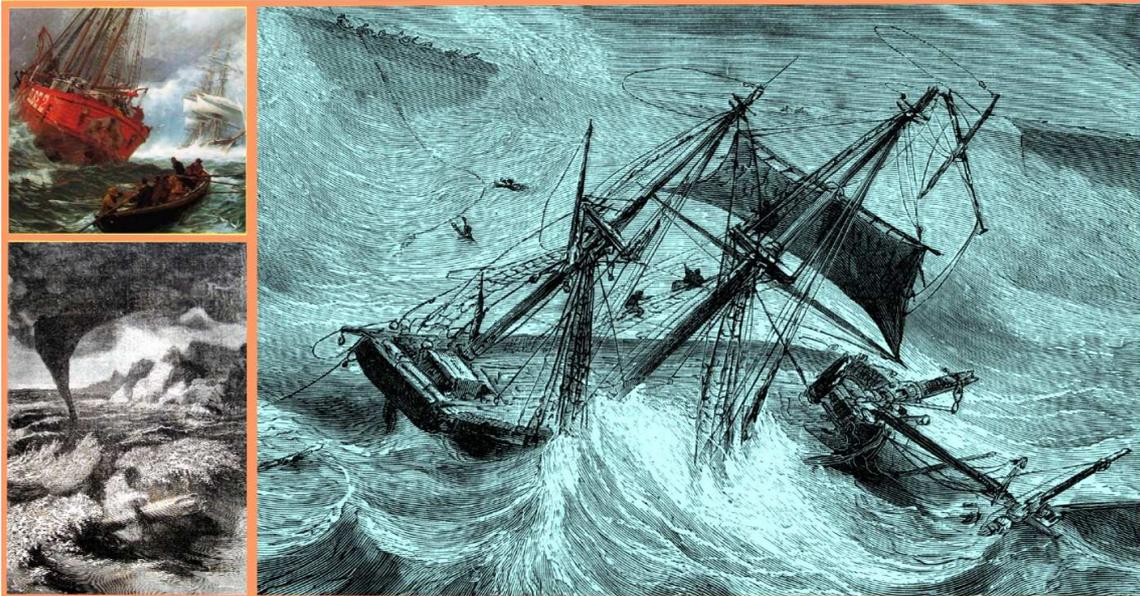


2.- ASPECTOS FÍSICOS: METEOROLOGÍA Y OCEANOGRAFÍA



La parte sólida de la tierra puede servir de soporte a los organismos, pero su medio ambiente (en el que desenvuelven sus actividades): *Está constituido por la doble envoltura fluida del planeta: la hidrosfera y la atmósfera. Ambas cubiertas están relacionadas íntimamente y de su interacción dependen la lluvia, las corrientes y la turbulencia* (R. Margalef).

Meteorológicamente hablando, la Península Ibérica se encuentra situada en los límites de transición entre las latitudes templadas (al Norte del paralelo 40° N, influidas por las masas de aire de carácter polar), y las subtropicales, al Sur de dicho paralelo. Por otro lado, desde el punto de vista hidrológico, el Golfo de Vizcaya también es área de confluencia en aguas marinas, superficiales y profundas, de muy variado origen (americano, polar, noreuropeo y del Mediterráneo), que motivan la presencia de determinadas especies propias de esas lejanas latitudes. En páginas anteriores hemos repasado algunos ejemplos de hallazgos zoológicos tempranos en fondos concretos de mar abierto que parecían demostrar, indirectamente, la existencia de unas corrientes no superficiales. Por ello, el desarrollo de aquellas investigaciones biológicas sobre los habitantes del bentos oceánico fue despertando un interés paralelo por la medición de temperaturas en las capas inferiores de la columna de agua y el estudio de las intuidas corrientes profundas. Particularmente, el estudio del intercambio de corrientes en el Estrecho de Gibraltar y la desconocida oceanografía del mar Mediterráneo fueron temas que atrajeron a buen número de naturalistas y oceanógrafos europeos que,

temporalmente, volvieron a considerar secundario el estudio del Golfo de Vizcaya.

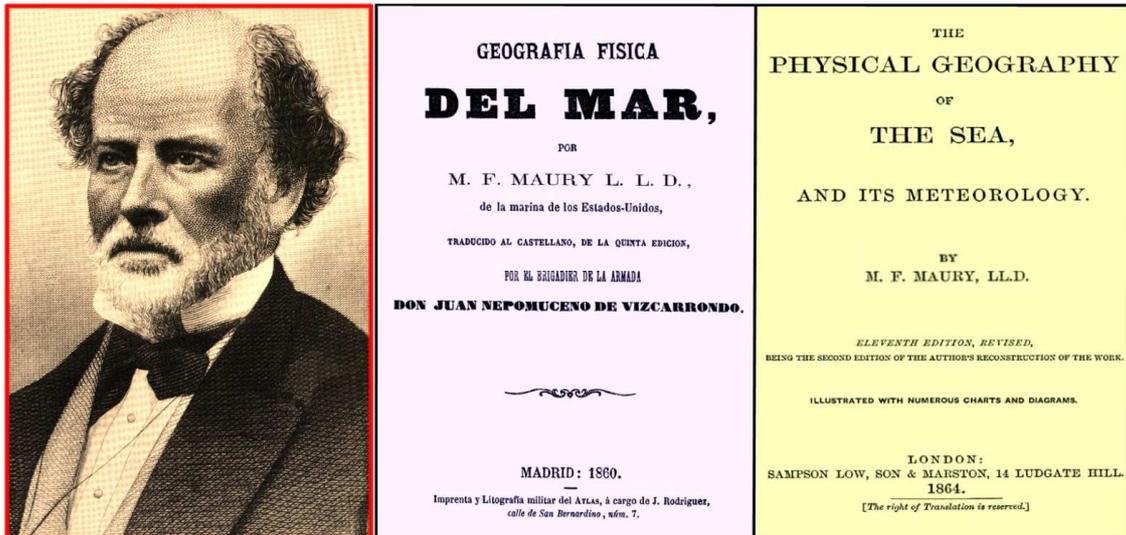
Durante el siglo XIX, en los variados Atlas geográficos que se publicaron se iban presentando (y actualizando en sucesivas ediciones mejoradas) los nuevos resultados científicos, abarcando desde las más altas cumbres conocidas, hasta los estratos geológicos profundos y el interior de la Tierra; así como las corrientes superficiales globales (atmosféricas y oceánicas). Por ello, podemos concluir que a mediados del siglo el océano continuaba sin desvelar sus secretos a los científicos, mas allá de la fina capa superficial donde confluían vientos y corrientes que estaban insuficientemente descritos gráficamente.

2.1.- LOS ‘OCEÁNOS’ DE AIRE Y DE AGUA: EL VIENTO Y LAS CORRIENTES MARINAS SUPERFICIALES.

En nuestros días está plenamente aceptada la teoría de la circulación termohalina en el Atlántico N, según la cual las cálidas aguas superficiales que llegan a Europa se enfrían en la región polar, hundiéndose al aumentar su densidad y formando aguas profundas que se propagan hacia el Sur. Siglos después acaban aflorando a la superficie, se calientan en las regiones ecuatoriales y vuelven a ser transportadas hacia los polos por la circulación general oceánica.

Asombra comprobar cómo a finales del siglo XVII se habían publicado las primeras cartas de corrientes oceánicas, confeccionadas por E. W. Happel (1675) y A. Kircher (1678). Otro pionero del estudio comparado de vientos oceánicos y corrientes marinas fue J. Rennell (1742-1830), quién recogió y correlacionó una voluminosa documentación de fuentes muy dispersas. Su hija publicó su obra póstuma (*An investigation of the currents of the Atlantic Ocean*, 1832), basada en 50 años de una cuidadosa recopilación de datos sobre los movimientos del agua superficial atlántica, donde se describe la probable corriente general en el Golfo de Vizcaya: *Fluye desde el sector sur hacia el N, siguiendo la costa de Francia, y finaliza volviendo hacia atrás en dirección Oeste.*

Desde mediados del siglo XIX se llevaron a cabo variadas iniciativas internacionales que resultaron decisivas para el nacimiento de diferentes campos científicos marinos. Una de las más importantes, para las nacientes oceanografía física y meteorología marina, fue la aplicación de las ideas y métodos de la Geografía Física Global de Humboldt al océano. Meritoria tarea llevada a cabo por M. F. Maury (1806-1873) desde su primera edición de la *Geografía Física del Mar* (1855), obra que tuvo una gran influencia internacional y fue traducida a seis idiomas europeos. En la 8ª edición (1861) alargó el título para incluir *Y su Meteorología*, e introdujo capítulos nuevos, como el titulado *Los dos océanos: de aire (invisible) y de agua (visible)*, que equivalen a la citada *doble envoltura fluida* del profesor Margalef. Por ello, Maury está considerado como el iniciador del estudio oceanográfico a escala global, al considerar al mar, y su relación con la atmósfera, como un todo dinámico. Aunque para el Mediterráneo se contaba con un texto contemporáneo del almirante W. H. Smyth (*The Mediterranean: a Memoir, Physical, Historical and Nautical*, 1854), el planteamiento científico del mismo era muy diferente.



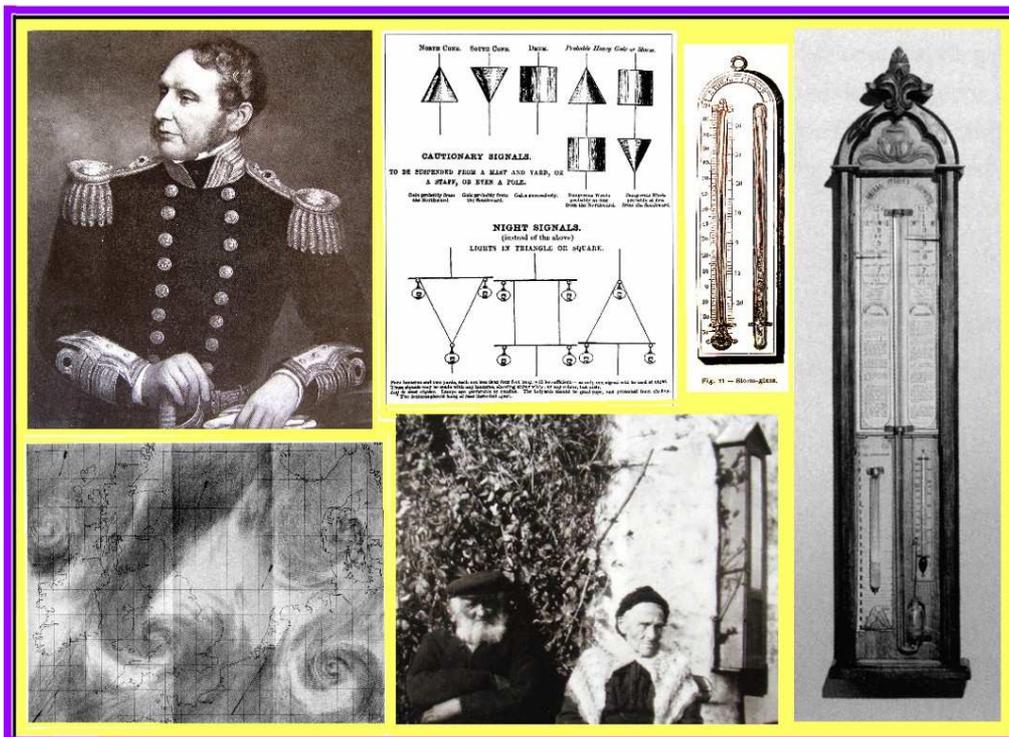
Maury (a la izquierda en la figura superior) había pensado años antes que, con la colaboración internacional (realizando anotaciones rigurosas en los diarios de navegación de los buques), podía llegarse a un detallado conocimiento científico de los vientos y de las corrientes oceánicas, que mejoraría considerablemente la navegación mundial. Para sus primeras cartas marítimas empleó información de los diarios de navegación depositados en el Observatorio Naval americano y después consiguió recibir gran cantidad de datos de navegantes de diferentes países. Compuso un elevado número de Cartas marinas sobre *Vientos y Corrientes* oceánicas entre 1847-53: del Atlántico, Pacífico, Índico y a escala del Globo (1852), ésta con información de buques balleneros que se ampliaría al año siguiente, como veremos más adelante. Destacamos sus Cartas independientes para el Pacífico N (1849-52), con indicación de dirección e intensidad de las corrientes; y las del Atlántico N y S (1852-53), ambas con la representación de las líneas de igual temperatura (isotermas) superficial. Toda esa información gráfica se complementaba sucesivamente con textos explicativos (los *Sailing Directions*, 1851-59). Por esa vía de investigación nacional (entrevistas a marineros norteamericanos y examen de sus Diarios de navegación) y la gran cantidad de información recopilada internacionalmente, los EEUU obtuvieron –y divulgaron– una valiosa información que pudo completarse con la realización en esa época de expediciones navales mixtas de carácter militar, comercial y científico al Japón y al Pacífico Norte (1852-56).

Esa nueva ciencia marina embrionaria desarrollada por Maury acabó separándose con el tiempo en dos especialidades independientes: la Oceanografía Física y la Meteorología Marítima; completándose con el estudio de las profundidades (batimetría) y de la naturaleza de los fondos. Por otro lado, también se desarrolló la comparación de las variables físicas (datos meteorológicos y oceanográficos) con las observaciones sobre la distribución geográfica de determinadas especies vegetales y animales, útiles como *organismos indicadores*. Particularmente, durante los últimos años de vida de Humboldt, en el medio marino fueron muy importantes las aportaciones de otros naturalistas como Forbes y Darwin (entre 1854-59), con los que adquirió gran interés el estudio de la fauna de invertebrados de las aguas profundas, y los aspectos biológicos y ecológicos comenzaron a integrarse en una embrionaria Oceanografía Biológica (que pudo demostrar sorprendentes intercambios faunísticos en los fondos por acción de corrientes profundas, procedentes de áreas lejanas). En efecto, mientras era prácticamente unánime la creencia de que el viento era la única causa de las corrientes

oceánicas, Carpenter acabaría proponiendo otra, antes del viaje del *Challenger* (1872-76), reviviendo la idea de que debía existir una circulación interna basada en diferencias de densidad en el agua. Esa era la única explicación que encontraba al hecho de que, con sus mejorados termómetros de profundidad, había medido temperaturas oceánicas tan frías, incluso en los trópicos, que esas aguas profundas debían proceder de las regiones polares.

Otro investigador interesado en las corrientes oceánicas fue W. L. Jordan, que propuso la hipótesis de que éstas estaban causadas por conflicto entre las fuerzas de las gravitaciones terrestre y astral. Cuando regresó la expedición del *Challenger* quiso revisar los registros con los datos de temperatura en la columna de agua. Tras comparar varios informes hidrográficos con los resultados oficiales opinaba que, para las temperaturas profundas, las cifras originales habían sido falsificadas en una de las ediciones.

En España, durante los primeros diez años del *Boletín de la Real Sociedad Geográfica* de Madrid, se publicaron gran número de artículos sobre la Geografía Física (1876-86), coincidiendo con la activa labor desarrollada esos años por socios naturalistas de la talla de F. Botella, J. Macpherson, J. Vilanova y S. Calderón. En el primer número de la revista se incluyó un mapa a color, delineado por M. Ferreiro, sobre *Las profundidades del océano Atlántico* (1876), en el que señalaba las principales profundidades encontradas en la recién finalizada campaña del *Challenger*. Resultados generales de esa expedición fueron expuestos en una conferencia sobre oceanografía (*Geografía Física del Mar*) que impartió F. P. Arrillaga (1878) en la misma Sociedad, y de la que publicó un resumen de una veintena de páginas en su *Boletín*. Extensión similar tuvo otro interesante artículo de Macpherson (1877): *Noticias sobre las exploraciones del Challenger en las cercanías de los territorios pertenecientes a España*.



El vicealmirante inglés Robert Fitzroy (arriba a la izquierda) fue uno de los primeros impulsores de las observaciones meteorológicas marítimas y el uso de instrumentos meteorológicos a bordo.

En los años 60, diferentes Marinas europeas y sociedades meteorológicas llevaron a cabo diversas investigaciones independientes sobre la temperatura de las aguas superficiales. Como las experiencias iniciadas por la Sociedad Meteorológica Escocesa, que comenzó a realizar mediciones de la temperatura del mar, para comprobar si ésta tenía alguna influencia en el clima. Un hallazgo temprano fue el de un valor de temperatura inesperadamente elevado a la altura de la costa O de Escocia, circunstancia que se atribuyó, correctamente, al agua cálida de la corriente del Golfo. El entonces presidente de la Sociedad, el marqués de Tweedsdale, había sugerido que podía existir una correlación entre la temperatura y la ausencia o abundancia de los peces. Durante el verano de 1863 la *Real Comisión en Pesquerías Marítimas* observó en la costa oriental que las capturas máximas de arenque se iban desplazando hacia el Sur. En 1868 también la Marina holandesa realizó abundantes mediciones *in situ* de la temperatura del mar al sur del Cabo de Buena Esperanza y tras la elaboración de los resultados propusieron la hipótesis de la existencia de dos corrientes de direcciones opuestas.

En las décadas siguientes una parte del interés investigador europeo se desplazó hacia las aguas atlánticas más meridionales de las islas de Madeira y Azores, pues varios oceanógrafos consideraban que con su estudio podrían conocerse mejor las causas de la gran variabilidad física del Atlántico N europeo. Uno de los primeros equipos de investigación fue el liderado por el profesor W. Thomson, interesado en el estudio del fenómeno de las mareas estacionarias en el Canal de la Mancha y Mar del Norte; y reconocieron la necesidad de estudiar la situación y variabilidad mareográfica en aquellas islas portuguesas (1880).

Años después, el príncipe Alberto de Mónaco y el profesor Pouchet, del Museo de París, decidieron estudiar las corrientes del Atlántico oriental, y llevaron a cabo una campaña oceanográfica con el yate *Hirondelle* en la zona de las islas Azores. En julio de 1885 liberaron en aquellas aguas más de 250 flotadores con una tarjeta en su interior, consiguiendo recuperar, en septiembre y octubre, un número muy reducido de éstos (el 1,2 %) al SE del archipiélago¹. En la cuarta prospección con ese buque (1886-87) se procedió al dragado de los grandes fondos de las Azores, empleándose aparatos novedosos como dragas perfeccionadas de gran tamaño y nasas abisales, provistas de iluminación eléctrica, que se bajaban con una robusta grúa dotada de más de 4.000 metros de cable de acero. Estos trabajos se consideraban continuadores de los llevados a cabo por las prospecciones francesas anteriores de los buques *Talisman* y *Travaillier*.

En el decenio siguiente, Alberto I descubre un nuevo y prometedor banco de pesca (caladero *Princesse Alice*) al sur del mismo archipiélago y propone al rey Carlos I de Portugal la realización de una serie de prospecciones oceanográficas anuales, que se iniciaron con el yate real portugués *Amelia* (1896-99). En esos años Thoulet publicó un breve artículo sobre la circulación en el mar abierto del Golfo de Gascuña², y comenzaron las investigaciones pioneras alemanas para conocer la circulación en el Atlántico Sur (1898-1911), en las que participaron G. Schott, E. von Drygalski, W. Filchner y W. Brennecke.

¹ Los flotadores liberados eran de tres tipos (botellas, esferas de cuero y barriles de madera) y estaban lastrados convenientemente para quedar sumergidos en la capa subsuperficial y evitar así la acción de los vientos. Las tarjetas incluidas en su interior estaban numeradas y contenían un *Aviso* en francés indicando que se habían lanzado para el estudio de las corrientes marinas y una frase explicativa, traducida a 10 idiomas (incluyendo el árabe), que en la versión española se podía leer: *Se ruega a quienes encuentren este papel, que lo remitan a la Autoridad Marítima de su país para que sea transmitido al Gobierno Francés*. Véase G.T. (1885): *L'Etude des courants de l'Atlantique*. En: *La Nature*, 653: 13-14. Artículo que concluye reconociendo la posibilidad de que pueda existir una corriente que, desde el sur, fluya hacia el N del Atlántico y que ésta pueda influir en el clima del área de la Bretaña.

² Thoulet (1898): *Circulación oceánica del Golfo de Gascuña*. En: *Comptes-Academie*: 293-295.

[Nota: La compleja circulación de las masas de agua profundas en las latitudes medias del Atlántico NE ha sido descrita recientemente por el oceanógrafo belga H. M. van Aken (2000)³].

No queremos olvidar la gran labor desarrollada por la Dirección de Hidrografía de la Armada (DHA) para el avance en los conocimientos de meteorología marítima y oceanografía en la España decimonónica. Resultó decisiva la gran labor editorial desplegada, tanto en sus monografías técnicas, como en las publicaciones periódicas. Entre éstas, sorprende la ingente cantidad de información de interés sobre esos temas contenida en los 35 volúmenes de sus *Anuarios y Anales* (1863-97). Con los trabajos de brillantes hidrógrafos militares como el menorquín Pedro Riudavets Tudury (1804-1891), en cuyas obras ocupan un lugar destacado las corrientes marinas. Autor de un *Derrotero de la Costa Septentrional de España*, desde La Coruña al río Bidasoa (1861); y de dos *Estudios sobre los vientos, corrientes y mareas*, relativos al Golfo de Cádiz (1867) y Mediterráneo occidental (1868).

Con respecto a las monografías técnicas de la DHA sobre meteorología marítima, oceanografía e hidrografía náutica, estaban escritas por autores españoles o eran traducciones de obras extranjeras, generalmente enriquecidas con adiciones de los técnicos nacionales. En una parte de esos estudios monográficos se divulgaron los avances experimentados en el extranjero en todos esos campos científicos, como unas *Reglas prácticas para zafarse de un huracán, deducidas de la teoría de rotación de Reid* (1848), las características del extracto meteorológico diario acordado en la Conferencia de Bruselas (1863), las profundidades y temperaturas de los océanos resultantes de la expedición alemana con la *Gazelle* (1877), las *Pilot-Charts norteamericanas* (1894), manuales franceses sobre meteorología predictiva en los años ochenta (de H. Vignot, 1880; L. Teisserenc, 1888; G. Guilbert, 1889), etc.

De las dos últimas décadas del siglo sobresalen, entre las copiosas publicaciones de aquella DHA, la *Cartilla meteorológica para marineros y pescadores* de R. de Silva Ferro (1879), los tratados de A. Terry y V. Suanzes sobre *Meteorología náutica y oceanografía* (1899 y 1891); y otras obras, de variada temática, generalmente anónimas: *La Geografía física del mar* (1880 y 1890), *De la circulación general atmosférica en la superficie de los océanos* (1885), *Origen de los fenómenos de la coloración del agua del mar y de los lagos* (1888), *Sobre el nivel medio del mar y la superficie general de comparación de las alturas* (1889), y *Los vientos y las corrientes del mar* (1896).

2.2.- LA METEOROLOGÍA MARÍTIMA

También impulsó Maury la organización de la I Conferencia Meteorológica Internacional (Bruselas, agosto 1853) para intentar el avance de la meteorología marítima, y consiguió que parte de su plan metodológico fuera adoptado, aunque su participación personal se interrumpió temporalmente con el estallido de la guerra civil americana. Esa Conferencia fue la precursora de la cooperación y coordinación internacionales en meteorología y oceanografía. Estuvo presidida por el científico belga Adolphe Quetelet, y se reunieron representantes de 10 países: Estados Unidos, Rusia, los ribereños del Mar del Norte –excepto Alemania– (Noruega, Suecia, Dinamarca, Bélgica, Holanda e Inglaterra), Francia y Portugal. Adoptaron un formato estándar para los libros de registros meteorológicos en los barcos y un conjunto de instrucciones técnicas para las observaciones necesarias. España se comprometió a colaborar en un ilusionante proyecto, cuyos resultados científicos esperados, según Humboldt, serían suficientes para inaugurar una nueva especialidad científica, que él denominó *Geografía Física del Mar* (Maury empleó el termino después, desde 1854).

Hemos comentado que la versión del libro de Maury de 1861 (la 8ª edición) incluyó

³ H. M. van Aken (2000). *Deep-Sea Research*, I, 47: 757-788.

más información meteorológica. Añadió el capítulo *El mar y la atmósfera* y el ya comentado sobre *Los dos océanos de aire (invisible) y de agua (visible)*. La mayor oposición unánime del mundo científico a su libro fue su esquema de circulación atmosférica representado gráficamente en su figura 1, aunque sus críticos contemporáneos fueron incapaces de presentar un sistema de circulación general alternativo. Recibió la crítica más dura de su carrera del marino militar francés S. Bourgois (1863).

Veinte años después de aquella Conferencia de Bruselas, se convocó el I Congreso Meteorológico Internacional en Viena (1873)⁴, que consiguió duplicar el número de países participantes, con representantes de 20 naciones. Se adoptaron métodos para calibrar aparatos e instrumentos, y estandarizar la metodología a emplear en todos los países con miras a la integración de los resultados globales: se fijó el horario de las observaciones y se acordó la estructura de todos los registros meteorológicos. La evolución en esa época fue notable tras aportaciones particulares de investigadores como Buys Ballot, meteorólogo de los Países Bajos que, al estudiar la relación existente entre el viento y la presión atmosférica (1860), impulsó a diferentes países europeos a que constituyeran servicios meteorológicos y elaboraran cartas de ambas variables para el Atlántico N. Hay que tener en cuenta que, en esa primera época, la información meteorológica que aparecía en las publicaciones diarias y revistas no especializadas, se reducía generalmente a una tabla con los valores observados. Pues los medios técnicos disponibles no permitían, con la suficiente exactitud y rapidez, preparar un documento meteorológico gráfico para publicarlo diariamente. Hasta 1875-76 no aparecieron los primeros mapas atmosféricos en la prensa diaria inglesa y francesa, reproduciendo la carta meteorológica europea elaborada por el Observatorio de París (contenía las isobaras y las observaciones del viento y de la temperatura). Este mismo Observatorio publicó durante una decena de años alrededor de 600 cartas meteorológicas de gran amplitud geográfica, aunque acabó interrumpiéndose ese servicio. Con el nuevo impulso del citado Congreso de Viena y la reorganización del estudio climatológico que ocasionó, se produjeron avances importantes de la mano de militares en Francia (se publicaron seis cartas climatológicas trimestrales entre 1874 y 1880) y en Dinamarca, donde se renovaron las Cartas Meteorológicas y de Vientos, confeccionando cartas sinópticas con información de diferentes países europeos (incluyendo las observaciones danesas en Islandia e islas Feroë).

En diferentes contextos internacionales de la época se propició la realización de campañas oceanográficas donde se recopilaron gran cantidad de datos meteorológicos de áreas oceánicas muy distantes, como las dirigidas al estudio del Tránsito de Venus (1874-75), que contó con una importante expedición oceanográfica alemana de apoyo con el buque *Gazelle*. Particularmente, los esfuerzos de Alemania se iniciaron con el nombramiento de G. von Neumayer (1826-1909) como director del Instituto Imperial de Investigación Marina, que contaba con una sección Hidrográfica editora de una destacada publicación científica de carácter periódico (*Anales de Hidrografía y Meteorología Marítima*). En ésta fueron publicándose los datos obtenidos durante la citada expedición oceanográfica del buque *Gazelle* (1874-76), y precedieron a los cinco

⁴ Durante ese I Congreso se constituyó un *Comité Permanente* que se reunió sucesivamente en Utrecht (1874, 1878) y Londres (1876). En el II Congreso Internacional de Meteorólogos (Roma, 1879), es cuando el citado Comité se transforma en Comité Meteorológico Internacional, reuniéndose seguidamente, durante ese siglo, en Berna (1880), Copenhague (1882), París (1885), Zurich (1888), Upsala (1894) y San Petersburgo (1899). Por otro lado, también se celebraron durante ese periodo otras importantes reuniones meteorológicas de carácter privado en Munich (1891) y París (1896), y se constituyeron Comisiones internacionales específicas para el magnetismo terrestre, la aerostación científica, radiación, telegrafía meteorológica, física solar, meteorología marítima y señales de temporal (Viena, 1873; Londres, 1874...), para la aplicación de la meteorología a la agricultura, etc.

volúmenes detallados posteriores con los resultados globales de la misma (1889-90), conteniendo el último los detallados registros meteorológicos del periplo.

Hemos comentado como la Dirección de Hidrografía española había publicado, al año siguiente del retorno de la expedición alemana, un texto sobre las profundidades y temperaturas oceánicas registradas durante aquella expedición alemana con el buque *Gazelle* (1877).

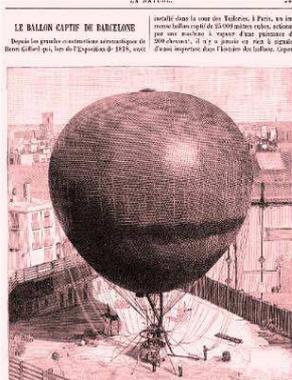
Nuevos avances internacionales se produjeron en la década de los ochenta. Alemania inauguró una temprana estación meteorológica polar, en el contexto de la Investigación Polar Internacional (1882-83), mientras que oficiales de la Marina chilena investigaban en la Patagonia austral. En EEUU, cuyo servicio meteorológico dependía del ministerio de la Guerra, se elaboraba en 1881 un Boletín internacional diario, confeccionado con todos los datos enviados por 18 países (de España recibían los datos de Madrid y San Fernando, Cádiz). En ese mismo año el Observatorio Astronómico de París publicaba otro *Boletín Internacional* integrando los datos propios y los recibidos (dos telegramas diarios) de otros 15 países, entre los que se encontraban la información remitida por 12 estaciones meteorológicas españolas.

Durante la última década se publicaron en España un breve folleto de A. Armicis sobre *La circulación atmosférica* (1895), que incluía la novedosa teoría de Hemholtz, y el extenso libro sobre '*Meteorología Náutica y Oceanografía*' (1899) firmado por A. Terry y V. Suanzes.

2.2.1.-LA SITUACIÓN ESPAÑOLA

Después de reconocerse la utilidad de la meteorología para la navegación y la agricultura, el Observatorio Astronómico de Madrid asumió inicialmente su dirección técnica (1855) y se transformó en Centro astronómico y meteorológico. Comenzó en 1860 la publicación de los datos atmosféricos y en 1867 recibía información diaria de unas 70 estaciones meteorológicas de observación. Más adelante se construyó otro gran edificio al norte del anterior, donde en 1891: *La meteorología ocupa en él principalísima parte y atención*. En 1854 habían realizado los primeros trabajos de catalogación y comparación bajo las directrices del catedrático universitario de Física M. Rico Sinobas, empezando al año siguiente (1855) a reunirse los resúmenes de las observaciones en institutos de Bachillerato y universidades de varias provincias. De los antiguos *Anuarios del Observatorio* se pasó a dos publicaciones independientes de *Observaciones Meteorológicas*, una de las cuales con datos provenientes de 56 estaciones.

Las Estaciones Meteorológicas de la Coruña y Tarifa, existentes en 1865, se habían planteado *a instancias reiteradísimas del director del Observatorio de París*. Para el estudio de la meteorología del Mediterráneo se disponía de la Estación de Mallorca y el Observatorio Astronómico de la Marina (San Fernando, Cádiz) era el encargado de coordinar las estaciones establecidas en las Capitanías de puerto para la predicción de temporales marítimos. El buen estado de la meteorología española se puso de manifiesto en un capítulo que el Anuario del Real Observatorio de Bruselas dedicó a nuestro país en 1868 (Ed. Mailly: *L'Espagne scientifique*).



Biot et Gay Lussac exécutant des expériences à l'altitude de 4300 mètres. — 29 septembre 1877.

Le ballon captif de Barletto. — la fête nocturne de Barletto. (D'après un photograph.)

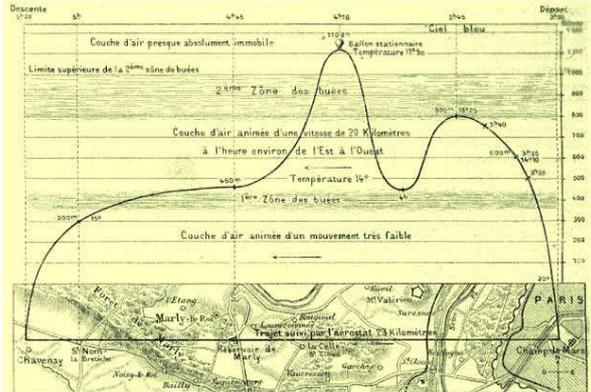


Diagramme de l'ascension aérostatique du 29 septembre 1877. De l'avenue de Suffren (Paris) à Chavenay (Seine-et-Oise).

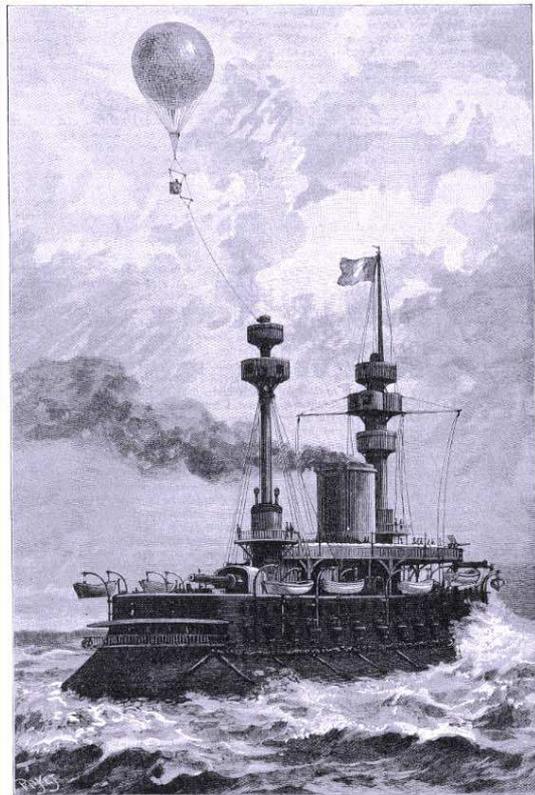


Fig. 5. — Expérience d'aérotation captiva exécutée à bord du navire-croiseur français le Formidable.

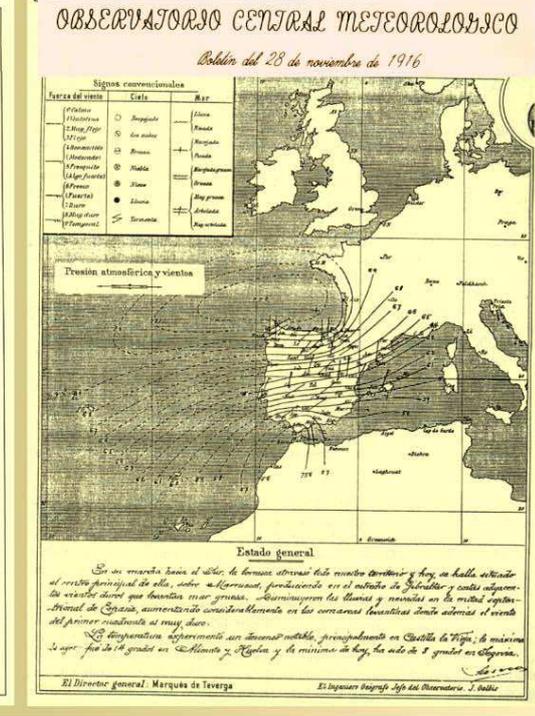
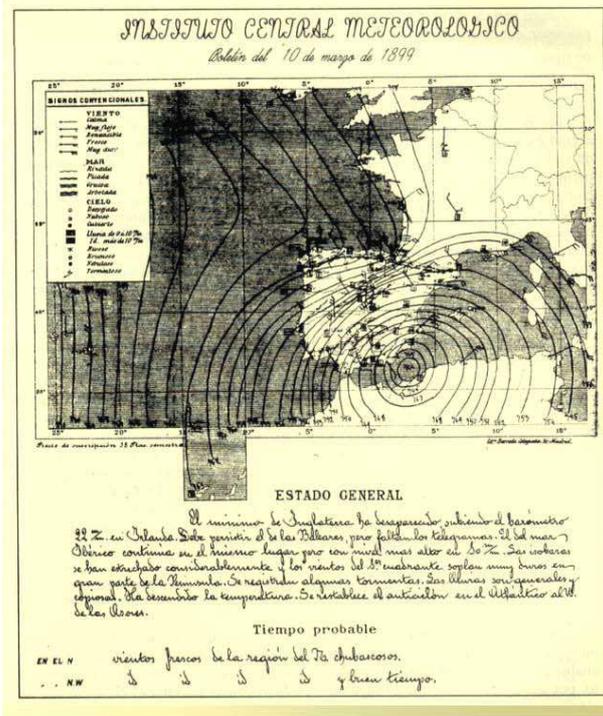


Lámina 13 de la obra original: Orígenes y desarrollo de la Meteorología marítima. Ascensiones aerostáticas francesas de Biot y Gay Lussac a 4.000 m (1804) y de 1877. Su aplicación en la Marina militar. Partes meteorológicas oficiales españolas de 1899 y 1916.

Los primeros datos continuados sobre la meteorología del Cantábrico se recogieron en las ciudades gallegas de Santiago de Compostela (1858-1913) y La Coruña (1866-1913), y en Guipúzcoa desde 1867. Los datos meteorológicos de esa última provincia se obtuvieron por Paulino Caballero, el catedrático de física del Instituto de bachillerato, inicialmente en Vergara (1867-73) y con posterioridad en San Sebastián (1878-90), donde continuaría su labor José de la Peña (1891-1900).

En 1858 publicó la Dirección de Hidrografía de la Armada una descripción de las corrientes del Océano Atlántico septentrional, incluida como apéndice en el *Derrotero de las islas Antillas*, junto con una *Memoria descriptiva de las rocas, bajos y vigías del mismo Océano, que se han descubierto hasta el día*. Con la versión española del libro de Maury, editada sólo cinco años después (1860)⁵, ese tratado logró aquí una importante difusión entre los marinos, científicos y público en general⁶. Principalmente sus Mapas de Vientos y de Corrientes superficiales, así como los datos sobre ballenas, resultaron de gran interés. También en ese año se publicó la importante obra de J. M^a Tuero Madrid (1860): *Tratado elemental aplicado a la náutica de los huracanes: precedido de una introducción sobre vientos en general, corrientes de los mares y otras partes*, con 18 láminas. Traduciéndose al español en esa época (1862-69), por la Dirección de Hidrografía, otras obras sobre vientos y corrientes marinas de A. B. Becher, P. P. King y R. Fitzroy.

[Nota: en un capítulo anterior hemos repasado las obras más importantes publicadas por esa Dirección de Hidrografía en el siglo XIX, sobre Meteorología y Oceanografía].

EL SERVICIO METEOROLOGICO COSTERO

Una temprana Real Orden de 1833 obligaba a que todos los buques de la Armada española de más de doce cañones llevaran termómetro y barómetro calibrados. En la citada conferencia internacional de Bruselas (1853), los marinos concretaron varias iniciativas para mejorar las observaciones meteorológicas costeras y marítimas, aunque tardarían en ser adoptadas por los observatorios del interior y los buques de guerra. Así, cuatro años después (1857) se ponía de manifiesto la escasez de colecciones de instrumentos para que nuestros buques pudieran realizar esas mediciones meteorológicas. Aunque, desde 1859, acabarían siendo los instrumentos geodésicos los que se consideraron más prioritarios para las comisiones hidrográficas, varios años después se compraron 40 colecciones de instrumentos meteorológicos para su reparto en los buques y dependencias de la Marina española. Finalmente, a propuesta del director del Observatorio de San Fernando, se aprobó un nuevo modelo de cuaderno de bitácora, que reiteraba la necesidad de recopilación de las mediciones de los barómetros y termómetros en las comisiones científicas (1868). Incluían barómetro-termómetro marino, termómetro para la temperatura del agua superficial (con caja de cobre), termómetro de máxima y mínima para las temperaturas a diversas profundidades (dentro de un tubo de cobre con válvulas) e *hidrómetro* para determinar el peso específico del agua de mar.

⁵ *Geografía física del mar* (1860), por M. F. Maury. Traducido de la 5ª edición por Juan Nepomuceno de Vizcarrondo. Madrid. 317 p., 12 láminas.

⁶ Buen divulgador fue el ingeniero de minas Lino Peñuelas Fornesa (1871): “*El aire y el agua. Apuntes sobre la historia de estos cuerpos*”. 157 pp. Escribe sobre el mar: profundidades, color, temperatura, salinidad, corrientes, etc. Divulga en varios capítulos las hipótesis y teorías de Maury de carácter oceanográfico.

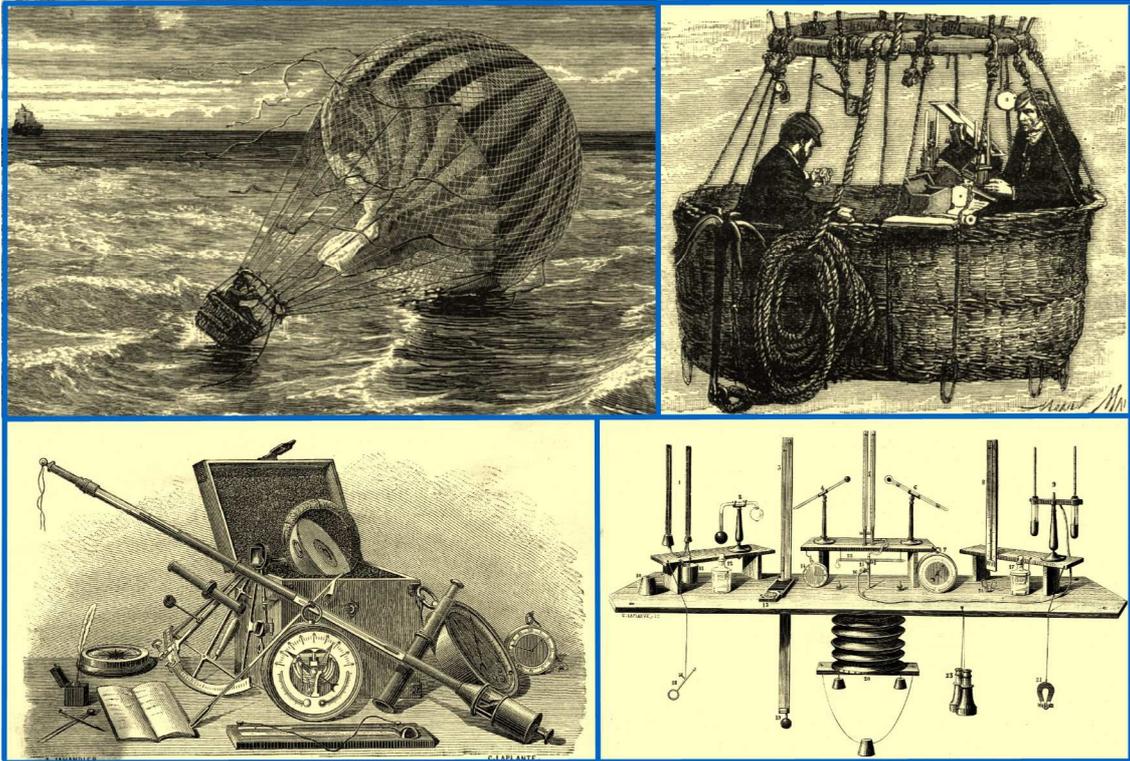
Meses después de aquel Congreso de Viena los marinos volvieron a tomar la iniciativa y convocaron la Conferencia internacional de Meteorología Marítima (1874, Londres), que contó con la participación española del Observatorio de San Fernando. Por los esperados beneficios para la navegación y el comercio, la mayoría de los países industrializados decidieron crear centros específicos dirigidos a la investigación de la meteorología marítima. En el posterior congreso de Roma (1879) se planteó la creación de un Instituto Meteorológico Internacional y, en la sección de *Telegrafía y Meteorología Marítima y Agrícola*, se aprobó el sistema de intercambio internacional de datos, con apoyo al *Boletín Meteorológico* centralizado por el general Myer (EEUU), que recogía datos de más de 550 lugares del mundo. En ese mismo año se divulgó en España el “Proyecto de exploración científica de las regiones polares (en la publicación catalana *Crónica Científica, Revista internacional de Ciencias*).

El arranque del Servicio español de Meteorología Marítima se inició tras un informe del director del Observatorio de San Fernando (1875), al que siguió, en los dos años siguientes, la promulgación de las necesarias Reales Órdenes para su creación. Para la recogida de los datos españoles se establecería una red de estaciones en el litoral (meteorología costera) y, para el estudio de la meteorología en mar abierto, los capitanes de los buques militares (obligados⁷) y mercantes (voluntarios) consignarían sus registros en un diario meteorológico como el estipulado en Londres. Tras aprobarse el proyecto (1877) se establecieron numerosas estaciones (12 de 2º orden y 16 de 3º) y, en 1880 se aprobó, igualmente, el correspondiente Reglamento del Centro Meteorológico. Se iniciaba la transmisión del telegrama diario (1884), con el resumen de estado atmosférico y una predicción del tiempo, y se comenzó la publicación diaria de un Boletín meteorológico con un mapa. Años después no se mantenían adecuadamente los instrumentos en algunas estaciones costeras, y el Observatorio de Madrid enviaba a los puertos sus propios telegramas meteorológicos. Con la creación del Instituto Central Meteorológico (1887), éste se hizo cargo del servicio nacional, y el Observatorio de San Fernando mantuvo un servicio interno para la Marina (recibía los telegramas de las capitanías de puerto antes de las 14 horas y enviaba posteriormente un telegrama con la predicción para el día siguiente).

Fueron creciendo las publicaciones técnicas con la edición de Anuarios meteorológicos, Boletines mensuales y Resúmenes diarios, divulgándose éstos en la *Gaceta de Madrid*, que insertaba un cuadro resumen con los telegramas internacionales y españoles recibidos el día anterior.

Por otro lado, se creó en España el servicio de Aerostación militar (1887), una vez demostrada la utilidad de los globos en las guerras modernas, y algunos países la adoptaron a su Marina de guerra. Aunque alcanzó gran impulso la aerostación militar española a principios del siglo XX, los globos y dirigibles acabaron perdiendo su importancia con el perfeccionamiento de la aviación.

⁷ Colaborarían con el registro de datos meteorológicos sinópticos dirigido desde EEUU por el nombrado general Myer. Se registrarían los datos en unos diarios y boletines meteorológicos, a las 0: 00 y 18 horas. Se remitirían quincenalmente al Observatorio de San Fernando, para su estudio y de allí enviarían una copia a EEUU.



Numerosas observaciones meteorológicas realizadas desde globos y aerostatos se llevaron a cabo entre la última década del siglo XIX y las dos primeras del XX.

A nivel internacional, queremos destacar los trabajos del padre jesuita español Benito Viñes, quien elaboró en 1875 la primera predicción de huracanes en el Caribe, que tuvo una amplia repercusión para la navegación por aquellos mares. También inventó dos aparatos (el ciclonefoscio y el ciclonefoscio), que resultaron premiados al año siguiente en la Exposición Universal de Filadelfia y se convirtieron en imprescindibles para los navegantes por ese área. Sus obras técnicas fueron traducidas al francés y al inglés, publicándose finalmente un tratado sobre sus *Investigaciones relativas a la circulación y traslación ciclónica de los huracanes de las Antillas* (1895).