

RAFAEL BOLOIX CARLOS-ROCA

«LAS MATEMÁTICAS EN LA ARMADA»

23 DE NOVIEMBRE DE 2000

RAFAEL BOLOIX CARLOS-ROCA

ES CAPITÁN DE NAVÍO DEL CUERPO GENERAL DE LA ARMADA Y DIRECTOR DEL REAL INSTITUTO Y OBSERVATORIO DE LA ARMADA DESDE 1995. ES LICENCIADO EN FÍSICA DE LA TIERRA Y EL COSMOS POR LA UNIVERSIDAD DE BARCELONA, ASÍ COMO DOCTOR EN CIENCIAS POR LA UNIVERSIDAD DE CÁDIZ

ES MIEMBRO DE DIVERSOS Y PRESTIGIOSOS ORGANISMOS: UNIÓN ASTRONÓMICA INTERNACIONAL, COMITÉ CIENTÍFICO DEL FORO EUROPEO DE TIEMPO Y FRECUENCIA, COMISIONES NACIONAL DE ASTRONOMÍA Y DE GEODESIA Y GEOFÍSICA.

PARTICIPÓ EN LA PRIMERA CAMPAÑA ANTÁRTICA ESPAÑOLA Y ES MIEMBRO DE LAS REALES ACADEMIAS DE SAN ROMUALDO (CIENCIAS, LETRAS Y ARTE) E HISPANOAMERICANA DE CÁDIZ.



Se ha señalado, con razón, que la vida humana está impregnada de matemática.

Si observamos con un poco de detenimiento nuestro acontecer diario veremos que está inmerso en continuos marcos de referencia espacio-temporales, que establecemos para poder relacionarnos pues, no en vano, como decía Ortega y Gasset, el hombre es un animal de relación. Al mismo tiempo, gran parte de los juicios que el hombre formula, así como ciertos gestos de la vida diaria, aluden, consciente o inconscientemente, a juicios aritméticos y a propiedades geométricas, sin olvidar que, el hombre moderno, vive (a través de la técnica y de la economía) en continuo contacto con un mundo saturado de matemática.

La matemática nace desde el mismo momento en que la humanidad inicia su andadura sobre la tierra. El concepto de número –la operación de contar–, al igual que el concepto del tiempo –el antes y el después–, y el de lugar de posición –delante, detrás– es consustancial con la propia naturaleza humana. Vemos por lo tanto que las matemáticas, en su sentido más amplio, es una herramienta de uso continuo y de aplicación directa y cotidiana, pero no conviene olvidar que, cuando se trabaja en el campo de la matemática pura, navegamos por un mar de ideas abstractas, sin más brújula que la lógica. La matemática es, como dice el profesor Jesús Mosterín, la más grande aventura del pensamiento.

En 1992, la Unión Matemática Internacional declaró al año 2000 como Año Mundial de las matemáticas, con los siguientes objetivos:

- Determinar los grandes desafíos matemáticos del siglo XXI.
- Proclamar a las matemáticas como una de las claves fundamentales del desarrollo.
- Impulsar su presencia sistemática en la sociedad de la información.

La UNESCO, en su Conferencia General de 1997, acordó apoyar y patrocinar al año 2000 como Año Mundial de las Matemáticas. Las Cortes Generales Españolas y diversos parlamentos autonómicos han aprobado, por unanimidad, proposiciones no de ley instando a las distintas instituciones y entidades al apoyo de las iniciativas que redunden en el cumplimiento de los fines propuestos para el Año Mundial.

En este sentido numerosas instituciones académicas y sociedades matemáticas han constituido un Comité Nacional y numerosos comités regionales y locales, que han propiciado diversos actos académicos y exposiciones centradas en el tema monográfico de las Matemáticas.

El Real Instituto y Observatorio de la Armada no ha sido ajeno a ello y ha participado con comités provinciales en diversos actos relacionados con este evento, ha hecho exposiciones temáticas de sus fondos bibliográficos, efectuado préstamos de obras relevantes para exposiciones en distintas localidades españolas y, algunos de sus miembros han impartido conferencias relacionadas con las matemáticas.

Al repasar la historia de las matemáticas podemos comprobar que estamos repasando la evolución del pensamiento, proceso escalonado de la abstracción que se va elevando en las sucesivas etapas de las ciencias exactas.

Desde el periodo prehelénico, en el que el conocimiento empírico es paralelo al de las ciencias naturales (meramente descriptivas) y no cumple más objetivo que el cubrir las necesidades mínimas de los problemas cotidianos, da el salto gigantesco de la matemática deductiva griega, que regula mediante axiomas todos los conocimientos ya adquiridos y muchos otros nuevos.

El genio griego, más platónico que aristotélico, se detiene ante las puertas del álgebra; esta, mero cálculo formalista sin significado real concreto, desarrollado por las culturas hindúes y arábricas, es un paso inmenso de la teoría de los axiomas que conduce, por una parte, a la grandiosa unificación de la aritmética y la geometría que lleva acabo la geometría analítica en el siglo XVII y, por otra parte, facilita la recuperación, en el siglo XIX, de la geometría proyectiva que, muy pronto, es absorbida por la geometría analítica que, aliada con el cálculo infinitesimal, dominaba todo el saber matemático desde el siglo XVIII. Desde finales del XIX se produce un avance continuado hacia la abstracción de todo lo sensible, ahondando cada vez más en la búsqueda de estructuras comunes, que desemboca en la matemática actual, quintaesencia de la abstracción.

BREVE REPASO A LAS MATEMÁTICAS

Los sistemas de numeración

Podemos deducir, de lo dicho, que el contar y hablar son inseparables. El origen de la sucesión natural de los números (excluido el 0 y el 1 que prácticamente no cuentan) debe verse en la lejana y confusa penumbra del origen del hombre.

Es indudable que el procedimiento más natural de contar sea la utilización de los dedos de las manos y, eventualmente, los de los pies. Aún hoy hablamos de los dígitos —del latín «digitus», dedo— para referirnos a las cifras 1 a 9 inclusive. Su utilización se extendió a lo largo de las épocas históricas, registrándose su uso en Oriente, Grecia, Roma y durante la Edad Media y, de todos es conocido, aún hoy día, su utilización sigue siendo algo corriente.

El término cálculo, proviene del vocablo latino «calculi», utilizado para designar las pequeñas piedras que utilizaban para realizar las operaciones matemáticas, elementos precursores de los ábacos.

El origen de los sistemas de numeración debe estar íntimamente ligado con los sistemas más antiguos de escritura, (actualmente se sitúa en la Baja Mesopotamia y a mediados del cuarto milenio antes de Cristo. Época y lugar de la cultura a la que pertenecen los documentos escritos más antiguos que el hombre conoce).

En un sistema de numeración debe distinguirse la base y la lectura. La base está constituida por el número o los números, mediante cuyas combinaciones aritméticas puede expresarse cualquier otro número. A su vez, los signos que expresan este número se pueden leer en forma aditiva, sustractiva, multiplicativa o siguiendo un criterio posicional. En este último caso se utiliza el criterio del valor relativo esto, que requiere un esfuerzo de abstracción, tiene la ventaja que pueden expresar cualquier número con un número fijo y determinado de símbolos.

Mención aparte tiene la cifra y símbolo cero. Quién fue el primero en garabatear un símbolo para denotar el cero sigue siendo un misterio. En Mesopotamia aparece un símbolo para señalar la posición vacía. En la época de la invasión de Alejandro, el símbolo está representado por dos pequeñas cuñas en oblicuo. Por la misma época más o menos, los hindúes comenzaron a utilizar un punto. Este símbolo se fue generalizando en su utilización de tal forma que en el siglo VI el poeta hindú Subandhu lo utilizó como metáfora en su poema Vāsavadattā:

«Y en el momento en que sale la luna con su oscuridad nocturna, y se inclina en profunda reverencia, con las manos juntas bajo sus vestidos de loto azul, las estrellas se ponen a brillar de pronto, semejantes a puntos de cero [...] dispersas por la bóveda celeste como en la alfombra de piel azul del Creador que calcula el total con una rebanada de luna a modo de tiza».

Los hindúes se referían a este punto de nada con el término «*sunya*», que significa vacío. Nuestra palabra cero viene de «*sifr*», versión árabe de *sunya*, que los europeos medievales convirtieron en la palabra latina «*ziphirum*».

Geometría

Geometría, en griego, alude a «medir la tierra». Una antigua opinión, transmitida por Herodoto, atribuía el origen de la geometría a la necesidad, con objeto de fijar el impuesto a pagar al rey, de medir la tierra de labranza después de cada crecida del Nilo pues esta podía modificar su extensión.

No solo este puede ser el origen de la geometría. Es seguro que en sus orígenes intervino la necesidad de resolver los problemas que las construcciones de las viviendas, graneros y templos le ocasionaban y, junto a estas cuestiones e incluso por encima de ellas, los hombres, singularmente atraídos por los astros del cielo y sus movimientos, que supuestamente influían en sus vidas, sienten la necesidad de medir y prever sus movimientos pues, según el sentir de los astrólogos, en ellos está el secreto del nacimiento, del destino y de la muerte de los hombres.

Sea cual sea el origen de la geometría, ciertos conocimientos geométricos han quedado recogidos en documentos de la antigua civilización egipcia y asiria y babilonia. Entre estos debe destacarse el que se refiere a la medida del círculo, problema que los antiguos resolvieron de forma aproximada y que, bajo el nombre de «cuadratura del círculo» preocupó y apasionó a los matemáticos —y aún hoy a los que no lo son— hasta su solución en el año de 1882 por Ferdinand Lindemann al demostrar que el número π es transcendente.

La aritmética y el álgebra

Mientras que el contar y los sistemas de numeración contienen el germen de la aritmética, y las medidas de las áreas y volúmenes representan los primeros pasos de una ciencia geométrica, los orígenes de la tercera rama elemental de la matemática, el álgebra, se puede apreciar en una colección de problemas y adivinanzas que se encuentran en las antologías de los pueblos antiguos y en el seno del alma popular, (algunos de ellos, en forma idéntica o muy semejante, se encuentran en épocas y lugares muy distintos y distantes e incluso sin contacto entre ellos). Este tipo de cuestiones se ha encontrado en papiros egipcios y tablillas mesopotámicas. En los primeros los problemas se presentan con un carácter preferentemente aritméticos, mientras que en las segundas están envueltas en una atmósfera algo más abstracta.

La matemática griega

La matemática griega, alimentada y fundamentada por las concepciones filosóficas de las escuelas a cuya sombra nace, debe su principal factor de crecimiento y de desarrollo a tres problemas concretos que sir-

vieron de centro de atracción y de estímulo de los investigadores polarizando, en gran medida, los conocimientos matemáticos de los griegos. La duplicación del cubo o problema de Delos, consistente en determinar el lado del cubo de un volumen doble del de un cubo de lado dado, el problema de la trisección del ángulo y el problema de la cuadratura del círculo, nacido seguramente de la necesidad práctica de calcular el área del círculo, consistente en determinar, geoméricamente, con regla y compás el lado de un cuadrado equivalente a un círculo de radio dado.

La matemática medieval

La ignorancia científica con la que se inicia la edad Media europea data, especialmente en el campo de las matemáticas, desde el imperio romano. En él no se encuentra más que una somera utilización práctica de la aritmética y de la geometría, ignorándose, en gran medida, los conocimientos griegos. El abandono de la matemática, apoyado por la religión cristiana, (*En el Evangelio no leemos que el Señor dijera: «Os envío el Espíritu Santo para que os enseñe el curso del Sol y de la Luna». Quería hacer cristianos no matemáticos.* San Agustín) es tal que George Sarton, al referirse al estado de conocimientos matemáticos en Europa en el siglo XI llega a decir: *«Su geometría estaba en un nivel prepitagórico; no eran malos calculistas, cierto; ¡Podemos compararlos al escriba egipcio Ahmes que había desempeñado ese papel casi veinte siglos antes!»*.

Mientras tanto los conocimientos matemáticos hindúes y griegos pasaban, a través de traducciones, a manos de los astrónomos árabes. A ellos se deben la conservación de los conocimientos antiguos y numerosos avances en trigonometría plana y esférica y en geometría, (entre otros avances, se debe a ellos la ampliación a las seis funciones circulares actualmente en uso, y el conocimiento de sus primeras relaciones).

La palabra álgebra proviene de uno del libro, *Kibat al-jabr wa al-muqābala* (Libro del cálculo por restauración y reducción), de uno de los astrónomos árabes más influyentes durante la Edad Media: Abú Jafar Mohamed ibn Musa al-Juarizmi (780-850), matemático tan famoso entre los árabes como Euclides o Ptolomeo. Mas tarde, hasta el siglo XVI, este libro fue un manual de uso corriente en las universidades europeas. La palabra Algoritmo, proviene de la latinización de al-Juarizmi, expresión

utilizada para señalar el estudio de las matemáticas y álgebra deriva de al-jabr.

El inicio, en el siglo XII, de la decadencia de la ciencia islámica en oriente, coincide con su apogeo en la península ibérica.

El intercambio de conocimientos entre las culturas árabes y cristianas se inicia lentamente. Quizás el puente de unión más importante fue España, donde se tradujeron numerosos libros del árabe al castellano y de este al latín, difundiendo el *Almagesto* de Ptolomeo, algunas obras de Euclides y las de al-Juarizmi.

El renacimiento europeo

Con las obras de Leonardo Pisano «Fibonacci» (1170-1240), Oresme (1313-1382), Regiomontano (1436-1476) y, finalmente, Pacioli (1445-1514), la matemática a fines del siglo XV está asentada sólidamente en Europa.

El siglo XVI verá completar y perfeccionar la aritmética, el álgebra y la trigonometría; se cierra un periodo en el desarrollo de las matemáticas; es el periodo que va desde la decadencia de la ciencia griega hasta el advenimiento de la ciencia moderna, al mismo tiempo que prepara las innovaciones y progresos del siglo XVII.

Entre las aritméticas y álgebras aparecidas en el siglo XVI se destaca la «Aritmética integra» de Michel Stifel aparecida en 1544. En esta aparece el concepto de logaritmo, ya como operación inversa de la potenciación, ya como correspondencia entre los términos de una progresión aritmética y una geométrica.

La matemática moderna

El siglo XVII es, para la ciencia, de una fecundidad maravillosa; baste citar que es el siglo de Galileo, Descartes, Huygens, Newton, Leibniz... Los resultados de tales condiciones favorables pronto se hacen sentir y, el siglo XVII, verá en primer lugar una admirable conjunción del álgebra y la geometría, que da lugar a la geometría analítica, y más tarde ve surgir el análisis infinitesimal en su doble aspecto: como algoritmo del infinito y como instrumento indispensable para el estudio de los fenómenos naturales.

Si pretendiésemos definir en pocas palabras la ciencia del siglo XVIII, diríamos que es el siglo que llena de gloria a Newton, edad de oro de la mecánica y del cálculo infinitesimal. Siglo de la razón en el que Euler sobresale como algebrista y calculista de fecundidad prodigiosa.

El periodo moderno de las matemáticas fue sin duda muy fructífero: en él se desarrolla la geometría analítica, el cálculo infinitesimal, la física matemática, los métodos de la geometría descriptiva, se organiza la teoría de los números, el cálculo de probabilidades y la geometría descriptiva. Pero será en el siglo XIX donde se analizan los fundamentos y principios de ellas, introduciendo un rigor superior al que gozó en el periodo clásico de Euclides y Arquímedes y, al mismo tiempo, nacen otras nuevas ramas: teoría de grupos, geometrías no euclidianas, teoría de funciones y, a finales de siglo, la lógica matemática y la teoría de conjuntos.

Es el siglo de Gauss, Cauchy, Riemann, Weierstrass, Boole, Hamilton, y muchos otros.

La lógica moderna.

La lógica, en su versión tradicional basada en el método axiomático, se debe a Aristóteles y permaneció vigente por más de dos mil años. Al final del libro «Sobre las refutaciones sofísticas», Aristóteles manifestaba su orgullo por haber sido el primero que había estudiado sistemáticamente los razonamientos, partiendo de cero en esa investigación, pues no existía precedente.

En 1879, Frege estableció (si a alguien en concreto cabe asignárselo), con la publicación de su «*Ideografía. Un lenguaje de fórmulas, similar al aritmético, para el pensamiento puro*», la lógica moderna o lógica matemática. El objetivo final de Frege consistía en reducir la aritmética y el análisis matemático a la lógica, definiendo las nociones aritméticas a partir de nociones puramente lógicas y deduciendo los teoremas de la aritmética a partir de principios lógicos. Esta nueva forma de lógica ha propiciado una progresiva ascensión hacia niveles más abstractos, más generales, que caracterizan las matemáticas desde finales del XIX. En esta nueva tendencia destacan insignes matemáticos y pensadores, como Cantor, Bolzano, Dedekind, Russell, Neumann, Godel...

La matemática, la astronomía, la navegación

Hasta el descubrimiento de América, la navegación era fundamentalmente navegación costera. Pocas veces la navegación pasaba a ser de altura y, en estos casos, de corta duración. La situación en la mar, se mantenía con suficiente garantía mediante la estima apoyada con las observaciones astronómicas que facilitaban la latitud. Incluso en la época de los grandes viajes exploratorios de los marinos portugueses, en cuanto a navegación se refiere, los métodos basados en la estima y determinación de la latitud eran suficientemente fiable. No así en lo referente a la cartografía, basta ver el mapa de Juan de la Cosa (en este año se cumple el V Centenario de su elaboración) para comprobar este hecho: el Mediterráneo queda muy bien representado pues es un mar muy conocido, la costa de Africa, hasta el golfo de Guinea, en la que fundamentalmente todo es cambio de latitud, su representación también es bastante buena, dejando de serlo a partir de aquí por ser poco conocida y con grandes cambios en longitud. Respecto a las tierras descubiertas en el nuevo continente su representación está afectada por diversos factores, algunos de ellos ajenos a todo concepto cartográfico.

La enorme dificultad que plantea el problema de la determinación de la longitud, unido a los diversos y sustanciosos premios ofrecidos por su resolución, incita y anima a numerosos científicos a resolverlo. De las posibles vías de solución se consideraba que la única posible era el camino de la astronomía. La dificultad de hacer un reloj que cumpla los requisitos es enorme como el mismo Newton dice, en su escrito al Comité encargado de estudiar el problema de la longitud y que dio lugar al establecimiento del premio del Gobierno Británico:

«...para la determinación de la longitud en la mar, ha habido varios proyectos, ciertos en teoría, pero de difícil ejecución... Uno de ellos, mediante un reloj que mantenga el tiempo con exactitud; pero por razón del movimiento del buque, las variaciones del calor y frío, humedad y sequedad y la diferencia de la gravedad en las diferentes latitudes, un reloj que supere semejantes problemas, aun no se ha logrado...».

Este intento de resolver el problema por la vía astronómica impulsa enormemente el estudio de la Mecánica Celeste en la que intervienen de forma continuada matemáticos y astrónomos de tal forma que, en algunas ocasiones suficientemente repetido a lo largo de los siglos, no es fácil diferenciar entre uno y otro.

En cuanto al navegante, la solución propuesta de determinar la longitud mediante el método de las distancias lunares, implica la necesidad de disponer de un elevado bagaje de conocimientos matemáticos junto a una buena capacidad de observación. Estas circunstancias difícilmente se daban en la mayoría de los marinos del siglo XVIII, razón por la que su utilización sólo era aplicada por un número muy reducido de ellos; cabe señalar las observaciones efectuadas por D. Juan de Lángara y D. José de Mazarredo, en el año 1772, utilizando el método de las distancias lunares sin disponer de las correspondientes tablas de distancias.

Su utilización requería el conocimiento de trigonometría esférica, logaritmos, funciones circulares y el adecuado manejo de diversas tablas y ábacos. Junto a todo ello, y conviene no olvidarlo, se navegaba por mares desconocidos, se reconocían costas nunca vistas, se debía efectuar el levantamiento de ellas, lo que requería determinar la hora astronómica para ligarla, mediante las Efemérides Astronómicas correspondientes, a la longitud del meridiano origen adoptado.

Para ello y por eso, Jorge Juan propuso la creación de un observatorio astronómico junto a la Academia de Guardias Marinas, con el doble objetivo de hacer astronomía y de enseñar esta, como herramienta para la navegación, a los futuros oficiales de la marina.

La matemática en la Armada. La Escuela de Estudios Superiores de la Armada

Quizás la forma más clara de ver cual ha sido y es el pensar de la Armada respecto a la necesidad de que algunos oficiales de la Armada estén en posesión de conocimientos matemáticos superiores sea el recordar las palabras pronunciadas por D. Casimiro Vigodet Garnica, Capitán General del Departamento Marítimo de Cádiz, en el discurso pronunciado el 1 de enero de 1857, con motivo de la inauguración del primer curso de Estudios Superiores:

«...para que algunos jóvenes oficiales de la Armada puedan recibir el complemento de la instrucción físico-matemática que siempre ha sido i será la base fundamental del complejo arte de la navegación, porque aún cuando la instrucción que hoy se da en el Colegio Naval a sus alumnos, sea suficiente por sí sola para el buen desempeño de las obligaciones del oficial en general, es sin embargo cierto que para seguir de cerca los progresos que diariamente se hacen en las ciencias auxiliares de la Marina, introducir en esta con acierto sus útiles aplicaciones i descubrir otras nuevas, se hace indispensable que entre estos oficiales haya algunos que abracen a un tiempo la práctica con la teórica completa de las ciencias en que aquella funda sus reglas».

Idea repetida numerosas veces e incluso recogida en disposiciones legales como es el caso de la exposición introductoria del decreto, de 29 de mayo de 1873, en el que se aprueba el reglamento del Observatorio:

«...Los adelantos, por otra parte de todas las ciencias hoy, y más principalmente de las físicas y astronómicas, cuyas aplicaciones inmediatas a la Marina son innumerables, hacen también necesaria la creación de escuelas especiales en que aquellos de nuestros oficiales que tengan aplicación y suficiencia reconocida puedan sin abandonar su profesión principal y eminentemente marinera, adquirir la gran suma de conocimientos teóricos y casi exclusivamente matemáticos que son hoy el idioma necesario para entrar a profundizar cualquier ciencia o aplicación... También pues, bajo este otro punto de vista, es el Observatorio, ya como Instituto el llamado a esta aplicación de conocimientos en los oficiales de nuestra Marina de guerra...».

La actual Escuela de Estudios Superiores, radicada en el Real Instituto y Observatorio de la Armada, se identifica en sus orígenes en la propia Enseñanza Naval Militar (Compañía de Guardias Marinas), y por otro lado con las prácticas de la Astronomía Náutica (Observatorios Astronómicos) lazo, este último, que estaba llamado a perpetuarse.

En la Compañía de Guardias Marinas, creada en 1717, y en las escuelas posteriormente creadas, de Ferrol y Cartagena, se impartía un curso de Estudios Mayores bajo la dirección y enseñanza de los directores de las Academias. A este curso asistían Guardias Marinas y Oficiales destacados y, una vez establecidos los observatorios, efectuaban prácticas en el anexo a cada Academia. El Director de la de Cádiz conservaba la dirección de todas.

El plan de estudios para la Academia, establecido tras la aprobación de la Ordenanza de 1748, recogía la posibilidad de que aquellos alumnos que demostrasen su capacidad podrían aplicarse al estudio de las ciencias matemáticas más abstractas y difíciles, como el álgebra y la geometría superior. Siendo este posiblemente el origen de lo que años más tarde sería conocido como Estudios Mayores de los Oficiales de Marina.

Tras unos primeros intentos de llevarlo a la práctica por Tofiño (1773) y Gastón (1783) se acepta la propuesta formulada por Tofiño, así en el prefacio del primer Almanaque Náutico y Efemérides Astronómicas se puede leer: «*La sabiduría del rey Don Carlos III quiso que se cimentara sólidamente este edificio [la Astronomía], y después de haber instituido en 1783 en las Compañías de Guardias Marinas los estudios de la Matemáticas sublimes...*». En una primera etapa quedan asignados al Observatorio de la isla de León, los oficiales: José Espinosa, Alejandro Beluzonti, Julián Ortiz Canela y José Vargas Ponce bajo la responsabilidad directa de Vicente Tofiño.

Cipriano Vimercati, director de la Academia de Guardias Marinas de Ferrol desde su fundación en 1776, consigue que le fuese aprobado, en febrero de 1788 un «plan de operaciones» para establecer un curso de astronomía en el observatorio de esta ciudad. Por la limitación instrumental que este Observatorio presentaba, una R. O de 19 de noviembre de ese mismo año traslada a los oficiales destinados en él al real Observatorio de Cádiz para realizar allí las prácticas astronómicas.

El 19 de diciembre de 1788, Mazarredo firma en Madrid una «Instrucción provisional del método de servicio y tareas de los oficiales destinados al real Observatorio de Cádiz», en la larga introducción que precede a los 26 artículos de que consta esta instrucción, Mazarredo expresó su convencimiento de que era absolutamente imprescindible el que algunos oficiales se dedicasen plenamente a la astronomía, única forma de conse-

guir que la Marina conservase la primacía nacional en lo referente a esta ciencia a los observatorios. Entre los oficiales que en 1789 estaban destinados en el observatorio, ocho de ellos aparecen destinados por tiempo indefinido: José Espinosa Tello, Cosme Churruca, José Morales, Ramón Blanco, Julián Ortiz Canelas, Sebastián Páez, Máximo de la Rivera y José Ortiz Canela.

El traslado del Observatorio a la Isla de León significa la separación en espacio y dirección de este respecto a la Academia dejando de ser un centro docente para dedicarse plenamente a la observación e investigación astronómica.

A lo largo del siglo XIX y primera mitad del actual se producen numerosos «reinicios» de los cursos en el Observatorio:

- 1807, Gabriel de Ciscar «Ideas sobre la enseñanza de los Cursos de Estudios Mayores».
- Antonio de Escaño establece, en los años de la Junta Central (1808-1810), un curso de Estudios Superiores.
- Por R. D. de 1836 se establece una cátedra de estudios superiores de matemáticas bajo la inspección directa del director del Observatorio.
- Por R.O. de 16 de septiembre de 1856 se establece un curso de estudios superiores de matemáticas puras, mecánica, física y astronomía en el Observatorio de Marina, bajo el mando de su director.
- En el año de 1871 cambia la denominación del curso por la Estudios de Ampliación de Marina.
- En 1885 se crea la Academia de Ampliación.
- En 1908 se crea la Academia de Hidrografía.

Finalmente, tras la reorganización del Instituto y Observatorio de Marina en el año 1945, se crea la actual Escuela de Estudios Superiores, que permanece hasta nuestros días.

El hecho de la existencia de una simbiosis entre el Observatorio y la Escuela le han dado a esta una singular característica. Al ser el Director de

la Escuela y los profesores de esta, el Director y los oficiales destinados en el Observatorio, las enseñanzas que se imparten en aquella están íntimamente correlacionados con los conocimientos de que se disponen en el Observatorio. Este, por su propia naturaleza, trabaja desde sus inicios, en los campos que le son propios, participando de forma directa en proyectos internacionales lo que le exige estar al corriente de las teorías, conocimientos y tendencias más actualizadas y esto, de una u otra manera, se vuelca en los alumnos de la Escuela. En ese orden de cosas conviene recordar que el Observatorio, desde sus orígenes, trabaja en Astronomía de posición y Mecánica Celeste y en la determinación de la medida del Tiempo (astronómico y físico); fruto de ello ha sido y es la participación en diversos proyectos internacionales que dan lugar a catálogos de estrellas de relevante importancia internacional y al desarrollo y elaboración, desde el año 1791, del Almanaque Náutico y Efemérides Astronómicas y al establecimiento y mantenimiento del Patrón Nacional de Tiempo base, de la Hora Legal de España; investiga y trabaja en Geofísica siendo pionera en España en diversas ramas científicas como Meteorología (su servicio meteorológico es el germen del actual Instituto Nacional de Meteorología), Magnetismo Terrestre (desde el año 1879), Sismología (1898) o Satélites artificiales (pionera, desde febrero de 1958, no solo en España sino en Europa).

Estas circunstancias han dado lugar a que la formación matemática de sus alumnos sea, en algunas ocasiones, una adelantada en España. Así el cálculo diferencial e integral se introduce en este país a través de la Escuela de Estudios Superiores y, modernamente, lo mismo ha sucedido con algunos tópicos matemáticos, como es caso del cálculo tensorial y de los espacios topológicos.

Como reconocimiento a su nivel de enseñanza la Escuela de Estudios Superiores de la Armada tiene firmados convenios con universidades como la de Cádiz y Zaragoza en el ámbito del tercer ciclo: doctorado.

Estas circunstancias han motivado que los alumnos que han pasado por esta escuela singular han recibido suficiente preparación físico-matemática como para poder finalizar estudios en universidades y escuelas técnicas nacionales y extranjeras en campos tan diversos como Electricidad, Electrónica, Energía Nuclear, Ingeniería Naval y de Telecomunicaciones y

un largo etc. Los conocimientos adquiridos le han permitido ocupar cargos técnicos de relevante importancia, ejercer labores docentes desde la autoridad de sus conocimiento y, en algunos casos, han ejercido y ocupado cargos, ajenos a la Armada, de reconocido prestigio nacional o internacional, en reconocimiento expreso a sus destacados conocimientos.

Creo que es obligado el recordar y agradecer a todos aquellos que impulsaron y defendieron esta idea científica en la Armada y a esta misma que supo mantenerla. A los profesores de la Escuela (bajo las distintas denominaciones) y a los oficiales alumnos que por ella pasaron. Todos, cada uno de ellos, desde su situación en cada momento contribuyeron a lograr una mejor Marina y, en muchos casos, a engrandecerla.

BIBLIOGRAFÍA

Para el desarrollo de esta conferencia se han consultado y utilizado los siguientes libros:

MOSTERÍN, J. 2000: *Los lógicos*.

BOLOIX, R. *El problema de la determinación de la longitud en la mar desde el tornaviaje de Colón*. Boletín ROA 6/98.

REY PASTOR, J. Y BABINI, J. 1950: *Historia de la matemática*.

COMA, J Y GONZÁLEZ, F. *La escuela de Estudios Superiores en Ciencias Físico-Matemáticas. Evolución histórica*. Boletín ROA. 11/98.

DUNCAN, D. 1999: *El calendario*. Emece Editores. Barcelona.