

placas, como los tiradores, se hallan á cubierto del sol, no habiendo motivo, en consecuencia, pare temer su perjudicial influencia.

Señalar estas causas de error en la puntería, producidas por la luz solar, es cosa que no carece de importancia, á fin de remediar en lo posible el mal.

Influencia del viento.—El viento es un desprendimiento mas ó ménos brusco, mas ó ménos violento de una parte de la atmósfera, debido á ciertas causas que aquí es inútil explicar y demostrar. Si en su estado ordinario el aire influye en la marcha regular de un proyectil, con mas razon cuando sopla con cierta fuerza.

El viento obra tambien en el arma, cuando al apuntar el tirador pierde una gran parte de la inmovilidad necesaria á un tiro regular. En tal caso, un tirador diestro se abstendrá de tirar, si ello le es posible, ó á lo ménos no se decidirá á hacerlo á una *placa fija*.

A fin de neutralizar las desviaciones de los proyectiles, ténganse presentes los efectos de este fenómeno atmosférico. Si el viento sopla en una direccion opuesta á la del proyectil, la marcha de este disminuye y se inclina hácia el sol, con tanta mas rapidez cuanto mas enérgica sea la corriente de aire. El proyectil, pues, tocará en la placa mas abajo. Tomad mas alza o ménos guía, ó estrechad aun mas la visual de la placa.

Si el viento viene de atrás y sopla en la direccion del proyectil, este se elevará ligeramente en su trayecto y tocará en la placa mas arriba. En este caso bajad la alza ó tomad ménos guía, ó descubrid un poco la visual de la placa.

Hemos dicho ya, que si el viento sopla de derecha á izquierda, el proyectil se inclinará á la izquierda, y *vice versa* si de izquierda á derecha. En este caso, inclinad

la guía por el lado que ha de tomar el proyectil, ó bien apuntad hácia el costado de donde viene el viento.

Estas causas tendrán una influencia tanto mas grande en un proyectil cualquiera, á medida que este sea mas ligero y su velocidad inicial menor. Es necesario, pues, emplear proyectiles de un peso regular con la cantidad necesaria de pólvora, para imprimirles la mas grande velocidad posible. Digamos de paso, que para el calibre de 11 milímetros $\frac{5}{16}$, basta una bala de 30 á 32 gramos, con 4 ó $4\frac{1}{2}$ de pólvora. En los tirós á 250 ó 300 metros, si el viento no es muy fuerte no ejerce influencia alguna en los proyectiles con el peso y la cantidad de pólvora indicados. Esto nos hace recomendar siempre el empleo de una bala con un peso razonable, aproximándose algo al señalado para las grandes distancias.

Estos proyectiles son de una exactitud incontestable, reconocida por numerosas experiencias á las distancias de 500, 600, 700 y 800 metros. Desgraciadamente solo los tiradores militares tienen la fortuna de ejercitarse en el tiro á semejantes distancias.

Agentes atmosféricos.—Las causas exteriores que obran durante el curso aéreo del proyectil, se dividen en dos grupos: las unas provienen de las irregularidades ya enunciadas y las otras de las siguientes:—1º. Angulo fallible de partida, tanto horizontal, como verticalmente.—2º. Velocidad variable en cada tiro por causa de una carga desigual, pólvora húmeda, cartucho mal confeccionado, demasiada aglomeracion de escorias, etc. etc.—3º. La variable posicion del proyectil á su salida. Esta circunstancia no es inatendible, si el proyectil es excéntrico y debe su impulso á un movimiento de rotacion; en efecto, en tanto que el proyectil se halla en el alma del cañon, el movimiento de rotacion es forzado, si se incrusta bien en el rayado; pero no siendo así, solo el centro de grave-

dad continúa su ruta; su posición á la salida, pues, puede modificar su dirección.—4º Los movimientos de rotación que son:

A. El movimiento de rotación en torno del elemento de la trayectoria, ó eje vertical.

B. El movimiento de rotación en torno de una perpendicular, ó una recta en el plano de tiro, ó eje horizontal perpendicular al plano vertical del mismo.

C. el movimiento de rotación en torno de la perpendicular, en el plano de tiro, ó eje horizontal situado en el plano vertical del tiro, ó en un plano paralelo.

El primer movimiento no produce por sí mismo ningún desvío.

En el plano de tiro perpendicular á la dirección de la trayectoria, si se observa la proyección horizontal de la bala, se verá: que en el caso del movimiento indicado por la flecha (lámina II figura 9,) los puntos á la izquierda tienen dos velocidades en el mismo sentido, y los de la derecha otros dos en sentido contrario; así, la resistencia del aire, siendo mas fuerte en la derecha que en la izquierda, hace que el proyectil se desvíe á la derecha, como en efecto se desvíe en el sentido del hemisferio anterior.

El tercer movimiento de rotación es el mismo que para el caso precedente.

Cuando un proyectil gira en torno de un eje diferente á los tres citados, la rotación puede descomponerse en otras tres, segun sus tres ejes, y, por consecuencia, producir dos desviaciones, una horizontal y otra vertical; pero como no se sabe á punto fijo en torno de cual eje girará, hay ciertos movimientos y direcciones que resultan irregulares.

Las derivaciones debidas al movimiento de rotación de las balas fueron reconocidas, la primera vez, por el profe-

sor inglés de artillería Benjamin Robins, en 1745. Estos trabajos fueron continuados por Lombard, Hutton, Euber, etc.

En Bélgica, el General Borreman inventó, hácia 1840, un proyectil de excentricidad artificial, (fig. 5, lám. 2). Se le coloca, en el alma del cañon, con el centro de gravedad hácia arriba, de lo cual resulta que la carga produce un movimiento de rotación, de abajo arriba, sin rayar la recámara del arma. Una vez en el vacío este proyectil, vuelve hácia arriba el hemisferio anterior y esto es muy ventajoso, porque de ese modo el alcance aumenta.

Forma de los proyectiles.—Es evidente que la forma del proyectil ejerce una gran influencia en la acción del tiro.

Si el diámetro varía, la superficie expuesta á la resistencia del aire varía tambien, y esta resistencia cambia igualmente.

Si el peso varía, el efecto de la resistencia varía en sentido inverso. Si el proyectil es excéntrico, la resistencia del aire, pasando por el centro de figura, se transporta primero al centro de gravedad, lo cual no produce ninguna desviación, porque es una de las fuerzas normales de que se deriva la ecuación de la trayectoria; pero, por otra parte, esta fuerza hace girar al proyectil en torno de un eje que pasa por el centro de gravedad, y es perpendicular al plan ocasionado por este centro y por la resistencia del aire.

En cuanto á la bala oblonga, es admisible un coeficiente de resistencia igual á los dos tercios del de la bala esférica, é igual á los tres cuartos de las huecas. Hay además que estudiar la influencia de la altura de la parte ogival. La de la anterior, adelgazada ó redondeada, de un cuerpo que se mueve en un flúido, no puede variar sino entre límites bastante resistentes, para vencer

con mas facilidad la resistencia que las moléculas de este fluido oponen á su pasaje. Por consiguiente, exagerar demasiado la parte anterior de la bala es un error. Por lo demas, variar la forma del proyectil es una gran imprudencia, pues estos cambios deben ser precedidos de una série de experiencias, porque entre el proyectil y el curso elíptico del rayado, su profundidad, etc., existe una íntima relacion.

Admítase generalmente, que si se aumenta la extension cilindrica de la bala, preciso es disminuir el curso de las rayas y *vice versa*. Es decir: la velocidad de rotacion debe aumentar, á medida que tambien aumenta el largo del proyectil.

Temperatura.—Para dar una idea de la importancia de la temperatura en el tiro, basta citar el ejemplo de la alza determinando el efecto del fuego en invierno. Para alcanzar un blanco colocado á 1,000 metros, en un tiempo frio, seco, y una atmósfera poco elevada, es indispensable bajar la alza lo ménos 75 metros. Mas claro: mientras que en el verano hay que marcar la alza á 1,000 metros, en invierno hay que hacerlo á 925. Este mismo fenómeno se presenta en menores proporciones con la bala esférica.

Es muy difícil medir el efecto de la atmósfera y deducir observaciones concluyentes. Todo lo mas que se puede hacer, es dar los resultados generales de los experimentos, demostrando el poder que en cierto modo ejerce ese elemento en el fuego de las armas, á saber: qué soplando por la derecha el proyectil es impelido á la izquierda y *vice versa*; si por el frente, desciende disminuyendo su alcance, y si por detrás, en fin, aumenta su elevacion y empuje.

Las balas taladradas bajo la influencia de un viento fuerte, perpendicular al plano de fuego, tendrán en este

caso que inclinarse hácia él, por uno ó por otro lado, segun de donde venga la corriente del aire. Estas balas tienen el centro de gravedad cerca del punto á causa de su cavidad cilindrica, sobre la cual obra el viento impulsándolas en sentido opuesto, de modo que la punta del proyectil tiene que volverse hácia la corriente que lo impele, efecto natural de su propia velocidad. El efecto más marcado del viento, es, probablemente, el que produce en el soldado, impidiéndole mantener el arma en una posicion firme.

Queda demostrado, pues, que el viento atmosférico compele al proyectil á seguir la corriente, desviando su direccion. Un proyectil oblongo disparado á 900 metros, con un viento intenso de izquierda á derecha, se desvía quince metros por segundo, ó sean 4^m 92 hácia la derecha. Si la corriente viene del lado del blanco, su alcance disminuye, y si por el opuesto, aumenta.

Para el tiro cuyo objetivo se halle demasiado arriba del arma, debe aumentarse algo la alza; si pues se emplea la reglamentaria, se obtendrá una ligera desviacion hácia el objeto; y lo contrario resultará, si el objetivo se encuentra muy abajo del horizonte.

Con una arma cuyo proyectil sea muy forzado, la accion mal dirigida de la carga no puede cambiar su direccion, ni hacerla volver; pero es capaz de producir frotamientos perjudiciales que disminuyen la velocidad inicial; el viento se suprime, y la forma del proyectil, si no es perfecta, puede modificar su movimiento en la recámara y en el vacío.

Si el peso del proyectil no es exacto, eso tambien puede cambiar su velocidad inicial; si el diámetro no lo es tampoco, el forzamiento será imperfecto ú ocasionará frotamientos muy perjudiciales. Una vez determinado exactamente el número de vueltas que efectúa la bala en

el alma del fusil, la posición del proyectil, á su salida, depende de su posición en el fondo de la recámara. Los movimientos de rotación irregular, pueden considerarse como suprimidos en una arma de retrocarga, salvo las variaciones en la forma, el diámetro y el peso del proyectil, que obran en el aire mucho más con el proyectil cilíndrico ogival, que con la bala esférica.

Derivación.—En su curso aéreo el proyectil oblongo se somete á la acción de la gravedad, que obra en todas las moléculas de la figura; la resistencia del aire ejerce su efecto en cada uno de los elementos de la fuerza del proyectil, pero la parte anterior que se separa de la posterior por la curva de contacto de la superficie de la figura, y por un cilindro circunscrito, cuya generadora es paralela á la dirección de la velocidad, sufre el frotamiento de las moléculas de aire, que se transmiten á toda la superficie de la figura.

El exceso de presión en ciertas partes de la superficie, y la depresión en otras, según la rotación en el sentido inverso, ó en el directo de su movimiento de traslación, disminuirá ó aumentará el desvío del proyectil, según el sentido de la rotación que imprima al móvil el curso elíptico del rayado.

La frotación varía, según la proyección de la velocidad en la tangente á la superficie y la densidad del aire. La *derivación* de la bala y el descenso de la punta son debidas al movimiento de rotación normal, que no absorbe del todo los de la irregular, y al eje de rotación, que, en lugar de permanecer exactamente paralelo á él mismo, se inclina un poco hácia la derecha, si el curso de las rayas es de izquierda á derecha, y si el centro de las resistencias se halla al frente del de gravedad. Los proyectiles derivan á la izquierda, si el centro de las resistencias se halla atrás del de gravedad.

Con una arma rayada de derecha á izquierda, los proyectiles oblongos derivan á la derecha, siempre que el centro de las resistencias se halle atrás del de gravedad; y á la izquierda, si el mismo centro se encuentra al frente del de gravedad. Al partir, el proyectil y la resistencia del aire se hallan en el plano de tiro. Luego, el plano que pasa por el centro de gravedad y por la resistencia del aire, tiene que confundirse con el de tiro; el eje de rotación irregular es, pues, horizontal.

Buscando el eje del movimiento de rotación, encontramos que se dirige hácia la derecha del plano de tiro, como en el caso antes mencionado, y que, por consecuencia, después de una media rotación, la bala se halla á la derecha presentando el flanco izquierdo á la resistencia del aire, y desviándose á la derecha. Para componer los movimientos de rotación, basta considerar la posición anterior del eje normal y del irregular.

Desde el momento en que el proyectil se lanza de la boca del arma, con la punta á la derecha, la resistencia del aire obra sobre su flanco izquierdo, y hácia arriba; así pues, el plano que contiene el centro de gravedad y la resistencia del aire se inclina de arriba á la izquierda; y la perpendicular traída á este plano por el centro de gravedad, que viene á ser en este caso el eje de rotación irregular, se dirigirá de arriba á la derecha. Luego, como la parte derecha de este eje se halla hácia abajo, el resto de él se inclinará á la derecha á un mismo tiempo, con lo cual se obtendrán exactamente los movimientos giratorios y de traslación.

El rayado comunica, pues, el movimiento de *rotación*, del mismo modo que la cuerda comunica el suyo al trompo; y los agentes atmosféricos imprimen el de *traslación*, como la tormenta á un navío que se debate en las ondas agitadas.