

**EXPOSICIÓN TEMPORAL:** “¡no solo cañones! 250 años de innovación en materiales de artillería”

**Presidente:** Jefe de Estado Mayor del Ejército de Tierra, General de Ejército, Jaime Domínguez Buj.

**Comisario:** Coronel de Artillería retirado Francisco Rodríguez Padrón.

**Fecha de apertura:** 17.04.2014

**Fecha de inauguración:** 22.04.2014

**Abierta hasta:** 13.07.2014

**Horario:** El mismo que el del Museo del Ejército

**Entrada:** Gratuita

## **INTRODUCCIÓN**

Desde que los ejércitos hicieron su aparición en la Edad Antigua, han ido evolucionando para adaptarse a los cambios que iban surgiendo en los campos de la táctica, la tecnología, el armamento, etc. En este sentido, en la Edad Media las armas de tiro que se empleaban en el ataque y la defensa de las fortificaciones fueron las denominadas neurobalísticas, es decir, aquellas cuyos ingenios aprovechaban la energía acumulada por la torsión, tensión y flexión de fibras tanto vegetales como animales para arrojar grandes piedras, lanzas, flechas, etc. Sin embargo, su declive comenzó con la aparición de la pólvora y por tanto la de las armas pirobalísticas, que empleaban la energía producida por la deflagración de este compuesto para lanzar bolaños de piedra y otros objetos. En el caso de la Península Ibérica, los primeros datos documentados acerca del empleo de este tipo de artillería, indican que fue en 1331 durante los sitios de Alicante y Orihuela. A partir de entonces esta primitiva artillería, eminentemente empírica, sería inicialmente fabricada y manejada por artesanos y soldados especializados.

Debido a la anarquía reinante en la construcción de las piezas de artillería, cuyas dimensiones, materiales, diseños, adornos, etc., respondían casi siempre al capricho del artesano o del señor que la encargaba, hizo que en el siglo XVIII se comenzaran a editar una serie de ordenanzas para normalizar el proceso de fabricación, que intentaron clasificar las piezas de artillería dentro de un reducido número de grupos en función de sus calibres.

La subida al trono en 1759 de Carlos III fue providencial para la Artillería, ya que hasta entonces su organización dejaba mucho que desear. Fiel seguidor de las ideas preconizadas por la Ilustración, y ayudado por el conde de Gazola, su más fiel colaborador, creó en 1762 el Real Cuerpo de Artillería y estableció su Real Colegio en el Alcázar de Segovia, cuyo primer curso fue inaugurado el 16 de mayo de 1764 con el discurso de su primer profesor, el padre Antonio Eximeno, de la Compañía de Jesús.

A partir de ese momento, los futuros oficiales de artillería fueron educados en un contexto eminentemente científico y técnico y, poco tiempo después, comenzaron a aportar sus conocimientos al Cuerpo. En este sentido, las diversas ordenanzas que había tratado de poner orden en la fabricación del material de artillería no habían cristalizado en la práctica, hasta que en 1783, por iniciativa de uno de los oficiales más destacados de la primera promoción que había estudiado en el Real Colegio, Tomás de

Morla, se dictó la "Nueva Ordenanza" que impulsaba la adopción del sistema *Gribeauval* que se había impuesto en Francia.

Con el paso de los años se irían añadiendo más nombres de ilustres artilleros a la mejora del diseño, investigación, fabricación de tubos, montajes, elementos auxiliares de las bocas de fuego, municiones, artificios, etc., al igual que en las tácticas y las técnicas de empleo de la artillería. En ocasiones no eran más que simples adaptaciones de sistemas o técnicas de fabricación traídas del extranjero, pero en otras fueron auténticos diseños originales que mantuvieron a la artillería española a la vanguardia de la ciencia y la tecnología.

## **OBJETIVO**

El objetivo principal de la exposición es mostrar los avances introducidos en los materiales de artillería por los alumnos del Real Colegio de Artillería, y la Academia de Artillería, su heredera desde 1867.

Con este objetivo se pretende dar a conocer al público en general las diferentes facetas de la formación de los oficiales de artillería que les capacitaron, por ejemplo, para mejorar los materiales, las municiones y los elementos auxiliares e introducir nuevos procedimientos de empleo del material, medios de cálculo de trayectorias y determinación de las correcciones meteorológicas de cada momento.

La exposición se centrará básicamente en la evolución de la boca de fuego correspondiente a la artillería clásica (denominada de forma genérica como "artillería cañón", que junto a la artillería cohete forman los dos grandes grupos en los que se divide la artillería), sus accesorios y municiones, así como otros elementos directamente relacionados con él: elementos de puntería y forma de ejecutarlas, elementos de medición de distancias, de cálculo de datos de tiro y determinación de condiciones meteorológicas.

## **EJES TEMÁTICOS**

Para alcanzar el objetivo propuesto, se distinguen los siguientes ejes temáticos:

- **Desde el origen de la artillería hasta la Ordenanza de 1765**

En este primer eje temático se muestran las máquinas neurobalísticas, la aparición de las primeras pirobalísticas y las armas más representativas de la artillería entre los siglos XIV a XVII.

Se explica de forma abreviada la evolución en la fabricación de las diferentes piezas de artillería clásica durante el periodo anterior a la creación del Real Colegio de Artillería, pasando del hierro forjado al hierro y bronce fundidos, primero en hueco y luego en macizo.

Se enumeran los nombres de los principales elementos de una boca de fuego de artillería clásica (denominada de forma genérica como cañón), de manera que sean fácilmente identificables cuando se citen en el resto de fondos que componen la exposición.

También se definen los tipos de artillería existentes en el periodo mostrado. Para ello, se clasifica la artillería en los siguientes tipos:

- Artillería de plaza y costa: organizada generalmente en regimientos que contaban con destacamentos fijos.

- Artillería de sitio: por lo general de grandes calibres (muy superiores a los de campaña), estaba destinada a atacar fortificaciones y ciudades o plazas generalmente fortificadas.
- Artillería de campaña: que acompañaba a las unidades de infantería y caballería en las operaciones. Se distinguen:
  - Artillería de montaña.
  - Artillería de batalla, y dentro de ella:
    - De a caballo<sup>1</sup> o de línea.
    - Montada.
    - De posición<sup>2</sup>.

### • La artillería de la nueva ordenanza

Tras la adopción en Francia del sistema *Gribeauval*, a instancias de D. Tomás de Morla (alumno de la 1ª promoción del Real Colegio) se estudia la posibilidad de hacerlo también en España. Como resultado de ello, se promulga la Ordenanza de 1783, conocida como nueva ordenanza.

Se muestran en este eje las novedades introducidas en el diseño de las piezas de artillería reglamentarias como consecuencia de la entrada en vigor de la nueva ordenanza.

### • Mejoras posteriores a la nueva ordenanza

Tras la regulación de la artillería que supuso la Ordenanza de 1783, no hubo grandes mejoras en el diseño de piezas de artillería hasta el fin de la artillería de ánima lisa.

Solo cabe citar la adopción de la cureña inglesa tras la guerra de la Independencia (1830) y de la cureña metálica en la segunda mitad del s. XIX.

Por su parte, en artillería de plaza y costa, se adoptó el montaje de marco que sirvió de punto de origen para todos los demás sistemas de montajes de costa, y por derivación, de los futuros materiales de artillería antiaérea.

Aparecen, también, a finales de la década de 1830, los obuses largos, importados del extranjero por Navarro Sangrán.

### • Artillería rayada

Uno de los principales problemas de la artillería de ánima lisa era su falta de precisión. Los conocimientos sobre trayectorias y movimiento del proyectil en el aire adquiridos a lo largo del tiempo, dieron lugar a la introducción del rayado interior de los tubos, que dotaban al proyectil de un movimiento giroscópico, permitiéndole volar en una posición estable.

Ensayado con éxito en otros países, en España se empezó a considerar el rayado del ánima por parte de la Junta Superior Facultativa hacia el año 1856.

---

<sup>1</sup> Las unidades de artillería a caballo fueron especialmente útiles para apoyar a las de caballería "que debían cubrir las riberas y llanuras". Tenía un elevado coste ya que exigía que todos los artilleros fueran acaballos, por lo que fueron sustituidas por las montadas, en las cuales la mayor parte de los artilleros iba transportada sobre avantrenes, armones o carros de municiones tirados por mulos o mulas.

<sup>2</sup> Con una misión similar a los regimientos montados aunque con bocas de fuego de mayor calibre, y por tanto mayor peso y más necesidades de animales de tracción.

Se muestran en este eje las primeras experiencias realizadas y los primeros modelos de cañones rayados, empleando para ello modelos en servicio a mediados del siglo XIX modificados convenientemente. Al poco tiempo, entraron en servicio cañones rayados de diseño completamente nuevo, primero en artillería de campaña, y más tarde en artillería de plaza y costa.

- **La retrocarga**

La siguiente mejora importante surgió como consecuencia de dotar al cañón con un mecanismo en su culata, a través del cual se podía cargar el cañón, dando origen al cierre y al obturador. Esto supuso una auténtica revolución, a pesar de que el dispositivo tuvo un comienzo bastante desalentador, con sistemas que fallaban a la hora de mantener los gases del disparo en el interior del ánima.

Finalmente, se consolidaron dos grandes grupos de cierre y obturación: los cierres de cuña y de tornillo, y los obturadores *Bange* y mediante vaina.

- **Artillería cohete.**

Otra de las novedades que aparecieron a mediados del siglo XIX en la artillería española fue la artillería cohete.

A diferencia de la artillería clásica (o artillería cañón), en la artillería cohete los gases que generaban el impulso para que el proyectil volara no se producían en el interior del tubo, sino que se generaban en el interior del propio proyectil, expulsándose por la parte posterior del mismo y proporcionando el empuje necesario para el disparo; dicho impulso se mantenía durante un tiempo después de que el proyectil hubiera abandonado el lanzador.

El cohete ya era conocido antes del siglo XIX, pero usado solo para señalamiento y servicio de enlace. Fueron los ingleses quienes lo perfeccionaron y el coronel *Congreve* quien les dio su nombre.

En España se adoptó el sistema *Congreve*, organizándose una batería que participó en la primera guerra de África de 1856-60.

Se muestran en este eje los montajes experimentales y empleados por esta unidad, así como los modelos de cohete utilizados.

- **Broncistas contra aceristas**

En el último cuarto del siglo XIX, el general austríaco Uchutius, diseñó el primer cañón construido mediante el procedimiento denominado "bronce comprimido", que mejoraba notablemente las características de los tubos de cañón fabricados según el procedimiento habitual de fundición. En esa misma época se comenzaba a emplear el acero en la fabricación de tubos de artillería.

En España se generó cierta polémica entre los partidarios de uno y otro sistema de fabricación.

Por un lado, los partidarios del bronce, que veían en el nuevo procedimiento del bronce comprimido la solución al aumento de la presión necesaria para seguir disparando a la misma distancia proyectiles cada vez más pesados.

Por otro lado, aquellos que argumentaban que el tiempo del bronce ya había pasado y depositaban todas sus esperanzas en el acero como elemento que habría de superar las prestaciones del bronce.

La introducción de las nuevas pólvoras sin humos y la escasa tenacidad del bronce frente al acero, aceleraron la retirada del primero de ellos.

Se muestran en este eje los principales modelos diseñados tanto en un sistema como en otro, que mantuvieron viva la polémica entre bronceístas y aceristas durante varios años en la segunda mitad del siglo XIX.

- **Las nuevas pólvoras**

Una vez estudiada en profundidad la balística exterior y conocida suficientemente la trayectoria del proyectil en vuelo, los trabajos se dirigieron hacia la balística interior, en un intento de conocer lo que ocurría dentro de la recámara en el momento del disparo, con el objetivo de mejorar el rendimiento de la pólvora.

Se fabricaron granos de pólvora de formas diversas que deflagraban de maneras diferentes, produciendo mayor o menor cantidad de gases en función de su aspecto. Esto permite diseñar nuevas cargas de proyección que aprovecharan al máximo las capacidades de los tubos.

Por otro lado, los intentos de Alfred Nobel para desensibilizar la nitroglicerina dieron como resultado a finales del siglo XIX, de forma inesperada, un explosivo propulsor con un mayor poder energético que la pólvora negra, pero sobre todo, con una significativa menor cantidad de humo generado en el momento del disparo, lo que facilitaba enormemente la puntería en disparos sucesivos.

Aunque no tenía nada en común con la pólvora negra, pues su constitución química y su reacción era completamente diferente, inicialmente se denominó “pólvora sin humos”, y cuando su uso se generalizó, recibió el nombre de “pólvora de nitrocelulosa”, por ser este compuesto el ingrediente principal de la misma.

Todos estos estudios de balística interior necesitaban de aparatos de medida de presión y de cañones probeta, donde realizar los disparos de prueba.

Junto con las nuevas pólvoras, aparecieron también los estopines, primero de fricción y luego de percusión y eléctricos, destinados a producir el disparo del cañón y que eliminaron la necesidad de disponer de una mecha encendida en las proximidades del cañón y simplificaron enormemente el proceso de disparo.

Se exponen en este eje los primeros granos de pólvora negra y parda de formas geométricas junto con los elementos de medida de presión en el interior del tubo, así como diferentes sustancias constitutivas de la pólvora negra y de la pólvora de nitrocelulosa.

También se muestran diversos tipos de estopines empleados a lo largo de los años.

- **Los nuevos proyectiles**

Con la aparición del rayado, el proyectil pasó de ser esférico a ser alargado.

Cuando apareció la retrocarga, además, fue necesario que mantuviera los gases del disparo por detrás de su posición, consiguiendo el efecto denominado obturación; primero mediante una envuelta de plomo y, posteriormente, a través de varios anillos de cobre, que finalmente se reunieron en una sola banda denominada “de forzamiento”.

Por otro lado, al asegurarse una posición fija de vuelo gracias a la estabilización giroscópica, se mejoraron los dispositivos que aseguraban su correcto funcionamiento al llegar al objetivo (espoleta).

Apareció la espoleta de doble efecto (a tiempos y a percusión) y los graduadores de espoleta que permitían programar en la espoleta el tiempo tras el cual debería hacer explosión el proyectil, una vez que se encontrara encima del objetivo.

En artillería de campaña, la mejora de los proyectiles se inició con la adopción del proyectil *Shrapnell*, que mejoró la eficacia como rompedor cargado exclusivamente con pólvora negra, y que iba dotado de una espoleta a tiempos.

Más tarde se probaron nuevos explosivos (nitrocelulosa, ácido pícrico), hasta llegar al trinitrotolueno. Los primeros proyectiles de trilita se emplean en la guerra del Rif en el año 1909.

También se desarrollaron proyectiles iluminantes, fumígenos, etc.

En artillería de costa, la mejora del proyectil se basó en el empleo del acero, centrándose fundamentalmente en aumentar el poder de perforación de la coraza de los barcos, mediante múltiples sistemas: proyectiles macizos, de acero endurecido, con capicete, etc.

#### • **Hacia el cañón de tiro rápido**

Después de las mejoras introducidas en el sistema de carga del cañón que permitieron abreviar enormemente las operaciones necesarias para producir un nuevo disparo, y una vez adoptada la pólvora de nitrocelulosa que disminuyó notablemente el humo y permitió una rápida puntería para los disparos posteriores, la siguiente dificultad que debían superar los artilleros era mantener la pieza con la puntería del último disparo, para poder hacer los sucesivos sobre el mismo objetivo en muy corto periodo de tiempo.

Surgió de este modo el montaje de deformación, que al igual que el resto de los sistemas tuvo su propio periodo de evolución. Primero aparecieron los llamados cañones de tiro acelerado, que eran bocas de fuego ligeras en los que el arado de la reja se montaba sobre un soporte elástico (generalmente un muelle) que permitía que el cañón mantuviera su posición, absorbiéndose el esfuerzo de retroceso del disparo al comprimirse el muelle; aunque en realidad, con este sistema, no se evitaba el encabritamiento, que consistía en que el cañón daba un salto en el momento del disparo, y aunque quedaba dirigido de forma aproximada al objetivo, generalmente se perdía la puntería en dirección.

Cuando se quiso aplicar este sistema a cañones más grandes, el sistema elástico sobre el que se montaba el arado se mostró incapaz de soportar tanto esfuerzo. Apareció, entonces, el montaje de deformación, en la que una parte permanece fija, anclada al terreno mediante un arado, y otra parte retrocede interponiendo en su recorrido un elemento viscoso o elástico que absorbe el esfuerzo de retroceso: nace así el cañón de tiro rápido, que puede considerarse ya como un cañón moderno.

#### • **Evolución de las técnicas de puntería**

La puntería primitiva de las bocas de fuego se denominaba de punto en blanco, y consistía en alinear inicialmente las joyas de culata y boca, con el objetivo. A partir de ahí, y tomando como referencia dicha posición del tubo, la experiencia del artillero

suplía todo razonamiento científico, para alargar o acortar el tiro de acuerdo a la distancia a la que se pretendía lanzar el proyectil.

Sin embargo, desde que *Tartaglia* publicó su libro *Nueva Scienza* en 1537, se sintió la necesidad de medir el ángulo de elevación. Las operaciones de puntería se dividieron en dos: en elevación, que mediante las tablas de tiro determinaban el ángulo vertical que debía tener el tubo; y en dirección que se seguía haciendo a la vista.

Cuando apareció la pólvora sin humo, fue necesario ocultar la artillería de las vistas del enemigo. También, el aumento del alcance permitió que las piezas de artillería abandonaran los puntos dominantes del campo de batalla. Para seguir haciendo puntería en dirección, se inventó el procedimiento de puntería indirecta sobre una referencia artificial: aparecieron los goniómetros para efectuar la puntería en dirección.

Se muestran en este eje los modelos representativos de la evolución de las punterías en elevación y en dirección.

- **El tiro sobre plano**

Cuando la artillería alcanzó más allá de lo que podía observarse a través de los prismáticos desde el propio cañón, fue necesario inventar un nuevo método que permitiera relacionar el objetivo con la boca de fuego.

Para ello, se emplearon la topografía y la cartografía, de manera que en un mismo mapa, se situaban objetivo y cañón y se determinaba en qué dirección y a qué distancia se encontraba el objetivo del cañón.

En este eje temático se muestran los elementos necesarios para la ejecutar el *tiro sobre plano*.

- **Los automontajes**

La aparición del tanque (carro de combate) en la primera guerra mundial extendió la idea de montar el cañón sobre un vehículo apto para ello. En España, el primer desarrollo se materializó en el Carro de Asalto nº 1 (CA 1) que montaba un cañón de 75 mm y varias ametralladores, tripulado y servido por artilleros.

Desde entonces, varios prototipos alcanzaron diferentes niveles de desarrollo, hasta que se recurrió al material americano a partir de la segunda mitad del siglo xx.

- **Los artillados de la costa española**

A medida que los buques fueron mejorando su protección mediante corazas cada vez más resistentes, la artillería de costa sintió la necesidad de mejorar sus capacidades.

Adoptaron las mejoras aplicadas a la artillería en general, como fueron el rayado del ánima, la retrocarga, y el sistema de tiro rápido (mediante el sistema de deformación). También fueron aumentando su calibre en su intento de superar la protección proporcionada por la coraza de los barcos. Todo ello trajo consigo el “gigantismo” de la artillería de costa y como consecuencia del gran tamaño que alcanzaron los cañones, se hizo necesario el auxilio de los servosistemas para poder ejecutar las punterías y las operaciones de carga.

Tras estos primeros avances, se buscaron emplazamientos en puntos dominantes desde los cuales batir a los buques a mayor distancia que el alcance de sus armas de

abordo y se introdujo la puntería con predicción sobre un objetivo en movimiento, para lo cual eran necesarios elementos que determinaran la posición actual del buque y otros que calcularan un punto futuro donde dirigir la puntería de los cañones. Son los sistemas de dirección de tiro, compuestos por telémetros que determinan la posición actual y direcciones de tiro que calculan la puntería de los cañones de acuerdo a la ley de movimiento del objetivo.

En este eje se muestran, por un lado, los trabajos llevados a cabo para emplazar las piezas de costa en puntos dominantes del litoral, con la dificultad de montaje que ello conlleva y la evolución sufrida por los propios emplazamientos que reunían en una misma instalación, los almacenes de municiones y los mecanismos auxiliares de generación de energía para las operaciones de carga y puntería de los cañones.

Por otro lado, se muestran el nacimiento y mejoras introducidas en el sistema de dirección de tiro contra objetivos navales: telémetros, direcciones de tiro y la transmisión automática de datos de puntería hasta la pieza.

- **Nacimiento de la artillería antiaérea.**

Cuando el Capitán Patricio de Antonio derribó un globo aerostático de observación el día 1 de julio de 1898 en las lomas de San Juan (Cuba), poco se podía imaginar que sería el pionero de una nueva especialidad: la artillería antiaérea. Paradójicamente, este primer derribo de un objetivo aéreo se produjo al cuarto disparo de un cañón de 75 mm Krupp modelo 1896 de montaña, de los dos con que contaba la batería, constituyendo la primera acción documentada de la artillería española (y de las primeras en el mundo) contra un objetivo aéreo.

Sin embargo, no sería hasta la I guerra mundial cuando el avión se destacó como un importante elemento de combate, obligando al nacimiento y desarrollo del armamento y unidades destinadas a combatirlo.

En España, ya antes de la I guerra mundial, se desarrollaron procedimientos reglamentarios para el tiro contra globos y dirigibles, para ser ejecutados por cañones de artillería de campaña, que eran los materiales disponibles entonces. En el año 1912 se realizan pruebas de tiro contra globos con un cañón Krupp de 6,5 cm adquirido previamente.

Junto a las pruebas del cañón, se prueban y ensayan nuevas municiones específicas para batir globos y dirigibles.

Pese a que la Comisión de experiencias, proyectos y comprobación del material de guerra propuso la creación de una unidad de artillería específica para batir objetivos aéreos dotada con el cañón antes mencionado, no es hasta el año 1926 cuando se adquieren cañones Vickers de 105 mm para dotar a 12 baterías para la defensa antiaérea de las bases de El Ferrol, Cartagena y Menorca, encuadradas en los regimientos de costa de las citadas bases.

Finalmente, por Real Orden Circular de 15 de enero de 1931, se crea el Grupo de Artillería Antiaérea, armado con cañones Skoda de 76,5 mm modelo 1919, adquiridos unos años antes. Esta fue la primera unidad de artillería antiaérea existente en España.

- **La pérdida del carácter facultativo.**



A raíz de la creación del Cuerpo de Ingenieros de Armamento y Construcción, los oficiales de artillería dejaron de tener responsabilidad en el diseño y fabricación de material de guerra, limitándose al empleo del mismo.

Sin embargo, esto no significó que se limitaran a su uso, sino que, al contrario, a lo largo de estos últimos años, siempre han estado estudiando cómo sacar el mejor partido de él. Sirvan como ejemplo las siguientes actividades:

- Mejoras en los procedimientos de cálculo de datos de tiro de artillería de campaña: las correcciones meteorobalísticas y las primeras estaciones meteorológicas, las primeras calculadoras de tiro de campaña.
- Creación de la primera unidad de misiles antiaéreos, el grupo *Hawk*, que ha sido la “madre” del resto de unidades de misiles actuales.
- Participación en la Junta de investigación y desarrollo de cohetes.
- La simulación: desde la creación del “tirógrafo” y los primeros procedimientos de simulación de tiro en el campo o en gabinete entre los años 1900 y 1902, pasando por el SIRO 11, hasta la definición de las características técnicas y balísticas del SIMACA.
- Participación como asesores tácticos en los diferentes programas de material: PCAA, PCGACA, SIAC, ...
- Puesta en marcha de la primera unidad inteligencia de objetivos con UAV (el Sistema integrado de vigilancia aérea, SIVA).

## **LAS PIEZAS**

Las piezas de la exposición proceden principalmente de fondos del Museo del Ejército, algunos custodiados por el propio museo. También hay aportaciones de otras Unidades, Centros u Organismos del Ejército, entre las que se encuentra la Academia de Artillería.

Las piezas son originales y modelos a escala.