

DISCURSOS

LEÍDOS ANTE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS

EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES

EN LA RECEPCIÓN PÚBLICA

DEL

EXCMO. SR. D. DIEGO OLLERO

el día 29 de Junio de 1898.



MADRID
IMPRESA DE L. AGUADO
Calle de Pontejos, 8.
1898

DISCURSO

DEL

EXCMO. SR. D. DIEGO OLLERO

TEMA:

**Los Progresos de las armas de fuego en su relación
con las Ciencias matemáticas.**

Señores Académicos:

Contando con vuestra benévola indulgencia, me presento por vez primera á dirigiros la palabra, en cumplimiento de un deber que, si bien grato cual ninguno, se me ofrece asociado al sentimiento de no estar en mi mano corresponder en la medida que desearía á la inmerecida honra que me habéis dispensado al elegirme para ocupar una silla en esta sabia Corporación, donde siempre brillaron varones ilustres cuyos nombres aparecen ligados á los progresos de las Ciencias en nuestra patria. Reciban todos los Sres. Académicos el testimonio de mi más profunda gratitud por tan inmerecida elección, ofreciendo por mi parte el concurso de mi más decidida voluntad para consagrarme con todas mis fuerzas á vuestros fructíferos trabajos.

Nada me parece más justo en estos momentos que dedicar ante todo un recuerdo á los sabios Académicos que me precedieron en la silla en que por azares de la suerte, más que por merecimientos propios, vengo á sentarme. Fué el primero de éstos el ilustrado General del distinguido Cuerpo de Ingenieros del Ejército D. Celestino del Piélago. Su profundo saber, incansable actividad y relevantes servicios al Estado le hicieron acreedor á ocupar un puesto desde su

fundación en esta Real Academia : ejemplo insigne de cómo las dotes militares se avaloran extraordinariamente y reciben poderoso impulso cuando van asociadas á un elevado espíritu científico.

A tan bizarro militar sucedió mi inmediato antecesor, D. Acisclo Fernández Vallín, cuyo nombre se conservará perpetuamente en la historia de las Ciencias Exactas de nuestro país, no menos que en los anales de la Enseñanza. Sus obras de Matemáticas puras, y la erudita disertación presentada en su recepción en esta Real Academia sobre la "Cultura científica de España en el siglo xvi", serán siempre consultadas con fruto por cuantos se interesen en el progreso de las Matemáticas.

Una vida enteramente consagrada al magisterio, el singular acierto con que sabía transmitir á sus discípulos sus vastos conocimientos, la activa participación que tomó en la dirección superior de la Enseñanza, junto todo con una conciencia honrada y una laboriosidad sin límites, hacen resaltar el extraordinario mérito de mi respetable predecesor.

Este tan corto como merecido tributo de admiración y respeto á los que, después de brillar en la vida con las luces del genio, nos dejaron, con el depósito de sus interesantes trabajos científicos, marcada la senda por donde deben encaminarse los ulteriores progresos, me ofrece de más bulto la dificultad de desempeñar mi obligación, desarrollando un discurso, muy distante seguramente de vuestras esperanzas, si las habéis abrigado, por no poder decir nada que sea digno de vuestra vasta ilustración.

Tantos y tan variados son los temas elegidos por los sabios Académicos que sucesivamente han dado gallardas muestras de su extraordinario valer, que se hace muy difícil, y mucho más para mí, presentar uno nuevo con las condiciones necesarias para interesar vuestra indulgente

atención. Pero yo, como soldado de profesión y de aficiones, al contemplar los poderosos esfuerzos de inteligencia empleados en perfeccionar y hacer más eficaces los medios de combate en las luchas que sucesivamente han venido sosteniendo entre sí unos pueblos con otros; al pensar que, para llegar al estado en que se encuentran las armas y material de guerra, ha sido necesario el concurso en grandísima escala de todas las Ciencias, y con especialidad de las Físicomatemáticas, no puedo menos de sentirme inclinado á exponer ante vosotros las reflexiones que me sugiere un asunto de tamaña transcendencia. Podrá experimentarse un sentimiento de pesar porque la labor de tantas inteligencias superiores y el resultado de tantos esfuerzos de muchos hombres de genio no se hayan dirigido á encaminar el progreso de las Ciencias en pro del desarrollo de las diversas fuentes de riqueza, y para realizar en lo posible el ideal de que el hombre, utilizando las fuerzas diseminadas en la Naturaleza, pueda irse desligando cada vez más de las exigencias materiales de la vida, y elevarse á las regiones superiores del espíritu. Ejerciendo así mayor dominio sobre el mundo material, quedaría en condiciones más favorables para consagrarse á la contemplación de la naturaleza física y moral, para apreciar las leyes que rigen en el mundo y fomentar todas sus esferas de actividad. Pero, desgraciadamente, la Historia viene demostrando uno y otro día que la Humanidad marcha en su camino sujeta á las pretensiones encontradas de los diversos pueblos, y, á pesar de cuanto se ha escrito y se ha pensado sobre la manera de dirimir pacíficamente tales contiendas, es lo cierto que, en último término, sólo á la fuerza se acude, y por ella se crea, se trastorna ó se destruye el estado político de las naciones; y de este modo los ejércitos, cumpliendo, sí, una misión á veces terrible, han venido siendo, no sólo el medio de dar solución á los conflictos, sino también, en muchos casos, el

conducto por el cual se ha transmitido la civilización y el trato de los pueblos.

Así el ejército de cada nación viene á representar sus aspiraciones, y es el brazo ejecutor de cuantas empresas estima necesarias para conseguir su engrandecimiento y sostener su independencia. A esta idea responde el mantenimiento de los ejércitos permanentes, que todos los pueblos sostienen, y que, aparte de su empleo en el día de la lucha, ejercen extraordinario influjo en el respeto y consideración de las naciones.

Por esta necesidad, en nuestro estado social, de acudir á la guerra como último tribunal cuando se han hecho imposibles los demás medios de inteligencia mutua, se comprende que los pueblos celosos de conservar su importancia é independencia consagren especial atención al perfeccionamiento de todo lo que se refiere á su organismo militar y al inmenso material necesario para la guerra.

Todas estas reflexiones me han llevado á pensar que podrá ofrecer interés tratar en este acto de *Los progresos de las armas de fuego en su relación con las Ciencias matemáticas*, haciendo un paralelo entre los procedimientos de combate que desde hace siglos vienen empleándose, con la marcha sucesiva de dichas Ciencias.

Al ocupar así vuestra atención, procuraré poner de manifiesto la influencia que en el progreso de las armas ha tenido el análisis matemático como auxiliar poderoso en las diversas investigaciones concernientes á esta clase de armas; no menos que la influencia que en dichas investigaciones han ejercido las Ciencias físico-matemáticas al hacernos conocer cómo el inmenso depósito de fuerzas diseminadas en el Universo se viene transformando incesantemente, bien de energía potencial en fuerza viva ó energía actual, ó viceversa; y, finalmente, esa suma de datos recogidos al través de las edades por los hombres que han con-

sagrado todos sus esfuerzos á aumentar el sagrado caudal del saber, ya en una vía puramente especulativa, sin más objeto que la investigación de la verdad, como alimento de la inteligencia, y por el amor á la verdad misma, bien en busca de procedimientos para encauzar siquiera sea una pequeña parte de aquellas energías de modo que sirvan á sus fines.

En todas las épocas, el éxito de las grandes campañas ha dependido, no sólo de la perfección de las armas, sino muy principalmente del estado de civilización de los pueblos y de la composición de los ejércitos, y han sido factores de extraordinaria importancia en el resultado de los combates, además de la sagacidad, espíritu organizador y genio militar de los capitanes, el conocimiento de las condiciones sociales, como la religión, costumbres, recursos de todo género, y á la vez del terreno en donde se desarrollen las operaciones. Por esta razón, la Ciencia militar puede decirse que se compenetra con todas las demás, ya sean correspondientes al orden material ó al social.

Concretándonos ahora á la función típica y más terrible de la guerra, se ve, á través de los más portentosos adelantos, que el arte militar obedece á ciertos principios que constantemente han regido en su práctica y en su estudio, desde los tiempos más remotos. Uno de ellos, que ahora nos hace al caso, enseña cómo el ataque de las masas combatientes se divide siempre en dos actos, y que á la lucha cuerpo á cuerpo y al arma blanca suele preceder una á manera de preparación con armas arrojadas, desde la piedra y la flecha hasta la más poderosa granada de la artillería moderna. Este género de armas es el que principalmente ha ejercitado el ingenio de la Ciencia militar, así en su aplicación á la campal batalla como á la expugnación de formidables muros.

Para no abusar de vuestra indulgencia, expondré en una

breve ojeada histórica la marcha seguida en sus progresos por las armas de fuego, con ligerísimas indicaciones sobre la antigua Tormentaria, punto de partida de la nueva.

Pocas palabras debo consagrar al material de guerra empleado en los tiempos primitivos, asunto en que se ocupan con todos los detalles que en lo posible cabe, entre otros escritores, Luis Napoleón y nuestro Conde de Clonard, y que también trató con extraordinaria erudición, en unas conferencias dadas en el Ateneo y publicadas después, el entonces Comandante y hoy General Verdes. Sabido es que, en aquellos tiempos, las armas de mano tenían una superioridad extraordinaria, y la victoria estaba siempre al lado de aquellos que unían á sus fuerzas físicas el valor y la destreza en el manejo de tales armas, si bien en combinación con ellas aparecen empleados, desde un principio, el arco y la honda para lanzar proyectiles á pequeña distancia. Entonces la profesión de las armas no pudo tener el carácter científico que después ha tomado; ni podían establecerse (por lo menos en lo que alcanzan nuestras investigaciones históricas) relaciones entre el material de guerra y las ciencias físicas. En efecto, el politeísmo veía en cada especie de fenómenos, en cada serie de hechos, una divinidad que los dirigía, y semejante sistema constituía un obstáculo de la mayor importancia para el estudio de la naturaleza, en donde la variedad, en sus múltiples manifestaciones, va siempre unida á la unidad y armonía del conjunto. La misma Filosofía no se dirigía al estudio del orden material, para lo cual carecía de una suma suficiente de observaciones y de hechos, sino que, como puede observarse en las obras de Séneca, sus investigaciones se encaminaban á enaltecer el espíritu sobre la materia, y se encebaban en un orden puramente metafísico.

Es cierto que, si nos remontamos á épocas en que se ciba á la Humanidad en estado salvaje y dividida en tribus,

no es posible darse cuenta de grandes principios sociales, ni de gran organización en los ejércitos.

Desde la época de Filipo de Macedonia, y sobre todo después del gran Alejandro, puede decirse que empezaron los grandes adelantos en las máquinas de guerra; y, como expresa el ilustrado escritor belga Adtz, entonces se establecieron los primeros eslabones entre el arte de la guerra y las artes mecánicas, y se inventaron infinidad de artefactos, que, si bien no fueran de efectos decisivos en las batallas campales, sí la ejercían grande en el ataque y defensa de las ciudades.

Los romanos tomaron de los griegos, como tomaron otras cosas, estos artificios, que, á juicio de muchos, venían á ser portentos de ingenio, verdaderas maravillas, con las cuales se podían lograr efectos tan extraordinarios como los obtenidos por Arquímedes en la defensa de Siracusa.

Han intentado algunos hacer un parangón entre el estado de progreso del material de guerra de los antiguos dentro de su civilización especial, y el moderno, sosteniéndose con este motivo las más opuestas aserciones; pues así como Augusto Comte afirma que el material antiguo había realizado dentro de la referida civilización especial de su época los progresos más extraordinarios, y lo considera de grandes efectos en el combate, otros, como Folard, opinaron que los efectos de las antiguas balistas y catapultas no fueron jamás muy grandes.

En mi sentir, y atendiendo á los testimonios de todas las historias en cuanto se refieren á la antigüedad, debe convenirse en que las antiguas máquinas bélicas, por más que sólo pudieran considerarse como elemento auxiliar en las batallas campales, ejercieron una influencia extraordinaria y sus efectos fueron decisivos en muchos casos para la defensa ó ataque de las plazas y fuertes. Los sitios de Jerusalén, de Tiro y de Siracusa son ejemplos patentes de esta afirmación.

Mas la aparición de un nuevo y poderoso motor, que sustituyó á la fuerza acumulada de los hombres, ejercida por el intermedio de aparatos dotados de muelles y diversos géneros de mecanismos, produjo una revolución extraordinaria en las armas de tiro, que adquirieron creciente y excepcional importancia.

Mucho se ha discutido sobre la época de la invención de la pólvora y de su aplicación á las armas de fuego; mas no siendo nuestro objeto en el día de hoy analizar tales controversias, ni entrar á discurrir si los chinos la empleaban muchos siglos antes de la Era Cristiana en sus grandes solemnidades y públicos regocijos, ó si los árabes conocían este explosivo muchos siglos antes de su empleo en Europa, tomaremos como punto de partida, de conformidad con el parecer de la Real Academia de la Historia y del ilustrado Teniente Coronel de Artillería, retirado, D. José Arantegui, los datos que con arreglo á una crítica severa han sido recogidos de diversos archivos, y que indican á la vez la época en que aparecieron en Europa las armas de fuego, junto con otros empleos de la pólvora, por más que puede decirse que hasta el presente la historia deja velado, ó por lo menos cubierto de densas nieblas, la anterioridad que pudo tener la pólvora con relación á las máquinas de guerra á que se aplicara, ó sea la moderna Tormentaria.

Conocidos por los chinos y los árabes el salitre y los resultados que se obtenían mezclándolo con otros ingredientes en las composiciones incendiarias de que hacían uso en sus artefactos de guerra, como las flechas incendiarias, la experiencia les tuvo que hacer conocer el aumento que se obtenía en la velocidad de éstas á medida que aumentaba el escape de gases del tubo en sentido opuesto al movimiento, y de aquí era natural que surgiese la idea de utilizar la fuerza expansiva de estos gases en las máquinas de guerra.

Así es que, sin recurrir á las encontradas opiniones emiti-

das sobre la invención de la pólvora, que unos hacen remontar á Marco Greco, de fines del siglo VIII, y otros atribuyen ya á Rogerio Bacon, que vivió por los años de 1214 á 1292, y los más al monje alemán Schwartz (1320), es verosímil admitir que, por la evolución natural de las ideas y por la marcha lógica en los adelantos del arte militar, surgiera la idea de la aplicación de esta fuerza expansiva para iniciar y desarrollar el movimiento de los proyectiles, sin que en este orden de aplicaciones se hallase nada de excepcional y extraordinario, y apareciendo, por lo tanto, borrada la línea divisoria entre las dos clases de máquinas.

Sea de esto lo que quiera, es lo cierto que la primera noticia positiva del uso de las armas de fuego se encuentra en la Crónica de Alfonso XI, al hablar de los *truenos* con que los moros tiraban *pellas de fierro* en la defensa de Algeciras en 1342.

El examen de las armas de fuego que aparecen en esta época, bajo su forma más tosca, así como la imperfección que se observaba en la manera de efectuar la mezcla del azufre, salitre y carbón que constituyen el explosivo, hacen deducir que aquellas máquinas representan el primer eslabón en este orden de artefactos y de conocimientos, á no admitir que, después de inventadas las nuevas armas, quedasen estacionadas en sus progresos, como si la inteligencia humana hubiera permanecido ociosa en el estudio y fomento de una parte tan importante del arte de la guerra, y esto precisamente en época en que la lucha armada era el estado normal de los pueblos, y en que todo se subordinaba á la elección de los medios de triunfar y engrandecerse los unos á expensas de los otros.

Las armas de fuego surgieron sin que se les diese gran preponderancia sobre las antiguas armas, y se hicieron primero de hierro forjado, y después de bronce. Se comprende que, al conocer los primeros hombres que aplicaron la pól-

vora al arte de la guerra la fuerza extraordinaria encerrada en ella, y, seducidos por tan sorprendentes efectos, trataran de llevar las aplicaciones al extremo mayor posible; y unido esto á la circunstancia de que los medios de fabricación no permitían pensar en mecanismos delicados, resultó la tendencia al empleo de las relativamente grandes armas ó máquinas de guerra, que ensayaron con distintos nombres alusivos á su forma ó al estruendo que producían, como *trueno*, *bombarda*, *buzano*, *bombardeta*, *cerbatana*, *pasavolante*, *serpentina*, *mortero* y otras muchas.

En todas estas piezas, las primeras tentativas se dirigieron principalmente á encontrar los mejores procedimientos para construir las, haciendo uso de los materiales que en aquella época podía suministrar el estado de atraso en que se encontraban la Metalurgia y las artes mecánicas.

El hierro batido, el bronce y el hierro colado en pequeñas masas eran los elementos entonces disponibles para la construcción de la naciente artillería; así como para la de proyectiles hubo que recurrir en un principio á la piedra labrada en combinación con el hierro fundido, que se empleaba para las piezas más pequeñas.

Desde luego se reconoció que los morteros como piezas cortas, empleando en ellos cargas de pólvora, ya en pasta, bien en estado de polvorín, daban origen á grandes pérdidas de la fuerza impulsiva, y esto sugirió la idea de construir piezas más largas, cuya ánima iba ensanchándose hacia la boca, si bien muy en breve se llegó á hacer cilíndrica la parte correspondiente al recorrido del proyectil.

Reconocióse también que, dada la manera de obrar de la fuerza impulsiva de la pólvora, la máquina de guerra que la empleara se debería construir con la mayor solidez, y de aquí que dichas armas fuesen en un principio mucho más sencillas que las máquinas antiguas de proyección, empleándolas principalmente para el ataque y defensa de las plazas.

Al final del siglo xv se había generalizado la artillería por todas las naciones de Europa. Las diversas piezas que se construyeron en esa época se distinguían, tanto por sus calibres como por la variedad de métodos para cargarlas. Durante este siglo, á la vez que se adelantaban los procedimientos de fundición y forja, se realizó el progreso correspondiente en las piezas de artillería, empleando en mayor cantidad las balas de hierro, así como las piezas de una sola masa de hierro ó de bronce; y se trató á la vez de sistematizar el conjunto de las piezas de artillería con la tendencia á la reducción de los calibres. Mas, á pesar de todos los esfuerzos realizados en dicho siglo, que indudablemente permitieron mayor rendimiento de los gases de la pólvora, el empleo de la artillería, sobre todo en las acciones campales, ponía de relieve lo poco certero de sus disparos, y por lo tanto el escaso efecto que se obtenía.

Sabido es que las primeras piezas de artillería, de construcción tosca y rudimentaria, se componían esencialmente de un tubo formado por duelas y sunchos, y de la recámara, dotada de una cavidad apropiada para contener la carga. Esta división en partes de los antiguos cañones era consecuencia inevitable de la dificultad de procurarse de una sola masa piezas de las dimensiones que se deseaban: dimensiones tanto mayores, cuanto que desde luego surgió la idea de emplear con preferencia esta clase de armas en el ataque y defensa de las fortificaciones, para lo que convenía emplear proyectiles de gran tamaño.

Natural era que, una vez conocido el efecto de la pólvora en las armas de fuego, se tratase de aplicarla á pequeños calibres, destinándolas principalmente á perforar las antiguas armaduras de los caballeros.

Tal es el origen de estas armas, pequeñas relativamente, y que, aun cuando su manejo exigía en un principio más de un hombre, se consideran como representantes de las armas

portátiles de fuego, en atención especialmente al uso á que se destinaban, y que por eso recibieron los diversos nombres de *cañones de mano*, *serpentinás*, *arcabuces*, *culebrinas* y *mosquetes*; en todas las cuales, á excepción de una variedad de los últimos, se empleaba para su manejo más de un hombre.

Al considerar el estado social de la época en que aparecieron las armas de fuego, cubierta Europa de castillos y poblaciones fortificadas, imperando el feudalismo, constituyendo el estado de guerra por las luchas civiles y religiosas la normalidad de la vida, se comprenderá que no eran las circunstancias propicias para consagrarse al estudio y las investigaciones científicas, y que en estos primeros tiempos de la introducción de la artillería, como en otros más antiguos, todos los esfuerzos se dirigían principalmente al perfeccionamiento de las armas de combate como medio de asegurar la independencia.

Mas estos perfeccionamientos no podían surgir de estudios dirigidos científicamente en una época en la que estaban por crear, tanto la Dinámica como la Química, y en el mayor atraso todavía la Metalurgia. Resultaba, pues, que faltaban los datos indispensables para constituir las teorías referentes á las nuevas armas.

Meditando sobre el estado de la Mecánica desde la época de Arquímedes hasta el siglo xiv, se puede observar que si el estacionamiento en que cayó esta ciencia en tan largo período fué obstáculo insuperable para establecer la teoría de las máquinas en acción, tomando en cuenta sus movimientos variados y las resistencias que están destinadas á vencer, puede deducirse fácilmente que al tratarse de las máquinas de guerra en que se emplea la pólvora, cuya impetuosidad impide poder apreciar fácilmente las leyes de su acción, y en las que las fuerzas que se desarrollan ejercen su impulso en direcciones distintas y con extraordinaria inten-

sidad, se vendrá en conocimiento de que el problema mecánico **que** se presenta en una máquina de guerra, ó sea un sistema **material** compuesto de sólidos y sujeto á enlaces especiales, había de ser de mucho más difícil resolución, y por lo tanto menos accesible á la inteligencia humana en el estado de conocimientos de aquellos tiempos.

Sabido es que las Ciencias Físico-matemáticas realizaron los progresos sucesivos que hoy admiramos cuando, comprendiendo el hombre que las verdades que se refieren al orden de la Naturaleza existen independientemente de sí mismo, y que sólo la observación las puede descubrir, se consagró á cultivarla, reuniendo los datos necesarios para pasar de los hechos más simples á las leyes elementales que resultan de su agrupación, y de éstas á otras más generales, para formar así el grandioso edificio de las Ciencias Físico-matemáticas.

No se consiguió este fin sin la lucha con aquellos que, queriendo emplear un sistema puramente subjetivo, pudieron creer que el estudio del mundo podría hacerse sin salir del seno de sus gabinetes y encerrándose enteramente en la especulación. Es verdad que estos mismos hombres alguna vez realizaban verdaderos progresos; pero esto dependía principalmente de que por manera instintiva se valían de un caudal de datos recogidos del mundo exterior, asimilados sin darse cuenta de ello.

Así es que, cuando los hombres se han separado de este procedimiento tan recomendado por nuestro Luis Vives y por Bacon, otras tantas veces se han forjado un mundo imaginario, cuyas leyes en nada podían armonizarse con el mundo de la realidad.

Ese mismo sistema era indispensable seguir en el estudio de las armas de fuego para asentar teorías que llevasen el sello de la exactitud y determinaran el verdadero progreso de estas armas. El procedimiento exigía reunir los datos ne-

cesarios durante un primer período experimental; y los hombres de guerra, impulsados por un espíritu práctico y de conservación, así lo entendieron, por lo cual sólo por medios experimentales trataron de dar solución á los diversos problemas que se les presentaban en el empleo de las armas de fuego.

Podían disponer en toda Europa, y muy especialmente en nuestro país, de procedimientos para dar al hierro dulce distintas formas y unir sus partes, bien soldándolas, ó por medio de una unión mecánica con el mayor ajuste posible. Esto, sumado con la relativa economía con que podía obtenerse este metal, y á lo generalizados que estaban los procedimientos de forja, explica perfectamente por qué las primeras armas de fuego fueron de hierro forjado.

Con estas máquinas era natural que se tratara de producir efectos análogos á los que anteriormente se obtenían con las antiguas máquinas balísticas, si bien aumentados para que el empleo de ellas proporcionase mayores ventajas.

En este orden de ideas, debemos considerar que, así como la Naturaleza no procede por saltos, sino que realiza sus leyes obedeciendo al principio de continuidad, así el hombre, en las transformaciones de sus ideas, en las evoluciones de su inteligencia, no lo hace por medio de súbitos cambios, sino que las enlaza unas con otras, de manera que formen un sistema que pudiéramos mirar en el orden inteligible como dependiendo del mismo principio.

Así, las primeras armas de fuego, tanto por su construcción como por el estado de impureza de los ingredientes de la pólvora, la proporción de estos ingredientes y los procedimientos toscos de fabricación, seguramente serían de efectos relativamente pequeños y que podrían considerarse, desde el punto de vista de su potencia, en una categoría que diferiría poco de las antiguas máquinas balísticas.

Para la adopción de estas máquinas, como para todas las

innovaciones, hay que entablar una lucha entre los que propenden á continuar con las prácticas adquiridas, con sus hábitos de guerra y hasta con sus aficiones, y los que, pidiendo ayuda al trabajo y á la inteligencia, tratan de introducir elementos hasta entonces desconocidos y que vengan á realizar un gran progreso.

En la marcha progresiva de las armas que nos ocupan, se pueden distinguir tres períodos: el primero, desde su invención hasta la adopción general de las piezas lisas de antecarga; el segundo, de perfeccionamiento de las mismas piezas con proyectiles esféricos; y el tercero, de las piezas rayadas.

PRIMER PERÍODO

El primer período, empírico y de tanteo, es aquel en que, una vez reconocida la utilidad de la pólvora como motor de las armas arrojadizas, se trató, por todos los medios conocidos en la época del invento, de obtener un elemento más de combate que pudiera servir como complemento de los ya empleados, tanto para lanzar artificios incendiarios, como contra las corazas de los guerreros, y contra las obras de fortificación.

No era dable á los primeros que emplearon este agente apreciar hasta dónde podía llegar su potencia, y, por lo tanto, conocer los efectos destructores que de las nuevas máquinas podrían obtenerse. De aquí que, sin concederles en su origen preponderancia sobre las antiguas armas, sin darse bien cuenta del poder que inmediatamente reconocerían en ellas, y de las múltiples aplicaciones que ofrecerían en todas las circunstancias de la guerra, pero llevados siempre de la idea de perfeccionar este elemento de com-

bate, ni más ni menos que todos los demás por entonces empleados, construyeran infinidad de estas máquinas, no dirigiendo sus tentativas más que cierto instinto ayudado por las artes mecánicas, conforme en aquella época se hallaban.

En este primer período se reconocieron desde luego las ventajas que se obtendrían sustituyendo las antiguas máquinas balísticas, especialmente las que se destinaban á batir las obras de fortificación, por las nuevas armas; siendo natural que, como punto de partida, se adoptasen en las relaciones entre el motor y la máquina los procedimientos más semejantes á los de aquéllos; y así como en dichas armas antiguas el motor funcionaba con independencia de los órganos que servían de guía á los proyectiles, así también en las primeras armas de fuego se dispusieron las recámaras, ó alojamiento del motor, de modo que fuera independiente del tubo que servía de guía al proyectil hasta ser lanzado al aire.

Si, por otra parte, se tiene en cuenta que dentro de estas ideas, y para procurar á la vez dar á la recámara la mayor resistencia posible, se hacía ese alojamiento comunmente cilíndrico y de menor diámetro que el cañón, se explicará perfectamente que en general, y exceptuando piezas muy cortas, fuese necesario hacer la carga teniendo la recámara aislada, para ligarla después con el resto del cañón, y sin establecer en un principio dependencia fija entre el diámetro de aquélla y de ésta. Sólo las piezas más cortas ó morteros podían cargarse por la boca, procedimiento que en un principio se ofrecía como el máximo de sencillez; y como, á pesar de la mala calidad de las primeras pólvoras y de ser su combustión activa y menor su relativa potencia, se producían con frecuencia escapes de gases y los accidentes que con ellos se ocasionan, se hubo de pensar en sustituir aquellas primeras piezas, compuestas de duelas, sun-

chos y recámaras de hierro forjado (viéndose ejemplares antiguos con recámaras de hierro colado y aun de bronce, y otras de bronce de retrocarga), por nuevas piezas que ofreciesen más garantía de seguridad y solidez, y con las mayores facilidades para su empleo.

Todo esto, unido á conscientes observaciones dirigidas á establecer las más ventajosas relaciones entre las longitudes de las recámaras y del cañón con el calibre, y después de haber hecho infinidad de ensayos sobre la clase de proyectiles que se podrían emplear, condujo á adoptar piezas de antecarga compuestas de una sola masa; progreso extraordinario que pudo realizarse merced á los adelantos que sucesivamente se fueron realizando en la metalurgia del hierro y del bronce.

Es cierto que el coste de las piezas de bronce resultaba muy superior al de las de hierro dulce; que la fundición de estas piezas no podía improvisarse, sino que requería hornos especiales que no se hallaban sino en pocas partes; y que, sobre todo esto, se tenía que luchar con los hábitos adquiridos; pero tales eran las ventajas de este nuevo sistema, que superó todas las dificultades, generalizándose cada vez más, pudiendo decirse que á mitad del siglo xvi apenas se construían otra clase de piezas que las de antecarga, incluso las de los calibres más pequeños, de donde nacieron las armas de fuego portátiles, que se hacían de hierro forjado y de bronce.

Durante estos dos primeros siglos del empleo de las armas de fuego, siguieron empleándose, en unión con ellas, las armas antiguas de proyección, rivalizando unas con otras. Y, en efecto, los procedimientos en extremo defectuosos de fabricación; la falta de obturación por la parte de la recámara; el gran viento ó diferencia de diámetros entre el cañón y el proyectil, causa de otro escape de gases que imprimía al proyectil en su principio una marcha irregular,

produciendo choques dentro del cañón y las mayores irregularidades en el tiro, tanto en los alcances como en las direcciones, hacían difícil que se reconociera al pronto en las primeras máquinas de guerra del nuevo género grandes ventajas sobre las antiguas catapultas y balistas.

Mas á medida que, aun cuando de un modo enteramente empírico, se establecieron relaciones más apropiadas entre las diferentes partes que componen las nuevas máquinas de guerra, se hicieron evidentes sus ventajas sobre las antiguas, y se comprendió que el nuevo motor era susceptible de desarrollar una potencia incomparablemente mayor que la de los antiguos mecanismos.

Estas ventajas acabaron de ponerse más de manifiesto cuando, terminado ese primer período que comprende hasta la mitad del siglo xvi, se hizo de uso universal en toda Europa la nueva artillería de antecarga, así como los pequeños cañones que se llevaban á los campos de batalla.

Ese primer período de nuestra artillería coincide con la época más floreciente de nuestra patria. Antes de él, y como precursor del engrandecimiento militar de España, se nos ofreció el brillante reinado de Fernando el Santo, cuando ya empieza á establecerse la supremacía definitiva de nuestras armas, ligadas siempre á la santa enseña del Cristianismo, sobre aquella morisma que, á semejanza de las hordas de los bárbaros del Norte, se había presentado como el oleaje de un mar embravecido y amenazando llevar á todas partes con la barbarie la devastación y la ruina.

Y cierra la gran epopeya de la Reconquista la toma por los cristianos del reino de Granada, donde ya la artillería contribuyó en gran manera á que la Cruz viniera á coronar las cúspides de los palacios y de los templos de la ciudad del Darro.

En la nueva epopeya de los descubrimientos geográficos, las armas de fuego sirvieron eficazmente á Cristóbal Colón

y á los que le siguieron en las conquistas del Nuevo Mundo, y la invención de la Imprenta, ya robustecida, fué la antorcha que iluminó este grandioso cuadro y propagó por todas partes la fama de las victorias de nuestro heroico ejército.

Al llegar la época de Carlos I de España y V de Alemania, el Imperio formado por este Príncipe puede decirse que abarcaba el mundo, como que en sus estados nunca se ponía el sol; y en su tiempo termina el primer período de la artillería, con la adopción de un número determinado de calibres y con el empleo de montajes adecuados para el campo de batalla.

Natural era, dada la extensión de estos dominios, que la comunicación con todos los hombres ilustres de los diferentes países de Europa hiciera fácil el conocimiento de los ensayos y estudios hechos por cuantos se consagraban á mejorar el material de guerra: por lo cual, la bibliografía militar que ofrecía España en el siguiente siglo tiene excepcional interés y constituye una de las fuentes más importantes á que han tenido que recurrir cuantos han querido hacer algún estudio sobre el pasado de las armas de fuego.

SEGUNDO PERÍODO

La adopción de las piezas de antecarga era, sin duda alguna, un progreso que colocaba á las nuevas armas en condiciones sumamente favorables para el mejor aprovechamiento de la potencia de la pólvora, evitando en primer lugar los escapes de gases; y, por otra parte, estas mismas piezas, por los progresos verificados en la fundición de los bronce de que por regla general se hacían, daban á los sir-

vientes garantías de seguridad y la confianza necesaria en las armas que manejaban.

Nótese que en esta época se acentúa el movimiento científico hacia el cultivo de las Matemáticas, pues á principios del siglo xvi ya el Álgebra renace en Italia; Xylander hace una traducción latina de la obra de Diofanto, que contenía los primeros gérmenes de esta ciencia, renovada por Leonardo de Pisa; y Escipión Ferro ya encontró un método para resolver las ecuaciones de tercer grado. Pedro Núñez, en tiempo de los Reyes Católicos, escribió en España un tratado de Álgebra; y, por último, Vieta, al final del siglo xvi, con la adopción de las formas simbólicas, consiguió realizar nuevos é importantes progresos en esta rama de las Matemáticas, y puede decirse que le dió en la parte esencial la forma que ha conservado durante los siglos posteriores.

Este espíritu de renovación científica no podía menos de hacerse sentir en todas las aplicaciones del análisis matemático al estudio de las leyes relativas al orden material. De aquí que se hiciese notar en el estudio de las nuevas armas de fuego, y que se tratase de sujetar á número y medida cuanto se relacionaba con dichas máquinas, estableciendo la correlación que debe existir entre las magnitudes de sus diferentes partes, sin descuidar lo concerniente á los montajes propios para cada clase de piezas.

En las máquinas de guerra, como en todas las que en la industria se emplean, aparte del conocimiento del motor y de las fuerzas y trabajo mecánico que por medio de él se pueden desarrollar, es indispensable procurar que ese trabajo mecánico se emplee en la mayor cantidad posible para el efecto á que la máquina se destina. De nada serviría el trabajo mecánico acumulado en forma de fuerza viva ó energía actual en el proyectil, si al atravesar éste las capas atmosféricas no se le dieran las condiciones necesa-

rias de dirección para que vaya á chocar con los objetos que se trata de batir, y que á la vez pueda conservar la energía indispensable para los fines del combate. Por esta razón, al tratarse de las máquinas de guerra, surge desde luego el problema balístico referente al movimiento del proyectil en la atmósfera.

El sabio matemático Fontana, casi exclusivamente conocido con el apodo de Tartaglia, fué el primero que en sus dos libros sobre la *Ciencia nueva* se ocupa en establecer teorías sobre el movimiento de los proyectiles, movimiento que se refiere á los cuerpos que llama uniformemente pesados; entendiendo con esta denominación aquellos en que la resistencia del aire es insensible y puede despreciarse; por lo cual sus teorías vienen á tratar, en rigor, del movimiento de los cuerpos en el vacío.

Para poder apreciar el mérito de sus trabajos debe recordarse que en aquella época aun se consideraba que todos los cuerpos de la Naturaleza eran una combinación de los cuatro elementos tierra, agua, aire y fuego, aparte de la llamada y poco concreta quinta esencia, siendo pesados los dos primeros y ligeros los otros dos, y se suponía que estos cuerpos, á excepción del fuego, estaban dotados de un cierto grado de pesantez, y también de cierto grado de ligereza, exceptuando la tierra. Parte Tartaglia del supuesto de que los proyectiles pueden ser de hierro, plomo, piedra ú otra substancia de parecida pesantez, así como también admite que la forma esférica es entre todas la más apta para atenuar el efecto de la resistencia del aire, por reunir en el más alto grado la mayor movilidad y ser de peso uniforme en todos sentidos. Distingue en los movimientos de los cuerpos los naturales y los violentos, según que sean los que toman los cuerpos abandonados libremente, ó los que reciben por efecto de una impulsión exterior, ya en sentido vertical ó en el oblicuo.

Al considerar las ideas admitidas sobre el movimiento natural, ya expresa que el efecto del choque aumenta con el espacio de caída. Con estos preliminares establece una serie de proposiciones en las que se trata de demostrar: primero, que la velocidad de los cuerpos animados de un movimiento natural aumenta con la altura de caída, y que, por el contrario, en los movimientos violentos la velocidad disminuye á medida que se separan más del origen; resultando de todo que, así como en el movimiento natural la menor velocidad corresponde al origen y la mayor al fin del movimiento, en el movimiento violento ocurre á la inversa, que la máxima velocidad corresponde al origen, y la mínima al fin. Asienta luego la proposición de que un cuerpo (uniformemente pesado) no puede en ningún instante estar animado de un movimiento, compuesto á la vez de movimiento natural y de movimiento violento.

Respecto de la forma de la trayectoria que describen los proyectiles disparados oblicuamente, la considera descompuesta en tres partes: rectilínea la primera, en forma de arco de círculo la segunda, y vertical la última, cuando cesa el movimiento violento. El referido arco de círculo lo supone de un cuadrante cuando se hace fuego por la horizontal, y mayor ó menor, según que se tire por elevación ó por depresión. Es preciso decir, sin embargo, que en una segunda obra, *Cuestiones é invenciones*, se rectifican algunas de las ideas emitidas en la *Ciencia nueva*, y, en vez de considerar la primera parte de la trayectoria rectilínea, afirma terminantemente que, en rigor, no hay parte alguna *recta*, y que sólo para conocimiento general del vulgo puede expresarse así, por variar poco de la referida forma rectilínea, tanto menos cuanto mayor es la velocidad, admitiendo que los cuerpos se hacen más ligeros con el referido aumento de velocidad.

Incidentalmente habla de la fecha de la invención de la

pólvora, que cree pudo ser descubierta por Arquímedes, y que bien pudieran ser armas de fuego aquellas máquinas de hierro que lanzaban contra el ejército terrestre piedras de gran peso y volumen, acompañadas de increíble ruido, en el célebre sitio de Siracusa. Y por fin trata, en forma de diálogos, de una porción de cuestiones referentes al servicio de la artillería.

Las obras de Tartaglia, en medio de los errores que principalmente deben atribuirse á las ideas dominantes en su tiempo, y al atraso en que se encontraba la Dinámica, revelan gran sagacidad é ingenio, y en ellas se vislumbra que en la mente de este ilustre matemático, muy conocido por sus trabajos sobre la resolución de las ecuaciones de tercer grado, existía ya la noción de la ley de inercia, á la que sólo puede atribuirse la conservación de la velocidad y las velocidades remanentes de que habla al tratar de los movimientos naturales; así como también en muchos pasajes de sus obras, sobre todo en la segunda, hace comprender que ya atribuye importancia á la resistencia que el aire opone al movimiento de los proyectiles.

En aquella época la fuerza, por medio de la cual se comunicaba el movimiento á los cuerpos, se consideraba en cierto modo ligada á ellos y formando parte esencial suya, consumiéndose á la vez que el movimiento; es decir, que no se comprendía la existencia del movimiento sin una causa interna que lo produjera, anulándose simultáneamente uno y otra. En cierto modo las denominaciones de fuerza y velocidad se compenetraban, y de aquí que se hablase de la fuerza de un cuerpo en movimiento ó de que un cuerpo tuviera en su movimiento más ó menos fuerza que otros. Tal era el tecnicismo de los contemporáneos de Tartaglia; y sus trabajos, con razón considerados como el primer eslabón en las investigaciones balísticas, se acrecientan en mérito si se tienen en cuenta las circunstancias desgraciadas

de la vida del célebre profesor de Venecia, sujeto á penosos padecimientos por la herida que recibió en la cabeza, aún niño, en el ataque de Brescia por los franceses. No debo omitir que, aun cuando existen algunas dudas sobre la invención de la escuadra para la puntería de las piezas, son muchos los que la atribuyen al mismo Tartaglia, y de todos modos, con sus escritos, que por muchos años sirvieron de norma á los artilleros, se divulgó el uso de este aparato tan necesario.

Poco tiempo después, D. Diego de Álava, gentilhombre de cámara de Felipe II, publicó en Madrid, en 1590, un tratado de artillería con el título de *Nueva ciencia*, á continuación de *El perfecto Capitán*. A diferencia de Tartaglia, consideraba que podían combinarse el movimiento natural y el violento de los proyectiles, deduciendo de aquí que su trayectoria era una línea curva, sin que ninguna parte de ella fuera arco de círculo.

Álava supone que los alcances de las piezas están en razón de los senos rectos, como entonces les llamaba, de los ángulos de elevación: principio reconocido después como erróneo, si bien los alcances que se obtenían por este procedimiento eran más aproximados que los que resultaban admitiendo la proporcionalidad á los puntos de la escuadra, según el antiguo lenguaje. Correspóndele también el mérito de haber sido el primero que compusiera tablas de alcances de los morteros y cañones, según sus distintas elevaciones, si bien empleando procedimientos prácticos.

Aparte de sus estudios balísticos, habla en su *Nueva Ciencia* de los procedimientos para fundir cañones, así como de otros muchos puntos referentes al servicio de la artillería.

En 1592 apareció impresa la obra titulada *Manual de Artillería*, de Luis Collado, quien antes había dado en italiano otra sobre la misma materia, publicada en 1586; mas la pri-

mera, tanto por ser de fecha posterior como por la declaración del autor, es la que debe considerarse como la expresión de sus últimos trabajos técnicos sobre artillería.

Luis Collado, ingeniero del mismo Felipe II, poseía conocimientos generales, tanto en los ramos de su profesión, como en cuanto se refería á la de artillero, lo mismo respecto á los procedimientos de fabricación del material como á su clasificación y empleo y al tiro de las armas de fuego.

Guiado por su espíritu de observación é inspirado en un criterio superior, llegó á afirmar, contra las ideas admitidas, que los alcances sobre el semirrecto eran menores que los equidistantes bajo de él.

En 1611 aparece el discurso del sargento mayor Cristóbal Lechuga, teniente general de nuestra artillería en Flandes, que, inspirado en un criterio científico y de simplificación, se propuso una reforma de gran importancia en su arma, reemplazando las piezas de gran peso y variedad extraordinaria por un corto número de ellas, de más fácil manejo, y clasificadas según su aplicación á las diversas clases de combate.

Las facilidades obtenidas por la adopción general del bronce habían conducido á que los géneros de piezas llegaran á multiplicarse extraordinariamente, y fué moda darles nombres metafóricos de fieras, como dragones, áspides, basiliscos, serpentines, sirenas, pelícanos, sacres, falcones, falconetes, girifaltes, esmeriles, pasadores y culebrinas.

El general Lechuga redujo considerablemente el número de piezas y sus calibres, con reformas apropiadas al uso de cada clase, tanto en las mismas piezas como en los montajes, abarcando en su gran capacidad el sistema completo de las armas de fuego, así como de las obras de fortificación correspondientes.

En 1612 imprimió Diego Ufano, castellano de Amberes, la *Práctica militar de Artillería* en Bruselas: libro que

siempre se consultará con fruto, por ser una recopilación, tanto de los estudios hechos por el autor, como de la práctica adquirida en las guerras de Flandes y Francia. En su primera parte se describen las diferentes especies de cañones desde su invención hasta aquel tiempo: relación que considera D. Vicente de los Ríos, no sólo muy instructiva, sino precisa para el conocimiento de la artillería antigua, que no alcanzaríamos sin la luz que de ella nos ha quedado en esta obra, única en su especie. La segunda parte es un diálogo entre el general de artillería y el mismo Ufano sobre varios puntos que pertenecen al instituto del arma.

Limitándonos á la cita de estas obras, como de las más importantes que se dieron á la estampa después de transcurrido el primer período de la artillería, réstanos añadir, que eran consultadas con gran interés en las diversas naciones de Europa, y que la bibliografía española artillera continuó en la justa y merecida reputación que en el anterior período alcanzara.

Sabido es de todos cuantos se han dedicado á la historia de las Ciencias Matemáticas, que el célebre Galileo, después de haber descubierto las leyes de la gravedad, las aplicó al movimiento de los proyectiles, prescindiendo de la resistencia del aire, y demostró que todo cuerpo lanzado oblicuamente en el espacio con una velocidad inicial, y sometido después exclusivamente á la acción de su peso, describe una parábola.

Según estos principios, formaron Blondel y Belidor sus tablas de alcances de las bombas; y como les faltaba el conocimiento de la velocidad inicial, porque en aquella época no se tenían medios para determinarla, suplieron esta falta observando prácticamente los alcances por 15° , y deduciendo de las fórmulas del movimiento parabólico el valor de dicha velocidad. Aparte de esto, las mismas teorías de Galileo les hicieron conocer que los alcances variaban para

una misma velocidad en razón de los senos de los ángulos de proyección.

Siendo opinión corriente en aquellos tiempos que la resistencia que el aire opone al movimiento de los proyectiles, si no era nula, era despreciable, se creyó que el problema balístico estaba completamente resuelto; y ampliando Torricelli las teorías de su maestro Galileo, llevó la teoría del movimiento de los proyectiles en el vacío hasta demostrar que el lugar geométrico de los vértices de las parábolas descritas por proyectiles que se mueven en un mismo plano vertical, lanzados en distintas direcciones y con la misma velocidad inicial, era una elipse. También encontró la parábola envolvente de las que se acaban de mencionar, y que recibió el nombre de parábola de seguridad, atendiendo á que, fuera del espacio encerrado entre esa parábola y el terreno, no puede pasar el proyectil. Es cosa singular ver cómo los sabios que con tanta lucidez resolvían problemas semejantes incurrieran en tales errores, que sólo una larga serie de tanteos pudo rectificar á fuerza de tiempo y de trabajo.

Así es que, al empezar el siglo xvii, no se pudieron fijar las proporciones convenientes á cada clase de piezas, ni su número más propio para atender á las variadas necesidades del servicio, sino por la combinación de los datos proporcionados en el empleo mismo de la artillería, y con el perseverante trabajo de los más distinguidos artilleros de aquella época: trabajos que apenas podían contar con más auxilio que las teorías mecánicas de Arquímedes, y los conocimientos geométricos y analíticos más elementales. Por eso no se les podía exigir adelantos técnicos basados en principios teóricos, ni soluciones perfectas á los múltiples problemas que se les presentaban.

El Análisis matemático elemental era ya insuficiente para resolver las diversas cuestiones que en este ramo se ofre-

cieron, muy especialmente después de la creación de la Geometría analítica por Descartes, y de los sorprendentes progresos de la Física newtoniana. Era necesario un nuevo análisis que permitiese precisar las leyes de variación de la cantidad en sus órdenes más complicados; y ese verdadero ideal se alcanzó con el maravilloso invento del Cálculo Infinitesimal, y el rápido progreso que con él se imprimió á la Mecánica permitió que el estudio de las armas de fuego tomara un aspecto científico de que antes carecía. Porque esas armas no son, en suma, sino máquinas que utilizan la acción de un motor, cuyo desarrollo obedece á leyes de las más complicadas, no menos que á las presiones que por ese desarrollo originan, y se transmiten á las diferentes partes de las piezas y de sus montajes, y sobre todo al movimiento mismo del proyectil.

Así es que, girando siempre sobre el empleo del cañón de ánima lisa y cilíndrica, la bala esférica, y la pólvora negra, compuesta de salitre, azufre y carbón, con granulaciones varias, se tomaron en consideración las diversas teorías que fueron presentándose respecto al movimiento de los proyectiles, y con ellas se consiguió restringir más y más, tanto el número como las dimensiones de los calibres, no sólo para la facilidad del servicio y de la instrucción de las tropas, sino también para simplificar la fabricación y hacerla más económica.

El estudio de la artillería recibió nuevo impulso por las novedades introducidas en otros ramos del arte de la guerra. Así, cuando Vauban hizo ver la importancia del tiro de rebote, ó más propiamente el de sumersión, para batir las obras de fortificación, haciendo ilusorios en gran parte los sistemas que tenían por base la multiplicidad de recintos, el estudio de esta clase de tiro dió gran importancia á los obuses ó piezas intermedias entre el cañón y el mortero, por reunir la doble condición de gran peso en los

proyectiles y una velocidad adecuada para que, pasando por cima de los parapetos con inclinaciones convenientes, pudieran batir á los hombres y material cubiertos con ellos, y pegar contra las escarpas de los fosos, y de este modo producir la brecha. A su vez esta clase de tiro influyó en los sistemas de fortificación, obligando á adoptar los frentes abaluartados; y aun así la fuerza activa de los ejércitos llevó gran ventaja sobre la resistencia pasiva de las plazas.

A medida que se iban perfeccionando las piezas de artillería, aligerándolas por la disminución de sus espesores, y por el mayor conocimiento que se tenía sobre la manera de desarrollarse la presión de los gases en el acto del disparo contra las distintas partes del ánima, se fueron estableciendo relaciones más convenientes entre las longitudes de las piezas con sus calibres, siempre procurando conciliar el mayor efecto con la facilidad del transporte y uso de dichas piezas.

La colocación más conveniente de los muñones respecto de la posición del centro de gravedad de las piezas era otro problema mecánico, que ya los artilleros de ese período resolvían teórica y prácticamente; así como un conocimiento más preciso de las reacciones producidas en las diferentes partes de los montajes por el disparo llevó á útiles deducciones teórico-experimentales acerca de las formas y dimensiones de cada una de estas partes.

Cuestión más complicada era la de los proyectiles huecos, bombas y granadas, lanzadas por morteros y obuses primero, y después por cañones, porque exigían, en primer lugar, un medio de tomar el fuego, y luego una disposición para que este fuego se fuese propagando lentamente á medida que el proyectil recorriera su trayectoria, y produjese la explosión en el momento de su caída. Para lo primero, se ocurrió desde luego que la boquilla de la bomba, después de cargada, quedase del lado de la carga; pero este proce-

dimiento, sobre dar lugar fácilmente á explosiones prematuras, producía las mayores irregularidades en el tiempo de la explosión del proyectil, y por lo tanto era natural invertir su posición y adoptar primeramente el sistema de encender la espoleta momentos antes de dar fuego al mortero: procedimiento que á poco se reemplazó por otro en que el mismo globo de fuego de la carga del mortero inflamase mechas ligadas á la espoleta. Y como todo implicaba un conocimiento exacto de los tiempos necesarios para recorrer las respectivas trayectorias, se ve cómo la marcha progresiva de la artillería iba resolviendo gran número de nuevos problemas, combinando el método experimental con los crecientes adelantos de las Ciencias Físico-matemáticas.

Entre los trabajos técnicos realizados en nuestro país al final del siglo xvii y principios del xviii, merecen citarse los de Bayarte, oficial de gran mérito, que fijó los calibres de campaña y de batir adoptados después en toda Europa. Débense recordar también los de Antonio González, que fué Teniente General de Artillería en los Países Bajos, y después se fué á tomar partido fuera de su patria, empleando en favor del Emperador Leopoldo sus invenciones, referentes á la mejor forma de las recámaras y á la colocación de los muñones en los morteros más cerca de ella, con ventaja tanto para el servicio como para la forma en que se desarrollaban las reacciones sobre el montaje.

Entre lo más importante de este período figura el tornillo de puntería y las alteraciones que por iniciativa de Gribeauval se hicieron en Francia en los carruajes y montajes, así como en un sinnúmero de detalles correspondientes á los métodos de dar fuego á las piezas y á los artificios para la iluminación de los campos é incendiarios. Preciso es confesar, sin embargo, que, á pesar del movimiento científico propagado ya por toda Europa, la mayoría de los hombres de guerra seguían apegados á lo empírico y experimental.

Cuando el mismo Gribeauval, bien penetrado de que la eficacia del tiro depende muy principalmente de los procedimientos que se empleen para dar á las piezas la elevación que corresponda á cada alcance, ideó el alza, la adopción de este sencillo aparato ó elemento despertó entre los artilleros de todos los países la oposición más enérgica, y llegó, no ya á considerarse ineficaz, sino hasta muy ocasionado á error.

Coudré preconizó desde luego las ventajas del alza, y en este mismo sentido se expresa nuestro D. Tomás de Morla; mas para que se pueda apreciar hasta qué punto influyen en el hombre los hábitos adquiridos y las prácticas corrientes, citaremos el ejemplo del célebre Marqués de La Vallière, que con tanto interés, y por regla general con acierto, se ocupaba en Francia en hacer progresar la artillería. A pesar de esto, presentó en 1775 una memoria á la Academia de Ciencias, en la que dice ser el alza movible un mal instrumento, tanto para la pieza larga como para la corta; que no puede servir sino para tirar indebidamente; que su manejo se hace casi siempre á tientas; y que por regla general inducirá á error: opiniones que apoyaron Dupuget y Saint Auban.

Este ejemplo dice, con harta elocuencia, cuán difícil se presenta generalmente en la práctica el camino de la verdad para abrirse paso al través de las preocupaciones y los hábitos reinantes.

El mismo Morla, después de afirmar que la aplicación del cálculo matemático al movimiento de los proyectiles ha dado resultados que, en cuanto es posible, ha confirmado la experiencia, dice: “este medio de hallar los alcances de „las bombas (según las cargas y elevaciones con que son „arrojadas) es absolutamente inútil en la práctica de una „batería, y, de consiguiente, debe omitirse en las escuelas„. Es verdad que á continuación expresa que, en la práctica,

el viento de las bombas y los cambios atmosféricos harían estos cálculos erróneos, y, valiéndome de su frase, “aun ridículos para los que no estuviesen impuestos en ello”.

Natural era la deducción de que sólo á la práctica debe fiarse la determinación de los alcances; mas el criterio científico con que dicho ilustre General escribió su obra—sobre la pauta de la inédita del insigne D. Vicente de los Ríos—le lleva á afirmar que, aun cuando el cálculo no pudiera determinar aquellos elementos, su empleo sirve para señalar límites en que se han de encerrar los resultados, aun cuando sea preciso para obtenerlos prescindir de la resistencia de los medios, de la flexibilidad de los planos, del rozamiento ó de la imperfección de los muelles, como acontece en todas las aplicaciones de las Ciencias Físicas.

Como se ve, en el largo período que nos ocupa, los progresos de las Ciencias Físicas y Matemáticas no lograron vencer definitivamente el espíritu rutinario, apoyado en la verdadera necesidad de continuar allegando datos por procedimientos exclusivamente experimentales.

La importancia de las bombas y de las granadas para batir las obras de fortificación fué causa de que se consagrara mucha atención al perfeccionamiento de las espoletas, haciéndolas de madera, de papel ó de una especie de cartón, y finalmente de metal. También se ideó en Inglaterra, al final de este período, la variedad de bomba llamada *shrapnel*: proyectil hueco relleno de pólvora y balines.

Mientras prevaleció la idea de que los proyectiles esféricos eran los únicos apropiados á las armas de fuego, todos los progresos que en las armas portátiles se realizan tienen por objeto exclusivo hacerlas más manuales y perfeccionar sus mecanismos, sobre todo en la toma de fuego; pero en lo esencial, que es su efecto en el combate, guardaban correlación con los de las piezas de artillería.

La circunstancia de ser de materia más blanda los pro-

yectiles de plomo empleados para estas armas-hizo concebir la idea de emplear balas forzadas para anular el viento ó espacio entre el proyectil y el ánima, que dando origen á un escape de gases extraordinario, que ocasionaba una gran pérdida de fuerza motriz, contribuía á deteriorar el cañón y producía mucha irregularidad en el tiro; pero la necesidad de oprimir el proyectil con la baqueta hasta su posición hacía dilatoria la carga de los fusiles, pues las dificultades del forzamiento se aumentaban por los residuos de la pólvora que quedaban depositados en el ánima del cañón. Por esto en el siglo xvii se construyeron mosquetones y otras armas, primero con estrías paralelas, y después en espiral, para que sirviesen de depósito á dichos residuos, y se facilitase la conducción del proyectil en la carga.

Bajo estos principios se construyeron mosquetes rayados de lujo, para uso particular, y nuestro Museo de Artillería conserva notables ejemplares de esta clase de armas. En Francia se armaron algunas tropas con carabinas rayadas y bala esférica forzada; pero, á pesar del aumento que se obtenía en los alcances y la mayor regularidad en el tiro, hubo que renunciar á la innovación por el emplomamiento de las ánimas.

Comprendióse, por lo ya dicho, cuán necesario se hacía, para apreciar matemáticamente los efectos del tiro, el conocimiento directo de la velocidad inicial del proyectil. Para ello se ideó disparar el arma contra ruedas ó grandes discos paralelos, montados sobre un eje horizontal y con movimiento uniforme de rotación, con lo cual la posición relativa de los taladros de entrada y de salida daba la velocidad buscada. Otro procedimiento consistía en colocar, á cierta distancia uno de otro, dos marcos ligados entre sí de tal modo que, al atravesar el proyectil el primero, quedara suelto el segundo, y la altura relativa de los taladros daba, por el conocimiento de las leyes de las caídas de

los graves, el tiempo tardado en recorrer el proyectil el intervalo entre ambos marcos. Tales fueron los procedimientos empleados respectivamente por Mathey, Grobert y Debooz.

Como estos procedimientos, no obstante su índole científica, contenían muchas causas de error, Robins tuvo la idea de reemplazarlos por el péndulo balístico de su invención, formado por un cuerpo de gran masa al cual se une el proyectil disparado; y, determinada la velocidad común, por la magnitud de la oscilación se deduce la velocidad inicial buscada. Recíproco de este procedimiento fué el de suspender el arma á manera de péndulo, y deducir de un modo parecido la velocidad de retroceso.

A principios de este siglo fué cuando se reconoció la gran influencia que ejerce la resistencia del aire en el movimiento de los proyectiles, y para sujetarla al cálculo se supuso que esta resistencia variaba proporcionalmente á una potencia de la velocidad ó á un binomio compuesto de dos términos, cada uno de ellos proporcional á potencias distintas de dicha velocidad.

Una ley de simple proporcionalidad al cuadrado de la velocidad fué determinada experimentalmente por Newton; pero Robert, partiendo de los resultados obtenidos en los grandes experimentos de Uton, dedujo que la resistencia del aire crece más rápidamente que el cuadrado de la velocidad, y propuso expresarla por un binomio cuyos términos fuesen respectivamente proporcionales al cuadrado y al cubo de la velocidad.

Admitidas esas hipótesis, restaba vencer las dificultades del análisis matemático, y á este fin dirigieron sus trabajos Euler, Lambert, Bezout, Borda, Tempelhof, Legendre, Français, etc., los cuales tuvieron necesidad, bien sea de reducirse á calcular por puntos la trayectoria, ó bien de recurrir á prolijos desarrollos en serie, ó emplear métodos

aproximados, introduciendo ciertas alteraciones en las fórmulas de la resistencia del aire.

Lo complicado de las nuevas fórmulas indujo á Grävenitz y al General Otto, de la artillería prusiana, á calcular tablas balísticas para el tiro de los morteros en el concepto de ser la resistencia del aire proporcional al cuadrado de la velocidad; y muchos ilustres artilleros publicaron otras varias que permitían resolver, siquiera fuese por procedimientos prolijos, los diversos problemas relativos al tiro.

Mas á estas tendencias de orden enteramente teórico les faltaba ambiente científico, que sólo pudieron encontrar en el tercero y último período.

TERCER PERÍODO

Con mucha justicia afirma Luis Napoleón, en su obra *Le passé et l'avenir de l'Artillerie*, que las armas de fuego hicieron en el primer período de su empleo progresos mucho más rápidos y portentosos que en el segundo, de 350 años, en el cual bien puede decirse que estas armas, consideradas como máquinas, se han hallado en un gran estacionamiento, pues todos los estudios han versado sobre los calibres, las formas de los proyectiles y los detalles de los montajes; y aun los adelantos de la Metalurgia no pasaron de fundir cañones de una pieza, ya de bronce, ya de hierro colado, como por economía hubo de hacerse cuando los progresos de la fortificación exigieron para artillar las plazas un número de piezas muy considerable.

Ni se pudo aprovechar la mayor facilidad que brindaba la industria al final de dicho período para forjar piezas de hierro dulce, porque resultaban todavía tres ó cuatro veces más caras que las otras.

A ese período de rutinaria atonía y lento proceder ha sucedido en nuestros días otro en que con febril actividad, con criterio de investigación esencialmente teórico, y aprovechando todos los progresos de la industria, de las ciencias físicas y de las artes mecánicas, las transformaciones se suceden con vertiginosa rapidez, se atiende á la vez al perfeccionamiento del motor, al mejor modo de utilizarlo en el arma de fuego como máquina térmica, y á las formas de las diversas clases de proyectiles arrancadas del forzado molde esférico para las múltiples exigencias que imponen los progresos del arte militar.

En la imposibilidad de encerrar en un discurso la noticia del inmenso número de alteraciones, casi todas radicales, que en tan fecundo período se han visto, tanto en la composición y naturaleza del motor como en la figura del proyectil y en la consiguiente de la pieza, me limitaré á tratar del espíritu científico que informa los progresos que sucesivamente se han realizado en este último período, sin entrar en descripciones de detalle ni mencionar individualmente el sinnúmero de sabios matemáticos é ilustres militares que han consagrado su actividad y su inteligencia á los adelantos del material de guerra.

Aparte de los ensayos ya referidos de armas rayadas, y otros para usar proyectiles de distintas formas, los progresos realizados durante este período en el armamento portátil tienen como origen principal los trabajos de Delvigne (1827 á 28), que propuso el sistema de forzamiento de las balas esféricas disparadas en un cañón rayado con recámara, que por su menor diámetro dejaba un resalte que les servía de apoyo y permitía que, aplastándose sobre ella, tomasen mejor las rayas.

El mismo Delvigne, un año después, produjo con su ensayo de proyectiles cilindro-cónicos una verdadera revolución en la balística. Desde esta época data la aplicación al

movimiento de los proyectiles de las propiedades de los ejes principales de inercia, y la descomposición de las rotaciones, con tan pasmosa claridad expuesta por el ilustre Poincot, cuyos métodos ingeniosísimos habían suministrado explicación palpable para el movimiento del giroscopio y de la peonza. Así se comprendió muy pronto la importancia del empleo de éstos proyectiles, reemplazados después por los cilindro-ojivales, que, animados de un rápido movimiento de rotación alrededor de su eje de figura, que era, por lo tanto, uno de los principales de inercia, se mantenía fija en posición, por ser este eje uno de los permanentes de rotación.

Para aplicar este mismo sistema á la artillería, Thouvenin en Francia se sirvió del proyectil alargado de Tamisier.

Reconocida la importancia del rayado en espiral en las diversas armas de fuego, tanto portátiles como de artillería, se hacía necesario estudiar, por una parte, la forma é inclinación de las rayas, para que la velocidad de rotación del proyectil resultara la suficiente para fijar su posición al atravesar la atmósfera, y por otra, la figura más adecuada de los proyectiles, para que tomen las rayas como guía del movimiento helicoidal.

Si la circunstancia de emplearse en las armas portátiles balas de plomo facilitaba su adaptación á las rayas, también es verdad que, siendo esféricas ú ovaladas, su corta extensión les hacía experimentar deformaciones muy perjudiciales al buen éxito del sistema. Dimanó de aquí la idea de emplear los ya dichos proyectiles alargados, cilindro-cónicos primero y después cilindro-ojivales: su ya mayor extensión superficial permitía tomar las rayas con sólo procurar, por medios mecánicos ó por la misma acción de los gases de la pólvora, la dilatación bastante para obtener el forzamiento necesario.

Para asegurar la eficacia de esta acción de los gases de la pólvora se dejó una cavidad en el culote del proyectil, colocando un pequeño anillo de cobre, que después fué surprimido, tanto por no ser necesario, como por lo que enca-recía y complicaba la fabricación.

Pero la diferencia necesaria entre los diámetros del pro-yectil y del ánima del cañón, para que fuese expedito el ma-nejo de estos primeros fusiles rayados de antecarga, ori-ginaba dentro del ánima cabeceos del proyectil, causa de irregularidades en su movimiento á través de la atmósfera; y como, además, uno de sus factores principales para el efecto útil de las armas de fuego es la rapidez del tiro, se vino en Alemania, mediante los trabajos de Dreyse, á adoptar el fusil de aguja de retrocarga, empleando cartuchos metáli-cos con la cápsula embutida en el fondo.

Este sistema respondía á dos propósitos: el de conseguir mayor rapidez en el fuego, facilitando la carga, y el de ob-tener una obturación completa, por el mayor diámetro que se podía dar á la bala, con lo cual, anulando el viento, se impedía aquel tan nocivo cabeceo para el mejor aprovecha-miento del motor y la precisión del tiro.

No pudiendo combatir el nuevo sistema desde el punto de vista científico, la rutina levantó su oposición achacándole ser un mecanismo demasiado complicado, fácil de descom-ponerse, y nada apropiado al trato de la guerra; mas la cam-paña austro-prusiana se encargó de patentizar las ventajas del fusil de aguja, y desde entonces todas las naciones se de-dicaron con la mayor actividad á cambiar sus armamentos. Centenares de combinaciones se idearon, tanto en Europa como en América, y el fusil fué minuciosamente estudiado en su calibre, peso y longitud de las balas, rapidez del tiro, seguridad del mecanismo y garantías en los medios de ob-turación.

Considerado ya el fusil como una máquina térmica inge-

niosísima, cuyo motor es la pólvora, se estudió con el mayor detenimiento el efecto útil del tiro, lo cual exigía, además del conocimiento de la velocidad inicial del proyectil y el de la ley de sus variaciones en la trayectoria, parámetros en las condiciones más apropiadas de estos proyectiles para disminuir en lo posible la pérdida de velocidad, siendo de notar que se puso á contribución el Cálculo de Probabilidades para aquilatar el valor relativo de las armas en lo que toca á su precisión.

Rara vez surge un progreso sin presentar grandes dificultades para su realización; y los de las armas portátiles no podían eximirse de esta regla general. Con el mayor forzamiento de los proyectiles, las ánimas de los fusiles se emplomaban; y, después de cierto número de disparos, quedaban tan obstruídas, que ya no podían servir las estrías de guía eficaz para la bala, lo cual producía la necesidad de repasar estas armas con frecuencia. La idea de efectuar el forramiento de la superficie cilíndrica del proyectil por medio de tela ó de papel no resultó eficaz, y se recurrió al fin á la de envolverlos en un dedal de acero, latón ú otra liga dulce, como el melchor, que no producen aquel efecto.

Las pólvoras químicas sin humo, por su mayor potencial y el mejor aprovechamiento de la energía que produce su combustión relativamente lenta, han permitido aumentar considerablemente las velocidades de los proyectiles; y la manera más gradual de desarrollarse las presiones exige menor resistencia en las armas. Esta circunstancia ha dado motivo para tratar nuevamente de la cuestión del calibre, habiendo llegado, por una combinación de consideraciones teóricas y experimentales, á la consecuencia de que bastan los comprendidos entre seis y ocho milímetros para realizar los diversos efectos que se persiguen en el combate.

La adopción de las armas de retrocarga trajo consigo la

idea de llevar en el arma misma un depósito de cartuchos que se fuesen cargando automáticamente y permitieran, en los momentos más decisivos, aumentar la celeridad del tiro. Los sistemas primeramente propuestos con este fin adolecían del inconveniente de recargar el peso del arma y alterar la posición de su centro de gravedad; y aunque, á pesar de esto, Alemania, Austria, Italia y Turquía transformaron así una gran parte de su armamento, el problema no se ha resuelto hasta que la disminución de los calibres y el consiguiente peso de los cartuchos ha permitido dar al armamento disposiciones para poder acelerar el tiro, tanto más necesarias cuanto que los mayores alcances y precisión de las nuevas armas exigen aprovechar la acumulación de fuegos en las diversas fases de la acción de guerra para conseguir el triunfo.

Así es que todos los armamentos modernos llevan depósitos especiales que pueden contener un cierto número de cartuchos que se cargan simultáneamente, como si fueran uno solo. Por medio de estos fusiles de carga múltiple se consiguen las ventajas de los dotados de depósitos, ya sea á lo largo de la caña ó en la culata, sin ofrecer el inconveniente de la pérdida de tiempo que se origina cuando se llenan nuevamente dichos depósitos.

Tal es el estado actual de las armas reglamentarias adoptadas por casi todas las naciones, sin que hayan tenido éxito en la práctica los distintos ensayos, bien sea para aprovechar la fuerza de retroceso en que el fusil se cargue por ella automáticamente; bien para que, como en el sistema de Giffard, una sola carga de un gas liquidado pueda repetir centenares de disparos dejándolo escapar gota á gota; bien para que el cartucho, inflamándose más progresivamente, pueda aumentar su efecto; por todo lo cual se considera hoy como última evolución la que corresponde á los fusiles de calibre reducido de carga múltiple.

Las piezas de artillería han ido pasando, en estos últimos tiempos, por transformaciones que guardan analogía con las del fusil. Tratóse primero de comunicar un movimiento rápido de rotación á los proyectiles disparados por los cañones de antecarga; mas la dureza de los que estaban en uso no permitía que por el solo acto del disparo sufrieran deformaciones propias para hacerles tomar las rayas.

Se ideó luego emplear proyectiles ojivales, con aletas ó salientes en toda su longitud, que, dispuestas en forma helicoidal, pudieran acomodarse á las estrías del cañón y penetrar en él como un tornillo en su tuerca; pero aunque no se hicieron más que dos estrías en el cañón, y las correspondientes dos aletas del proyectil, la facilidad de la carga exigía en las dimensiones de uno y otro diferencias que ocasionaban los mismos cabeceos que en el fusil, con idénticos inconvenientes, las aletas experimentaban fuertes presiones que en muchos casos las rompían, y, sobre todo, las estrías de las piezas se deformaban hasta el punto de ser impropias para conducir el proyectil en su movimiento.

Condujo todo esto á reemplazar las aletas por pezones ó tetones de un cuerpo más blando, como el cinc, fundidos sobre alvéolos ó cavidades del proyectil, y colocados en dos órdenes, de modo que viniesen á corresponder con las hélices de las estrías, dándoles, por otra parte, una forma apropiada para que, al cargar, la presión se ejerciera en uno de los costados, denominado flanco director de carga, y en el disparo la presión obrara sobre el opuesto, ó sea el flanco director de tiro.

Este sistema prevaleció sobre los demás y fué el de nuestra artillería desde el año 1850 al 60, aprovechando diversas piezas antiguas que se rayaban. En cuanto al ingenioso sistema de cañones de Whitworth, de ánimas helicoidales y sección poligonal, no ha demostrado en la práctica ventajas

sobre los otros. Ni hay que pararse en los cañones de ánima elíptica ni en los proyectiles lenticulares, por no haber pasado de la categoría de proyectos.

Siguiendo el mismo camino que en el perfeccionamiento de las armas portátiles, se trató de procurar la obturación completa entre el cañón y el proyectil, lo cual exigía volver al sistema de retrocarga, pero salvando la falta de ajuste de los primitivos cierres, que hizo considerar como un progreso extraordinario la adopción de cañones de antecarga de una sola pieza.

En este orden de ideas, ya la casa Armstrong, al principio del empleo de los cañones rayados, usó el sistema de retrocarga; pero no le pareció que el mecanismo reunía todas las condiciones exigidas por la práctica, y lo abandonó por entonces.

En Alemania fué donde, penetrados de la gran importancia que llevarían al servicio los cañones de retrocarga, tomaron la iniciativa para adoptarlos; y así como Dreyse dió la norma para resolver este problema en las armas portátiles, la casa Krupp, que entonces se consagró á la fabricación de cañones entre sus labores preferidas, ejecutó los cierres de cuñas, cuyas formas fuesen variando sucesivamente. Dicho sistema fué aprobado por el Gobierno de Prusia, y generalizado después en Alemania, España, Bélgica, Austria, Rusia, Turquía y otras naciones.

El enorme dispendio que suponía la transformación del material de artillería hizo pensar, ya en la segunda mitad de este siglo, en el aprovechamiento de las anteriores piezas de hierro colado, que en esta época sólo eran piezas cortas, como los morteros, empleando para ello dos procedimientos principales, el de Parson y el de Palliser. Consistía el primero en formar un ánima ligeramente tronco-cónica introduciendo dos tubos de acero, de los cuales el uno sólo llegaba desde la recámara á los muñones, atornillando des-

pués la culata; y, colocando el otro en el vaso, el último sistema, ó sea el de Palliser, sustituía el tubo de acero á otro de hierro dulce en espiral, que se adhería completamente á la pieza después de algunos disparos.

La creación de las escuadras acorazadas en el quinquenio de 1855 á 1860 impuso á la artillería de costa la necesidad de arbitrar nuevos y más poderosos medios de destrucción; y como la nueva industria del acero ha proporcionado medios para que los blindajes hayan ido aumentando sucesivamente de espesor, los cañones, en orden correlativo, han tenido que aumentar extraordinariamente su potencia, resultando entre la coraza y el cañón una lucha que tal vez conduzca á consecuencias inesperadas en la guerra marítima. Hoy se ha llegado á hacerlos de 100 y aun 112 toneladas, capaces de disparar proyectiles de más de 1.000 kilogramos, con velocidades de 500 á 600 metros por segundo, trayectorias muy rasantes y alcances máximos de 18 á 20 kilómetros, aun cuando sea bastante menor el apropiado para utilizar la fuerza viva suficiente y la precisión del tiro que exige el aprovechamiento del cuantioso gasto que origina cada disparo.

Nada de esto pudo realizarse sin que la Metalurgia viniese en auxilio de la artillería, dándole medios de obtener en las piezas la resistencia indispensable para la seguridad del servicio, y apropiados proyectiles, así perforantes como explosivos. Después de diversas tentativas para emplear en la construcción de estos cañones el hierro colado, el acero ó el hierro dulce, bajo diversas formas, se ha venido á parar á las piezas compuestas de tubos y sunchos de acero, á fin de unir á la tenacidad una resistencia elástica, cuyos límites no se excedan en el acto del disparo. La fabricación de este género de artillería exige elementos muy poderosos, tanto en hornos como en martillos ó prensas de forja, y de otros conexos con ellos, lo cual sólo en contados centros

industriales puede llevarse á cabo, y esto á precios elevadísimos (1).

Por eso en nuestro país, en donde no se contaba hasta hace poco tiempo con los elementos necesarios para esa fabricación, ha sido preciso buscar modo de obtener el armamento necesario en nuestras plazas marítimas con los recursos de que disponía la Fábrica Nacional de Trubia, y á este fin se encaminaron los cálculos detenidos y los estudios prácticos del entendido Coronel D. Salvador Díaz Ordóñez, tan honrosamente señalado en la actual campaña de Cuba. Combinando el hierro fundido y el acero, proyectó un sistema de cañones de costa de los calibres de 15, 21, 24 y 30,5 centímetros (el mayor que hoy se juzga necesario), destinados al tiro directo y al perforante, y otro sistema de obuses de los tres últimos calibres para fuegos curvos, propios para batir las cubiertas de los buques.

La práctica ha venido á comprobar la exactitud de las previsiones del inventor, tanto en los experimentos balísticos como en las funciones de guerra, y ha demostrado que estos sistemas resultan muy apropiados para el objeto con que fueron calculados, sobre todo si se combinan con un corto número de piezas de acero en su totalidad, y de efectos algo superiores. De todos modos, este ilustrado Jefe consiguió, con su laboriosidad y vastos conocimientos, que nuestro país pudiera producir la artillería necesaria para la defensa de sus costas (2).

Pero la consiguiente sustitución de las baterías de costa

(1) También han llegado á construirse cañones de alambre de acero en espiral; pero este sistema, si bien ha dado resultados favorables en algunos ensayos, no ha demostrado hasta ahora ventajas suficientes para sustituir á los de acero fundido.

(2) El sabio y malgrado General Hontoria, de nuestra artillería de marina, ideó un sistema de piezas de acero para los buques, que continúa en la actualidad prestando grandes servicios.

antiguas por otras que reúnan los adelantos modernos es empresa que acarrea gastos tan extraordinarios, que sólo puede hacerse paulatinamente, aun en las naciones más ricas y de más importancia militar y marítima, viéndose en sus plazas, al lado de baterías de piezas modernas, otras, en bastante número, que están llamadas á transformarse, sin olvidar la tendencia á reducir en todo lo posible el número de estas plazas, no conservando sino las que por su posición estratégica ó por ser centros de abastecimiento de material de guerra tengan gran importancia militar; pues es preferible tenerlas en corto número, dotadas con los mayores elementos que permitan los recursos del país, á disponer de muchas con elementos deficientes.

Los proyectiles empleados al principio para que llenaran el objeto del sistema de retrocarga fueron los cilíndrico-ojivales con nervios ó resaltes de forma circular, sobre los cuales se fundían envoltentes de plomo que quedaban inmovilizadas en toda la extensión de la superficie cilíndrica del proyectil.

En esta disposición ya el proyectil se presentaba en condiciones semejantes á las empleadas en las armas portátiles; y, teniendo algún exceso los diámetros máximos de la envoltente sobre el calibre, se obligaba al plomo de ésta á tomar las rayas y á producir la obturación en el acto del disparo.

Con tal procedimiento se había dado un paso de gran importancia en el sistema de estos cañones de precisión; pero se presentaron desde luego los inconvenientes del emplomamiento de las rayas en mayor grado aún que en los fusiles, y además los proyectiles resultaban en malas condiciones para que se fraccionaran en el momento de su explosión, por tener una gran cantidad de plomo que podía considerarse como peso muerto.

El primer adelanto que se realizó en estos proyectiles fué

ponerles la envolvente de plomo, soldada, sobre la superficie cilíndrica lisa, lo cual simplificaba la fabricación del proyectil, y disminuía considerablemente la cantidad de plomo necesaria.

Siempre quedaba en pie el defecto del emplomamiento de las rayas, que se evitó, al fin, reemplazando las envolventes de plomo por anillos ó bandas de forzamiento de cobre, colocados en la parte anterior del proyectil.

La guerra franco-prusiana puso de manifiesto las ventajas de la artillería alemana de retrocarga, y desde entonces los países que no la habían adoptado se vieron obligados á realizar esta transformación, como antes la habían aceptado en las armas portátiles.

Reconocida la ventaja, tanto para el exacto ajuste de obturación del proyectil como para la rapidez del fuego, del referido sistema, los artilleros de distintos países se consagraron á estudiar el mejor cierre, y se empezó por el americano de tornillo de filetes partidos, considerado por algunos como superior al cierre de cuña de Krupp. Este sistema de tornillos tenía al principio un anillo obturador de acero; pero después se hicieron en Francia otros obturadores plásticos, en que entraba el amianto, como el de Bange.

Para aprovechar los antiguos cañones de bronce se rayaron muchos con el fin de emplear en ellos proyectiles con tetones; y aun se ensayó el medio de hacerlos de retrocarga.

Mas á medida que se aumentaban los pesos y velocidades de los proyectiles, por lo cual se desgastaban las estrías y eran de poca vida tales piezas, se trató de remediar este defecto en piezas de nueva fundición, introduciendo otros elementos en la aleación del bronce, como el fósforo y el aluminio; pero, aun así, no se llegó á una solución satisfactoria.

El deseo natural de dar al bronce de cañones el mejor aprovechamiento y el extraordinario valor que tiene en la guerra la seguridad de esta clase de piezas, por la mucha diferencia entre los límites de elasticidad y de rotura, hizo pensar en nuevos procedimientos para mejorar la calidad del metal, y se recurrió á la fundición en moldes metálicos, sistema que emplearon en Rusia el Coronel Lawoff, en Italia el también entonces Coronel Rosset, y en Austria el ya nombrado General Uchatius.

Con esto y un sistema especial de compresión se llegó á mejorar de tal modo las condiciones de esta clase de piezas, que ha sido posible obtener artillería de campaña, y aun de sitio, que han prestado y siguen prestando buenos servicios.

Mas en la evolución que se inicia respecto de los cañones de campaña, y con mayor razón en los de mayor calibre, se pretende un aumento de potencia, que á su vez exige otro en su resistencia; lo cual hace necesario recurrir al acero como único metal que puede dar la solución apetecida en la moderna artillería (1).

Los obuses y morteros, como piezas que soportan presiones menores en el acto del disparo, pueden sin duda ser de bronce comprimido, y así lo ha venido acreditando el servicio con el sistema del ilustrado Teniente Coronel de la Comisión de Experiencias de Artillería D. Onofre Mata, comprobándose la exactitud de los cálculos del autor.

Respecto de los proyectiles, considerados en sus efectos destructores, se notó que, cuando habían de fraccionarse en gran número de cascos para batir tropas, los cilíndricos ojivales, primeramente empleados, tenían gran espesor la

(1) Entre las piezas de artillería de campaña, debemos citar las del hoy General Sotomayor, cuyos proyectos llevan el sello de las teorías más modernas y han sido objeto de estudios interesantes en diferentes publicaciones extranjeras.

ojiva y el culote con relación á las paredes de la parte cilíndrica, y al reventar se producían cascos en pequeño número y de muy diferentes magnitudes. Comprendióse, en vista de esto, la necesidad de preparar líneas de mínima resistencia que determinaran los cascos del proyectil, y de ahí nació el sistema de Uchatius, que consistía en poner un núcleo acanalado por la parte exterior en sentido circular y longitudinal, y sobre él se fundía con la interposición de una capa de grafito lo restante del proyectil, que resultaba asimismo acanalado por dentro.

Después se ha compuesto el núcleo de coronas dentadas superpuestas unas á otras.

Además de estos proyectiles para piezas de campaña, se viene dando importancia creciente al denominado *shrapnel*, ó, mejor, granada de metralla, según nuestra nomenclatura oficial; el cual, relleno de balines por medio de una pasta ligera como el azufre, lleva una pequeña carga interior, la indispensable para producir la rotura de la envolvente delgada en el acto de la explosión, y entonces los balines, ya libres, se esparcen á consecuencia de la fuerza centrífuga, engendrada por el movimiento de rotación, combinada con la velocidad de traslación de la masa y con la fuerza expansiva de los gases de la pólvora, y se forma un cono de dispersión en el punto próximo á la tropa que se intenta batir, determinado por la espoleta de tiempos convenientemente graduada.

Al propio tiempo se siguen empleando los conocidos botes de metralla para las distancias más cortas.

No menor atención han merecido en la artillería moderna las espoletas de los proyectiles huecos.

Dos son las clases de espoletas añadidas á las antiguas. Las de percusión comunican el fuego por el choque del proyectil contra el objeto batido, por medio de un mecanismo mediante el cual un percutor viene á herir una cápsula

detonante situada en la cabeza del aparato. Hay otras en que toman el fuego, al iniciarse el movimiento del proyectil, en un punto variable de un tuétano que arde lentamente, punto que permite calcular el instante de inflamación de la carga.

Otras espoletas reúnen estas dos clases de mecanismos para emplearlas en las granadas de metralla, con objeto de unificarlas con las de segmentos.

Estos proyectiles complicados de la artillería moderna vienen á ser verdaderas máquinas, cuyo mecanismo regulador es la espoleta, y que lleva consigo una acumulación de energía potencial de la carga interior actual de la fuerza viva del tiro; y así como los grandes volantes de las máquinas devuelven el trabajo que en un principio fué preciso efectuar para comunicarles el movimiento, así también el proyectil, al hacer explosión y poner en movimiento los cascos en que se divide, devuelve el trabajo mecánico que fué preciso realizar en el acto del disparo. Y dada la multiplicidad y complicación de tales mecanismos, la industria ha encontrado modo de fabricar estos proyectiles á precios relativamente módicos.

Además de los proyectiles mencionados, debemos recordar los destinados á hacer el efecto de minas ó fogatas, denominados granadas-minas, y los proyectiles perforantes que se emplean contra las corazas de los buques ó contra las obras acorazadas de fortificación (1).

Los primeros se distinguen únicamente por su gran capacidad interior y gran longitud; y los proyectiles para batir

(1) También se han empleado los proyectiles de iluminación, compuestos de una pasta especial, y proyectiles incendiarios diversos, bien rellenos de un mixto que al inflamarse produjera llamas que saliesen por cierto número de taladros, ó bien rellenos de pequeños cilindros de un mixto especial y destinados á esparcirse inflamados á la vez que el proyectil hiciera explosión.

corazas han sido origen de grandes y continuados trabajos siderúrgicos.

Se trató de emplear el hierro fundido, endurecido por medio de un enfriamiento rápido, bien sea en su totalidad ó en la parte de la extremidad de la ojiva. Estos proyectiles ofrecían el inconveniente de que, sobre todo en el choque oblicuo, se fraccionaban en muchos pedazos, y sólo por razón de economía podían adoptarse en cierta proporción y en combinación con los de acero forjado y endurecidos, que son los que han resistido las mayores pruebas y representan el último progreso y el único medio eficaz de destruir todas las corazas de los buques; y es de notar que, aun en aquellos casos en que el tiro se haga á grandes distancias y la fuerza viva del proyectil no sea bastante para producir un efecto completo de perforación, las circunstancias de que, por la mucha tenacidad de la materia, no haga fractura, hará que siempre sea grande el efecto contundente, y que contribuya de un modo eficaz á producir una perturbación en los órganos del buque, sobre todo si los disparos chocan cerca de los de propulsión.

Por último, se ha introducido en la artillería el sistema empleado en las armas portátiles de formar un solo cartucho de envolvente metálica, el cual en un principio se intentó usarlo cargándolo independientemente de la bala, y pronto se ocurrió, como medio de acelerar el fuego, unirlos con una presión inicial, y hacer así con más rapidez la carga.

A este mismo fin de aumentar la celeridad del fuego han contribuído los diversos mecanismos de cierre que, especialmente para los calibres pequeños, se han adoptado; cierres ya de cuña horizontal ó vertical, á las que se les comunican rápidos movimientos para abrir y cerrar la pieza. A éstos deben añadirse otros varios sistemas denominados de tornillo, entre los cuales merece especial mención el de Darlié,

por tener un mecanismo especial para la transformación del movimiento de una palanca en otro helicoidal, con el que el tornillo de forma tronco-cónica queda en su posición de cierre para el acto del disparo.

Estos cañones de tiro rápido están llamados á sustituir á los usados en la artillería de campaña, y este mismo sistema, con diferencia de calibres, unos mayores que los correspondientes á dicha artillería, y otros algo menores, se emplean también como piezas auxiliares de las de plaza y sitio, así como en las baterías de costa y á bordo de los buques.

Como elemento, también auxiliar, de combate se han inventado las ametralladoras, que disparan automáticamente y con rapidez gran número de balas como las de fusil.

Los esfuerzos de la inventiva en el ramo que nos ocupa han ido aún más lejos. Con arreglo á las leyes de la Mecánica, si se comunica al proyectil cierta cantidad de energía, es á condición de que, por reacción, la pieza adquiere otra cantidad de energía cuyo valor se deduce en virtud de las relaciones entre las masas. Esta energía que no se utiliza en el disparo puede, sin embargo, aprovecharse para la celeridad del tiro, haciendo que el arma, después de hacer fuego, vuelva automáticamente á su posición de cierre y quede en condiciones de efectuar un nuevo disparo.

En este orden de ideas se ha inspirado el norteamericano Maxim para la construcción de su ametralladora de fusil, que puede hacer más de 600 disparos por minuto, y de otras ametralladoras de calibre mayor, ó sea de cañón, que también permiten hacer más de 400 disparos por minuto.

Cambios no menores se han realizado en la base originaria de las armas de fuego, que son los explosivos. Todos los fines del servicio se realizan hoy empleando combinadamente las antiguas pólvoras con los nuevos explosivos, que tienen como base las materias nitradas y cuya potencia es incomparablemente mayor, pues su empleo exige grandes

precauciones para evitar sensibles accidentes. El perfecto conocimiento de sus cualidades, de los procedimientos de fabricación, de las reglas que deben observarse para su acertada y segura aplicación, no puede hacerse sin un estudio sólido y detenido de la Termoquímica; ciencia de mayor interés para el oficial de artillería, y sobre la cual Berthelot ha iniciado una era que seguramente será fecunda en lo porvenir.

Con estos nuevos explosivos se han logrado notables adelantos en todas las armas de fuego, y el empleo de las pólvoras de fabricación especial y de combustión lenta y progresiva ha permitido que con menores presiones máximas pueda obtenerse mayor fuerza viva inicial, y por lo tanto el empleo de cargas de mayor efecto dentro de la resistencia elástica de los materiales. Así se concibe que con una carga de proyección sólo de 2,45 gramos se haya podido obtener en nuestro fusil de Maüsser reglamentario una velocidad inicial de 710 metros por segundo para un proyectil de 11,2 gramos y con una presión máxima de poco más de 3.000 atmósferas, siendo dicha presión máxima casi triple de la media, mientras que, en el fusil de Remington de 11 milímetros, la velocidad inicial sólo era de 450 metros disparando un proyectil de 25 gramos con una presión que no llegaba á 2.000 atmósferas, pero que era seis veces la presión media.

Estas relaciones entre las presiones media y máxima ponen de relieve la distinta manera de funcionar estos explosivos, y hacen ver que, si bien la idea de la reducción de calibre fué anterior al empleo de las pólvoras sin humo, mientras no se rompieran los moldes de las antiguas pólvoras sólo podían obtenerse en los fusiles de 8 milímetros velocidades iniciales comprendidas entre 500 y 600 metros, y esto con bastantes dificultades. El empleo de los nuevos explosivos ha hecho posible la realización de la disminución

de calibre en las mejores condiciones, obteniendo velocidades que pueden ser mayores á medida que se disminuyan estos calibres. En esto, como en todos los órdenes de nuestra actividad, ocurre generalmente que cada progreso trae consigo otro ú otros, y así ha acontecido en los armamentos portátiles; porque como en ellos la proporción entre el peso de la bala y el del arma se ha reducido á menos de la mitad, aun con el aumento considerable de velocidad, la fuerza del retroceso ha disminuído mucho, y el choque en el acto del disparo no fatiga al soldado.

Los nuevos explosivos llevan en su empleo otro signo de progreso, tanto en el orden táctico del combate como en su rendimiento. En el primer concepto, la circunstancia de no ser perceptible el poco humo que producen, permite ocultar al enemigo la posición de las tropas. Respecto al rendimiento, debe notarse que, en las antiguas pólvoras negras, sólo un 45 por 100 de su peso se transforma en gases, pero los productos restantes son sólidos que quedan adheridos á las ánimas de los cañones, ó son esparcidos en estado de extremada división y forman el humo. Mas el carácter especial de los nuevos explosivos puede decirse que consiste en no dejar residuos sólidos, y su potencial, ó sea el trabajo máximo que pueden producir, resulta aproximadamente doble del de los otros.

Las pólvoras negras no son sino mezclas en que, no obstante su extrema división, siempre aparece cada uno de sus tres ingredientes con su naturaleza íntima, pudiendo distinguirse unos de otros con un microscopio. Pero los nuevos explosivos son verdaderas combinaciones químicas, y resultan de la acción de un cuerpo muy oxigenado, como el ácido nítrico, sobre compuestos orgánicos, ricos en carbono y en hidrógeno. Los progresos en la artillería que á grandes rasgos acabo de reseñar, sólo han podido realizarse en cuanto se refiere á la potencia de los cañones moder-

nos, aprovechando todos los adelantos de la Metalurgia, y construyendo dichos cañones con aceros que reúnen, á la condición de una tenacidad extraordinaria, la mayor resistencia elástica. Para obtener los tochos correspondientes á estos cañones se necesita, no sólo el empleo de los hornos más perfeccionados, bien de crisol, como lo hacen en la casa Krupp, ó bien de solera de Martin-Siemens; y, en uno y otro caso, los establecimientos constructores tienen montados laboratorios químicos que les permite ensayar la calidad de los aceros y vigilar la marcha de los hornos, al mismo tiempo que hacen pruebas con barretas de estas mismas clases de aceros, para poder deducir las condiciones de resistencia elástica y de rotura. Sin tan prolijas precauciones sería imposible suministrar piezas con las garantías necesarias de seguridad, proporcionadas al crédito de las fábricas.

En los trabajos de forja, los cañones de mayor calibre exigen, aparte de un sinnúmero de aparatos mecánicos; martillos de pilón de dimensiones extraordinarias, ó grandes prensas capaces de desarrollar presiones hasta de 4 y 6.000 toneladas, poderosos medios que á la vez se aplican á forjar las corazas de los buques que han de perforar los mismos cañones, y la industria general ha encontrado en esa emulación bélica recursos para desarrollar admirablemente todo género de trabajos siderúrgicos. Porque la fabricación de la artillería utiliza en el más alto grado toda la maquinaria más perfecta para el trabajo de los metales que se usa en los grandes talleres donde la casi invisible fuerza del vapor mueve acompasadamente los tornos, las barrenas, las cizallas, los punzones y los cepillos, hace girar las gigantescas gruas, y encerrada en estridente locomotora transporta los más grandes pesos á lo largo de las naves de aquellas numerosas colmenas de trabajadores.

Los elementos mecánicos que ponen en juego la fabrica-

ción de piezas de artillería son superiores á cuantos necesitan las otras industrias.

Por eso nuestra Fábrica de Trubia, que reúne cuantos elementos son necesarios para la fabricación de la artillería, es, al mismo tiempo que un establecimiento militar, una gran escuela industrial, de la cual han salido operarios y maestros aventajados que han contribuído en gran manera al desarrollo de la industria nacional. Y al hablar de la Fábrica de Trubia, justo es decir que á este mismo fin han contribuído poderosamente los demás establecimientos de industria militar que están á cargo del Cuerpo de Artillería.

Si vasto es el campo que á la imaginación ofrece la fabricación de las modernas piezas de artillería, no es menos digno de elevada consideración el caudal de ciencia que se emplea para calcularlas y proyectarlas partiendo de las leyes del desarrollo de las presiones en el acto del disparo, ó sea la balística interior, estudio complicadísimo que requiere los más profundos conocimientos de Física matemática y el auxilio de matemáticos superiores. No de otra suerte han producido sus respectivos proyectos Verdes, Barrios, Hontoria, Plasencia, Sotomayor, Ordóñez, Mata, Sangrán y otros distinguidos oficiales que honran á su nación y á su Arma.

El servicio de la artillería exige, por otra parte, tener afectos una infinidad de elementos auxiliares, cuyo estudio y fabricación son asimismo objeto de nuevas especulaciones científicas.

En la artillería de campaña, la movilidad necesaria para el transporte y las maniobras en los campos de batalla piden que los carruajes se calculen con extremada precisión para que la resistencia puramente indispensable se armonice con la fijeza de la puntería por la atenuación del retroceso.

Si pasamos al opuesto límite de la artillería y considera-

mos una batería de costa, se ofrecen desde luego, como elementos auxiliares, además de los repuestos de los proyectiles que exigen una disposición especial, los sistemas de ascensores y montacargas, las vías férreas para el transporte de los proyectiles en sus carretillas-tejas, las gruas ó pescantes para elevar estos proyectiles en la carga, la combinación de órganos mecánicos para dar á las piezas dirección y elevación, frenos hidráulicos para consumir la fuerza de retroceso, y mecanismos especiales para que vuelva nuevamente á su posición de tiro. Agregando á esto que estas baterías exige han de estar ligadas entre sí y con un observatorio central, de tal modo que puedan concentrar sus efectos con arreglo á un plan general; y que todas estas instalaciones necesitan el concurso del alumbrado eléctrico, de grandes reflectores y de mil detalles que sería prolijo enumerar, se comprenderá cómo estos elementos de combate representan una suma extraordinaria de trabajos científicos, en los que han de figurar los conocimientos químicos, metalúrgicos y mecánicos.

La necesidad de concretarme al tema elegido me impide tratar de las demás aplicaciones de las Ciencias al extraordinario material que hoy llevan los ejércitos, así como de otras aplicaciones al Arte militar; estudio que abarcaría al hombre, el terreno y el conjunto de elementos que intervienen en el modo de ser de los ejércitos y en su vida, locomoción y comunicación.

Bastan las ligeras ideas que quedan apuntadas para poner de relieve que, si en la marcha progresiva de los tiempos, las Ciencias han ejercido poderosa influencia en los adelantos del material de guerra, en la época actual ésta ha tomado un carácter esencialmente científico. Así es cómo en la formación de las diversas ramas de las Ciencias Físico-matemáticas, desde un punto de partida á un período experimental, se ha llegado á las grandes teorías que representan

la síntesis de los trabajos acumulados por la labor progresiva de las generaciones. Los adelantos sólo pueden realizarse obedeciendo á un criterio científico y racional; y el procedimiento exclusivamente práctico equivaldría, no ya á renunciar para lo sucesivo á nuevos progresos, sino que, á su vez, teniendo en cuenta que la verdad es una y el error múltiple, la inteligencia caminaría á ciegas entregada á las consecuencias del azar.

No es fácil prever los futuros progresos de las armas, ni cómo podrá utilizarse para los diversos fines de la vida ese inmenso depósito de energías que encierra el mundo material; pero lo que sí se ve claramente es que las armas de fuego en sus evoluciones han aprovechado cuantos adelantos se han ido realizando en las Ciencias Físico-matemáticas, y así hemos visto que se han ido empleando el hierro forjado, el bronce, hierro fundido y el acero, á medida que la Metalurgia ha tenido procedimientos para obtener estos metales en la cantidad y con la perfección necesarias.

Asimismo se ha visto que, tanto las piezas de artillería como sus montajes y los accesorios empleados en su servicio, han utilizado todos los recursos de la Mecánica, y el motor mismo de estas armas ha ido perfeccionándose con los descubrimientos de la Química, émula ya de la antigua Magia.

Como suprema luz y antorcha, domina todos estos estudios el Cálculo Infinitesimal, que tanto ha contribuído á los progresos de la Mecánica y de las demás Ciencias Físico-matemáticas; haciendo verdad el dicho de Augusto Comte, de que la Naturaleza niega sus secretos al que la interroga desprovisto del poderoso instrumento del Análisis matemático. Lamentable error sería atribuir á este inapreciable instrumento creaciones en el orden de la Naturaleza ni en cualquier sistema ideado por nuestra razón; pero no cabe dudar que es medio poderosísimo de deducción, y que, así

como los telescopios nos acercan los astros, el Análisis matemático nos permite abarcar un conjunto de relaciones que se traducen en leyes y que de otro modo serían inaccesibles á la humana inteligencia.

En extremo prolijo sería mencionar los muchos y sabios artilleros que ilustraron con sus trabajos la bibliografía moderna de su profesión; mas permitidme, por conclusión de mi tarea y en honor de esta misma Academia, consagre un recuerdo á nuestro sabio y virtuoso General D. Pedro de la Llave, modelo de caballeridad, que mereció, por sus vastos conocimientos, sentarse entre vosotros, y que desde las columnas del *Memorial de Artillería*, de que fué Director durante muchos años, contribuyó eficazmente á difundir los adelantos del material de guerra en nuestro país. Ni podríamos olvidar los otros preclaros artilleros, miembros de esta docta Corporación, Fernández de los Senderos, Luján, Valera, Odriozola y Balanzat, nombres que van asociados á importantes trabajos técnicos y científicos.

Nuestro ejército sigue con la mayor emulación y gran interés cuantos progresos se realizan en el material de guerra, y así lo acreditan las numerosas obras y los proyectos que se refieren al armamento y demás ramos de la Ciencia militar. Este espíritu científico y de progreso, que le anima, unido á la instrucción práctica necesaria, garantiza que siempre llenará cumplidamente su misión.

Los jefes y oficiales de nuestro ejército, que tantas pruebas llevan dadas de sus excelentes condiciones para el combate, han de continuar con el mayor interés promoviendo todo género de adelantos; y en la región sublime de la Ciencia arrancarán nuevos laureles que avaloren la importancia de las instituciones militares.

Ai dar fin á mi discurso, y en las críticas circunstancias por que la nación atraviesa, el uniforme que visto me impone el deber de consagrar un sentido recuerdo á nuestro

valiente y sufrido ejército, que en desigual lucha y allende los mares sostiene contra injusta agresión el prestigio y honor de nuestra bandera, realizando de continuo actos que, á la vez que demuestran el mayor heroísmo, prueban su perfecta instrucción y rigurosa disciplina; lo cual contemplan con aplauso todas las naciones, y no podrá menos de contribuir en su día á que se cuente con la nuestra como factor importante en el concierto definitivo de los pueblos. Sólo con el valor del soldado y el saber del jefe se aseguran los triunfos que permiten gozar por largo tiempo de los beneficios de la paz; y si lleváis vuestro pensamiento á los millares de conciudadanos que por conseguirlo honrosamente se sacrifican, no olvidéis, sobre todo, que, cuando truena el cañón para rechazar á un enemigo insolente, detrás de cada pieza hay un hombre que ofrece, en holocausto por la salvación pública, una vida consagrada desde sus primeros albores, como la vuestra, á la meditación y al estudio.

DISCURSO

DEL

EXCMO. SR. D. FRANCISCO DE P. ARRILLAGA

Señores:

Vasto por demás y por extremo interesante es el cuadro que á nuestra vista acaba de trazar el General Ollero, en demostración de las íntimas conexiones que enlazan los progresos de las Ciencias Físico-matemáticas con los adelantos y perfecciones sucesivas de las armas de fuego.

Pocos como el nuevo Académico tienen autoridad para puntualizarlas y para marcar los rumbos que han seguido las aplicaciones del Cálculo al mejoramiento de los elementos materiales del Arte militar y de la guerra.

Los cargos que en el ínclito Cuerpo de Artillería ha desempeñado con notoria brillantez, sus enseñanzas en la Academia de Segovia, sus trabajos técnicos en el Museo del Arma, y sus activas funciones de Presidente de la docta Comisión de Experiencias de Artillería, acreditan que cuanto dice no es tanto aprendido en libros y fruto de concepciones ideales, como adquirido de propia cuenta y producto de personal labor y experiencia.

En el estudio de las Ciencias Exactas debió de ver siempre nuestro nuevo compañero algo muy esencial para ejercitarse con provecho y lucimiento en la honrosa carrera á que con reflexivo entusiasmo se consagró, puesto que, apenas madurado su espíritu y amaestrado en la cátedra, dió á luz un tratado del *Cálculo de Probabilidades*, á cuyas

acertadas combinaciones es menester acudir para determinar la precisión relativa de las armas de fuego y límites de la fijeza del tiro de cada una; otro de *Balística teórica y práctica*; y más tarde, de consuno con su inteligente compañero Sr. Pérez Griñón, el *Tratado de Cálculo Infinitesimal*: texto de la extensión necesaria para que el artillero plantee las ecuaciones fundamentales de la Mecánica y resuelva todos sus problemas.

Estas obras, que en las corporaciones sabias y en el público científico hallaron acogida lisonjera, le granjearon justa y bien sentada reputación de matemático, y son los títulos que, aparte otras relevantes prendas personales que en su presencia no es discreto aquilatar, le franquearon sin dificultad las puertas de esta casa. Dentro de ella viene á aumentar con su nombre la lista de los Terrero, Odriozola, Balanzat, Valera, Luxán, Fernández de los Senderos, Saavedra Meneses y La Llave, que en el Cuerpo de Artillería florecieron como preclaros hombres de ciencia, y enaltecieron con los suyos los timbres de la Academia.

Don Diego Ollero, de antemano lo sabéis, llenará digna y cumplidamente el hueco lamentable que dejó abierto en **nuestras** filas la muerte del infatigable maestro de **Matemáticas** D. Acisclo Fernández-Vallín y Bustillo.

¡Con cuánta y cuán honda fruición hubiera hoy escuchado la lectura del discurso de su sucesor aquel afanoso varón que requería, llevado de ardiente españolismo, toda ocasión de realzar la historia de la ciencia patria! ¡Cómo se habría regocijado al oír de labios tan competentes celebrar la bibliografía militar de la España de los primeros reinados de la Casa de Austria, y afirmar que á ella tiene que acudir, como á fuente única, quien quiera hacer estudios **sobre** el pasado de las máquinas de guerra, desde el punto **de vista de las** ciencias que él tan intensamente cultivaba y tan **profusamente** difundió toda su vida!

Me le figuro, al comentar el discurso del Sr. Ollero, apoderándose con ansia de los momentos, que yo no he de saber aprovechar, para confirmar muchas de sus afirmaciones con aquella solidísima erudición que poseía. De fijo que, en prueba de las relaciones de la Ciencia con la Artillería, trajera á oportuna colación libros y escritos y memoriales de matemáticos españoles de los siglos xvi y xvii, ricos en aplicaciones á la Arquitectura militar y á la Fabricación de cañones; y hubieran de sus labios brotado nombres ilustres, que en sus índices tenía apuntados como autores de invenciones que él miraba, y con razón, como consecuencias de estudios castellanos.

Con sus abundosas citas históricas habría una vez más insistido en su tema favorito y en su laudabilísimo anhelo de acrecentar nuestro crédito científico: anhelo que á muchos parecía vano, y tal vez lo sea ó de seguro lo es, si se atiende al fondo de las puras concepciones matemáticas; pero que puede sin duda con éxito satisfacerse, si se consideran las aplicaciones que los españoles, en fines de la edad media y en los siglos de nuestro mayor esplendor, hicieron de las ciencias, muy particularmente, á las Artes de la Navegación y de la Guerra.

Ya en algunos de sus escritos hizo notar, como antes lo hiciera el General Almirante, la compenetración de los estudios civiles y militares en el siglo xvii, al observar que Jesuitas y Maestros de Matemáticas se aplicaron á las disciplinas del Arte militar, y aun actuaron de artilleros é ingenieros militares en paz y en campaña.

Mas ¿á qué lamentarme de la pérdida de aquel respetable Académico, si de él guardáis todos piadoso é imperecedero recuerdo, y cuanto dijera yo de sus méritos y de sus virtudes privadas y públicas está y estará en vuestra memoria vivo y perenne?

De los tres elementos, el hombre, las armas y el territorio con sus mares, que forman la base del poderío de los Estados, á cuyo engrandecimiento el Arte de la guerra tan eficazmente contribuye, el armamento, en su doble concepto de ofensivo y defensivo, es sin disputa el que más exclusiva y directamente depende en sus perfeccionamientos del adelantamiento y del estado de las Ciencias Físico-matemáticas en cada época y en cada nación.

Si se exceptúa el orden económico, en ningún otro se engrandran los progresos de las armas sino en el científico ó en el técnico, que es su inmediata derivación. Ciencia y riqueza determinan el florecimiento de la industria, de que es porción importantísima la industria armera.

No es tan exclusivamente dependiente de la Ciencia ninguno de los otros dos elementos. Sobre que no pueden ser materia de descubrimientos, sino de modificaciones, por radicar en cualidades naturales é ingénitas su fuerza y su resistencia para la guerra, su utilización y mejoramiento se logran por medios menos sencillos y más complejos que los que suministran las ciencias de aplicación material.

No es que los hombres no sufran los efectos de la vida científica, de la vida artística, y de la vida técnico-industrial del país, en relación con sus aptitudes para la lucha armada; sino que no siempre están los progresos materiales en proporción directa con las condiciones guerreras de los pueblos. A veces, por el contrario, se dan en proporción inversa. No son precisamente los pueblos más ricos é instruídos los mejor dispuestos para la guerra, la cual pide abnegaciones y sacrificios más duros de soportar para los Estados materialmente dichosos, no sólo porque pueden sus pérdidas ser mayores y más sensibles, sino porque los refinamientos que la opulencia trae consigo ablandan los caracteres y enervan los espíritus, si como, por desgracia, acontece en la moderna civilización, y aconteció en las pasadas, no

corresponden los progresos morales á los industriales. La riqueza de suyo es muy propensa á los egoísmos y al miedo; y el honor y el desprendimiento, bases de la fortaleza humana, no están, por fortuna, vinculados en las naciones ricas y preponderantes.

Nunca, ni en sus mejores tiempos, vióse España sobrada de recursos pecuniarios; y, sin embargo, su historia militar y sus empresas guerreras resplandecen por su gloria y su grandeza. La lucha de las tribus del Norte con el Imperio romano no se hubiera resuelto contra éste, si al compás de la riqueza se fortaleciesen los ánimos y se robusteciesen los brazos de los hombres; ni Estados pequeños en la edad antigua, como era Macedonia, arrollarían pueblos y reinos como los que Alejandro arrolló; ni menos, en los tiempos modernos, principados como la Marca de Brandenburgo alcanzarían, por razón de su riqueza, la supremacía militar que ha conquistado Prusia.

Si en los hombres, como elemento de guerra, se hace la distinción debida entre la masa ó tropa, los jefes ú oficiales, y los caudillos ó generales, más claramente se verá la escasa influencia que las Ciencias Físico-matemáticas sobre ellos tienen, en comparación con el influjo que á otras formas de la educación y de la cultura general se deben.

Aun á los caudillos y capitanes de grandes cuerpos de ejército pídense y se exigen con mayor necesidad virtudes morales y conocimientos no derivados de aquellas ciencias: dotes y energías que obedecen á resortes de la voluntad y á geniales resoluciones de la inteligencia.

La masa armada requiere más que nada fuerte y severa organización; la organización, ante todo, disciplina; y la disciplina es virtud y fuerza moral. La obediencia mal se impone sólo por la fuerza, y la sanción penal no se concibe sin otros frenos, si han de ser más y quizá más fuertes aquellos en quienes recae que los que legítimamente mandan.

Harto saben de esto cuantos pretenden, malvada ó locamente, conmover estos cardinales fundamentos de los ejércitos.

Lo propio puede decirse de los que han de mandar tropas en unidades grandes y pequeñas; y por eso es noble y honrosa la profesión militar; y por eso es debidamente enaltecida hasta con el dictado de religión de las armas.

Espanta pensar lo que puede ser hoy un ejército indisciplinado ó un ejército mal conducido; y asombra por lo mismo la suma de cualidades que ha menester en estos tiempos un caudillo en jefe, no menos que las iniciativas que á tiempo han de desplegar sus segundos y tenientes.

Los progresos que las ciencias han traído sobre los armamentos de ofensa y de defensa no han influido sobre el hombre de guerra sino acrecentando las responsabilidades de los jefes, y con ellas las exigencias morales de la misión del mando, y en particular del mando supremo.

Vino á España César contra Afranio y Petreio, y al salir á campaña decía: “Voy á combatir á un ejército sin caudillo”. Y cuando marchó en otra ocasión contra Pompeyo exclamaba: “Voy contra un caudillo sin ejército”.

Si en tales frases César se manifestó perplejo en atribuir mayor importancia al ejército que al jefe ó en poner al jefe sobre el ejército, ¿qué no dijera hoy, en que tan variadas resoluciones incumben al General, y cuando tan grave y compleja es la importancia de la organización de la fuerza armada?

También está el territorio, como elemento guerrero, menos supeditado que las armas á los progresos de las ciencias, ó, mejor dicho, menos exclusivamente sujeto á las artes de ellas derivadas. Pruébalo palpablemente la constancia con que se reproducen importantes operaciones y decisivos hechos de armas en los mismos sitios y lugares. Napoleón atravesó los Alpes por los propios pasos que Aní-

bal; el moderno campo atrincherado de Chalons se estableció en los Campos Cataláunicos; el desfiladero de las Termópilas ha sido hace poco nuevo teatro de rudos combates; nuestros Pirineos han ofrecido iguales resistencias á romanos y árabes; y riscos y valles, planicies y montañas, ríos y pantanos, califican y determinan las condiciones estratégicas del país.

Por esto se elogian con encomio los estudios geográfico-militares del veterano general Arroquia, y por eso son tan consultados y estimados los trabajos histórico-geográficos de la Península, publicados por Coello, Saavedra, Fernández-Guerra, Gómez de Arteché y otros, y los que realizan los Estados Mayores de los Ejércitos.

Recibe, sin embargo, el suelo más y más profundas modificaciones que las que el hombre experimenta; y sobre sus condiciones de expugnación y propugnación refluyen más que sobre el hombre los progresos del armamento, obligando al ingeniero á estudios científicos, teóricos y técnicos, de un desarrollo considerabilísimo.

*
* *

No puede la historia antigua suministrar pruebas positivas de la relación en que, en tiempos remotos, se hallarían los conocimientos científicos con los progresos de las artes guerreras, y particularmente con las condiciones de fuerza y eficacia de las armas.

Sólo á fuerza de menudas y prolijas investigaciones arqueológicas, abultadas por una poderosa imaginación, se llegan á escribir obras como la *Histoire d'une forteresse*, del eruditísimo Viollet-le-Duc, que describe y pinta todas las vicisitudes por que hubo de pasar en el curso de la his-

toria entera de Francia, desde antes de los Galos hasta la guerra de 1870, una fortaleza que comienza en tiempos proto-históricos por ser refugio emboscado de Druídas y familias del valle de Avón, y que concluye por ser la plaza de la Roche-Pont, fortificada por Vauban, sufriendo siete sitios en siete épocas críticas de la historia del Arte de la guerra.

Tan aventurada es, como el Sr. Ollero hace notar, la afirmación de Augusto Comte atribuyendo á los pueblos antiguos una superioridad de armamento en parangón con su estado social, como la opinión de los que juzgan que no se hicieron aplicaciones técnicas de valía hasta la edad moderna. Los historiadores no han prestado su atención por igual á los sucesos sociales de todos los órdenes. Los acontecimientos guerreros absorbían los ánimos cuando se realizaban; y eran después los que con más pormenor y puntualidad reseñaban los historiadores. De la vida común, de la vida ordinaria, ligeros rasgos suministran las crónicas; y de los triunfos de la literatura y del arte, y de los tratados científicos, algo ó mucho más se sabe por los libros que se conservan; pero, de la antigua tecnología, poco ó nada se dejaba bien consignado. Falta, pues, por punto general, uno de los términos de la comparación para dar por conocida y resuelta, en el sentido de Augusto Comte, la relación entre las armas antiguas y las modernas.

Por el contrario: en las historias de guerras, campañas y sitios de la antigüedad, cuando contienen pormenores suficientes, quizá se descubre inductivamente que las ciencias y las industrias y artes de ella derivadas alcanzaban niveles no menos altos que las aplicaciones científicas hechas en el empleo y ejercicio de las armas.

Siempre me ha maravillado esta proporción, que á mi juicio se desprende de la lectura, por ejemplo, de la historia de las guerras del Imperio romano contra los judíos, relatada por Josefo con una minuciosidad sin par.

Recuérdense por una parte aquellos primores y lujos de la construcción urbana y monumental, á que llegó el reino de los judíos en su vetusta civilización de veinte siglos, condensada en Jerusalén, rival en este punto de Roma; y de ellos forzosamente hay que deducir una técnica habilísima, producto de una ciencia no menos general y avanzada, propia del Oriente y hermana de la egipcia y de la griega.

El recinto de la ciudad de Melquisedec estaba ceñido de muros, dobles y triples, separados por fosos, unidos por galerías, abaluartados con torres fuertes y adarves altísimos.

Un día, por maldición de Dios, la Judea vióse invadida por las huestes romanas, mandadas por el general más perito y animoso que el Imperio tuvo.

Era el ejército de Roma aguerrido y disciplinado, organizado con carácter de permanente, bien provisto de armas y pertrechos, y mandado por valerosos y expertos capitanes. De su sistema clásico de castrametación, de sus órdenes de marcha y de batalla, de su organización y de su disciplina, de sus consejos de guerra, y de su solidez para el combate, la historia nos suministra conocimiento detallado; y el mismo Josefo explica tan circunstanciada y fielmente la manera cómo se hizo aquella guerra de invasión, que paso á paso se siguen sus avances desde Ptolemaida hacia su objetivo final, la toma de Jerusalén.

Las precauciones logísticas puestas en las jornadas que precedieron al cerco de Yotopata, que era la plaza más fuerte de Galilea, y los lances de su sitio y de su defensa por espacio de cuarenta y seis días, hasta su rendición y quema, dan exacta y perfecta idea de lo que era por entonces el Arte militar en todos sus aspectos, pero muy especialmente en cuanto concierne al armamento de ataque y de defensa.

En la parte primera del sitio de Jerusalén trátase por las tropas de Tito de dominar las fortificaciones de la plaza

por los frentes que reconocimientos previos habían señalado como más débiles; y en la segunda, convencido Tito de que, si el cerco no se completa, resistirá la ciudad con desesperado coraje, que ningún género de desdichas amenazará, ni siquiera la discordia intestina en que el sitiador confió, como fían siempre los enemigos, decídese por formalizar en regla el sitio, completando el cerco, y atrinchándose y estableciéndose en derredor.

De maravillosos califican los historiadores los ingenios y máquinas de que las legiones romanas se valían en los sitios, y de fuerza y vehemencia sorprendentes. Se armaban en ágeres, montezuelos ó caballeros, que con castilletes por lo alto dominaban los muros, hasta que, practicado el aporche, entraran en juego los arietes ó vaivenes de batir.

Las pelotas de piedra que arrojaban las catapultas y ballestas pesaban hasta un *talento* (36 kilogramos), y alcanzaban un *estadio* (180 metros), causando daño á los que en primera fila combatían, y alguna vez á los postreros. La velocidad no debía de ser grande, porque se veían por ser blancas, y era fácil guardarse de ellas, y porque así resulta de experimentos que, á modo de comprobaciones arqueológicas de curiosa erudición, hicieron en este siglo los artilleros franceses.

No son para asombrar las restantes armas arrojadizas, si, como en el sitio á que vengo aludiendo, defendíanse de ellas los sitiados, colocando, á guisa de manteletes, pieles para cubrirse.

Las máquinas de batir directas, los arietes ó vigas, hubieron de alcanzar proporciones relativamente gigantescas y ser de poderosa pujanza.

Los muros de Jerusalén, los de sus torres particularmente, eran de ciclópea sillería, á creer en los “veinte codos de largo, diez de ancho y cinco de alto,” que Josefo asigna á

los sillares, tan bien labrados y sentados unos con otros, que "cada torre parecía no más que una piedra,, sin que se advirtiesen por parte alguna las juntas. Estos muros fueron, no obstante su fortaleza, derribados ó abiertos en brecha á impulso de los arietes. En verdad que éstos habían de ser monstruosos, si, como se cuenta, eran empujados y servidos por más de mil hombres, y requerían ciento cincuenta yuntas de bueyes, ó doble número de caballos, para su transporte.

Tomando pie de estos datos, algunos incontrovertibles, ¿cabe sostener que el armamento antiguo, ofensivo y defensivo, estaba más perfeccionado que hoy relativamente al estado de las ciencias en aquella época?

No: lo que cabe racional y fundadamente conjeturar es que se encontraba en la misma relación que posteriormente y ahora con los conocimientos físico-matemáticos.

La Arquitectura, con todas las artes accesorias de la Construcción, fué fruto de estudios científicos y técnicos, muy cultivados y propagados por las civilizaciones orientales, por la griega y la romana; y correlativamente con ella, y apoyada en los mismos conocimientos, en la propia ciencia y en las mismas artes, se inspiró la *Poliorcética*, es decir, el arte de tomar por la fuerza las ciudades, los recintos murados, las fortalezas, como claramente la etimología de esta voz declara, sea primitivamente, ó derivándola del sobrenombre de Demetrio, sucesor de Alejandro. Seguramente iguales conocimientos engendraron los aparejos, trazas é ingenios, usados para levantar los muros con la solidez que en lo antiguo se levantaban, y con el primor que en sus paramentos se advertía, que las máquinas, artificios y aparatos empleados para quebrantarlos y arruinarlos, por ser obvio que quien mejor sepa construir sepa mejor derribar.

Dedúcese, en efecto, de los relatos de guerras y de sitios de la edad antigua, y por ser mejor conocido el del célebre

sitio de la ciudad deicida, que eran superiores á todas luces y mejor dispuestas las máquinas de demoler directamente que las arrojadizas de toda especie: más eficaz el ariete y más potente que la catapulta.

Y es natural, y por causas harto claras. ¿No es bien reciente y moderna la distinción entre trabajo y energía, entre fuerza en acción y fuerza en potencia?

¿Podía entonces ni siquiera sospecharse la existencia de las fuerzas encerradas y latentes en el mundo de los fenómenos y sus transformaciones mecánicas, que hoy constituyen el canon de las Ciencias Físico-matemáticas? Cabía entonces, y se empleó y ensayó y se utilizó, la acumulación de masas, fuerzas y velocidades, de trabajo mecánico y de cantidad de movimiento, y aun de acciones y reacciones, en los resortes y en las hondas.

La Mecánica de los tiempos de Filipo, de Alejandro, de Demetrio, de Arquímedes, reúne masas y esfuerzos en arietes de 70, de 80 y de 120 pies, y de 500, 800 y más quintales de peso, y transforma en locomóviles ingentes catapultas; y de estos aparatos y máquinas se sirven Alejandro en Asia, Escipión en Cartago, Sila en Atenas, César en Marsella y Tito en Jerusalén. Mas permanece oculto cuanto dice relación con la energía potencial y sus múltiples transformaciones, sujetas hoy á leyes matemáticas.

Por eso la invención de la pólvora discierne profundamente el armamento moderno del armamento de las edades antiguas.

*
* *

La mezcla del salitre á los ingredientes principales del fuego antiguo, del fuego griego, genéricamente hablando, ofrece en sus portentosos efectos la primera revelación de

la energía y fuerza acumulada en las combinaciones de los cuerpos y en la constitución atómica de la materia que el hombre ha utilizado sistemática, científica y técnicamente.

Su más inmediato y sencillo, pero no menos grandioso resultado, fué cambiar las materias inflamables, de proyectiles en propulsoras, y convertir el mixto incendiario en explosivo, iniciándose la serie inagotable de los agentes dinámico-detonantes.

Reducida á polvo la mezcla del carbón, del azufre y del nitro, se pone tras el proyectil, sujeto con un taco, y se encierra en un tubo, al cual se enchufa otro que dirija y enderece la trayectoria.

Ocúrrese luego proporcionar numéricamente la carga con las dimensiones de la bala y del cañón y medir los efectos del tiro.

Y no pasa un siglo sin que, conforme á estas medidas, se sistematice la construcción, uso y montura del cañón, y se clasifiquen por sus tamaños todas sus variedades; y, lo que es todavía más expresivo, sin que se instruyan y eduquen tropas especiales para el uso de la nueva Tormentaria.

La difusión y propagación de la artillería se hizo con gran rapidez por toda Europa. Sea que, como es fundado suponer, los aventureros de todas castas y naciones que á la cruzada española concurrían desde el siglo XIII dieran á conocer, al volver á sus respectivos países, las aplicaciones que los árabes y los españoles en la Península hacían de la pólvora; sea que, en los años mismos de las campañas de Alfonso XI, los alquimistas por todas partes comencasen á ensayar la fuerza y los efectos de la nueva mezcla, única explicación que admite la simultaneidad con que empieza á usarse en los sitios de plazas fuertes y en algunos combates, ello es que, en la segunda mitad del siglo XIV, consta indubitablemente que los reyes de Navarra adquirían bocas de fuego y las hacían construir en Tudela; que

en Flandes las fundía Pedro de Brujas, según Weyden; que en Crecy las dispararon los franceses contra los ingleses; que los italianos las conocían y empleaban también á la sazón, según Libri, en su *Historia de las Matemáticas en Italia*; y que alemanes y venecianos aprovecharon la invención del famoso franciscano de Friburgo, de fundir en una pieza los cañones que al principio se componían de duelas, sujetas con aros ó sunchos á manera de barriles.

Inmediatamente se muestra la influencia de los conocimientos científicos y de la industria en el arte particular de la artillería.

Hasta entonces, y en todo el transcurso de la edad antigua, de todos los que á la guerra concurren, ningún otro arte más que el de la ingeniería pudo estar organizada con carácter especial. Acompañaban á los ejércitos antiguos tropas idóneas y provistas de instrumentos adecuados, que, marchando á seguida de las vanguardias de ballesteros, apoyadas y flanqueadas con gentes de á pie y de á caballo, traían armas y medidas para asentar los campos, allanar los caminos, suavizar malos pasos y asperidades, y cortar las selvas, yendo en el centro, además, otra sección de los que llevaban los aparejos, herramientas, máquinas y cosas necesarias para combatir ciudades y acantonar campamentos, con fosos, trincheras, parapetos y abrigos: es decir, tropas esencialmente polémicas.

En los sitios y cercos de los últimos años de la edad media vense confundidas por última vez las artes del ingeniero y del artillero, todavía sin distinción: precisamente en el sitio de Constantinopla, que la Cronología ha hecho célebre, aparecen juntos todavía el fuego griego, las máquinas antiguas de batir, y la reciente artillería, representada por gigantesco cañón.

A poco comienzan las épicas campañas de nuestro Gran Capitán en Italia, adonde los franceses conducen el primero

é imponente tren de artillería, maniobrando á través de los Alpes, y en cuyos campos de Cerinola y Seminara se cubre de inmarcesibles laureles la arcabucería española.

Cobra desde entonces carácter técnico y pone á contribución la artillería toda clase de estudios científicos para preparar pólvoras, elegir metales, determinar cargas, pesar proyectiles, medir ánimas y recámaras, evaluar espesores, fijar punterías, procurar alcances, inventar cureñas y computar retrocesos.

Todo esto y mucho más, que yo no sé siquiera enumerar, se obliga en el siglo xvi á aprender á los artilleros de mar y tierra.

Me atengo, para afirmarlo en apoyo de la tesis en que al Sr. Ollero acompaño, á documentos tan auténticos como el que se lee en una de las sabias, curiosísimas y eruditas, al par que inimitablemente amenas, *Disquisiciones Náuticas*, del egregio escritor é historiógrafo D. Cesáreo Fernández Duro.

La Instrucción de “lo que ha de hacer y guardar Andrés de Espinosa, artillero de S. M., en enseñar su oficio, en la ciudad de Sevilla, á las personas que lo quisieren aprender, y la orden que se ha de tener, y S. M. manda que se guarde, en el examen de los artilleros,„ expedida en 28 de Febrero de 1576, con refrendo de Juan de Ledesma, va seguida, en el libro de Fernández Duro, de las preguntas que hizo Andrés de Espinosa á un discípulo suyo para “desaminalle,„

Con leerla se advierte que el maestro poseía conocimientos variados y profundos en Física, Química y Matemáticas, cuando con tanto acierto resume en preguntas y respuestas compendiosas todo lo que de seguro en aquel tiempo se sabía de inmediata aplicación á la fundición del bronce, á la composición y propiedades de las pólvoras, proporciones cuantitativas de sus tres elementos, y modo de alterarlas convenientemente. Enseñábase en aquella escuela el modo

de medir distancias, de equilibrar las piezas, de estudiar y analizar el tiro de punto en blanco, y según elevaciones distintas, las dimensiones proporcionales de las partes del cañón y de éstas en relación con el peso del proyectil y de la carga, y todo género de precauciones, para evitar funestos contratiempos. Por cierto que, al razonar el modo de eludir el peligro que proviene de la combustión de los saquetes de la munición, tapando inmediatamente después del disparo la boca de la pieza, funda esta prevención en el principio mismo que ha conducido ahora, al cabo de tres siglos y medio, al Coronel Humbert á proponer la reforma de las armas de fuego, á fin de que no se produzca estampido ni fogonazo, mediante el aditamento de un obturador automático.

Y, sin embargo de aquellos progresos, la artillería y las armas de fuego no merecieron en todo el siglo xvi el aprecio de los guerreros ni de los escritores. El desdén con que Maquiavelo habla de su importancia en los combates á principios de aquella centuria, la ineficacia que Montaigne le reprocha en 1560, y la preferencia que da Scarión de Pavía en 1598 á la pica sobre el arcabuz, demuestran no solamente las deficiencias de que todavía adolecía el cañón como arma de batalla, sino que las varias armas de fuego, por entonces y aun en todo el siglo siguiente, no alcanzaron ni podían alcanzar, como el General Ollero patentiza, las perfecciones que les constituyen hoy en principal, ó preferente elemento de combate.

Si Maquiavelo considera que la rapidez de movimientos de una infantería valerosa no debe detenerse ante el fuego; si Montaigne afirma que su único efecto es el de atronar los oídos; y si Scarión calcula que son algunas veces necesarios diez mil arcabuzazos para matar un hombre, sin duda debe atribuirse á que los disparos se hacían con lentitud y á que el tiro era sumamente incierto y contingente.

La artillería plantea problemas sin solución posible en aquellos tiempos en que la Mecánica desconocía las leyes de la fuerza de la gravedad y el Análisis matemático no era aplicable en modo alguno, no ya á la investigación científica, sino tampoco á la apreciación precisa de los resultados de la experimentación, indispensable para deducir, mediante la crítica, consecuencias ulteriores de verdadera utilidad.

Las preguntas de Andrés de Espinosa preludian, sin embargo, la aparición de tratados que pueden denominarse didácticos, técnicos y científicos, como el del General Álava, superior al del veneciano Tartaglia, y el que Lázaro de la Isla compuso en 1595, para vulgarizar y enseñar artillería y pirotecnia.

Éste era el momento en que el cañón adquiría plena y definitivamente el carácter de arma táctica y hacía abandonar en los combates los órdenes clásicos y compactos que todavía muchos se aferraban en seguir, derivados de la falanx griega y de la legión romana. En fin del siglo xvi y principios del siglo xvii, los considerables progresos de la artillería de campaña causaron la revolución definitiva de la táctica: extensión de las líneas de batalla, despliegue de fuerzas á distancias superiores, subdivisión de mandos, reconocimiento minucioso del terreno, y previsión de múltiples eventualidades. Los combates y las guerras revisten desde entonces un carácter de complejidad que requiere inteligentes combinaciones y que relega la bravura, ó, mejor dicho, la fuerza del brazo, á segundo término. No sin amargura ven los representantes de los antiguos caballeros alborozarse con la guerra técnica y racionalmente dirigida, y hasta califican de fementidas las armas que hieren á distancia, y de cobardes á los que las usan, según con acerba frase decía Cervantes. ¡Como si no hubiese otras formas de valor y de nobleza que las propias de la lucha cuerpo á cuerpo, y como

si no supusiese mayor bizarría afrontar los efectos de armas más mortíferas, y mayor nobleza pelear prescindiendo de las desigualdades individuales!

*
* *

En la historia de las armas de fuego señálanse los siglos xvii y xviii como períodos de organización y de mejoramiento, lento y perezoso desde el punto de vista científico, pero continuo é incesante desde el punto de vista militar. Para no detenerme en pormenores que desconozco, y no incurrir en repeticiones de lo que el General Ollero doctrinalmente ha explicado, pasaré por alto progresos como la invención del fusil de chispa y su lucha victoriosa, desde el primer tercio del siglo xvii, sobre la pica y el arcabuz y el mosquete, abandonados definitivamente al rayar el xviii.

Todos aquellos inventos, reformas y mejoras, como las mejoras, reformas é inventos en otros órdenes de la actividad humana, adolecían en aquella época del empirismo reinante en todas las esferas, contra el cual se estrellaban los esfuerzos de cuantos entreveían la posibilidad de plantear en fórmulas generales todo género de problemas, incluso los que en la experimentación se apoyan, mediante las fórmulas del Cálculo Matemático, recientemente elevado por entonces á la categoría de Infinitesimal.

¿Cómo convertir, sin adoptar este procedimiento, en armas de precisión las armas de fuego? ¿Era, sin seguirlo, posible la Balística, que racionalmente formula el tiro y sus efectos, y enseña el valor que á cada elemento experimental ó teórico, de los muchos y variados de ambas clases que determinan el movimiento interior y exterior del proyectil, se debe atribuir?

La Artillería cifraba y cifra su ideal en el alcance, pujanza

y certidumbre del tiro; y su problema general es un problema de Mecánica aplicada. En tal concepto, ni se resuelve ni se puede resolver sino sobre la base de la experimentación; pero se plantea y se resuelve matemáticamente, entendiéndose bien, por supuesto, que las fórmulas y los cálculos no han de dar de sí más de lo que puedan dar, según la índole del problema y de sus datos. La Matemática, como forma que es de la Lógica, pone en su punto los datos, y los combina y analiza según sus estrechas leyes, y por su posición en las expresiones determina el valor de cada una de las variables y de las constantes que al planteamiento de la cuestión concurren, y cuya interpretación discreta é inteligente sirve de base al industrial en las aplicaciones, y en sus delicadas investigaciones de rumbo seguro al técnico. Señala el Análisis, dentro siempre de la naturaleza del caso general ó particular, los valores máximos y mínimos, la indeterminación de las soluciones, los caracteres de posibilidad é imposibilidad, la singularidad ó multiplicidad de los resultados.

El Análisis matemático va penetrando además en el dominio de las ciencias físicas, conforme éstas se elevan en la gradación sin fin de la inducción hasta llegar á puntos que, por ser firmes, sirven de base á la deducción, para desde ellos formular, con todas las condiciones de racionales, hechos y fenómenos no sospechados ó empíricamente estimados antes.

A tal estado de madurez de los conocimientos técnicos no se ha llegado hasta comienzos de este siglo; y por eso señala con exactitud el Sr. Ollero esta época como punto de partida de la moderna artillería, de la artillería de precisión.

En el examen de sus caracteres científicos no esperaréis, seguramente, que yo entre: me lo vedan razones y reparos de todos géneros.

Sin contar con mi incapacidad para tan arduo empeño, me lo impide el carácter del encargo que cumplo en este momento de hacer las *salvas de ordenanza* al saludar, en nombre de la Academia, no tanto al artillero, cuanto al hombre de ciencia.

En vano el General Ollero me deja generosamente en flor, ó por espigar, toda una rama de la artillería, la artillería de mar, que idéntica, por supuesto, á la de tierra en su aspecto técnico y científico, presenta, por las singularísimas circunstancias en que se implanta y obra, puntos de vista especialísimos y reclama satisfacción de exigencias teóricas y prácticas de maravillosa complejidad. En vano el exuberante florecimiento de la industria de los explosivos, la grandeza de los establecimientos metalúrgicos, las sutilezas y primores de los mecanismos, la ingeniosidad de los estudios y experimentos de los laboratorios y de los polígonos, brindan con seductoras aplicaciones científicas aun á los meros aficionados á penetrar en el examen del influjo decisivo ejercido por las Ciencias Físico-matemáticas en el alcance y precisión del tiro de las modernas bocas de fuego.

No me dejaré arrastrar hacia tamaños y ajenos estudios; y si temerariamente siguiera abusando de la cortesía que os obliga á escucharme, detendríame conturbado por penosos sentimientos que á todos, hablando de cosas de guerra en estos días, nos embargan.

Solamente, y por remate, he de permitirme condensar en breves frases las atinadas consideraciones que el General Ollero, al comienzo de su bien concertado discurso, ha expuesto acerca de la transcendencia social del influjo de las ciencias en sus aplicaciones al Arte militar.

En cuanto fenómeno social, la guerra cae bajo el dominio de las ciencias morales y políticas. Los progresos de las ciencias positivas sólo contribuyen á evitarla ó á aminorar sus estragos por modo indirecto, y por cuanto, elevando

el espíritu del hombre y el nivel de sus conocimientos, conducen al mejoramiento de las costumbres públicas y privadas. La fuerza está, por la ley natural y por la ley revelada, al servicio de la justicia: en mantener ó restablecer el imperio del derecho cifra el soldado su más noble blasón. Hace bien, por tanto, el militar en aprovechar todo invento, toda creación, toda novedad científica, para acrecentar y multiplicar la fuerza de los ejércitos y hacerla más eficaz. Caigan todas las maldiciones y todos los vituperios contra quien se sirva de los progresos humanos para el mal, para el desorden ó para la injusticia.

Sigan tranquilas y serenas las Ciencias Físicas y las Ciencias Exactas, y sus hermanas las Naturales, descubriendo los secretos, escudriñando los hechos, induciendo las leyes del mundo material, que es de su dominio propio; y sigan los artilleros poniendo al servicio de la patria su ciencia, su ingenio y su vida, como en nuestros días lo han hecho Barrios, González Hontoria, Plasencia, Sotomayor y Díaz Ordoñez. Cultiven otros las ciencias puras, seguros de que así trabajan también por el bien y por la justicia.

Y déjense los utopistas de pensar que las guerras se acabarán extremando las invenciones científicas y sus aplicaciones militares.

Lo insensato de tales esperanzas ó propósitos está perfectamente significado en la fantástica invención que con intencionada frase é irónica donosura proponía un anónimo escritor al estudio de los hombres de ciencia. "Inventen, les decía, un fusil que por sí solo se dispare contra el inicuo.,"

En verdad, hace falta, pero no se inventará hasta que Dios sea servido en la plenitud de los tiempos, un ingenio que por sí mismo, como rayo del cielo, castigue la iniquidad y mate, si es preciso, al inicuo; un arma que lleve fulminante tan sutil y delicado como el honor personal ó colectivo, y que estalle y se encienda como estalla y se enciende

en almas bien nacidas la indignación al soplo de la ofensa descarada; y que se dispare cada vez que el grande intente oprimir al pequeño, ó el rico aspire por serlo á sojuzgar al pobre, y cuando quiera que el hijo ingrato se alce contra la madre generosa, y siempre que un Estado, que nada ó poco más que nada hizo por la civilización del mundo, se propase á despojar de un pedazo de sus dominios á la Nación que descubrió y cristianizó medio planeta.
