de inclinación bastante fuerte, lo cual sólo ocurrirá en países montañosos. Además, si el porcentaje de energía recuperada es débil, existe peligro de ser poco o nada útil pues si no se dispone un tren ascendente al mismo tiempo que otro descende en recuperación, la energía recuperada se absorbe en resistencias y no se aprovecha. Y dado el precio considerable de los aparatos que es necesario montar en la locomotora para la recuperación y lo delicado de su manejo, ¿no será preferible perdonar *el bollo por el coscorrón?*

Efecto de las condiciones atmosféricas.—Otro de los argumentos de los *electrófilos* es la dificultad de asegurar el servicio con locomotoras de vapor durante las bajas temperaturas en los climas muy fríos. Ciertamente que las dificultades en estos casos son graves y que existe el riesgo de que sufran los efectos de las bajas temperaturas algunos aparatos de los necesarios para el funcionamiento de la locomotora, pero en definitiva el servicio se realiza. Las locomotoras eléctricas están en mejores condiciones ya que el rápido enfriamiento de sus motores les permitirá desarrollar más potencia; pero... en veranos rigurosos de climas cálidos, los motores eléctricos verán disminuir su potencia y la ventaja será para las locomotoras de vapor.

Paradas en marcha.—La locomotora eléctrica evita las paradas para tomar agua y carbón, pero como en la mayor parte de los casos se aprovechan las paradas necesarias al tráfico, no suponen, en general, gran pérdida de tiempo.

Las paradas producidas por accidentes en la marcha, dan ventaja a la locomotora de vapor ya que ésta se mueve a sí misma y la eléctrica está enlazada al tercer carril o al hilo de contacto y mientras este elemento no tenga corriente, la locomotora estará paralizada. ¿Y qué diremos del caso en que la avería esté en la Central o en una Subestación?, entonces la paralización afectará a una sección más o menos larga, pero siempre de longitud importante.

Tiempo perdido en las estaciones de depósito.—Una estadística hecha por una de las grandes líneas del Este francés, distribuye el tiempo de las locomotoras en la siguiente forma:

En marcha, el 50 por 100 del tiempo total.

En estaciones para exigencias del tráfico, el 26,40 por 100 del tiempo total.

En depósito para exigencias de la tracción, el 23,60 por 100 del tiempo total.

La máxima economía de tiempo que podrá lograrse con la tracción eléctrica no pasará, en realidad, del 24 por 100. No concuerda esto con el argumento de algunos *electrófilos* al decir que la electrificación reduce a la mitad, el número de locomotoras necesarias; la cuarta parte parece un máximo excesivo.

Riesgo de accidentes.—No parece haber motivo para que se produzcan menos accidentes en las locomotoras eléctricas; si no existe el peligro de explosión de la caldera se tiene el de los electrocutados, y por otra parte, las averías en las máquinas *de igual edad* parecen tener una frecuencia análoga.

* * *

La discusión que siguió a estas comunicaciones fué muy importante. Dejaremos a un lado las generalidades para poner solamente de manifiesto algunas cifras citadas en el curso de ella.

El ingeniero del Norfolk-Western dió como economía de carbón, prácticamente obtenida por la electrificación de su red, el 29,3 por 100. En un intervalo de cinco años 20.000 trenes de 2.900 toneladas han bajado una pendiente del 23 por mil en recuperación sin accidente.

El ingeniero del New-York Central hizo observar que el gasto de entretenimiento de las locomotoras Mallet en su red, variaba de 0,149 a 0,23 dólares por kilómetro en lugar de los 0,372 indicados por monsieur Amstrong.

M. W. L. Bean señaló como aumento de recorrido realizado por las locomotoras eléctricas sobre las de vapor el 27 por 100. Pero como cuestan un 84 por 100 más caras que éstas, los aumentos de interés y de

amortización por kilómetro son más importantes que con la locomotora de vapor. También puso de manifiesto la gran dificultad para asegurar la calefacción de los trenes con locomotoras eléctricas; los gastos relativos a la caldera que hay que instalar con este objeto son considerables, y su entretenimiento, comparable al de la locomotora eléctrica propiamente dicha.

La mayoría de los miembros de la asamblea parece aceptaban el juicio expuesto por el ingeniero del Pensilvania Railroad M. A. W. Gibbs, y se colocó en un justo medio para poder apreciar los dos sistemas en oposición, que si ambos tienen ventajas, también tienen limitaciones.

Las experiencias de M. Armstrong están basadas en datos de una línea de montaña tan especialmente favorable a la locomotora eléctrica como desfavorable para la de vapor. Además, las cifras que dá para consumo de ésta última son francamente exageradas. M. Gibbs da como cifra obtenida en el Laboratorio de Altoona para su última locomotora Decapod (2-10-0) un consumo por caballo-hora de 1,27 kilogramos, cifra que se aproxima bastante a la de las locomotoras eléctricas.

No se insistirá bastante en el hecho de que la explotación eléctrica de una línea depende del buen funcionamiento de las instalaciones; si falta la corriente, todo resulta defectuoso. Es además imposible generalizar el empleo del material tractor, pues no sólo tiene que ir por delante la energía, sino que ésta tiene que ser de características armónicas con las de las locomotoras, y esta falta de flexibilidad constituye un grave inconveniente de la tracción eléctrica.

No es conveniente, por el contrario, recalcar demasiado la ventaja que proporciona la supresión de las numerosas instalaciones que requiere la tracción a vapor, tales como depósitos de carbón, tomas de agua, etcétera; sería grave imprudencia suprimirlos ya que puede hacerse necesaria en cualquier momento, siquiera parcialmente, y con carácter eventual al restablecer la tracción a vapor.

También los alegatos de M. Muhlfeld encierran exageraciones tendenciosas; se han perfeccionado mucho las locomotoras de vapor y son aún susceptibles de perfeccionarse más, pero estos perfeccionamientos son en cierto modo *potenciales*, es necesario que el maquinista sepa utilizarlos convenientemente; el factor humano interviene mucho más en la tracción por vapor que en la eléctrica.

*
* *

Conclusiones inmediatas.—La electrificación de una línea aumenta grandemente su capacidad, pero otros elementos, tales como la disposición de las estaciones, intervienen también para limitarla. La electrifica-

ción no es, pues, un remedio universal. No puede aún asegurarse nada respecto a los gastos de entretenimiento de los dos sistemas comparados; porque la locomotora eléctrica no es lo suficientemente antigua para poder formar juicio, y es además necesario hacer intervenir en el cálculo los gastos de entretenimiento de las instalaciones fijas.

También hay que observar que todas las electrificaciones, realizadas hasta el día, se limitan estrictamente a casos particulares. No debemos generalizar. Cada vez que se estudie la electrificación de una línea será necesario, ante todo, establecer el balance financiero de la operación y ver si es ventajosa; aun entonces cabrá la duda de si ese mismo gasto, aplicado a otras mejoras, no procuraría más provechosos resultados económicos.

*
* *

Consecuencias finales.—Vemos que los principales inconvenientes que en la discusión anterior se atribuyen a la electrificación de las líneas, se fundan en tres conceptos básicos: 1.º, el enorme coste de instalación de las fábricas productoras, subestaciones y línea de transporte, y para justificar ese gasto tan considerable, es necesario que las ventajas puedan compensarlo; 2.º, la gran importancia que tiene una avería en la línea, al dejar sin corriente una parte extensa de la red y, por lo tanto, inmóviles todas las locomotoras afectas a ella y sin comunicación posible entre ambos lados de la zona averiada; 3.º, la poca flexibilidad del material tractor y el que no puedan prestarse su material unas compañías a otras a menos que tengan iguales características de electrificación.

Respecto a la locomotora de vapor, puede decirse que su punto débil es el consumo de carbón, si bien no con tanta intensidad como se cree generalmente; su principal inconveniente el necesitar dos hombres para su conducción, y uno de ellos (el fogonero) sometido a un intensísimo trabajo, el cual sólo podría aliviarse, recurriendo a la carga mecánica del hogar, con los inconvenientes anejos a la instalación de este accesorio en la locomotora.

Planteado el problema en estos términos, surge un nuevo sistema de tracción: la locomotora Diesel-Eléctrica, de la que extensamente nos hemos ocupado en el número de febrero de 1925, de esta Revista.

Con ella no es necesario hacer instalación eléctrica alguna, ya que es autoprodutora de su energía; las averías de una locomotora no influyen en el resto del material; puede circular libremente por todas las vías, sea cualquiera el sistema de tracción que tengan; su entretenimiento es muy económico, pues los motores Diesel de que están dotadas tienen un consumo de 0,0091 kilogramo de aceite pesado por tonelada-kilómetro

y, por último, su manejo solo requiere un hombre, siendo automática la carga del combustible, su regulación y hasta la detención del motor en caso de accidente al conductor. Esto unido a que las ruedas motrices van accionadas por motores eléctricos que tantas ventajas tienen en los esfuerzos tractores, que la calefacción no exige gasto supletorio alguno, que son simétricas y no necesitan placas giratorias y que no producen humos, chispas, escorias, ni cenizas, nos induce a preguntar: ¿Será la Diesel-Eléctrica la locomotora del porvenir?... ¿Dejarán de ser los ferrocarriles feudatarios de las cuencas carboníferas para serlo de los yacimientos petrolíferos?... ¿Entraremos de lleno en la Era del combustible líquido saliendo definitivamente de la de la hulla? . . *El tiempo, con su mejor juicio, resolverá.*

E. VIDAL CARRERAS-PRESAS.

EL "ARMA QUÍMICA,"

El *Royal Engineers Journal* publica en el número de marzo último un artículo del teniente coronel A. H. Bell, en el que extracta otro publicado por «Talin» en *Voina i Mir*, referente a la futura guerra química, y como las ideas que en él se exponen son de gran importancia para todas las naciones, sean cualesquiera las sorpresas que el porvenir nos tenga reservadas, he creído de utilidad darlas a conocer, tanto más cuanto que es un secreto a voces el que todas las naciones, no obstante las Conferencias que se celebran de continuo, preparan secreta y silenciosamente sorpresas tácticas y técnicas si, por desgracia para la Humanidad, llegase a estallar una nueva guerra.

El hecho de que el autor del artículo sea un hombre de profunda erudición y con amplios conocimientos de hechos de guerra, le da un valor considerable, tanto desde el punto de vista científico como práctico.

Hay muchos partidarios de que si la guerra mundial hubiera durado un año más habría cambiado completamente el aspecto de las cosas, a causa de que la producción de gases deletéreos hubiera adquirido mayor desarrollo, y, por consiguiente, se habrían empleado en mayor escala las bombas de gases por los aeroplanos. Así que, aun cuando hay muchos pueblos que son todavía algo excépticos respecto al uso de los gases venenosos, y hasta creen que no están justificadas las esperanzas que en

ellos se tienen, creemos, sin embargo, que la guerra del porvenir será tan diferente de la última como ésta lo fué de las Cruzadas, ya que la característica de la nueva arma será la extensión de su acción, comparada con la lineal de los proyectiles ordinarios. El poder de esta nueva arma dependerá de las cantidades que puedan fabricarse, pues aunque se han lanzado muchos fantásticos rumores respecto a descubrimientos de nuevos gases con propiedades casi increíbles, como, por ejemplo, la «lewisita», cuando se probó en los laboratorios de Europa, se vió que no era de efectos tan terribles como habían dicho los americanos. Además, no cabe duda de que si llegara a descubrirse un gas ideal para la guerra, se encontraría también su antídoto, como ha sucedido para otros gases.

En la actualidad la defensa contra los gases de guerra son las caretas, que, como todos saben, poseen poderosos absorbentes que retienen el gas venenoso, parte por medios mecánicos, parte por medio de reacciones químicas. Pero contra el uso de los gases en grandes cantidades, esta forma de defensa resultaría insuficiente, por cuanto su eficacia es forzosamente de duración limitada. Suponiendo una vasta zona de 50 a 70 kilómetros envenenada con yperita, es imposible que un soldado, aun cuando esté equipado con caretas y vestido a propósito, pueda vivir en ella dos ó cuatro días, porque la materia absorbente es solamente eficaz para varias horas; además, el agua y los alimentos estarían envenenados y los caballos y animales de transporte sufrirían también sus efectos con mayor intensidad que el hombre. Sólo los trenes y tanques a prueba de gases podrían moverse sobre esa superficie en condiciones de seguridad.

La saturación de una parte de aire por una millonésima parte de yperita es suficiente para objetivos militares. Partiendo de esta base se necesitarían siete toneladas de yperita para saturar una superficie de 50 kilómetros cuadrados a una altura de 20 metros. Los alemanes al final de la guerra, usando el complicado método de Meyer, estaban produciendo 1.000 toneladas de yperita por mes; los Estados Unidos, empleando el método perfeccionado de Gouthrie, serán capaces de producir 300 toneladas diarias. La cantidad de gas lacrimógeno necesario para infectar grandes superficies es mucho menor, porque con una mezcla más débil se obtiene la eficacia suficiente.

En la última guerra puede decirse que el gas deletéreo no llegó a ocupar, por decirlo así, una posición dominante, debido a que las naciones combatientes no estuvieron en condiciones de usarlo en grandes cantidades y a que los medios de difundirlo fueron primitivos. El uso de los cilindros de gas tuvo que abandonarse por completo al final de la guerra, porque estaba expuesto a ser descubierto por el enemigo; el viento tenía gran influencia y no eran útiles para gases persistentes, que

son los más valiosos desde el punto de vista militar. En el porvenir se usarán depósitos portátiles de gas venenoso, y bujías de diversas dimensiones, de envoltente metálica y llenas con una mezcla comprimida de cualquier material fácilmente inflamable, como pólvora sin humo, y alguno de los compuestos de arsénico, las que producirán espesas nubes de humo venenoso. También se emplearán mucho las minas químicas, que podrán infectar con relativa economía grandes extensiones de terreno en territorio desierto, y tipos de máquinas para infectar trincheras y construcciones abandonadas. La artillería usará proyectiles químicos casi exclusivamente, pues ya los alemanes al final de la guerra los emplearon; muchos de los gases serán persistentes, tales como la yperita, lewisita, compuestos variados de arsénico y diversas clases de lacrimógenos.

Las granadas químicas llenas con gases persistentes tendrán las propiedades rompedoras de las ordinarias y, por tanto, no tendría razón de ser el uso de la granada ordinaria o del Shrapnell, ya que el proyectil químico combinaría el efecto rompedor ordinario con la acción venenosa, y en los Shrapnell las sustancias químicas ocuparían los espacios entre balines. Los gases serán utilizados por todos los combatientes; los tanques usarán humo como cortinas; la Marina usará humo y gases venenosos que, penetrando por el sistema de ventilación de un buque, asfixiará a la tripulación.

En todos los ejércitos habrán de crearse unidades especiales para el manejo de gases y lanzabombas, con armas para lanzarlas, como el mortero Stokes, por ejemplo, y los proyectores portátiles desempeñarán un gran papel en la guerra del porvenir. Ahora bien; el gas venenoso será empleado con más frecuencia y mayor eficacia desde el aeroplano. Hoy que los aeroplanos pueden transportar pesos de 5 a 10 toneladas, hay posibilidad de bombardear extensas superficies a retaguardia del enemigo y, por tanto, el arma aeroquímica echa por tierra todas las antiguas concepciones de la guerra. Ya el frente lineal apenas tendrá importancia, y los límites del campo de batalla serán tan amplios como permita la clase de aeroplanos que se empleen; será preciso defender el terreno que se halle a retaguardia del frente, y todos los esfuerzos del enemigo se dirigirán a romper la línea protectora.

No podrá existir una separación definitiva entre el ejército y los habitantes pacíficos, porque todo ciudadano se podrá hallar dentro del teatro de combate. El gas tóxico será el arma principal en los aeroplanos en el ataque contra el ejército, la armada y la población civil, por cuanto el valor de los resultados que se obtengan será mucho mayor que por cualquier otra forma de ataque, ya que en lugares abiertos, el

efecto del gas dura de dos a diez días, y en ciudades de seis a treinta, y una bomba de dos toneladas de yperita puede infectar una superficie de 140.000 metros cuadrados. Cuando se desee que grandes superficies de terreno queden inutilizadas para la permanencia o pasos de tropa, sea para cortar la retirada al enemigo, defender los flancos o para evitar la persecución, se sembrarán de bombas de pequeño calibre de gases tóxicos persistentes, con arreglo a un plan preconcebido.

Es indiscutible que la nación que tenga más desarrollada la industria química con amplios cuadros de personal químico y que cuente con grandes talleres, verdaderas factorías de aviación, será la que se hallará en mejores condiciones para una guerra química. Desde este punto de vista, Alemania tenía una enorme superioridad en la última guerra, pero no pudo hacer uso de todas sus ventajas estratégicas, tácticas y técnicas. Hoy parece que su industria química se ha refundido en un *trust* «Interessen Gemenischaftz, al que se han asociado las diversas compañías. En los Estados Unidos se desarrolló con gran energía esta industria hacia el final de la guerra, y en el arsenal Edgewood surgió una verdadera ciudad dedicada a tal fin. Muy pronto llegó la producción de yperita (sulfuro de etilo diclorado) a 100 toneladas diarias y hoy alcanzaría probablemente a más de 300; mientras Alemania sólo pudo producir 40 toneladas diarias de yperita al final de la guerra y 3.000 toneladas mensuales de gases de todas clases.

Pero la actividad química de los Estados Unidos no se limita únicamente a la yperita, pues en caso de movilización y bajo la inmediata inspección del arsenal Edgewood, empezarian a funcionar importantes factorías químicas, como la Electroquímica Oldury (fosgeno), factoría Midland (gas lacrimógeno), factoría Charleston W. (material moderno para yperita), factoría en Búffalo (yperita), Croyland (lewisita, compuestos de arsénico), Knigsport (gas lacrimógeno), Stamford (cloropicrina), Hastings-on-Hudson (yperita) y otras. La producción de gases tóxicos en los Estados Unidos alcanzaría proporciones fantásticas.

En Inglaterra se han llevado a cabo trabajos de investigación de gran importancia, y se ha llegado a obtener la yperita por el método de Gouthrie, muy estable, y que se aproxima en pureza a la obtenida por el procedimiento alemán Meyer, que es mucho más complicado, aunque ésta tiene mayor pureza, más potencia, es más difícil de revelar, por que casi no tiene olor y es más estable. Hay que reconocer, sin embargo, que los recursos de Inglaterra y sus industrias químicas son muy inferiores a los de Norteamérica.

Las industrias químicas de Francia, antes de la guerra, no eran de gran importancia; pero hoy, que se ha apoderado de las factorías químicas

de Alsacia y de gran número de secretos como resultado de la inspección, puede considerarse tal vez como la potencia más fuerte del Continente para la guerra química, estando compensada la falta de personal químico experimentado, por el trabajo de los químicos extranjeros. El principal centro organizado es la «Compañía natural de materias colorantes y productos químicos» con fábricas en Villers, Saint Paul y en Oisel. A esta Compañía se han unido la «Compañía Parisiense de colores de anilina» y la «Fábrica Lyonesa de materias colorantes». Pueden citarse también, como grandes centros químicos, la «Sociedad Anónima de materias colorantes y productos químicos de Saint Denis», la «Sociedad Alsaciana de productos químicos» y la «Sociedad química de la Gran Paroisse». Estas fábricas están ya en condiciones de satisfacer el 80 por 100 de los pedidos franceses, y en caso de una guerra se convertirían en centros de producción de gases tóxicos.

La producción poco considerable de gases en la última guerra, puede en parte explicarse por la falta de medios para producirlos. Pero como ha de venir la época en que se hará uso en gran escala de proyectores de gases, fogatas químicas, bujías tóxicas, grandes bombas de aeroplano, etcétera, no será necesario derramar sobre el campo de batalla los productos de las minas, porque los gases tóxicos serán distribuidos por métodos mucho más económicos.

Las principales materias que son necesarias para la producción de gases tóxicos, son la clorina, bromina, arsénico y sulfuros. La clorina es uno de los componentes de los gases más importantes como el fósgeno, superpolita, cloropicrina, yperita y lewisita. De aquí, que como la producción en tiempo de paz es mucho más pequeña que la requerida para necesidades de la guerra, se estén haciendo experiencias para usar la clorina en la producción de la celulosa, que si diera resultado quedará solucionada la aplicación industrial del exceso de aquella substancia. La bromina entra en la composición de la mayoría de los gases lacrimógenos, pero en casi todos los países su producción es deficiente, porque el procedimiento para obtenerla de las algas marinas o de las aguas salinas de algunos lagos, es costoso y complicado. El arsénico no se empleó en los gases hasta 1917, pero en la última parte de la guerra se usó mucho.

El sulfuro es uno de los componentes más importante de la yperita, y aunque todos los países están tratando de mejorar la producción de esta substancia, pocos están en situación tan afortunada como Italia y los Estados Unidos.

No es probable que en la última guerra se hiciera un uso muy amplio de compuestos de cianida, porque en el campo experimental no ha dado resultados positivos.

Las diversas industrias químicas que hoy existen en Europa están muy lejos de satisfacer a las exigencias militares en explosivos y gases, pero no hay duda alguna, que llegado el momento de una movilización, se intensificaría la producción hasta un límite casi inconcebible.

Para defenderse en el porvenir contra los gases será necesario una preparación cuidadosa de todos los puntos habitados y de todos los habitantes, ya que podrán emplearse a grandes distancias los aeroplanos bombarderos, verdaderas regaderas de gases y enormes dirigibles capaces de transportar toneladas de gases tóxicos de una sola vez. El problema, por consiguiente, abarca dos aspectos: la defensa individual y la defensa colectiva.

En la actualidad, la máscara o careta perfecta para gases debe cumplir las condiciones siguientes:

- 1.º Reducción del espacio perjudicial (entre la epidermis y el material de la máscara), en donde es retenido el ácido carbónico que se exhala.
- 2.º Aumento del campo de visión.
- 3.º Fuerte adherencia a la cara.
- 4.º Ligereza.
- 5.º Impermeabilidad a toda clase de gases.
- 6.º Válvula de seguridad.
- 7.º Facilidad para ponérsela.

La descripción detallada de las máscaras o caretas se halla hoy en numerosos folletos y artículos, se trabaja activamente para perfeccionarlas y se trata de llegar a un absorbente de universal aplicación.

Además de las caretas, será preciso usar vestidos especiales contra los gases, para proteger la piel de la acción de la lewisita e yperita. En la última guerra la mayor parte de los gases que se emplearon, no fueron persistentes como lo serán en las futuras, y esto dará lugar a que las máscaras se deterioren muy rápidamente. Por esta razón y por lo que antes se ha expuesto, es necesario proveer a gran número de ciudadanos de caretas protectoras y fabricarlas por cientos de millones.

En la última guerra se construyeron también refugios protectores de gases, provistos de sistemas especiales de filtros y de ventilación, pero tenían el inconveniente de ser fijos. En las guerras futuras habrán de emplearse refugios para gases, en forma de tiendas de campaña cerradas, contruidas de material impermeable y provistas de ventiladores y filtros. Estos últimos pueden improvisarse, ya sea de tierra o serrín impregnado de aceite lubricante u otro líquido viscoso.

Los ataques con gases serán en su mayor parte dirigidos contra grandes ciudades, centros industriales, empalmes de ferrocarriles, fortalezas, puertos, etc. No hay que suponer, sin embargo, que apenas sea declarada

la guerra, habrán de ser destruidas las ciudades y envenenados sus habitantes, porque la defensa activa por los aeroplanos podía alejar por mucho tiempo el ataque, pero ha de admitirse que en las guerras futuras los centros industriales, podrán llegar a encontrarse en el teatro de destrucción y envenenamiento, siendo necesario que la defensa contra los gases se emplee no sólo en el frente, sino en todo el país. Cada persona útil para el ejército (y después los restantes habitantes), debe estar dotada de medios individuales de defensa. Deben existir en gran escala refugios para gases y los depósitos de subsistencias, municiones, etcétera, para el ejército tendrán que disponerse de un modo especial, y hasta los trenes llevarán disposiciones especiales de ventilación y filtros. Las medidas protectoras individuales no podrán usarlas los niños, viejos ni las personas que padezcan del aparato respiratorio, luego esta masa de gente se hallaría indefensa, a menos que de antemano se preparasen para ella construcciones especiales de refugio. En el porvenir cualquier gran construcción en una ciudad expuesta al ataque, habrá de ser mirada desde un nuevo punto de vista: la de hallarse dispuesta para usarla como refugio contra los gases. Habrá de estudiarse algún sistema especial para neutralizarlos, ya sea por medio de líquidos que podríamos llamar «antigasas», ya por medios mecánicos, que algunos suponen pudieran ser el esparcir por las calles carbón vegetal o cenizas, encender hogueras, pequeños explosivos, etc.

De todo lo expuesto, puede deducirse la conclusión siguiente: «En vista de la gran producción de gases tóxicos y de los grandes progresos realizados por la aviación, cada ciudadano tendrá que ser un soldado en la guerra del porvenir y cada metro de territorio un frente.»

Las predicciones contenidas en el artículo que acabamos de extraer, si bien no negamos la posibilidad de que lleguen a realizarse, ya que la Humanidad es capaz de las más espantosas locuras, acarrearía tales catástrofes a los pueblos, que la última guerra, con sus horrores y sus millones de bajas, no podría compararse a la que se anuncia, y ante un cuadro tan horrible, es posible que las naciones retrocedan antes que llegar a una lucha que destruiría y aniquilaría a los habitantes de pueblos enteros, sometiendo a ancianos, mujeres y niños a sufrimientos inenarrables. Abriguemos, pues, la esperanza, de que el desarrollo de las industrias químicas, y los estudios e investigaciones de los químicos americanos y europeos, han de traer consigo, no una época de desolación y de horrores, sino una era de bienestar y de prosperidad para todos los pueblos.

M. L. R.



CONCEPTO QUE SE DEDUCE PARA LA VELOCIDAD DE LOS DE ESPACIO Y TIEMPO RELATIVOS

LA VELOCIDAD RELATIVA DE DOS CUERPOS ES *relativa*.

Después de haber comentado en dos artículos anteriores los conceptos de tiempo y espacio relativos establecidos por Einstein para fundar en ellos su teoría de la relatividad, ineludiblemente nos sale al paso una cuestión que no ha sido examinada por él, y que hemos de enunciar aquí tal como se ha presentado a nuestro espíritu.

¿Qué es velocidad? Hasta ahora, como nadie ha dicho lo contrario, entendemos por velocidad la relación numérica entre un espacio recorrido con movimiento uniforme por un móvil y el tiempo que emplear en recorrerlo, cuando aquél y éste se miden con las unidades lineal y de tiempo convenidas. Así, cuando un tren recorre con movimiento uniforme sobre la vía 50 kilómetros en una hora, decimos que su velocidad es de 50 kilómetros por hora.

Pues bien, si el espacio es relativo y si el tiempo es también relativo ¿cómo es que el autor de la relatividad no ha afirmado a continuación que la velocidad es también relativa? Más claro, si Einstein ha podido decir que afirmar que la distancia recorrida por el tren era de 50 kilómetros es una frase vacía de sentido mientras no señalemos el sistema coordinado con respecto al cual se ha medido esa longitud, y si también nos ha dicho que afirmar que el lapso de tiempo entre dos hechos mide una hora es otra frase por completo vacía de sentido mientras no pongamos a continuación el mismo añadido del sistema de referencia, ¿cómo es que no ha dicho a continuación que afirmar que el tren se mueve con una velocidad de 50 kilómetros por hora es una frase doblemente vacía de sentido si no añadimos con relación a qué sistema de referencia se ha hecho la medición de esa velocidad, o sea la de esa longitud de 50 kilómetros y la de esa hora?

He aquí una laguna profunda que ha dejado Einstein en su obra sobre relatividad, y que trataremos de poner ahora a la vista tal como la vemos y entendemos.

Un observador situado en el tren o en la vía apreciará y medirá que la velocidad relativa de ambos es exactamente de 50 kilómetros por hora, sin que hasta ahora nadie haya discutido esta igualdad de observaciones.

Pero un observador situado en un automóvil que marche a lo largo

de la vía con una velocidad v , medirá sobre su sistema de referencia que el espacio recorrido por el tren sobre la vía no fué de 50 kilómetros, sino de una longitud de $50 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ kilómetros, siendo c la velocidad de la luz, pues este radical es el coeficiente de acortamiento de la longitud de la vía en movimiento respecto del observador. Por la misma causa relativista, apreciará éste que el tiempo de una hora en la vía que empleara el tren en recorrer aquella longitud, no es para él de una hora,

sino de $\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ horas. Luego este observador afirmará que la velocidad del tren sobre la vía es de

$$50 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} : \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = 50 \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)$$

kilómetros por hora en su sistema coordinado.

Análogamente un tercer observador dotado de otra velocidad distinta v' con respecto a la vía, hubiese medido una velocidad relativa del tren y de ésta dada por esta misma fórmula con el cambio de v por v' . Y lo mismo ocurrirá para cualquier otro observador, si es que se atribuye validez al acortamiento de los cuerpos en movimiento y a la marcha más lenta de los relojes dotados de velocidad, que afirma Einstein como realidades físicas.

Reunidos después todos estos observadores, cada uno sostendrá como verídica la velocidad del tren sobre la vía que él midió sobre su sistema de referencia, en contra de las medidas por los demás, y todos tendrán razón, por que la velocidad relativa del tren y la vía es *relativa*, o sea diferente para cada sistema de referencia, en la misma forma y por igual causa que lo son el espacio y el tiempo einsteinianos. No podemos decir que el primero marcha sobre la segunda con la velocidad de tantos o cuantos kilómetros por hora sin añadir con relación a qué, desde qué sistema coordinado se midió tal velocidad.

Conviene que hagamos observar que si en cada sistema existe una velocidad distinta del tren sobre la vía, es debido a que cada uno tiene una velocidad v , v' , etc., diferente respecto a la vía, que es donde hemos considerado la longitud de 50 kilómetros y el lapso de una hora, medidos por el observador sobre su propio sistema coordinado.

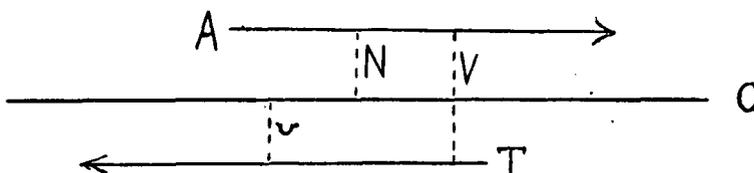
De donde resulta que lo mismo el tiempo, que el espacio, que la velocidad, son cosas puramente personales, que no tienen una existencia propia e inconfundible; y además, que tenemos que tomar los datos de

espacio, los de tiempo y los de velocidad, no como fijos e inmutables, sino como datos puramente subjetivos.

EN CADA SISTEMA DE REFERENCIA SE PUEDEN CONSIDERAR TRES VELOCIDADES RELATIVAS, *relativistas* DIFERENTES

Si el concepto relativista que hemos expuesto para la velocidad relativa de dos móviles terminase aquí, no pasaría de ser una cosa análoga a los conceptos de tiempo y espacio relativos con todas las dificultades que en estos encontramos. Pero la cuestión no queda completamente dilucidada aún, por ser más compleja; y para mayor claridad recurriremos al mismo ejemplo que acabamos de citar.

Sea *C* la carretera sobre la cual marcha el automóvil *A* con la veloci-



dad *N*, y a lo largo de la cual marcha también un tren *T* con la velocidad *v*. Razonemos como lo haría Einstein. Un viajero del tren apreciará que la velocidad del automóvil respecto a la carretera no es *N*, sino otra

distinta $N' = N \left(1 - \frac{v^2}{c^2} \right)$, como hemos deducido poco ha. Pero note-

mos que esta deducción tuvo por base el espacio *N* recorrido por el automóvil sobre la carretera en la unidad de tiempo de ésta, que para dicho observador del tren valen, referidos a su sistema, respectivamente,

$N \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ metros y $\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ segundos. Ahora bien, ese mismo

observador hubiese obtenido otra velocidad distinta de *N* y de *N'* si hubiese tomado en consideración el espacio y el tiempo del automóvil en lugar de los de la carretera.

En efecto; la velocidad de *A* respecto a *C*, da igual medida sobre el uno que sobre el otro de ambos cuerpos de referencia, puesto que si el automóvil marcha con la velocidad *N* sobre la carretera, ésta se mueve a su vez con la misma velocidad *N* respecto al automóvil.

Por consiguiente, un punto de la carretera avanza sobre el sistema *A* una longitud *N* en la unidad de tiempo, medidas ambas sobre el automóvil. Tomemos ahora esa longitud *N* y esa unidad de tiempo sobre *A* y refrirámolas al sistema *T*, y como el resultado de estas referencias no

depende ahora de v , sino de V , que es la velocidad del sistema A , donde están ahora evaluados el espacio y el tiempo, con respecto al observador del tren, resulta que éste aprecia una velocidad relativa del automóvil y la carretera $N'' = N \left(1 - \frac{V^2}{c^2} \right)$, diferente, no solo de N , sino también de N' .

Estas dos velocidades relativas N' y N'' del automóvil sobre la carretera y de la carretera sobre el automóvil que se deberían apreciar en el sistema coordinado T , las hemos obtenido directamente de los conceptos de espacio y de tiempo relativos de Einstein, o, mejor dicho, de sus consecuencias inmediatas, las fórmulas del acortamiento de las distancias en movimiento y de la marcha más lenta de los relojes en movimiento. Pero aún nos reserva la teoría de la relatividad una tercera velocidad relativa para el sistema T , y es aquélla que se deduce midiendo las velocidades V y v del automóvil y de la carretera respecto al tren con las unidades de espacio y de tiempo de éste. Entonces, ya no nos bastan aquellos conceptos y aquellas fórmulas que hemos aplicado, sino que hay que recurrir a la fórmula también einsteiniana de sustracción de velocidades.

En la Mecánica clásica, si desde el sistema T quisiéramos calcular la velocidad relativa de A y C , mediríamos V y v , y por simple sustracción hubiésemos deducido $N = V - v$. Pero la fórmula correlativa de Einstein aplicable al caso no es tan sencilla, y nos da

$$N''' = \frac{V - v}{1 - \frac{Vv}{c^2}}$$

distinta de N' y de N'' .

De modo que, resumiendo lo expuesto, podemos decir que un observador del tren T puede seguir tres caminos perfectamente relativistas para encontrar la velocidad relativa del automóvil A y la carretera C .

1.º Mide en T el espacio recorrido por A sobre C y el tiempo empleado en recorrerlo, y encuentra, dividiendo el uno por el otro, que para su sistema T la velocidad relativa es

$$N' = N \left(1 - \frac{v^2}{c^2} \right).$$

2.º Mide en T el espacio recorrido por C sobre A y el tiempo empleado en recorrerlo, y encuentra de igual modo para su sistema T

$$N'' = N \left(1 - \frac{V^2}{c^2} \right).$$

3.º Mide en T las dos velocidades de A y de C respecto a su sistema, y encuentra por la fórmula relativista de sustracción de velocidades

$$N''' = \frac{V - v}{1 - \frac{Vv}{c^2}} .$$

O sea que la velocidad relativa N de A y C referida al sistema T del observador tiene en éste tres valores diferentes, según que esta referencia se haga por uno u otro camino relativista, de igual modo que la referencia a un sistema de una longitud o de un lapso de tiempo considerados en otro, acusa un acortamiento de aquélla y un alargamiento de éste. Y si estos acortamientos de longitudes y estos alargamientos de tiempos se pretende que tengan una realidad física, sin la cual la teoría einsteiniana sería pura fantasía, ¿por qué no han de tener igual realidad física las tres referencias N' , N'' y N''' de una misma velocidad sobre un mismo sistema coordinado, fundadas en aquellos acortamientos y alargamientos y en fórmulas de la misma teoría?

Ahora vemos el grave inconveniente de operar con espacios y tiempos relativos. Si en la cuestión examinada intervienen tres sistemas coordinados, podremos considerar otras tantas unidades de espacio y de tiempo, y nada de extraño es que lleguemos a tres valores diferentes para una velocidad relativa.

Si respecto al tren, o referida a T , encontramos que la velocidad relativa del automóvil y la carretera tiene tres valores distintos según el sistema donde hayamos medido los datos iniciales del problema, ¿cuál de las tres velocidades será la válida para tenerla en cuenta en nuestros cálculos? ¿Cuál de ellas ha de venir a coincidir con la realidad, o, mejor dicho, ha de ser la que pueda apreciar un observador del tren? Confesamos nuestra perplejidad, porque nos consideramos incapaces de dilucidar si la velocidad relativa de A y C referida a T debe valer lo que una de las tres con preferencia a las otras dos. Según el razonamiento puramente relativista, las tres tienen igual validez; pero la razón se niega de un modo categórico a comprender la idea de que en un solo cuerpo de referencia podamos tener tres valores distintos y ciertos para la velocidad relativa de dos cuerpos. Bueno está que para cada observador tenga un valor distinto, pero que tenga tres valores diferentes para cada uno, ya no hay posibilidad de aceptarlo.

De modo que, en resumen, la velocidad relativa de dos cuerpos resulta así mucho más *relativa* aún que los conceptos de espacio y tiempo. No basta, por consiguiente, como para éstos, dar la magnitud de una velocidad con el añadido del sistema coordinado de referencia, sino que

además hay que especificar cual es el sendero relativista que nos ha conducido a obtener tal magnitud.

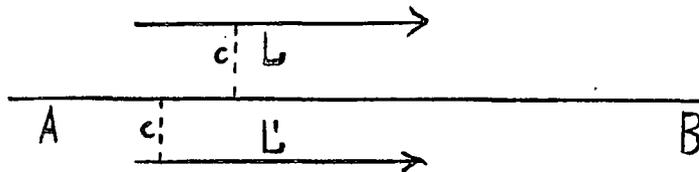
Frente a estas velocidades distintas para cada sistema, y triples dentro de cada uno, nada de extraño es que se sostengan aún los conceptos clásicos, que no admiten más que un tiempo, un espacio y una velocidad para todos los cuerpos de referencia. Al menos así todos los observadores encuentran siempre el mismo resultado, mientras que en relatividad, nueva torre de Babel, cada uno tiene hasta tres resultados diferentes y distintos de los que obtienen los demás, sin que tengan posibilidad de ponerse de acuerdo.

VELOCIDAD RELATIVA DE DOS RAYOS DE LUZ

Por ser un estudio muy lato, no nos detenemos a examinar en este artículo las conclusiones distintas de las anteriores a que nos puede llevar la admisión del alargamiento de las distancias en movimiento a que dimos validez relativista en nuestro artículo anterior (véase el número de enero último) sobre el concepto del espacio relativo. Fácil le será al lector que así lo desee entretenerse en deducirlas.

Mas como la teoría einsteiniana que comentamos tiene en su cimiento la ley de propagación de la luz, nada más propio para terminar estas consideraciones que examinar la *velocidad relativa* de dos rayos de luz.

Sean L y L' dichos rayos que se propagan a lo largo de una recta AB . Cualquiera que sean los estados de movimiento con relación a AB de



los respectivos focos luminosos emisores, las velocidades de L y L' medidas sobre la recta serán siempre iguales a la constante c , en virtud del postulado o principio fundamental de relatividad.

Supongamos que ambos destellos pasaron a una misma hora por un cierto punto A , y preguntemos a un niño y a un hombre, filósofo o físico-matemático, cuál será la velocidad relativa de L y L' . Algún lector se sonreirá ante esta pregunta, pero yo le ruego que me siga con un poco de paciencia.

El niño se imaginará, por ejemplo, dos automóviles corriendo con igual velocidad por una carretera y pasando al mismo tiempo por un cierto punto. Su sentido común infantil le hará pensar que si ambos van unidos por un hilo muy fino, no se romperá éste, deduciendo que nin-

gundo de los coches tiene movimiento respecto al otro, pues en cuanto lo tuviese, el hilo se partiría. Para el niño, la velocidad relativa es nula, y lo mismo la de los rayos de luz L y L' , que no son sino dos autos que marchan con igual vertiginosísima velocidad sobre la recta AB .

El filósofo pensará tal vez que puesto que el rayo de luz L marcha sobre AB con la misma velocidad que el L' , se pueden considerar ambos como si fuesen uno solo, y por ende que carecen de velocidad el uno respecto del otro.

El fisico-matemático, si no conoce la relatividad, se limitará a aplicar el teorema clásico de sustracción de velocidades, cuando éstas son iguales y del mismo signo, y deducirá igual consecuencia que los anteriores. Pero si conociese la moderna teoría y tuviese fé en sus principios y teoremas, se encontraría perplejo ante una cuestión tan elemental y tan simple para los demás.

En efecto, el postulado fundamental einsteiniano, sin el cual no podría subsistir la relatividad; afirma que si un rayo de luz se mueve con velocidad uniforme c sobre un cierto sistema coordinado, se mueve también con igual velocidad uniforme c sobre cualquier otro sistema en traslación uniforme respecto al primero. Si esto es así, bien por haberse demostrado experimentalmente, o bien porque se acepte como hipótesis para explicar ciertos fenómenos, es indudable que el rayo L que marcha con velocidad c sobre la recta AB tiene que marchar con la misma velocidad c respecto al otro rayo L' en traslación uniforme sobre dicho sistema primitivo AB . La velocidad de L respecto de L' resulta ser igual a c y no nula; es decir, *que L debe avanzar hacia la derecha sobre L' a razón de 300.000 kilómetros por segundo.*

Pero el mismísimo razonamiento pudiera aplicarse al rayo L' respecto al L ; por lo cual L' *debe avanzar hacia la derecha sobre L a razón de 300.000 kilómetros por segundo.*

He aquí su primera perplejidad: la velocidad relativa de ambos rayos de luz no es nula, como creían los demás, y tal vez él mismo, pues todos tenemos algo de niño y algo de filósofo; y además se da la particularidad de que mientras L avanza sobre L' , L' avanza sobre L en el mismo sentido y con igual movimiento, hecho inexplicable para todo hombre, por no presentarse nada análogo en la naturaleza.

Ante esto se le ocurrirá quizás ahondar más recurriendo a la fórmula einsteiniana de sustracción de velocidades que ya hemos citado antes,

$$V = \frac{v + v'}{1 + \frac{v v'}{c^2}}$$

haciendo en ella $v = v' = c$, puesto que en el problema que nos ocupa se trata de dos rayos luminosos, cuyas velocidades sobre AB son iguales a c , y encuentra que la velocidad relativa V de ambos, aparece bajo la forma de indeterminación aparente $\frac{0}{0}$.

Tres caminos puede seguir para dilucidar si esta indeterminación es o no efectiva, que no debería serlo puesto que el anterior razonamiento nos lo muestra:

1.º Si supone que $v' = c$ y que v varía aproximándose a c , obtiene

$$V = \frac{v - c}{1 - \frac{v}{c}} = \frac{c(v - c)}{c - v} = -c$$

y la velocidad relativa V aparece constante e independiente de v ; luego cuando $v = c$, $V = -c$, y la velocidad relativa de ambos rayos resulta así con este valor.

2.º Si supone que $v = c$ y que v' varía aproximándose a c , obtiene

$$V = \frac{c - v'}{1 - \frac{v'}{c}} = \frac{c(c - v')}{c - v'} = c$$

y en este caso la velocidad relativa de ambos rayos resulta así con este otro valor, igual y de signo contrario al anterior.

3.º Si supone que v y v' , permaneciendo siempre iguales entre sí, varían aproximándose a c , obtiene

$$V = \frac{v - v}{1 - \frac{v^2}{c^2}} = 0$$

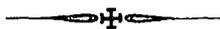
que es nula constantemente para todos los valores de v inferiores y superiores a c . Lógicamente también lo será para $v = c$.

En resumen, la fórmula de Einstein le puede conducir a tres valores diferentes c , $-c$ y 0 para la velocidad relativa de L y L' .

Su perplejidad habrá subido de punto al hacer este examen, y tal vez no encuentre razones suficientes para convencerse de que la velocidad relativa de dos rayos de luz pueda tener en realidad tantos valores como senderos relativistas se puedan seguir para encontrarla.

ENRIQUE PANIAGUA.

NECROLOGIA



El día 3 de febrero último falleció en Almería, donde presidía la Diputación Provincial, el general de brigada, en situación de 2.^a Reserva, D. José Ramírez Falero. A su distinguida familia, y muy especialmente a su hijo, el capitán del Cuerpo D. Francisco, enviamos la expresión de nuestro dolor por tan irreparable pérdida. Esta frase, inexpressiva por manoseada, no es para el autor de estas líneas un tópico: conocíamos íntimamente las cualidades del finado, su amor al Cuerpo, los relevantes servicios que había prestado en paz y en guerra, sus dotes de inteligencia privilegiada, todo lo cual le había colocado con justicia entre nuestros prestigios más sólidos; por esto, su recuerdo perdurará entre los que nos honramos con su amistad y frecuentamos su trato ameno y bondadosísimo.

Queda ya dicho que una de las características más señaladas del general Ramírez era su acendrada devoción a los castillos y a todo lo que nuestro emblema significa. Ese amor trascendía de todos sus actos y tuvo ocasión de manifestarse en distintas ocasiones de verdadera significación. Cuando, hace ya más de treinta años, siendo el finado profesor muy distinguido de la Academia de Ingenieros, se debatía en la prensa técnica y en la política, la aptitud de los ingenieros militares para el ejercicio de la profesión en la esfera particular y se les regateaba competencia en ciertas especialidades, el general Ramírez, secundando a otros ingenieros cuya gestión está en la memoria de todos, intervino arduosamente en la contienda, aportando datos incontrovertibles que puntualizaban el alcance de nuestra preparación técnica.

Ya en las postrimerías de su vida militar, cuando desempeñaba la Comandancia general de Ingenieros de la 3.^a Región, llevó la representación del Cuerpo, con gran lucimiento personal, en dos actos gratuitos para su corazón de ingeniero: al apadrinar, en nombre del Cuerpo, al hijo póstumo del capitán Arenas, suscribiendo el acta de padrinazgo que por iniciativa suya se extendió, y al recibir, al frente de los expedicionarios del 5.^o Regimiento, vencedores en Tizza, el homenaje que Valencia les tributaba. En una y otra ocasión, el general Ramírez, inspirado en las predilecciones que tan hondamente sentía, supo encontrar en su dicción los acentos que convenían a la solemnidad del momento y, al

conmoverse, conmovió a los que le escuchaban, realizando el precepto horaciano.

El espíritu del general Ramírez era el de un justo y mora seguramente entre los justos. Dudarlo sería dudar de la justicia divina.

A continuación consignamos algunos datos biográficos entresacados de su historial.

EXTRACTO DE LA HOJA DE SERVICIOS DEL GENERAL DE BRIGADA

Excmo. Sr. D. José Ramírez y Falero.

Nació en Granada en enero de 1859; ingresó en la Academia de Ingenieros en julio de 1875 y fué promovido a teniente del Cuerpo en diciembre de 1879, por haber terminado con aprovechamiento sus estudios, siendo destinado al 1.^{er} Regimiento de Zapadores Minadores y poco después al 2.^o, de guarnición en Madrid.

Ascendió a capitán en marzo de 1883, quedando de guarnición en Madrid en el mismo Regimiento. En enero de 1886 marchó con su batallón a Cartagena, donde, por orden del Gobernador militar de la Plaza, desempeñó el cargo de comandante del Castillo de Galeras y sus dependencias en los meses de febrero a junio, así como el de comandante del Castillo de San Julián en los meses de junio y julio del año anteriormente citado. En 16 de septiembre regresó con su compañía e intervino con su fuerza en los sucesos a que dió origen la sublevación del general Villacampa, por lo que se le diéron poco después las gracias de Real orden.

En enero de 1887 fué destinado a la Dirección de Comunicaciones Militares, en la que permaneció hasta el 30 de septiembre, fecha en que fué destinado a la Academia del Cuerpo como profesor, donde estuvo encargado de distintas clases y especialmente de la de Arquitectura y Edificaciones Militares.

Ascendió a comandante en mayo de 1895, continuando en comisión en la Academia hasta fin del curso correspondiente. En el mismo mes de mayo fué destinado al ejército de Cuba, al que se incorporó en la Habana el día 12 de septiembre, encargándose poco después de la Comandancia de Ingenieros de Santiago de Cuba; del 20 al 28 de noviembre, y a las órdenes del Comandante general de Ingenieros, tomó parte en las operaciones realizadas por la Comisión de Estudios de Defensa de la Isla, efectuando reconocimientos en la bahía y alrededores de Santiago de Cuba, Guantánamo, zona minera de Daiquiri, Vinent y otros puntos de la provincia. El 11 y 12 de diciembre se ocupó con una columna en reconocer los pasos de Sierra Maestra entre el de Romato y Bayamo, con objeto de estudiar el proyecto de construcción de fuertes, sosteniendo fuego con el enemigo el día 12, primeramente en la loma La Aurora y después en el puerto Bayamo. El 22 de diciembre se hizo cargo de la Comandancia de Ingenieros de la 1.^a División del 1.^{er} Cuerpo de Ejército con arreglo a lo dispuesto en la Orden General. El 27 salió al frente de una columna a reconocer la Loma de la Cruz, sosteniendo fuego con el enemigo.

Del 9 al 11 de enero de 1896 reconoció, a bordo del cañonero *Marqués de Molins*, las enseñadas de Fajo, Yumas y Yacicho. El 16 de febrero estudió y señaló el emplazamiento de un fuerte en la Socapa, ayudado por fuerzas de protección. El 22 salió con una sección de Caballería a efectuar un reconocimiento alrededor del fuerte y poblado de «Dos Caminos del Cobre» y, terminado éste, visitó los fuertes de la línea de circunvalación de Santiago de Cuba para proponer los que debían ser arti-

llados. El 14 y 15 de marzo señaló el emplazamiento de un fuerte en Puerto Scandell, llevando a él un convoy; el 17 entregó la comandancia del 1.º cuerpo de ejército al coronel Vallespín, continuando con los demás cometidos que venía desempeñando. El 20 de abril estuvo en El Cristo reconociendo las defensas del poblado; el 26 y 27 de julio reconoció la bahía de Portillo, adonde arribó, a bordo del cañonero *Galicia*, venciendo la resistencia del enemigo. Con fecha 15 de septiembre fué felicitado por el Comandante General de la División por el celo y actividad desplegados en la instalación de comunicaciones ópticas entre Santiago de Cuba, Puerto Boniato y poblado de Longo. El 28 de octubre fué propuesto por el general en jefe para la concesión de la cruz roja de 2.ª clase del Mérito Militar por el mérito contraído en la dirección de varias obras en Santiago de Cuba y San Luis y por su comportamiento en los hechos de armas de Loma de la Aurora, Puerto de Bayamo, Loma de la Cruz, Ensenada de Cuayabago y Bahía de Portillo. Estudió en 20 de noviembre la defensa de los poblados de Dos Bocas y San Vicente; el día 28, a las órdenes del general gobernador militar, practicó un reconocimiento en La Laguna. Durante el período en que tuvo a su cargo la Comandancia de Santiago de Cuba se construyeron fuertes, baterías y barracones en gran número y además se cerró la plaza con alambrada militar.

Los días 25 y 26 de enero de 1897 asistió, a las órdenes del general Linares, a las operaciones practicadas sobre los altos de Scandell, Gloria y Ermitaño del Caney; se halló presente en el fuego sostenido con el enemigo en el primer día de los citados. Se halló también presente en el hecho de armas de Las Lomas de Pegagrega, ocurrido el día 4 de febrero. El día 5 embarcó en el cañonero *Vasco Núñez de Balboa* para reconocer las desembocaduras de los ríos Duaba y Toar, a fin de señalar los puntos en que habían de situarse los fuertes para defensa de sus márgenes y extendió el reconocimiento hasta los fuertes Maravi y Taco. Del 17 al 21 de julio concurrió a las órdenes del general Linares a las operaciones verificadas en los altos de Bartolón y Ermitaño, de la Zona del Cobre, formó parte de la comisión nombrada por dicho general para situar, en los altos mencionados, el campamento del batallón de Asia y asistió al fuego sostenido con el enemigo en Bartolón. Por los servicios prestados en aquellos días recibió un certificado del comandante general de la División en que hacía constar su satisfacción.

Por Real orden de 7 de julio de 1897 le fueron concedidos cuatro meses de licencia para la Península, para donde embarcó el 15 de agosto en La Habana. En recompensa del comportamiento que observó en los combates sostenidos contra los insurrectos en Loma Aurora, Puerto de Bayamo, Loma de la Cruz, Ensenada de Cajinabos y Bahía del Portillo le fué concedida la cruz de 2.ª clase del Mérito Militar con distintivo rojo.

Incorporado de su licencia en 15 de marzo de 1898 fué destinado, en comisión, a la Comandancia de Ingenieros de La Habana. En 23 de marzo le fué concedida la cruz roja de 2.ª clase del Mérito Militar, pensionada, en atención a los servicios prestados en la comisión mixta que estudió la defensa y artillado de Matanzas, Cienfuegos, Santiago de Cuba y Guantánamo, en concepto de mejora de recompensa. Durante la guerra con los Estados Unidos estuvo encargado de la inspección de obras de defensa de La Habana en la Sección de Sotavento y después de la organización de obras en el campo atrincherado de La Cabaña. Concertada la paz, cesó en sus cometidos, regresando a la Península.

En abril de 1899 se le significó al Ministerio de Estado para la encomienda de Isabel la Católica, libre de todo gasto e impuesto, en recompensa del comporta-

miento observado en los trabajos realizados para la defensa de La Habana desde el 22 de abril de 1898 hasta fin de agosto siguiente.

En noviembre de 1904 ascendió a teniente coronel y fué destinado al 4.º Regimiento Mixto de Ingenieros, de guarnición en Barcelona. Un año después pasó a mandar la Brigada Topográfica del Cuerpo, con residencia en Pontevedra. Realizados los trabajos que a la Brigada le habían sido encomendados en Galicia, se dispuso de orden superior que pasara a Gerona en abril de 1909 y a su frente continuó el teniente coronel Ramirez hasta que por Real orden de 28 de junio de 1910 fué destinado a la Comandancia de Burgos. En septiembre del mismo año fué destinado a la Comandancia de Ceuta. La enumeración de las obras ejecutadas durante el período de dos años en que rigió la Comandancia de Ceuta ocupa varias páginas de su historial.

En abril de 1913, después de haber ejercido durante algunos meses la Comandancia Principal de la 8.ª Región, fué destinado a la Comandancia de Sevilla, en la que permaneció hasta su ascenso a general de brigada, ocurrido en abril de 1919. En este empleo fué destinado a la 8.ª Región como Comandante general de Ingenieros, destino que desempeñó hasta 18 de diciembre de 1920, fecha en que fué destinado a la Comandancia General de la 3.ª Región, con residencia en Valencia. En este destino continuó hasta su pase a la reserva, por haber cumplido la edad reglamentaria, en 24 de enero de 1923. Poco después de su pase a 2.ª reserva falleció en Almería, como queda dicho.

Poseía las siguientes condecoraciones:

Dos cruces blancas del Mérito Militar.

Cruces rojas del Mérito Militar, sencilla y pensionada.

Cruz, placa y gran Cruz de San Hermenegildo.

Medallas de Cuba, de Africa y de Alfonso XIII.

△

SECCIÓN DE AERONÁUTICA



¿Cuál es el ángulo de máximo alcance de planeo?

Un aeroplano en régimen permanente de planeo, es decir, cuando desciende sin motor con velocidad uniforme y trayectoria rectilínea, se encuentra sometido a la acción de dos fuerzas únicas: la gravedad y la resistencia del aire, y el ser rectilíneo y uniforme el movimiento del aeroplano indica que las dos fuerzas que actúan sobre él se equilibran mutuamente, puesto que, si dieran lugar a una resultante, ésta produciría una aceleración en el movimiento del aeroplano.

Para que estas dos fuerzas se equilibren es necesario que sean iguales y de sentido contrario y que estén aplicadas en un mismo punto; pero, puesto que la gravedad es siempre vertical y está aplicada al centro de gravedad del avión, la resistencia del aire tendrá también que ser vertical y pasar por el mismo centro de gravedad (fig. 1).

Sabemos que la resistencia total R que el aire produce al actuar sobre un aereo-

plano que se mueve en él, se calcula por la fórmula $k s v^2$, en la que s es la superficie sustentadora, v la velocidad relativa del aeroplano en el aire, y k un coeficiente que depende de la forma del avión y de su ángulo de ataque con relación a su trayectoria. La resistencia total R se puede descomponer en una perpendicular a la trayectoria R_z y en otra paralela a ella R_x y cada una de éstas se obtienen por la misma fórmula con tal de sustituir el valor de k por otros que son sus proyecciones sobre las dos direcciones perpendiculares supuestas, y que se llaman k_z y k_x .

Si en un sistema de ejes coordenados rectangulares se toman como abscisas los valores de k_x que produce un avión a distintos ángulos de ataque, y como ordenadas los correspondientes de k_z , obtenemos una curva (fig. 2) que es la, llamada *polar* del

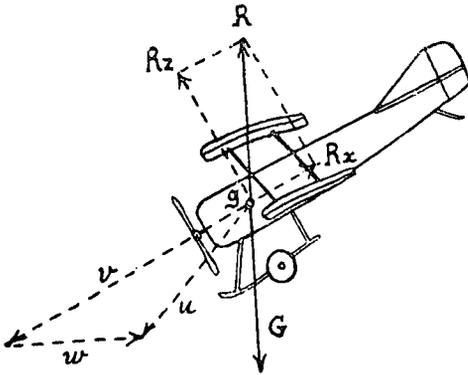


Fig. 1.

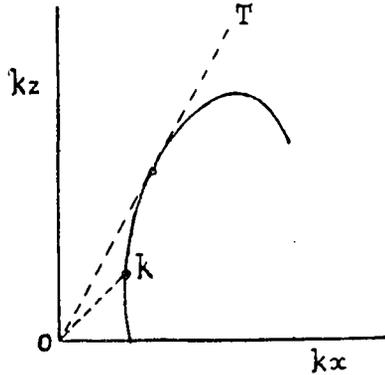


Fig. 2.

avión considerado, puesto que un radio vector de ella trazado por el origen o como polo, representa el valor de k en magnitud, y multiplicada esta magnitud por $s v^2$, representa el valor de la resistencia total R en magnitud y dirección, siendo el eje de las abscisas paralelo a la dirección del movimiento. Sobre los puntos de la polar se señalan los ángulos de ataque a que corresponden, lo que no se ha hecho en estas figuras para no complicarlas.

Hay que tener en cuenta que la polar que nos interesa en el caso que estamos estudiando no es la que se obtiene directamente en las experiencias de los laboratorios aerodinámicos, sometiendo el modelo invariable a la acción del viento con diferentes ángulos de ataque, sino que es necesario que, para cada posición, el equilibrador de cola, o timón de altura, tenga la necesaria para conseguir que la resistencia del aire pase siempre por el centro de gravedad del aeroplano, que es una de las condiciones que hemos establecido para el planeo, lo cual modifica algo la forma de la polar.

Una vez obtenida la polar que llamaremos «centrada», el problema de determinar el ángulo de planeo de máximo alcance no puede ser más sencillo, pues este ángulo es igual al $T-o-k_x$, formado por la tangente $o T$ a la polar desde el origen, y el eje de ordenadas, independientemente del peso y de la velocidad del aeroplano. En efecto, comparando las dos figuras y teniendo en cuenta que el eje de las k_x de la 2, representa la dirección v de la 1, y que el vector de un punto cualquiera de la curva k ha de ser paralelo a la dirección de R (que es vertical durante el planeo), resultará que el ángulo $k-o-k_x$ de un vector con el eje de las abscisas, será igual al $v-g-G$ que

forma la dirección del movimiento con la vertical, y, por lo tanto, cuanto mayor sea aquel ángulo más tendido será el planeo, y el máximo alcance se verificará para el vector que forme el mayor ángulo con el eje de las k_x , o sea para el vector oT tangente a la polar.

En esta solución hemos supuesto que el descenso planeado se efectúa en aire en calma, pero el problema se complica si hace viento, del cual no consideraremos la componente transversal (si fuera oblicuo) que no influye en el alcance del planeo mas que en lo que afecte a la maniobra del aterrizaje.

Volviendo a la figura 1, la trayectoria del descenso que suponemos sea gv en aire en calma, se convierte en gu si existe un viento de velocidad w que hay que componer con la v propia del aeroplano para obtener la resultante u en intensidad y dirección. En este caso, como vemos, ya intervienen las velocidades y éstas dependen del peso del aparato.

De la fórmula $R = ks v^2 = G$ deducimos el valor de la velocidad:

$$v = \sqrt{\frac{G}{ks}} = \sqrt{\frac{G}{s}} \frac{1}{\sqrt{k}}$$

y como ya sabemos que el ángulo $k_x - o - k$ del vector de un punto de la polar con el eje k_x , es igual al que forma la velocidad propia v con la horizontal v_x , si sobre cada uno de los vectores de la polar tomamos magnitudes inversamente proporcionales a sus raíces cuadradas, obtendremos una nueva curva que llamaremos «polar de velocidades», en la que cada vector representará en escala de $\sqrt{\frac{G}{s}}$, la in-

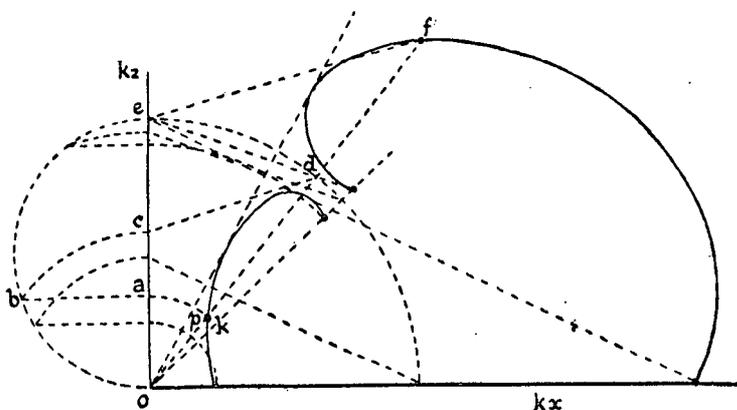


Fig. 3.

tensidad y dirección de la velocidad propia del planeo correspondiente al ángulo de ataque considerado.

La construcción de esta curva se puede deducir gráficamente de la polar por muchos procedimientos, pero creemos que uno de los más sencillos es el siguiente (figura 3): sobre el eje de las ordenadas como diámetro, se traza una semicircunferencia de diámetro oe igual a la raíz cúbica de la carga por unidad superficial del

avión, o un múltiplo de este valor que sea mayor que el mayor vector de la polar centrada, y para hallar sobre un vector cualquiera de ésta, por ejemplo el del punto p , el punto que determina la velocidad v correspondiente, se lleva la longitud del vector op al eje de las ordenadas por medio del arco pa y por el punto a obtenido se traza una perpendicular al eje hasta que corte a la semicircunferencia anteriormente trazada en el punto b ; se transporta la longitud ob sobre el eje por medio del arco bc , se une el punto c con el d tomado sobre el vector a una distancia del origen o igual al diámetro oe y trazando por e una paralela a cd , se obtendrá el punto f que es el correspondiente a la polar de las velocidades.

En efecto, es fácil ver que:

$$of = \frac{oe \times od}{oc} = \frac{oe^2}{oc} = \frac{oe^3}{ob} = \frac{oe^2}{\sqrt{oa \times oe}} = \frac{oe^2}{\sqrt{op \times oe}} =$$

$$= oe^{3/2} \frac{1}{\sqrt{op}} = \left(\sqrt[3]{G/s} \right)^{3/2} \frac{1}{\sqrt{k}} = \sqrt{G/s} \frac{1}{\sqrt{k}} = v.$$

En el caso de que la polar que se trate de transformar en la de velocidades, tenga las abscisas en escala mayor que las ordenadas, como ocurre generalmente para evit: r la confusión de puntos muy próximos, será más conveniente prescindir del procedimiento gráfico y obtener la polar de velocidades calculando las inversas de las raíces cuadradas de los valores k_x y k_z de cada punto, por medio de tablas, y determinar los puntos correspondientes a estas abscisas y ordenadas, que nos darán la polar de las velocidades, y, de todos modos, para mayor comodidad conviene colocar horizontalmente el eje de las ordenadas, pues así éste representará el suelo y los vectores de la polar las velocidades de planeo en magnitud e inclinación (fig. 4).

En la polar obtenida son de notar 4 puntos principales, correspondientes a los de tangencia con las rectas paralelas a los ejes coordenados, y con una recta que pase por el origen o . La significación de estos 4 puntos es la siguiente: el punto número 1, de tangente horizontal inferior, es el de planeo de descenso más lento; el número 2, de tangente vertical, es el de máxima velocidad horizontal; el número 3, de tangente horizontal superior, es el del más rápido descenso y corresponde a la caída a pico, y el número 4, de vector tangente, es el de mínimo ángulo de planeo, o sea, de máximo alcance.

No solamente permite la polar de las velocidades determinar estos 4 puntos, de los que con la polar ordinaria solamente hallaríamos el último en

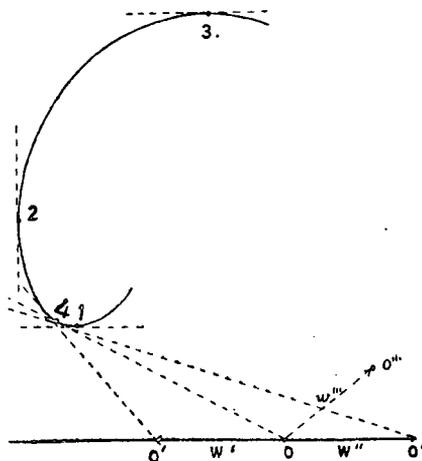


Fig. 4.

aire en calma, sino que dá el medio de resolver estos problemas cuando existe un viento cualquiera de velocidad conocida w . En este caso, bástaa con componer la velocidad propia de planeo (determinada por el vector correspondiente) con la veloci-

dad del viento tomada a partir del origen en el sentido determinado por su dirección, para obtener el vector resultante que nos dará la velocidad absoluta. El problema se reduce sencillamente a trasladar el origen horizontalmente en el sentido del viento una magnitud igual a su velocidad.

Así pues, con viento de frente de intensidad w' el origen se supondría situado en o' , y con viento de espaldas de intensidad w' se trasladaría el origen a o'' . En ambos casos, los vectores que se obtengan darán las velocidades y las inclinaciones del planeo con relación al suelo, y el vector tangente a la polar nos señalará el punto de máximo alcance que, con viento de frente corresponderá a un ángulo de ataque más picado, y, con viento de espaldas, a una posición más encabritada.

El trazado de esta polar de velocidades puede, por último, tener aplicación para los aviones de vuelo sin motor puesto que proporciona el medio de conocer la velocidad e inclinación de planeo en viento ascendente o descendente con solo transportar el origen o al punto o''' en la dirección del viento w''' , que en este caso no será horizontal. †

REVISTA MILITAR

La Escuela Práctica de los Regimientos de Ferrocarriles.

Nuestros dos Regimientos de Ferrocarriles, que tanto han mejorado en la instrucción de su personal desde que se practican los diferentes servicios por convenio con las Compañías civiles, y que para la ejecución del tendido de líneas tiene desde hace tiempo el ramal de nueva construcción de Cuatro Vientos a Leganés, próximo a terminarse, no habían tenido hace tiempo ocasión de realizar un tendido verdaderamente de campaña, en condiciones semejantes a las que con tanta frecuencia se le presentan al zapador ferroviario en la guerra. Para atender a este aspecto de la instrucción, se ordenó por la Jefatura del Servicio Militar de Ferrocarriles, que con todo el personal disponible, echando mano hasta el de tracción y otros servicios técnicos, se instalará una línea de 0,60 metros de ancho entre Cuatro Vientos y Villaviosa de Odón, utilizando la antigua explanación de la Compañía de San Martín de Valdeiglesias. Como todo el que haya tenido ocasión de verlo lo recordará, estos trabajos, después de cuarenta años de abandono, estaban casi completamente borrados.

Se constituyó para este trabajo un batallón, con cuatro compañías, a las órdenes del teniente coronel. D. Juan Martínez, utilizando el Material adquirido para el Parque de Ferrocarriles por la comisión de compra en el extranjero; el carril es de 12 kilos por metro, teniendo el tramo un largo de cinco; las traviesas eran metálicas. En la totalidad del recorrido, que son unos once kilómetros, se balastó con arena.

Las trincheras estaban casi cegadas, se comenzó por abrir una caja, de paredes verticales, con la anchura justa para que entraran las traviesas y con profundidad hasta la rasante; las tierras se echaban simplemente a los costados. Con bateas que corrían sobre la vía, tendida ligeramente, se retiraban primero estas tierras, luego se completaba la explanación hasta el pie de los taludes, después se

abrían las cunetas y luego se maestreaaba y se terminaba el talud, pasando así el perfil en desmonte por cinco estadios de perfectibilidad, que permitían gran rendimiento al personal, por poder atacar en mucha longitud el trabajo.

Los terraplenes estaban asentados y deslavados por las aguas, exigiendo un recrecido que en algunos de ellos ha sido de gran importancia. Merece citarse entre ellos el más inmediato al paso inferior bajo el ferrocarril de Almoróx, al cual ha habido que acarrear unos 6.000 metros cúbicos, trabajo que se ha hecho muy rápidamente gracias a un préstamo hecho en terrenos del marqués de Valderas, autorizado por éste. Una serie de vías provisionales en abanico permitió trabajar a cuadrillas numerosas, haciéndose el transporte simultáneamente con un tren tirado por bateas a brazo y locomotora; así se consiguió que esta obra, que por estar al principio de la línea hubiera sido causa de atasco en el resto, estuviera ultimada en muy pocos días.

De las alcantarillas y tajeas existentes se han podido aprovechar pocas, que han sido reforzadas por medio de traviesas; las demás han sido substituidas por tubos de cemento de 0,40 a 0,50 de diámetro, que también se han usado para el cruce de los caminos en prolongación de las cunetas. Como detalle curioso, merece citarse una que estaba completamente enterrada por los acarreos que habían hecho casi desaparecer el cauce para cuyo desagüe estaba construida, cuanto se trató de poner un simple tubo, que parecía bastante para su importancia, apareció toda la obra, se han desmontado convenientemente los accesos agua arriba y abajo.

Una de las causas del buen rendimiento del personal ha sido la instalación hacia la mitad del recorrido de un campamento, en el cual se hacía la comida del mediodía, evitándose las pérdidas de tiempo en ir a buscar los alojamientos.

Todos estos elementos, unidos al buen deseo de oficiales y tropa, ha permitido tener completamente terminada la línea en cuarenta y cuatro días hábiles de trabajo.

La inauguración oficial se hizo el día 9 de julio a presencia del Subsecretario de la Guerra, Jefe del Estado Mayor Central y autoridades regionales. Se proyecta reforzar la superestructura en breve, pues su misma constitución hace que no pueda soportar un tráfico intenso, sobre todo en cuanto sobrevengan temporales. □

Las definiciones de los términos fortificación, según el último Diccionario de la Academia.

Siempre resulta interesante la publicación de los diccionarios del idioma, principal signo de actividad de la Academia de la Lengua. A pesar de la costumbre de discutir sus aciertos, el hecho natural es que se acaba por acudir a ellos, como suprema autoridad; no será, pues, impertinente reunir los principales vocablos referentes a la actividad más característica del Cuerpo. Ni el espacio, ni la falta de autoridad permiten, al que esto escribe, hacer una labor crítica: queden como fuente de meditaciones a los compañeros más expertos en esta materia, que acaso pudieran realizar el trabajo de llenar lagunas, precisar términos, rectificar ideas anticuadas, etc., cooperando a que en futuras ediciones resultase una obra perfecta, como debe serlo la de nuestra Academia.

Fortificar.—Hacer fuerte con obras de defensa a un pueblo o sitio cualquiera, para que pueda resistir los ataques del enemigo.

Fortificación.—Obra o conjunto de obras con que se fortifica un pueblo o un sitio cualquiera.

Fortificación de campaña.—La que se hace para defender por tiempo limitado un campo o posición militar.

Fortificación permanente.—La que se construye con materiales duraderos para que sirva de defensa por tiempo ilimitado.

Fuerte.—V. Fortaleza. Recinto fortificado como castillo, ciudadela, etc.

Muralla.—Fábrica que ciñe y encierra para su defensa una plaza. Unos la toman por todo el terraplén de una plaza y otros sólo por su parte exterior o camisa.

Parapeto.—Terraplén corto formado sobre el principal hacia la parte de la campaña, el cual protege de los golpes de los enemigos el pecho de los soldados.

Trincheras.—Defensa hecha de tierra y dispuesta de modo que cubra el cuerpo del soldado.

Banqueta.—Obra de tierra o mampostería, a modo de banco corrido, al cual se sube por una rampa desde el interior de una fortificación y tiene amplitud bastante para que los soldados se coloquen sobre él en dos filas, resguardados detrás de pared, parapeto o muralla hasta la altura de los hombros.

Foso.—Excavación profunda que circuye una fortaleza.

Escarpa.—Plano inclinado que forma la muralla del cuerpo principal de una plaza, desde el cordón hasta el foso y contraescarpa o plano también inclinado opuestamente, que forma el muro que sostiene las tierras del camino cubierto.

Contraescarpa.—Pared en talud del foso enfrente de la escarpa, o sea del lado de la campaña.

Adarve.—Camino detrás del parapeto y en lo alto de una fortificación.

Caballero.—Obra de fortificación defensiva, interior, y bastante elevada sobre otras de una plaza, para mejor protegerlas con su fuego o dominarlas si las ocupase el enemigo.

Casamata.—Bóveda muy resistente para instalar una o más piezas de artillería.

Poterna.—En las fortificaciones, puerta menor que las principales y mayor que un portillo, que da al foso o al extremo de una rampa.

Portillo.—Abertura que hay en las murallas, paredes y tapias.

Blindaje.—Cobertizo o defensa que se hace con blindas u otro material para resguardarse de los tiros por elevación de la artillería.

Blinda.—Viga gruesa que con fajinas, zarzos, tierra, estiércol, etc., constituye un cobertizo defensivo.

Bastidor de madera compuesto de dos montantes y dos travesaños, que sirve para contener las tierras o las fajinas en las trincheras.

Abrigo.—(No admite la acepción fortificatoria.)

Caponera.—Obra de fortificación que primitivamente consistía en una estacada con aspilleras y troneras para defender el foso. En nuestro tiempo se da este nombre a una galería o casamata colocada en sitios diversos para el flanqueo de un foso o varios del cuerpo de plaza.

Caponera doble.—Comunicación desde la plaza a las obras exteriores trazada a través del foso seco y defendida por ambos lados con parapetos, generalmente provista de troneras y aspilleras.

Camino cubierto.—En las obras de fortificación permanente terraplén de tránsito y vigilancia que rodea y defiende el foso y tiene a lo largo una banqueta desde la cual puede hacer fuego la guarnición por encima del glacis que sirve de parapeto.

Castillo.—Lugar fuerte, cercado de murallas, baluartes, fosos y otras fortificaciones.

Ciudadela.—Recinto de fortificación permanente en el interior de una plaza que sirve para dominarla o de último refugio a su guarnición.

Flanco.—Parte del baluarte que hace ángulo entrante con la cortina y saliente con el frente.

Cada uno de los dos muros que unen el recinto fortificado con las caras de un baluarte.

Flanquear.—Colocarse al flanco de una fuerza para defenderla o para atacarla y también protegerla o atacarla por el flanco.

Cortina.—Línea de muralla que está entre dos baluartes.

Bastión.-Baluarte.—Obra de fortificación de figura pentagonal que sobresale en el encuentro de dos cortinas y se compone de dos caras que forman ángulo saliente, dos flancos que las unen al mismo y una gola de entrada.

Abaluartar-Abastionar.—Fortificar con bastiones.

Capital.—Línea imaginaria que es bisectriz del ángulo saliente en el trazado de una fortificación.

Rebellín—no figura—sino *Revellín.*—Obra exterior que cubre la cortina de un fuerte y la defiende.

Contra guardia.—Obra exterior con uno o dos ángulos retrasados, sin flancos, situada detrás de las cortinas.

Hornabeque.—Fortificación exterior que se compone de dos medios baluartes trabados con una cortina. Sirve para el mismo efecto que las tenazas, pero es más fuerte por defender los flancos mutuamente sus caras y la cortina.

Tenaza.—Obra exterior con uno o dos ángulos retrasados, sin flancos, situada detrás de la cortina.

Polígono.—El que se forma trazando rectas de punta a punta de todos los baluartes de una plaza.

Polígono interior.—Figura compuesta de las líneas que forman las cortinas y semigolas.

Poligonal.—No consta acepción fortificatoria.

Atenazar.—Idem idem.

Zapa.—Excavación de galería subterránea o de zanja al descubierto.

Caminar a la zapa.—Avanzar los sitiadores resguardados por las galerías o trincheras que abren ellos mismos o al amparo de las fortificaciones que sitian. □

CRÓNICA CIENTÍFICA

Los experimentos de transmutación del profesor Nagaoka.

Acerca de este tema dimos una breve referencia en el número de junio, que ahora podemos ampliar, aunque no tanto como desearíamos, con datos contenidos en la carta que el mismo profesor dirige a la revista inglesa *Nature*.

Es sabido que los alquimistas sentían una verdadera veneración por el mercurio; su naturaleza era para ellos un enigma, y unos le tenían por un metal, una es-

pecie de plata, *argentum vivum*, nombre que, adaptado, persiste en algunos idiomas modernos, mientras que otros le clasificaban entre los semimetales, como el bismuto, el arsénico y el azufre. Más tarde se le creyó uno de los tres elementos primitivos que constituían todos los cuerpos de la naturaleza y que formaba parte esencial de todos los metales, hasta el punto de nombrarle con frecuencia madre de los metales. Algunos de los puntos de vista de los alquimistas han sido confirmados por la ciencia moderna, según vamos a ver.

Hace un año aproximadamente, el profesor Miethe, de Berlín, comunicó que había descubierto partículas de oro en una lámpara de vapor de mercurio, después de haber pasado por ella la corriente eléctrica durante un largo período. Recientemente, como no ignoran nuestros lectores, se recibieron noticias del Japón relativas a un experimento análogo; esas noticias son las confirmadas en la carta que el profesor Nagaoka, del Instituto de Investigaciones Físicas y Químicas, de Tokio, dirige a la revista antes citada.

El oro tiene un peso atómico de 197,2 y el mercurio el de 200,0. Si se somete el mercurio a la acción de un campo eléctrico intenso, se concibe que la conmoción causada en los núcleos de los átomos pueda dar lugar a que algunos de los electrones y protones se sustraigan a la atracción nuclear, transformándose con ello el átomo de mercurio en el de oro, por un mecanismo semejante al de la desintegración radioactiva. El profesor Nagaoka y sus colegas, usando un electrodo de tungsteno y otro de mercurio bombardearon el mercurio durante diez a quince horas con descargas muy fuertes.

Tomaron todas las precauciones posibles para asegurarse de que todos los materiales usados estaban libres de impurezas y especialmente de que no tenían oro, ni aun en cantidad mínima, las vasijas empleadas.

Al destilar el mercurio después de la operación quedó un residuo de metal blanquecino en cantidad insuficiente para análisis químico, pero al calentar reiteradamente el aparato destilador de vidrio a la temperatura de 600° C. se formaron en sus superficies interiores numerosas manchas color rubí que, examinadas con aumento de 2.500 diámetros, presentaron los caracteres de los cristales de rubí fabricados con oro; en algún caso se vió que el vidrio del aparato estaba cubierto con una película formada por partículas de oro muy próximas unas a otras.

En opinión del profesor Nagaoka, no hay esperanza de obtener, hoy por hoy, oro del mercurio en condiciones económicas, pero la transmutación de otros metales por medios semejantes puede tener valor científico y aun comercial; expresa también el deseo de que sus experimentos sean repetidos en otros países con medios más potentes que los disponibles en el Japón. △

Los combustibles líquidos del porvenir.

Con frecuencia se oye expresar el temor de que, en un corto período, que los más pesimistas reducen a veinticinco o treinta años, se hayan agotado las reservas de petróleo bruto disponibles en el globo, y ven en ese imaginado agotamiento, si no el fin de toda actividad industrial, un peligro para la existencia de muchas industrias entre las más importantes. Sin desconocer que el peligro existe, puede afirmarse que no es tan próximo, pues esos cálculos están hechos partiendo de los pozos existentes y de sus rendimientos presumibles. No se ha tenido en cuenta, sin embargo, que las áreas sin explorar son inmensas y que las ya exploradas y en explotación son susceptibles de producciones incomparablemente mayores que las computadas,

en atención a que con los procedimientos de perforación modernísimos se alcanzan profundidades hasta ahora inaccesibles, en las que los rendimientos no menguan con respecto a los obtenidos en explotaciones más someras.

Aun admitido que en plazo más o menos largo se agoten las existencias de petróleo, existe otro manantial de combustibles líquidos capaz de abastecer al mundo durante algunas centurias: el carbón mineral en sus distintas variedades comprendidas entre la antracita y la turba. Ciertamente que el rendimiento de un kilogramo de hulla, por ejemplo, en líquido combustible es, hoy por hoy, escaso; pero las investigaciones realizadas en estos últimos años en distintos países, y sobre todo en Alemania, permiten predecir para un plazo próximo la liquefacción casi total del carbón; en rigor, la liquefacción se ha efectuado ya por el procedimiento de Bergius, quien emplea para conseguirlo presiones fuertísimas.

Pero, por muy importantes que sean los métodos a que nos referimos en el párrafo anterior, la fase de mayor interés, con mucho, en la producción de combustibles líquidos, la constituye el procedimiento, de valor no ya técnico sino comercial, para obtener sustancias como el alcohol metílico sintético—conocido con el nombre de «metanol»—partiendo del gas de agua que, como es sabido, se produce haciendo pasar un chorro de vapor de agua sobre carbón incandescente. La importancia de este método puede compararse a la del de Haber para producción del amoníaco sintético.

Según datos fidedignos, la *Badische Anilin und Soda Fabrik*, de renombre mundial, ha estudiado este problema con tan buen éxito que ya ha podido establecer una gran fábrica de alcohol sintético en Merseberg (Sajonia). El procedimiento, en líneas generales, consiste en hacer pasar el gas de agua purificado, cuya composición es de 60 por 100 de hidrógeno y 30 por 100 de protóxido de carbono, más carbónico y nitrógeno, sobre un catalizador mantenido a temperatura de 400° C.; la presión del gas es de 200 atmósferas. El aparato es semejante al empleado en el procedimiento Haber.

La instalación de Merseberg tiene una producción diaria máxima de 20 toneladas, a un coste de 200 pesetas por tonelada, y ya se ha exportado grandes cantidades a los Estados Unidos en competencia con el alcohol obtenido en ese país por destilación de la madera.

Las posibilidades del procedimiento no se limitan a la obtención de «metanol», sino que verosimilmente se extenderán a la producción de otros muchos combustibles. Fischer, que en gran parte es el padre del nuevo método, lo ha modificado en forma de producir una mezcla de alcoholes y acetonas, que él denomina «Synthol».

Las consecuencias inmediatas de estos descubrimientos son de enorme trascendencia, pero insignificantes comparadas con las que prometen para un porvenir relativamente próximo.

Sin dejarse arrebatar por la loca de la casa, se prevé que las generaciones posteriores a las actuales se liberarán de la esclavitud de la mina de carbón y del pozo de petróleo o, por lo menos, podrán prescindir de ellos para la producción de energía, aunque seguirán suministrándoles los mil productos (materias colorantes, explosivos, etc.) que ya se obtienen hoy de ellas y muchos más de que no podemos tener idea. △

BIBLIOGRAFÍA

Homenaje al cantor del Dos de Mayo, Bernardo López García. *Madrid. Imprenta de Juan Pueyo. 1925.*

Un sargento del Cuerpo, D. Fermín Vegara, iniciador del homenaje tributado recientemente al cantor del Dos de Mayo, nos remite un ejemplar del folleto publicado con tal ocasión, en el que se incluyen varias de las composiciones poéticas debidas al vate malogrado y los discursos pronunciados al descubrir la lápida conmemorativa fijada en la casa núm. 9, de la calle del Portillo, de esta corte, donde vivió y murió.

El envío no podía dejar de ser gratísimo para militares, que es tanto como decir amadores incondicionales de España, que hemos acompañado con nuestras fervorosas simpatías a los buenos ciudadanos que concibieron y realizaron la obra de honrar la memoria de quien tanto honró a la madre augusta de todos; doblemente grato, además—¿por qué no decirlo?—por ser de los nuestros, por ser un modesto camarada que luce castillos en el cuello, quien, desde su oscuro rincón, por la fuerza de su pasión de justicia, sacude la apatía ambiente, mueve a los poderosos y consigue que un día se congreguen en Madrid las multitudes para aclamar al poeta, no olvidado, pero sí disminuido en el ánimo de todos o casi todos. Bien, sargento Vegara; así se honra a España y al Ejército.

La serie de poemas va encabezada, como es de rigor, por las famosas décimas al Dos de Mayo, e incluye otras, dignas de su estro, en las que canta el poeta sus grandes amores: la patria, la religión, la libertad; alguna hay también de carácter epigramático, género que cultivó con fortuna. Plumas autorizadas han señalado ya el lugar que a López García corresponde entre nuestros poetas del siglo XIX; sus limitaciones son bien patentes para un lector avisado del XX, pero están, más que redimidas, superadas, por su potente hálito de desbordante pasión. Sus dísticos sonoros, vibrantes y magníficos, tales como

¡No hay un puñado de tierra
sin una tumba española!

.....

Que no puede esclavo ser
Pueblo que sabe morir

y tantos más, tienen tal fuerza expresiva, que se esculpen, por decirlo así, en el cerebro y sólo se borran al perder la existencia. Por otra parte, no debemos olvidar que Bernardo López García es, realmente, un vate malogrado: vivió sólo treinta y dos años. A esta edad, los más ilustres entre los que nos ha dejado el siglo XIX, exceptuando Espronceda y Becquer, no hubieran podido presentar un florilegio brillante ni nutrido. △