

## SUMARIO

Enseñanzas de la guerra ruso-japonesa.—Material de puentes para la caballería, por C. D. P.—Tele-taquímetro solar, (continuación), por don Juan Luengo, capitán de Ingenieros.

Se acompañan los cuadernos 20 y 21 de **La Guerra ruso-japonesa**.

---

### ENSEÑANZAS DE LA GUERRA RUSO-JAPONESA

Entre las varias enseñanzas que se van deduciendo de la guerra ruso-japonesa, destaca con caracteres más marcados cada vez la necesidad de la fortificación del campo de batalla y de campaña.

Habiéndose batido hasta ahora los rusos contra fuerzas superiores, acudieron desde el primer momento, en Kiu-lien-cheng, á obras de fortificación de campaña que les permitieran compensar en lo posible la debilidad de sus fuerzas. Esas obras, que en los primeros hechos de armas quedaron reducidas á la organización defensiva de los principales puntos de la línea, y á la apertura de simples trincheras para tiradores, han ido adquiriendo posteriormente una importancia siempre en aumento. En Kin-chew y en Nan-shan realizaron los rusos el ensayo del atrincheramiento de campaña de toda una posición, pero sin llevar á la práctica en todo su desarrollo los principios del arte; sólo en la meseta de Nan-shan figuraban las defensas accesorias, pero ni en ella ni en ningún otro punto de la línea había el suficiente número de caminos á cubierto, abrigos, blindajes, ni las baterías eran otra cosa que meros parapetos en que los sirvientes y las piezas encontraban una protección insuficiente. No obstante, los japoneses, á pesar de todo su heroísmo y de su gran superioridad en hombres y artillería, no pudieron conquistar aquella colina, y hubieron de recurrir á un movimiento envolvente apoyados por su escuadrilla de torpederos y destructores, que desempeñó un papel capital en el desenlace de la batalla.

En Kai-ping, los trabajos de fortificación fueron bastante rudimentarios, pero en Ta-chi-chiao comenzaron á adquirir mayores vuelos; en esta batalla, vemos un regimiento japonés que, después de rechazado, no puede retirarse á donde permanecía el grueso de sus tropas, á causa del terrible fuego que contra él se desata, y se ve obligado á diseminarse

en el campo de batalla, buscando abrigo en los cultivos y desigualdades del terreno. Más tarde, en Hai-cheng, comienza á hacerse amplio uso de la fortificación de campaña, lo que permite á la artillería rusa hacer frente con éxito á la más potente y numerosa del enemigo. Y en Liao-Yang, en la segunda y tercera línea de defensa se ponen á contribución todos los recursos de la ingeniería, en grande escala, recursos apenas utilizados en la defensa de los pasos de la cordillera de Feng-shui-ling.

Si volvemos la vista á los japoneses, advertiremos que inmediatamente de ocupada una posición se la atrinchera fuertemente, y no se avanza un solo paso sin antes haber fortificado el terreno que se deja á la espalda. Y no sólo esto, sino que en la batalla de Liao-Yang el atacante, después de cada tentativa infructuosa contra las posiciones rusas, en lugar de retroceder al descubierto bajo una lluvia de plomo, abre trincheras cerca de las enemigas y se refugia en ellas, disminuyendo así sus propias fuerzas y manteniendo en constante amenaza al defensor.

No por rutina, ni por prejuicios de escuela, ni por consideraciones teóricas, acuden rusos y japoneses á la fortificación de campaña, á la improvisada y á la del campo de batalla, según los casos; sino que proceden así persuadidos los unos de la verdadera necesidad, no sólo conveniencia, de tales trabajos, y aleccionados los otros por una experiencia muy amarga.

Y la eficacia de la fortificación no ha dejado de mostrarse patente desde el primer momento. Ni una sola posición puesta en estado de defensa con sujeción á los principios del arte de fortificar, ha sido conquistada por un ataque á viva fuerza. En Kin-chew, en Kai-ping, en Ta-chi-chiao, en Hai-cheng, en Motien-ling y en Liao-Yang, consiguieron los japoneses, tras una lucha cruenta y encarnizada, apoderarse de los puntos insuficientemente reforzados por débiles trincheras, pero *jamás* lograron hacerse dueños, *ni en una sola ocasión*, de los debidamente fortificados; y no se argüirá que los orientales se muestran flojos en el ataque, ni que tengan mucho apego á la vida, porque pocos ejércitos podrán jactarse de tener como el japonés una acometividad, un desprecio al peligro y una impetuosidad tan extremadas. Mas todas esas cualidades de nada sirven contra el fuego de una tropa resguardada en obras de tierra, armada con un fusil de repetición, y teniendo comunicaciones seguras y protegidas con las reservas, y un terreno infranqueable á vanguardia gracias á una excelente combinación de las mejores defensas accesorias con las remociones de tierras que aumentan el obstáculo pasivo y favorecen la resistencia activa.

Esa amplia intervención de la fortificación en las batallas, ha motivado que todos los encuentros ocurridos hasta ahora hayan tenido que resolverse mediante movimientos envolventes y amagos de flaqueo,

sólo posibles cuando el atacante es muy superior en fuerzas al defensor; pero la solución debida á la maniobra y no á un choque enérgico y decisivo, es altamente ventajosa á la defensa, porque favorece la retirada antes de que las tropas queden quebrantadas y desmoralizadas; y además, sólo es posible si la superioridad material del ofensor es muy pronunciada, lo cual, á su vez, obligándole á concentrar fuerzas para la consecución de cualquier objetivo, retarda y dificulta el cumplimiento capital de la invasión.

La precisión y rapidez de tiro de los fusiles modernos hacen punto menos que imposibles los ataques de frente, si el defensor se ha atrincherado juiciosamente; por grande que sea el ímpetu de una carga, cualquier estorbo natural ó artificial que detenga el impulso siquiera durante algunos segundos basta para que la acometida fracase, porque en ese breve tiempo de parada se apagan los entusiasmos, se impone la noción de la realidad, y el defensor puede ejecutar su tiro en inmejorables condiciones. Si, por consiguiente, las masas cubridoras conservan la energía y solidez de la defensa, se impone un obstáculo pasivo—con preferencia constituido por defensas accesorias—para romper la fuerza viva de un ataque ciego y desesperado. No basta, empero, porque los perfiles de campaña no deparan un abrigo suficiente contra el tiro de la artillería; se requiere la existencia de blindajes y comunicaciones cubiertas y desfiladas en absoluto, que se presten al relevo de las tropas, á la llegada de refuerzos y á una protección eficaz de la guarnición durante el periodo preparatorio del combate.

Si en una posición así organizada, se mantiene una tropa disciplinada y que sepa obtener un mediano partido de su armamento, los ataques más furiosos y violentos resultarán infructuosos, como repetidamente se ha demostrado en los campos de la Mandchuria.

No solo la fortificación es un elemento esencialísimo en la lucha de infantería, sino que su eficacia es igualmente cierta y evidente en el duelo de artillería. En los primeros hechos de armas de la presente guerra, la artillería japonesa redujo al silencio con la mayor facilidad á los cañones rusos, puestos sencillamente tras unos informes montones de tierra, y las primeras batallas las ganó virtualmente la artillería, apareciendo la infantería como un arma de menor importancia, tanto más cuanto sus ataques de frente no dieron resultado. Pero ya en Ta-chi-chiao y luego en Hai-cheng y en Liao-Yang, los cañones rusos se establecieron en baterías sabiamente estudiadas, con repuestos, abrigos laterales para las piezas y los sirvientes, y máscaras que disimularan la situación de las baterías; de este modo, mientras los japoneses perdían un tiempo precioso disparando al azar y sin poder corregir el tiro, las piezas rusas concentraban sus tiros sobre las enemigas causándoles daños espantosos, á pesar de que, frecuentemente, como se vió en Liao-Yang, estaban

en la proporción de 1 contra 4. Esa influencia de la fortificación en el combate de artillería se demostró fehacientemente en Hai-cheng: las baterías del centro y de la izquierda, bien protegidas, se batieron con ventaja con las enemigas, haciéndolas cambiar de posición á menudo y apagando repetidamente sus fuegos; en cambio las de la derecha, al descubierta, quedaron maltrechas y desbaratadas en cuanto el ofensor las batió con mayor número de cañones.

Los trabajos de fortificación ejecutados en la escala con que los han empleado los rusos, y también los japoneses en sus posiciones de retaguardia, exigen un personal especialmente destinado á proyectarlos y organizarlos, es decir, el cuerpo de ingenieros; pero sería grave error suponer que ese cuerpo puede bastarse para la construcción de las obras, porque se necesita el concurso de un número de trabajadores infinitamente mayor que el de soldados de ingenieros, que figuran siempre en determinada relación con el efectivo total del ejército. El arma más numerosa, la infantería, debe facilitar los brazos necesarios, pero para que las labores se lleven á cabo con la celeridad y perfección debidas, es absolutamente indispensable que todos y cada uno estén persuadidos de la conveniencia de lo que ejecutan y de que trabajan en beneficio propio. Esto solo puede lograrse mediante una preparación bien dirigida en tiempo de paz, y con prácticas, maniobras, ó como quiera llamárselas, en que todas las armas aúnen sus esfuerzos al bien común. Es preciso penetrarse del principio de que han pasado los tiempos del toque de ataque y las aparatosas cargas á la bayoneta; más que un impulso fugaz y momentáneo, se impone ahora la perseverancia, el avance lento pero seguro. Sin olvidar que nuestra situación política en el mundo aconseja que nos practiquemos más en el arte de la defensa que en el del ataque, pues no siempre serán moros ó facciosos nuestros probables enemigos.

La infantería, por su parte, ha de considerar que la pala es un arma verdadera, casi tan valiosa como el fusil, y que sin ella la victoria corresponderá al ejército más fuerte, se convertirá en desastre irreparable la derrota, y el triunfo se conquistará mediante torrentes de sangre. En el campo de batalla, bajo el fuego del enemigo, ha de saber practicar rápidamente los más elementales trabajos de fortificación, para disminuir sus bajas y conservar la cohesión sin la que no cabe el ataque, y las más perentorias labores de destrucción de obstáculos, á fin de llegar á la meta puesta por el fusil moderno fuera del alcance de las armas blancas. Y esos trabajos deben formar parte de la instrucción de la infantería, y salir de los reglamentos escritos para entrar en la esfera de la práctica, lo mismo que se hace con el ejercicio del tiro y con las evoluciones y movimientos de la táctica.

Inspirémonos en las ideas modernas y aprendamos á expensas de los rusos y japoneses, antes de que la realidad de la guerra—que nadie sabe

si está lejos ó muy próxima—haga pagar caras sus enseñanzas al ejército y á la patria. Necesario es saber maniobrar y evolucionar; indispensable es conocer bien el fusil y obtener de él todo el fruto apetecible; pero más necesario es todavía conservar la existencia de los hombres que han de batirse, á fin de que sacrifiquen su vida en el momento oportuno, con utilidad y con provecho, pero no que la pierdan estérilmente en vanos empeños de efimera gloria y consecuencias negativas y desastrosas.



### MATERIAL DE PUENTES PARA LA CABALLERÍA

La caballería, arma que constituye la vista y el oído del ejército, ha de operar á menudo con entera independencia del resto del ejército, cuyos movimientos deben ajustarse á las informaciones recogidas por aquélla. Arma, también, de la velocidad y de la audacia, la caballería no debe retroceder ante ningún obstáculo ni detenerse ante las dificultades que pueden presentarse en su camino. Osada tanto como prudente, la caballería tiene á su cargo una misión difícilísima y cada día más complicada, por lo que si han de agotarse todos los medios para que el soldado posea una excelente instrucción y el oficial ha de dar continuas pruebas de su entusiasmo y abnegación, es preciso así mismo que se la dote debidamente y se la atienda con todo el esmero que los intereses y la salud del ejército demandan.

Debiendo, á menudo, la caballería, adelantarse una ó varias jornadas al grueso del ejército, y en la necesidad de efectuar marchas imprevistas y variar el plan adoptado de antemano para adaptarlo siempre á las circunstancias, es difícil, por lo menos, que la acompañen en sus atrevidas excursiones las tropas técnicas, provistas del conveniente material, cuyos servicios son tan necesarios en las guerras modernas; por lo que es preciso poner á la caballería en condiciones de autonomía que le permitan realizar todos sus cometidos valiéndose solo de sus propias fuerzas.

Uno de los obstáculos que se presentan más á menudo á las operaciones de una tropa montada es el paso de ríos, los cuales, si son caudalosos, suele utilizarlos como de cortina el ejército contrario, por lo que importa que la caballería pueda atravesarlos, averiguando el estado, composición y planes del enemigo. Este caso no se presentará en España con tanta frecuencia como en otros países, porque los ríos caudalosos abundan poco en la península; pero no hay duda que acaso las combinaciones de la política europea nos obliguen á guerrear más allá de nuestras fronteras, y por consiguiente la hipótesis considerada es una de tantas probables en la guerra. Mas, aun sin salir de España, sino ríos cau-

dalosos, habrán de cruzarse otros de rapidísimas corrientes, impropios para ser pasados á nado, y muchísimos que, fácilmente vadeables en épocas normales, dejan de serlo en la primavera y después de copiosas lluvias. Si, pues, en otras naciones se procura que la caballería posea un material de puentes propio para salvar grandes ríos, nosotros deberíamos procurar que aquella arma tuviera á su cargo un material ligero y más transportable á propósito para ríos torrentosos, estrechos, pero de cauce irregular y fuerte corriente.

Austria y Alemania han dotado á sus caballerías respectivas de un material de puentes especial; Francia está realizando ensayos hace algunos años, sin haber llegado á resolver el problema; en España se han hecho también laudables tentativas en el mismo sentido, de alguna de las cuales hemos dado cuenta en estas mismas páginas (1), sin que sepamos si han continuado las prácticas y qué resultados hayan dado; de todos modos, parece aun lejano el día en que se declare reglamentario un determinado material de puentes para la caballería, por lo que no será ocioso que nos ocupemos en asunto tan desatendido, y demos una breve descripción del material de puentes de la caballería alemana, modelo 1903, aunque repitiendo que no lo consideramos aplicable á nuestra patria, por la distinta estructura geográfica de los dos países.

El material alemán se compone de unidades regimentales, de suerte que cada regimiento lleva en dos carruajes los elementos necesarios para la construcción de un puente.

Los dos carruajes, iguales en forma y contenido, conducen: 4 cuerpos de pontón, que son de palastro de acero; 6 cumbreras, de las cuales dos sirven como cuerpos muertos; 8 trozos de tablero, de 4 metros de largo por 1 de ancho cada uno; 4 largueros para sujetar los tableros; 6 montantes de guardalado; 2 anclas; 12 remos ordinarios y 12 herrados; 8 grapas; 4 cables de ancla; varios cables y cuerdas ordinarias, explosivos y viveres.

Con esos elementos se pueden construir los puentes que siguen:

1.º Pasadera de 1 metro de anchura y 20 metros de largo, que puede llegar á 32 metros si se construyen apoyos improvisados, de modo que el número de tramos llegue á ocho; con los 4 cuerpos de pontón sólo pueden establecerse cinco tramos. Esta pasadera sólo sirve para el paso de los jinetes conduciendo el equipo y la silla; los caballos pasan el río á nado, agua abajo del puente, guiándolos la tropa desde éste por medio de las riendas ó de prolongas si es preciso.

2.º Pasadera de 2 metros de anchura y 16 metros de luz; basta aparear los tableros; el flotante central se forma con dos cuerpos ó un pon-

(1) Véase el número de la REVISTA, del 10 de Enero de este año.

tón completo, y los otros dos con un cuerpo cada uno. Por esta pasadera pueden pasar caballos de á uno, yendo los jinetes desmontados, así como infantería de á dos sin llevar el paso.

3.º Puente de 3 metros de anchura y 8 metros de luz; como así sobran dos tableros y dos cuerpos de pontón, puede constituirse un tercer tramo suplementario, de 2 metros de anchura y 4 de largo, dando en total un puente de 12 metros. Este puente sirve para el paso de jinetes aislados, ó de una columna de caballería, de á uno, estrechadas las distancias, con tal que vayan á pie los jinetes.

Reuniendo el material de los seis regimientos de una división de caballería, se pueden construir:

1.º Una pasadera de 1 metro y 120 de longitud.

2.º Una pasadera de 2 metros y 96 de longitud.

3.º Un puente de 48 metros de luz y 3 metros de anchura, si se reservan dos cuerpos de pontón para las maniobras, porque si se utilizan como apoyo la luz se eleva á 52 metros.

Las pasaderas de 120 metros son poco prácticas, porque por débil que sea la corriente, el puente se descompone, se mueven los flotantes y resulta lento y aun peligroso el paso. Aun en el caso de las pasaderas de 96 metros conviene que el mayor número posible de apoyos estén constituidos por dos cuerpos, acudiéndose junto á las orillas ó en los sitios en que la profundidad del cauce y la corriente sean menores, á caballetes ó apoyos improvisados.

Con dos pontones completos y 4 tableros se forma una compuerta de 16 metros cuadrados, en la que tiene cabida un cañón de campaña con su avantrén y los sirvientes; ó bien 4 caballos con sus conductores; sea 50 sillas con sus accesorios; ó 30 infantes con armas y equipo; ó un carruaje de puentes de caballería.

Un sargento y 16 individuos de tropa construyen en 20 minutos un puente de 8 á 12 metros de luz; si las secciones de pontoneros de los seis regimientos de la división ponen á la vez manos á la obra, se invierte una hora, á lo sumo, en tender el puente de 48 metros; en caso de necesidad, el personal referido puede ser disminuído en 6 hombres por regimiento.

El nuevo material de puentes de la caballería alemana es muy manejable, resistente, eficaz, ligero y de fácil empleo, y ha dado excelentes resultados en las minuciosísimas pruebas á que se le ha sometido. Se ha llegado á él después de innumerables ensayos y modificaciones.

Conviene advertir que el material antes reglamentario, que databa de 1893, se diferenciaba esencialmente del actual en los flotantes; cada pontón se componía de tres cuerpos desiguales, mientras que ahora todos los cuerpos son idénticos, en beneficio de la sencillez, de la facilidad en la construcción y del mayor número de combinaciones que pueden

hacerse; además, en lugar de ser de palastro de acero, los pontones se componían de una armadura de madera, á la que se sujetaba, envolviéndola por completo para hacerla insubmersible, una doble capa de tela impermeabilizada. Esos flotantes, de que se enorgullecieron los alemanes al principio, dieron muy mal resultado, y fueron inútiles cuantas investigaciones y experimentos se hicieron para encontrar una tela ó una materia que diese una impermeabilidad algo prolongada.

No obstante las excelentes cualidades que parece reunir el nuevo material alemán, no ha sido recibido con satisfacción por muchos regimientos de caballería, porque distrae de sus peculiares funciones á 102 hombres por división, y además porque no siempre los carruajes, por ligeros que sean, podrán acompañar á las tropas montadas.

Esta última consideración tiene aun más fuerza en España, para donde no sería conveniente el material alemán. Nosotros necesitaríamos un sistema de puentes de caballetes, con preferencia á flotantes, transportables tanto á lomo como en carruaje, análogo al que posee nuestro regimiento de Pontoneros, simplificado si así se creía conveniente.

C. D. P.



## TELE-TAQUÍMETRO SOLAR

(Continuación)

Si se observan las relaciones que ligan las distancias focales de las lentes con la separación entre ellas, pueden expresarse aquellas en función de esta así  $x_1 = 3 E$ ,  $x_2 = 4 E$ ,  $x_3 = 1,5 E$ .

Se recordará que en un anteojo analítico ordinario de 0,313 de longitud total, la distancia focal es de 0,266, mientras que con la combinación óptica que se propone para igual longitud de anteojo se llega á 0,660 ó sea algo más del doble de aquella: también supera á 0,508 á que asciende en el anteojo de prismas sin tele-objetivo, de modo que se adoptará la última combinación óptica calculada, por ser la más ventajosa de todas.

Un anteojo ordinario solo podría dar tal distancia fokal con una longitud total de 0,70, cifra que por sí sola excusa toda comparación con el anteojo en proyecto.

A lo dicho se une la ventaja, de que el anteojo en cuestión daría la imagen directa, lo cual si bien no es de importancia para la aplicación de que se trata siempre sería una comodidad.

De los tres puntos, centro óptico y puntos nodales, uno solo es *real* (especialmente son reales dos de ellos, ó los tres cuando coinciden

dos ó todos) los otros dos son *virtuales*, é importa conocer cual cumple con aquella condición, pues en el lugar que ocupe, es donde debe colocarse el diafragma destinado á corregir las aberraciones, por ser el punto en que cortan el eje los rayos axiales ó ejes secundarios.

Observando la figura 16 bis, se nota que los puntos nodales *N* y *N'* son *virtuales*, pues se encuentran situados al lado opuesto de las direcciones de incidencia y emergencia convenidas, y por lo tanto el centro óptico es el único punto *real*.

Para determinar su posición se observará (fig. 9) que  $\frac{On'_1}{On_2} = \frac{Pn'_1}{Qn_2} = \frac{x_1}{x_2}$

de donde  $\frac{On'_1 + On_2}{On_2} = \frac{x_1 + x_2}{x_2}$  ó bien  $\frac{E}{On_2} = \frac{x_1 + x_2}{x_2}$  de donde  $On_2 = \frac{Ex_2}{x_1 + x_2}$

Para determinar la longitud que debe tener el tubo en que han de ir montados el retículo y el ocular, á fin de poder enfocar á las diferentes distancias á que habrá que efectuar las punterías, se recordará la fórmula de Newton relativa á los focos conjugados  $(-D) \times D' = F'^2$  en la cual  $(-D)$  es la distancia entre el objeto y el foco de incidencia,  $D'$  la que existe entre la imagen y el foco de emergencia, y  $F$  la distancia focal principal. Suponiendo que la mira se sitúe á una distancia mínima del eje de muñones de 12 metros, y recordando que  $T = 0,60$ , substituyendo en la fórmula de Newton y despejando  $X = 0,03$ .

Los datos generales consignados son suficientes para demostrar la posibilidad de construir el antejo que se propone, y solo restaría comunicarlos á los ópticos, para que estos efectuasen el cálculo primero y la construcción después, de las lentes y de los prismas-lentes. Mas en atención á la forma complicada de éstos y por vía de ejercicio, se determinarán los radios de curvatura de las superficies esféricas de los distintos cristales que constituyen la combinación óptica en proyecto.

Para ello se supondrá que cada lente está constituida por otras dos, una de *crown* y otra de *flint*, á las cuales se asignarán:

	Indice de refracción de la raya <i>D</i> del espectro.	Poder dispersivo.
Flint . . . . .	1,6974	0,0330
Crown . . . . .	1,5355	0,0125

término medio de varios en cada clase de los mencionados cristales.

Para calcular los radios de curvatura de las lentes, se las supondrá

sin espesor y se obtendrán valores *aproximados* de aquellos en función de los índices de refracción, las distancias focales, las condiciones de aplanetismo, acromatismo y coincidencia de las superficies en contacto del *flint* y el *crown* (condición de Clairant).

Ya se comprende que el resultado no será exacto, pero más adelante se verá el modo de precisar tales valores.

Las fórmulas que se emplearán, figuran con los cálculos necesarios para deducirlas en la *Óptica fotográfica* de M. Moëssard teniente coronel de ingenieros del ejército francés (páginas 117 á 127, edición 1898) quien á su vez las ha trascrito del *Boletín de la Sociedad francesa de fotografía* tomo del año 1892, página 349 y tomo del 1893 página 473, y son

$$r_2 = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \quad r_1 = r_2 + \alpha_1 \quad r_1' = r_2 \quad r_2' = r_2 + w \alpha_2 \quad \text{en las}$$

$$\text{cuales } a = A_1 - C \quad b = D + 2A_1 \alpha_1 - B_1 \quad c = \frac{A_1 \alpha_1^2 - B_1 \alpha_1 + E_1 - F}{2(A_1 - C)}$$

siendo  $C = A_2 w$ ,  $D = G_2 w - B_2 w^2$ ,  $F = L_2 w - J_2 w^2 + E_2 w^3$  y final-

$$\text{mente } \alpha_1 = \frac{1}{n_1 - 1}, \quad \alpha_2 = \frac{1}{n_2 - 1}, \quad A_1 = \frac{n_1 + 2}{1}, \quad A_2 = \frac{n_2 + 2}{2}, \quad B_1 = \frac{2n_1 + 1}{n_1 - 1}, \quad B_2 =$$

$$\frac{2n_2 + 1}{n_2 - 1}, \quad E_1 = \frac{n_1^2}{(n_1 - 1)^2}, \quad E_2 = \frac{n_2^2}{(n_2 - 1)^2}, \quad G_2 = \frac{4(n_2 + 1)}{n_2}, \quad L_2 = \frac{3n_2 + 2}{n_2}, \quad J_2 =$$

$$\frac{3n_2 + 1}{n_2 - 1}, \quad w = \frac{\pi_1}{\pi_2}, \quad n_1 = \frac{1}{m_1}, \quad n_2 = \frac{1}{m_2}$$

siendo  $m_1$  y  $\pi_1$  respectivamente el índice de refracción y poder dispersivo del *crown* y  $m_2$  y  $\pi_2$  análogos valores del *flint*.

Substituyendo en lugar de  $m_1$ ,  $m_2$ ,  $\pi_1$  y  $\pi_2$  los valores arriba consignados se obtiene

$$\begin{aligned} n_1 &= 0,65125, \quad n_2 = 0,58914, \quad w = 0,37879, \quad \alpha_1 = -2,86738, \quad \alpha_2 = -2,43392, \\ A_1 &= 4,07100, \quad A_2 = 4,39480, \quad B_1 = -6,31541, \quad B_2 = -5,30176, \quad E_1 = \\ &3,48716, \quad E_2 = 2,05610, \quad G_2 = 10,78960, \quad L_2 = 6,39482, \quad J_2 = -6,73566, \quad C \\ &= 1,66470, \quad D = 4,84768, \quad F = 3,50046, \quad a = 2,40630, \quad b = -12,18311, \quad c = \\ &3,18730 \quad \text{y en definitiva } r_2 = \begin{cases} +0,27409 \\ +4,76823 \end{cases} \end{aligned}$$

Se desechará la primera raíz que daría valores negativos para  $r_1$  y  $r_2'$ ;

en vista de ello solo se utilizará la segunda y serán

$r_1' = r_2 = 4,76823$  „  $r_1 = r_2 + z_1 = 1,90085$  „  $r_2' = r_2 + w z_2 = 3,84629$  „  
que corresponden

- $r_1$ , á la cara anterior de la lente incidente (crown)
- $r_1'$ , á la id. posterior de la id. id. (id.)
- $r_2$ , á la id. anterior de la id. emergente (flint)
- $r_2'$ , á la id. posterior de la id. id. (id.)

El *poder* de tal lente ó sea la inversa  $\frac{1}{F}$  de su distancia focal viene dado por la fórmula  $x = (n_1 - 1) (r_1 - r_1') + (n_2 - 1) (r_2 - r_2') = 1 - w$  puesto que  $r_1 - r_1' = z_1 = \frac{1}{n_1 - 1}$  y  $r_2 - r_2' = w z_2 = \frac{w}{n_2 - 1}$ .

(Para que se comprenda tal resultado, se hace presente que  $(n_1 - 1) (r_1 - r_1')$  es el valor del *poder* de la primera lente, que en las fórmulas anteriores se ha tomado como unidad de medida á fin de simplificarlas. La ecuación de acromatismo es  $l_1 \pi_1 + l_2 \pi_2 = 0$  ó bien  $l_1 w + l_2 = 0$ , en la cual  $l_1$  y  $l_2$ , representan los poderes de las dos lentes: si  $l_1 = 1$ , la ecuación se convierte en  $w + l_2 = 0$  ó bien  $l_2 = -w$ , es decir que el poder de la segunda lente ó sea  $(n_2 - 1) (r_2 - r_2')$  es igual á  $w$ .)

Por lo tanto  $x = 1 - 0,37879 = 0,62121$ , de la que se deduce  $F = \frac{1}{x} = 1,60976$ .

Los valores de  $r_1, r_1', r_2, r_2'$ , representan las inversas  $\frac{1}{R_1}, \frac{1}{R_1'}, \frac{1}{R_2}, \frac{1}{R_2'}$ , de los radios de curvatura de las caras del juego de lentes aplo-cromáticas que por ende serán  $R_1 = 0,52608$  „  $R_2 = R_1' = 0,20973$  „  $R_2' = 0,25999$ .

Pero debiendo ser igual á 0,90 la distancia focal de la lente incidente, que es distinta de la obtenida, será preciso modificar los radios de curvatura de sus caras en la misma relación en que están las distancias focales, con lo cual las propiedades de la lente subsistirán, variando solo su distancia focal en la proporción apetecida.

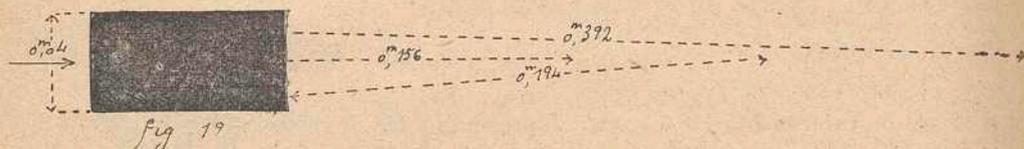
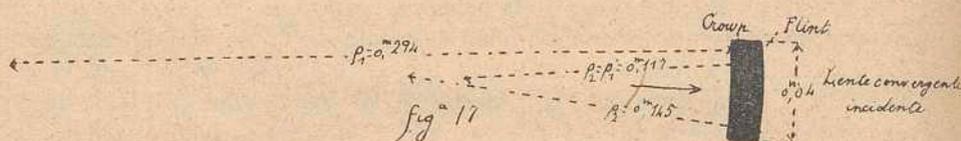
La relación de las distancia focales es  $\frac{x_1}{F} = \frac{0,900}{1,60976} = 0,55909$ , que

multiplicada por los anteriores valores de los radios de curvatura da  $p_1 = 0,294$  „  $p_2 = p_1' = 0,117$  „  $p_2' = 0,145$  con los cuales se ha trazado la figura 17.

Efectuando análogas operaciones con la primera raíz ( $r_2 = 0,27409$ ) se obtienen  $p_1 = -0,216$ ,  $p_2 = p_1' = 2,040$ ,  $p_2' = -0,863$ ; ambas soluciones tienen la misma distancia focal, igual á  $0,90$ .

Se adoptará la primera, porque teniendo todos sus radios de curvatura el mismo signo, se presta á dar menor espesor á las lentes, que así tendrán mayor transparencia. Tal circunstancia también es ventajosa en los prismas-lentes, pues la segunda solución haría que las caras esféricas cortasen bajo ángulos muy agudos á los chaflanes lo que dificultaría su labra haciéndoles más frágiles.

Tales valores de los radios de curvatura solo son aproximados, para precisar los resultados obtenidos, con ellos se debería trazar el corte de las lentes (fig. 17) determinándose por medio de fórmulas trigonométricas los focos correspondientes á dos rayos centrales uno amarillo y otro morado, los cuales deben coincidir en el punto apetecido: si así no ocurriera, se modificarían los radios de las lentes, (sin variar su diferencia,



para no alterar la distancia focal) hasta conseguir el acromatismo, y se procedería á efectuar la misma operación con dos rayos marginales (también paralelos al eje) siguiendo análoga marcha, comprobando si los focos de los rayos amarillos y morados tanto centrales como marginales coinciden en el punto apetecido, lo que se lograría por interpolaciones, después de varios tanteos. Conseguido esto, se repetirían las mismas operaciones con varios haces oblicuos, y se vería si la superficie focal resultante es plana. Para el caso que se estudia, bastaría efectuar con esmero las correcciones sobre el eje principal.

Las fórmulas que al efecto se emplean, no son complicadas, mas es abrumador el trabajo, por el gran número de tanteos que hay que verificar: por otra parte, caso de construirse el aparato en estudio, seguramente se emplearían cristales de distintos índices de refracción que los supuestos, razón que ha inducido al autor á omitir tales cálculos, porque resultarían completamente inútiles.

En vista de tales consideraciones, en el presente estudio solo se determinarán los valores aproximados de los radios de curvatura de las caras de las lentes.

Dado ya en la figura 17 el corte de la lente incidente, se pasará á estudiar el prisma-lente divergente, figuras 3 y 5, que con aquella ha de formar tele-objetivo.

Las fórmulas y cálculos utilizados para aquella son aplicables á ésta, sin más modificación que la de cambiar los signos de los radios de curvatura de la lente-tipo, y por lo tanto sus valores en tal caso serán.

$F = -1,60976$  „  $R_1 = -0,52608$  „  $R_2 = R_1' = -0,20973$  „  $R_2' = -0,25999$  y siendo  $x_2 = -1,200$  habrá que determinar la relación

$\frac{x_2}{F} = 0,7453$ , que multiplicada por los valores de los radios da  $p = -$

$0,392$  „  $p_2 = p_1 = 0,156$  „  $p_2' = 0,194$  con los cuales se ha trazado la figura 19, mas como esta lente ha de producir al propio tiempo una doble reflexión de la luz, afectará la forma que la figura 20 indica. Como se vé, no hay ángulos excesivamente agudos, y en todo caso siempre queda el recurso de achafflanarlos ligeramente.

Por lo que á la lente analítica se refiere, recuérdese que debe tener una distancia focal  $x_3 = 0,450$ : por ser convergente le son aplicables sin variación los valores ya conocidos  $F = 1,60976$  „  $R_1 = 0,52608$  „  $R_2 = R_1' = 0,20973$  „  $R_2' = 0,26$ .

La relación  $\frac{x_3}{F} = 0,2795$  multiplicada por los valores de los radios da  $p_1 = 0,147$  „  $p_2 = p_1' = 0,059$  „  $p_2' = 0,073$ , con los cuales se ha trazado la figura 21, de la cual se ha deducido la 22.

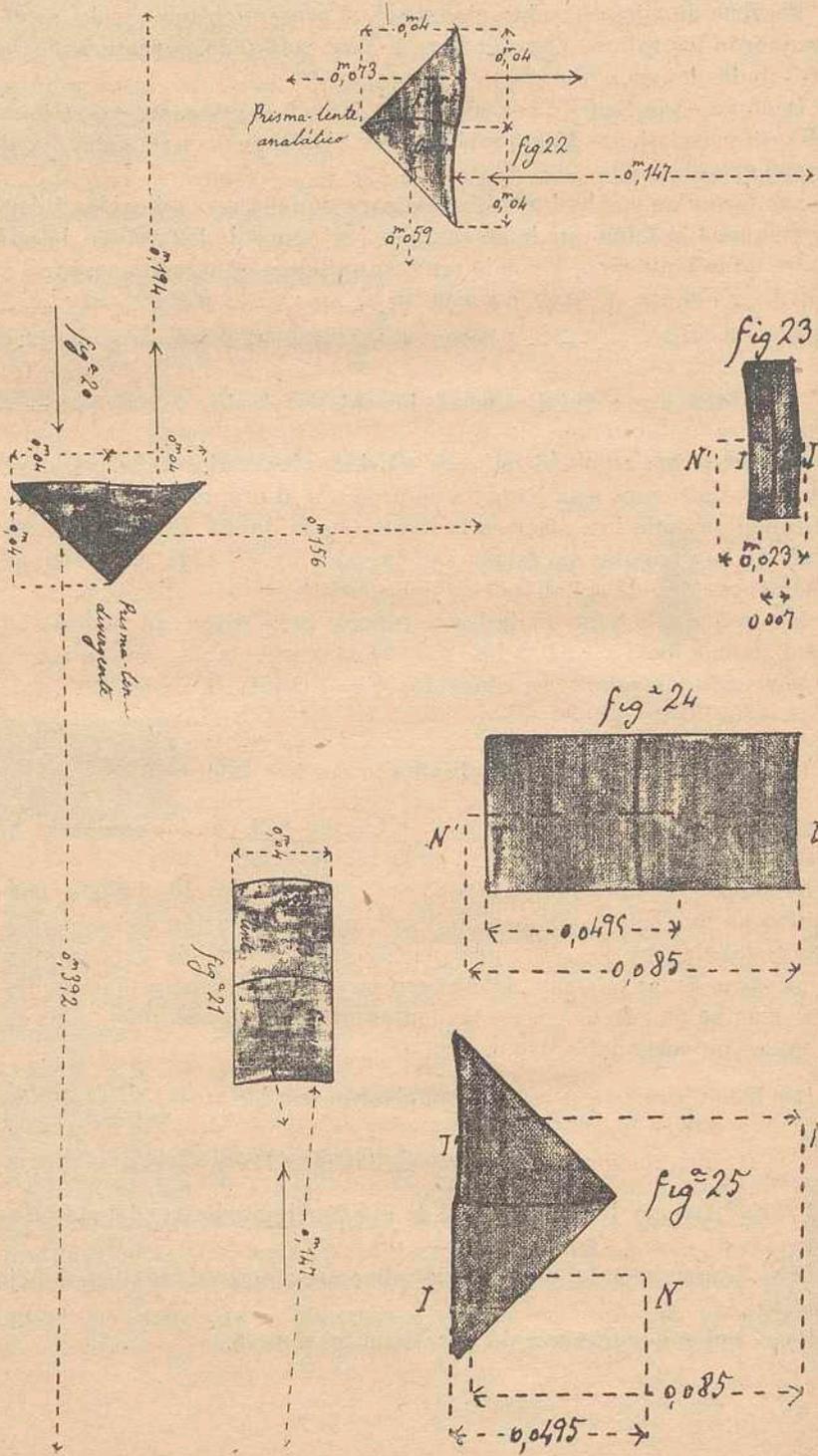
Se supuso en otro lugar que los puntos nodales de cada lente se confundían en uno solo, á fin de simplificar la determinación de sus respectivas distancias focales, pero una vez conocidos los radios de curvatura de las caras de las mismas, deben precisarse aquellos, para fijar las distancias á que han de colocarse las lentes entre sí, y poder con tales datos trazar un corte del antejo.

Las fórmulas que á este fin se emplearán son  $IN = -\frac{e R_1}{n_1 c - e}$  „  $I'N' = \frac{e R_2}{n_2 c - e}$  (Óptica fotográfica por Moëssard página 21) en las cuales (fig. 6).

$IN =$  distancia del punto nodal de incidencia al similar del eje principal.

$I'N' =$  distancia del punto nodal de emergencia al análogo del eje principal.

$R_1 =$  radio de curvatura de la cara de incidencia.



$R_2$  = radio de curvatura de la cara de emergencia.

$e$  = espesor de la lente.

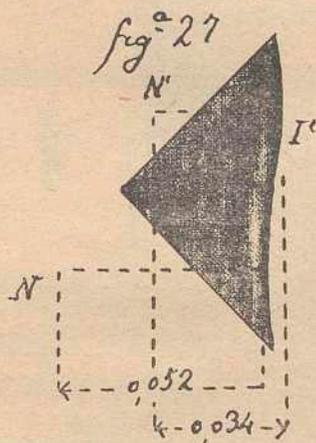
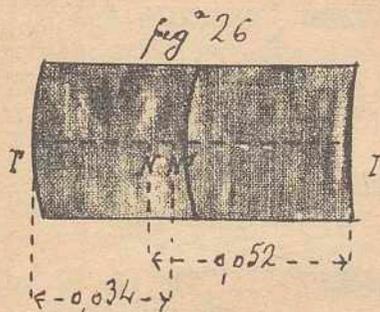
$c = R_2 - R_1 + e$ , ó sea distancia entre los centros de curvatura.

$n_1$  = índice de refracción del crown: en este caso 1,5355.

$n_2$  = id. id. del flint: en este caso 1,6974.

En el caso que se estudia, los valores de  $R_1$  y  $R_2$  son negativos en las lentes convergentes, porque sus caras de incidencia y emergencia presentan sus concavidades hacia los rayos incidentes, de donde resulta que el valor de  $e$  es positivo en las de *crown* y negativo en las de *flint*, ocurriendo todo lo contrario en la lente divergente.

El punto nodal de incidencia de una lente aplano-cromática coincide con el del mismo nombre de la lente incidente, y el punto nodal de emer-



gencia de aquella se confunde con el similar de su respectiva lente emergente (obra citada, página 41) y por lo tanto en la lente convergente de incidencia (fig. 17) se verificará que  $IN = 0m,007$ ,  $I'N' = -0m,023$  (fig. 23).

En el prisma-lente divergente (figuras 19 y 20)  $IN = 0m,0495$ ,  $I'N' = -0m,085$  (figuras 24 y 25) y en el prisma-lente analítico (figuras 21 y 22)  $IN = 0m,052$ ,  $I'N' = -0m,034$  (figuras 23 y 27).

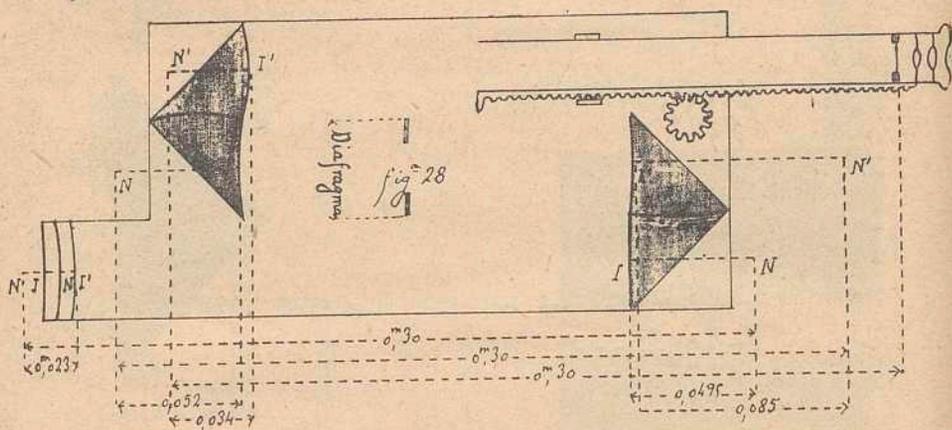
Con tales datos se puede proceder á determinar las posiciones relativas de las lentes, y trazar la figura 28 que representa el corte longitudinal del anteojo.

Al examinarla se observa que la lente incidente está avanzada con relación al cuerpo del anteojo, circunstancia ventajosa, pues ese saliente se utilizará como eje destinado á soportar el aparato de orientación solar.

Puede notarse también que para enfocar á diversas distancias habrá que dar una longitud de  $0m,19$  al tubo en que van colocados el retículo y el ocular, lo cual no constituye inconveniente, pues para el transporte se

enchufará en el cuerpo del anteojo, disminuyendo su longitud que así quedará reducido á 0m,34, incluyendo el aparato de orientación solar.

Se supuso que los dos puntos nodales de cada lente coinciden, lo cual no ocurre, y esto ocasionará que los focos de incidencia y emergencia, varien algo de las posiciones determinadas anteriormente: para conseguir que tal variación desapareciese, sería preciso tantear nuevas distancias focales que respondieran á esta condición, las cuales exigirían lentes dotadas de otras curvaturas y cuyos puntos nodales diferirían de los anteriores: con tales datos se volverían á hallar nuevas distancias focales etc... hasta llegar á la solución exacta, mas tal tarea incumbiría al óptico de profesión, pues lo expuesto solo ha tenido por objeto demos-



trar que puede duplicarse con exceso las distancias focales de los anteojos taquímetros ordinarios.

Se admitirá por lo tanto que la distancia focal del sistema óptico es de  $0,60$  m y con tal dato se procederá á determinar las características del retículo.

No se detallará el ocular por suponerlo idéntico á los hoy en uso: se le asignará una ampliación de 80 diámetros que es la máxima que en la actualidad se emplea.

Se adoptará un ángulo diastimométrico normal de  $\frac{1}{250}$  y siendo  $0,60$  la distancia focal, los hilos del retículo deberán estar á una distancia de  $2,4$  mm ó sea á  $1,2$  mm, cada uno de ellos del hilo central.

(Continuará)

JUAN LUENGO  
Capitán de Ingenieros