

# BIOGRAFÍA CIENTÍFICA DEL FÍSICO Y METEORÓLOGO ESPAÑOL MARIANO DOPORTO (1902-1964)<sup>1</sup>

**Aitor Anduaga**

Grupo de Historia de la Ciencia. Universidad del País Vasco

Palabras clave: Mariano Doporto, Física, Meteorología, España, siglo XX.

The scientific biography of the Spanish physicist and meteorologist Mariano Doporto Marchori (1902-1964)

*Summary: The life and work of the Spanish physicist and meteorologist Mariano Doporto Marchori have hardly studied even if his works are very interesting. The most important and outstanding facts and articles about his scientific life are specified in this work. It has been proposed to emphasize his role in the Spanish meteorology as the director of the Meteorological Observatory of Igueldo, located in San Sebastian and the contribution to the World Meteorology during his exile as being the director of the Irish Meteorological Service. In this last phase turned out in Ireland (1939-1964) he run into a good reputation between the international meteorologists thanks to the publication of the articles and the participation at lots of seminars of the World Meteorological Organization.*

Key words: *Mariano Doporto, Physics, Meteorology, Spain, Twentieth century.*

## 1. Introducción

La meteorología española experimentó un notorio avance en el primer tercio del siglo XX. Los avances tecnológicos aplicados a la meteorología surgidos tras la Iª Guerra Mundial, el establecimiento de nuevos observatorios meteorológicos a través de la geografía española y el trabajo emprendido por la segunda hornada de meteorólogos formados a partir de la Real Orden de 1920 contribuyeron en gran medida a ese desarrollo. Entre los nuevos mete-

<sup>1</sup> Los datos biográficos de M. Doporto se han obtenido de los siguientes documentos: expediente personal del meteorólogo M. Doporto cedido por el Instituto Nacional de Meteorología; expediente personal de M. Doporto, sección Educación y Ciencia, Archivo General de la Administración (AGA), legajo 7079 y el expediente Doporto Marchori, Mariano, Sección de Universidades, Facultad de Ciencias, Archivo Histórico Nacional, legajo 5495-12.

orólogos, dos destacaron con luz propia sobre el resto, debido a la importancia de sus trabajos publicados: Mariano Doporto Marchori y Arturo Duperier Vallesa. Sus vidas coincidieron en muchos aspectos: ambos pertenecieron al segundo grupo de meteorólogos formados en España, desarrollándose profesionalmente en la década de los años veinte; debido a razones políticas, hubieron de exiliarse en el extranjero tras la Guerra Civil española y alcanzaron gran reputación por los trabajos publicados en los países donde se exiliaron. Sin embargo, el reconocimiento a la labor realizada por ambos ha sido muy dispar. Mientras A. Duperier ha sido considerado como uno de los físicos españoles más destacados de este siglo, la figura de M. Doporto apenas ha trascendido fuera de los círculos meteorológicos españoles. En la obra de Francisco Giral González, *Ciencia española en el exilio* (1939-1988), por ejemplo, no aparece mención alguna relativa a M. Doporto. Ello no significa que en círculos científicos internacionales haya pasado totalmente desapercibido. Prueba de ello son las necrologías aparecidas en prestigiosos diarios y revistas científicas internacionales. Sirvan como ejemplo las necrologías aparecidas en *Nature*, nº 970, 1964 firmada por P. M. Austin Bourke; la publicada por el mismo autor en el *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, vol.91, enero 1965, nº 387, o la nota conmemorativa publicada en la *Rivista di Meteorologia Aeronautica*, Anno XXV, nº4, 1965.

El nombre de M. Doporto me llamó la atención en el estudio que realicé en torno a la *Sociedad Española de Meteorología* (1927-1929). Posteriormente, su nombre apareció de nuevo en el libro *Revista de Estudios Científicos de San Sebastián* publicado por José Llombar.

En este trabajo se detallan los puntos más relevantes de su vida científica así como un repaso de los artículos más destacados escritos por el autor. El objetivo es mostrar la importancia de la labor desempeñada por M. Doporto. Habida cuenta de su extensa obra, el autor de esta comunicación prosigue esta línea de investigación con intención de desgranar más detenidamente sus obras en futuros trabajos.

## 2. Mariano Doporto: un recorrido por su vida científica y social

### 2.1. Primera etapa: Formación como físico y meteorólogo en España (1902-1939)

Mariano Doporto Marchori nació en Cáceres el día 18 de enero de 1902. Los primeros años de su infancia transcurrieron en esta ciudad, en el seno de una familia acomodada. Tras cursar con excelentes notas los estudios primarios y secundarios en Cáceres, se trasladó en 1918 a Madrid con el fin de iniciar los estudios de ciencias físicas en la *Universidad Central*. Sin embargo, ya para entonces M. Doporto se veía atraído por el mundo de la meteorología. De hecho, es muy probable que comenzara sus estudios universitarios en la sección de físicas con el objetivo de dedicarse a la meteorología, pues ésta era una de las condiciones que se les exigía a aquellas personas que deseaban entrar en el *Cuerpo Especial Facultativo de Meteorólogos*. De otra manera no se explica que cursando el tercer año de carrera, se presentara a las oposiciones de auxiliar de meteorología en 1921.

M. Doporto fue nombrado Auxiliar de Meteorología por Real Orden del 18 de abril de 1921, tomando posesión el 1 de mayo de 1921. Durante estos primeros años, compaginó sus estudios universitarios con las labores de auxiliar en la *Oficina Central de Meteorología*

en Madrid. El nombramiento de Oficial 3 de Administración le aportaba un sueldo anual de 3000 pesetas. M. Doporto realizó prácticas en el *Observatorio Central Meteorológico* de Madrid a partir de mayo de 1921.

El 27 de septiembre de 1924 verificó los ejercicios correspondientes a la Licenciatura en Ciencias, sección de físicas, obteniendo la clasificación de sobresaliente y previa oposición le fue otorgado por la superioridad el Premio extraordinario.

Durante el año 1923 a 1924 cursó las asignaturas de Meteorología, Física-matemática y Astronomía Física, obteniendo sobresaliente y matrícula de honor en las dos primeras y notable en la última. Estas asignaturas constituían el período de doctorado en Ciencias Físicas.

El 9 de febrero de 1924 Doporto fue incorporado al *Batallón de Radiotelegrafía de Campaña* en Madrid, por ser recluta del año 1923. Ello originó que quedara en situación de excedencia en el *Cuerpo de Auxiliares de Meteorología*, reservándole la plaza en el mencionado Cuerpo y con derecho a recibir un sueldo. Por Real Orden del 23 de julio de 1924, M. Doporto ingresó nuevamente el 10 de julio en la Oficina Central Meteorológica como Auxiliar de meteorología, ejerciendo esta labor hasta 1927, año en el que se convoca un concurso para proveer la plaza de Director del Observatorio de Igueldo –San Sebastián–

Habida cuenta que para desempeñar el cargo de director era imprescindible ser meteorólogo, Doporto previamente hubo de pedir su ascenso al cargo de Meteorólogo. Vistas las condiciones que le exigían, optó por presentar los trabajos titulados «La estructura de la atmósfera: troposfera y estratosfera» y «Las lluvias orográficas. Aplicaciones a la Sierra de Grazelema».

En agosto de 1927 se le concedió una excedencia máxima de 10 años en el Servicio del Estado por haber pasado a desempeñar el cargo de Director en el Observatorio de Igueldo. El 25 de agosto de 1927 tomó posesión de su nuevo cargo, encontrándose en situación de supernumerario a instancia propia en el Cuerpo de Meteorólogos y Auxiliares de Meteorología. En San Sebastián, M. Doporto realizó una destacada labor en la adecuación técnica del Observatorio.

Además, con su llegada al Observatorio de Igueldo comenzó a publicar trabajos propios bajo el título *Publicaciones del Observatorio de Igueldo*. En el transcurso de ocho años (desde 1927 a 1935) se llegaron a editar 7 publicaciones, cuatro de ellas bajo su firma. La Guerra Civil española supuso una muerte súbita de su línea de trabajo. Además de estos trabajos, diariamente se publicaba un *Boletín del Observatorio de Igueldo*, un *Resumen mensual* y otro *Resumen anual de las observaciones meteorológicas*.

M. Doporto ingresó en el Cuerpo de Meteorólogos por Real Orden de 21 de enero de 1929, con un sueldo anual de 500 pesetas, prestando sus servicios ininterrumpidamente en este Cuerpo hasta el término de la Guerra Civil.

El diez de febrero de 1931 contrajo matrimonio con Mercedes Laguía Paracuellos, natural de Teruel, y dos años más joven que él; del que resultaron tres hijos, Mariano, Joseph Michael y Marcial.

Doporto no consiguió cubrir los diez años de excedencia pedidos para desempeñar el puesto de Director del Observatorio de Igueldo, puesto que los acontecimientos bélicos determinarían completamente sus últimos años de estancia en España. Sus últimos años en España estarían ligados a las necesidades que surgieron en el bando republicano.

Como consecuencia del inicio de la guerra, en septiembre de 1936 se vio obligado a

abandonar San Sebastián, donde quedaron gran número de datos de observación preparados para el cálculo, notas, libros y una extensa colección de monografías referentes al tema de investigación que M. Doporto estaba llevando por aquellas fechas. Se trataba del estudio de la turbulencia dinámica de la atmósfera. Convertido el Observatorio de Igueldo, una vez instalado en Bilbao, en *Servicio Meteorológico del País Vasco*, hubo de trasladarse a vivir a Santander durante algunos meses.

El 21 de agosto de 1937, M. Doporto volvió a situación de activo en *el Servicio Meteorológico Nacional*.

Sin embargo, los acontecimientos bélicos provocaron súbitos traslados para cubrir plazas que iban emergiendo a medida que la guerra civil avanzaba. De esta manera, el 19 de octubre de 1937 fue nombrado Jefe de la *Red de Puertos Meteorológicos para Aviación*, continuando accidentalmente destinado en Valencia hasta nueva orden. Esta nueva orden no tardó en llegar.

El 28 de octubre de 1937, o sea, diez días más tarde era enviado desde Valencia a Barcelona donde continuaría afecto a la 5ª Sección del Estado Mayor de *Fuerzas Aéreas* como Jefe de la Red de Puertos Meteorológicos para Aviación. Los últimos años de su estancia en España resultaron confusos. Mas, a pesar de la inestabilidad política y social del país, M. Doporto no derrochó el tiempo y aprovechando su estancia en Barcelona consiguió doctorarse en física experimental por la Universidad de Barcelona el año 1938. El tema de investigación había germinado en San Sebastián, antes del inicio de la Guerra Civil. M. Doporto estaba interesado en el estudio de la turbulencia dinámica de la atmósfera en un lugar concreto.

Sus primeros datos recogidos pertenecían a San Sebastián, mas el inicio de la guerra desechó el trabajo hasta entonces realizado. En Bilbao, coincidió con el meteorólogo Domingo Quílez, quien le permitió madurar el estudio del tema. Fue éste quien le estimuló y aconsejó para que finalmente se decidiera a llevarlo a cabo en Barcelona. Allí, contó con la ayuda y las indicaciones útiles de Eduardo Fontserè, director del «*Servei Meteorològic de Catalunya*».

Las últimas noticias que se tienen sobre la estancia de M. Doporto en España datan de 1938. Por esas fechas, publicó su único y último trabajo editado por el *Servicio Meteorológico Español* que llevaba por título «La turbulencia dinámica de la atmósfera en Barcelona».

## 2.2. Segunda etapa: El exilio de M. Doporto en Irlanda (1939-1964)

M. Doporto dominaba perfectamente el francés, lo que le permitió exiliarse en un principio en la localidad francesa de Baiona en 1939. Su destacada personalidad hizo que fuera nombrado Director de la colonia «La Marnière» dedicada al cuidado de niños refugiados españoles, ubicada en Baiona y subvencionada por la Cruz Roja sueca. Sus primeros meses de exilio transcurrieron en Francia. Mientras tanto la Jefatura de Aire española del bando nacional intentaba reconstruir el mermado Servicio Meteorológico Nacional.

La desbandada de meteorólogos al extranjero fue notoria. Por Real Orden de 19 de septiembre de 1939, causaron baja en el Servicio Meteorológico Nacional por motivos estrictamente políticos los meteorólogos Hilario Alonso García, Jefe del SMN; M. Doporto, Arturo Duperier Vallesa, Germán Collado Alvarez y José Domingo Quílez y los auxiliares de meteorología Teótico Sevilla Gómez y Francisco Torío Maladrón.

Desde Francia, M. Doporto tuvo noticia de la formación del *Servicio Meteorológico Irlandés* y solicitó su traslado. A principios de 1940 obtuvo la respuesta afirmativa, concediéndole la plaza de meteorólogo del aeropuerto de Shannon, en Foynes –Irlanda–. A pesar de que desconocía por completo el idioma anglosajón, no tuvo dificultades para integrarse en su nuevo trabajo. A finales de 1940, pasó a trabajar al aeropuerto de Dublín. Posteriormente trabajó en las propias oficinas centrales del Servicio Meteorológico Irlandés en Dublín.

Con sólo ocho años de estancia en Irlanda, fue nombrado Director del Servicio Meteorológico Irlandés en 1948, sucediéndole a A. H. Nagle. El régimen de trabajo del nuevo director estuvo marcado por el continuo desarrollo del SMI, incluyendo una extensa red de estaciones meteorológicas, el establecimiento de un centro de análisis y predicción del tiempo, la creación de laboratorios para el análisis de constituyentes atmosféricos y radioactivos, así como el inicio de una línea de investigación en las predicciones meteorológicas a largo plazo.

El nuevo nombramiento hizo que M. Doporto obtuviera la nacionalidad irlandesa, aunque nunca renunció a la nacionalidad española. El personal del SMI recordaba al meteorólogo español como una persona tímida, de temperamento tranquilo, que se alejaba de cualquier discusión. Asimismo, era muy disciplinado y exigente en su nuevo trabajo, pero al mismo tiempo amable y cortés con el personal, especialmente con los jóvenes. Ello hizo que se ganara la simpatía de los meteorólogos irlandeses.

En 1957, gracias a la labor de M. Doporto, el SMI llegó a un acuerdo de cooperación con el SME, por el cual meteorólogos españoles se trasladarían al observatorio meteorológico de Shannon por periodo al menos de un año a realizar prácticas. Las condiciones exigidas eran:

- Graduados universitarios con experiencia en centros meteorológicos.
- Experiencia en predicción del tiempo, preferentemente en rutas transoceánicas.
- Dominio completo del inglés.

En la década de los años 50, la salud de M. Doporto se resintió. En 1955 tuvo un primer infarto cardíaco, del que pudo sobrevivir, no sin dejar secuelas.

Como director del SMI se convirtió en el representante irlandés de las reuniones internacionales que celebraba la *Organización Meteorológica Mundial* (OMS). La primera reunión se celebró en París en marzo de 1951. Asimismo representó a Irlanda en los Congresos Internacionales de Geodesia y Geofísica.

En el periodo de 1963 a 1967 fue presidente del *Comité de Finanzas de la Unión Internacional de Geodesia y Geofísica*. Fue miembro del Instituto de Estudios Avanzados de Dublín, donde coincidió con E. Schrödinger y L.W. Pollak, y miembro de la *Royal Irish Academy*. A pesar de que M. Doporto viajó mucho en su exilio, asistiendo a muchos congresos, solamente visitó España una vez.

M. Doporto murió en Dublín el 8 de septiembre de 1964, a la edad de 62 años, a causa de un infarto cardíaco. Mientras la prensa irlandesa y las revistas científicas especializadas (*Nature*, *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, *Rivista di Meteorologia Aeronautica*, ...) se hacían eco de su muerte, en España su vida y obra pasaron totalmente desapercibidas. Es un episodio más de la España desconocida.

### 3. M. Doporto: un recorrido por sus obras científicas

Aunque temporalmente concentrada, su bibliografía es importante, tanto por el número de títulos que la componen, unos 40, como por la trascendencia de su contenido. Analizando su obra escrita, podríamos distinguir las siguientes etapas:

#### 3.1. Primera etapa: Redactor de los Anales de la Sociedad Española de Meteorología (1927)

Desde principios del año 1927, la meteorología en España tomó un nuevo impulso con la constitución de la *Sociedad Meteorológica Española*, bajo la presidencia de Enrique Meseguer, Jefe del SMN. Los objetivos de la ASEM eran fomentar los estudios meteorológicos en España y dar a conocer los avances de la ciencia en este campo en el extranjero. Tales aspiraciones fueron encaminadas desde un principio mediante la publicación de los ASEM.

El comité de publicación de la revista estaba compuesta por Pedro González Quijano, José Tinoco, Francisco del Junco y A. Duperier, y su redactor era M. Doporto. La revista fue una publicación bimestral que salió a la luz desde enero-febrero de 1927 hasta julio-agosto de 1929. M. Doporto hubo de abandonar el trabajo de redactor en agosto de 1927, tras ocupar el puesto de Director del Observatorio de Igueldo, aunque siguió siendo miembro de la Junta Directiva de la SME como vocal de provincia.

Los primeros trabajos de M. Doporto se publicaron en los ASEM. En total fueron 7 artículos, publicados todos ellos en 1927. Ese mismo año, con tan sólo 25 años, escribió en *los Anales de la Real Sociedad Española de Física y Química* el trabajo más importante en esta primera etapa: *La estructura de la atmósfera: troposfera y estratosfera*. Se trataba de una extensa y profunda exposición de los conocimientos relativos a las distintas zonas en que, ya sea por la composición química, ya sea por los caracteres térmicos, se distinguían en la atmósfera por aquellas fechas.

El autor, en una primera parte, basándose en los resultados experimentales de los análisis de muestras de aire tomados en diferentes regiones y alturas, empezó por establecer el peso molecular del aire como mezcla de los gases que componen la atmósfera. Tras esto dedujo cuál debía ser la altura de la atmósfera para alcanzar el cero absoluto.

En una segunda parte estudió los valores hallados para la altura de la atmósfera por las mediciones de los arcos anticrepusculares, los cuales demostraban la existencia de tres capas de discontinuidad para los fenómenos de refracción y difusión de los rayos que atravesaban la atmósfera. Para explicar estos hechos, el autor analizó el concepto de límite de la atmósfera, ayudado de la teoría cinética de los gases. Estos métodos ideados para el cálculo de la «altura de la atmósfera» fueron utilizados para determinar su estructura.

En la tercera y última parte, investigó primero el valor del gradiente adiabático y las características de la troposfera. Luego pasó a analizar la estratosfera, deduciendo la fórmula que da la composición en volumen a una altura cualquiera y por medio de ella determinó los límites de la atmósfera de nitrógeno y de la de hidrógeno, ubicados a 75 y 215 Km. respectivamente. Explica la existencia de la estratosfera analizando el proceso que conducía al equilibrio de radiación para calcular matemáticamente el valor de la temperatura de la estratosfera, coincidiendo con la observada experimentalmente. Finalmente, hizo un somero

reparo de investigaciones recientes acerca de la composición de la atmósfera a muy grandes altitudes.

Entre los trabajos publicados en la ASEM y presentado para ser declarado apto para el ascenso a meteorólogo, figuraba *Las lluvias orográficas –Aplicación a la Sierra de Graza-lema–*. Sobre este tema, hasta la fecha de 1927 existían dos estudios debidos a Pokels y Ono, tratados desde un ángulo teórico. M. Doporto llegó a similares conclusiones con un trabajo menos teórico y lo aplicó a la sierra de Graza-lema.

Comenzó por deducir la fórmula correspondiente a las masas de agua condensada en una corriente ascendente entre dos niveles dados, en función de la velocidad ascensional. Pasó a estudiar el efecto de dispersión del viento sobre la precipitación debido a la dependencia entre la lluvia caída en un lugar y la cantidad de agua condensada en los puntos que la corriente aérea ha ido recorriendo, llegando de esta manera a las deducciones de Ono. Analizó luego la dependencia entre la velocidad ascensional de una corriente aérea y la forma geométrica del perfil montañoso. Finalmente hizo el cálculo de las precipitaciones orográficas debidas al relieve para cierta estación en función de las distancias horizontales y de la pendiente. Esta fórmula obtenida fue aplicada al caso particular de la sierra de Graza-lema, llegando a una buena concordancia con los resultados de la observación.

### 3.2. Director del Observatorio de Igueldo –San Sebastián– (1927-1936)

En agosto de 1927, M. Doporto ocupó el cargo de Director del Observatorio de Igueldo. Una de sus máximas preocupaciones era la creación de un servicio de publicaciones propio del observatorio. El esfuerzo emprendido por M. Doporto en este punto se ve reflejado en los dos suplementos y las siete publicaciones que se editaron a cargo del Observatorio de Igueldo durante los años 1927-1935. Se trataba de artículos meteorológicos locales: comparación de medidas de observaciones pluviométricas y de radiaciones ultravioletas en San Sebastián, estudio de una inundación acaecida en Rentería, distribución isobárica y de tiempo en el Golfo de Vizcaya, etc.

M. Doporto compaginó su labor como Director del Observatorio de Igueldo con la de escritor y articulista en diferentes revistas. Así, el Centro de Estudios Científicos de San Sebastián editó a partir del año 1932 una revista de periodicidad mensual. Durante los años 1934 a 1936 el autor escribió un total de 4 artículos y existen otros dos que aparecen sin fechas. La mayoría de estos artículos son divulgativos; sin embargo, destacan de entre ellos dos por su carácter experimental: el denominado *Determinación del poder conductor de la temperatura del suelo en el Parque del Retiro* y los *Estudios sobre las lámparas de neón*. Además de los artículos mencionados, M. Doporto escribió numerosos trabajos periodísticos en la revista *Vasconia industrial y pesquera*, todos ellos divulgativos.

Para finalizar con esta segunda etapa, se mencionará un trabajo que fue comenzado en la época en que era Director del Observatorio de Igueldo y que, como consecuencia de los acontecimientos bélicos, hubo de concluirse en Barcelona, tomando el formato de tesis doctoral. Sin duda, se trata de la obra más destacada de su estancia en España, que llevaba por título *La turbulencia dinámica de la atmósfera en Barcelona*. A pesar de lo que pueda reflejar su nombre, no se trataba de un trabajo meramente experimental. El grueso del trabajo se compone de un detallado estudio teórico, acompañado al final de una aplicación realizada en Barcelona.

El autor primeramente investigó la variación del viento con la altura creada por las macroturbulencias que producían los obstáculos del terreno y su relación con el gradiente vertical de temperatura. Pasó a describir el movimiento de los torbellinos formados que viajaban a través del estrato turbulento en todas direcciones. Desarrollando ecuaciones diferenciales con las componentes del viento del gradiente, consigue obtener la expresión matemática de la fuerza tangencial de resistencia y de los coeficientes de turbulencia. Finalmente, este estudio teórico fue aplicado a 171 sondeos efectuados con globos pilotos en Barcelona por el *Servei Meteorològic de Catalunya*, bajo la dirección de Eduardo Fontserè, llegándose a unos resultados satisfactorios de la teoría que dejó de ser válido para atmósferas isotermas. M. Doporto obtuvo una expresión para la fuerza tangencial análoga a la de Poiseville para el flujo laminar de líquidos, en la que la variable era el gradiente vertical de temperatura.

### 3.3. Tercera etapa: El exilio en Irlanda (1939-1964)

El exilio en Irlanda coincidió con las investigaciones más importantes realizadas por M. Doporto. Ello se debió principalmente a dos motivos: de un lado, los medios técnicos que tenía a su alcance para verificar los modelos teóricos, a la altura de los países europeos en investigación meteorológica; y de otro lado, que Irlanda, Noruega y Gran Bretaña encabezaban el centro vanguardista en investigaciones de la estructura y dinámica de la atmósfera.

Desde su llegada, M. Doporto se dedicó al estudio dinámico de la atmósfera. Fue uno de los primeros en discutir el primer nivel isopícnico en la atmósfera a una altura de 8 km. En 1943, definió el nivel isopícnico como aquél en el cual la desviación estándar de la densidad del aire en torno a la media dada era mínima.

Se trataba de una zona extendida a lo ancho de uno ó dos kilómetros. M. Doporto llamó a este primer nivel isopícnico troposfera, encontrando experimentalmente que alcanzaba una altura mínima de 7,8 km.

La constancia de la media de la densidad del aire a la altura de 8 km. había sido demostrada por A. Wagner en 1910. Posteriormente los alemanes, mediante el lanzamiento de globos sondas, obtuvieron los primeros datos experimentales. En 1924, Q.J. Sen midió la densidad del aire a diferentes niveles en superficies normales isobáricas e isotermas, encontrando que la densidad del aire a 8 km. de altura era prácticamente constante en todo el mundo.

En 1943, en el mismo artículo M. Doporto sugirió teóricamente la existencia de un segundo nivel isopícnico, esta vez estratosférico, a una altura estimada de 25 km., hipótesis que fue corroborada experimentalmente en 1947 por A.H.R. Goldie.

En un segundo artículo escrito en 1943, M. Doporto descubrió el mecanismo a través del cual la densidad del aire en el nivel isopícnico troposférico se mantenía constante y discutió el significado teórico y práctico de la existencia de ese nivel. Además, probó que el movimiento vertical del aire es positivo (hacia arriba) cuando decrece la superficie de presión, y negativo en caso contrario; lo primero se daba entre el suelo y una altura cercana a los 9 km., mientras que el movimiento vertical del aire iba hacia abajo en alturas comprendidas entre 9 y 16 km.. Esta investigación mostraba también la existencia de celdas de contracción y dilatación en diferentes niveles del aire atmosférico.

En 1944, el autor publicó un trabajo llamado *Cell motion in the atmosphere*. En él,



se detenía en las soluciones de las ecuaciones generales del movimiento atmosférico para inclinarse por una estructura celular de la atmósfera. Efectivamente, las soluciones obtenidas de las ecuaciones hidrodinámicas eran de dos tipos: ondas exponenciales, con amplitudes que eran a su vez funciones exponenciales de la altura, y ondas celulares, con superficies nodales en diferentes niveles. Estos segundos estaban de acuerdo con los resultados empíricos. El autor, tras discutir las soluciones de J. Bjerknes y de H. Lamb para determinados casos particulares, optó por una solución inexplorada hasta entonces configurando una estructura celular del movimiento atmosférico. La integración de las ecuaciones lineales de Euler para los movimientos atmosféricos mostró que para períodos y longitudes de onda observados en dichos movimientos la solución era celular a gran escala, con superficies nodales para todas las variables independientes.

Otros trabajos escritos en la esa década insistieron en el mismo tema. El estudio dinámico de la existencia del nivel isopícnico a una altura de 8 Km. originó el descubrimiento de un nivel horizontal de aire alrededor de los 9 Km. de altura. Un estudio adicional mostró la existencia probable de otro nivel de corriente horizontal en torno a 17 Km.

Poco antes de su muerte, M. Doporto estaba investigando una posible conexión entre nubes luminosas nocturnas y niveles isopícnicos a 80 Km. de altura. En un trabajo publicado el mismo año de su fallecimiento, el autor se detuvo en las investigaciones llevadas a cabo por E. Hesstredt en 1959 en torno a la frecuencia de observación de nubes que brillaban por las noches desde tierras noruegas, la cual estaba de acuerdo con la distribución del movimiento vertical. Estas nubes eran formadas por condensación. Estos datos le llevaron a la conclusión de que debía haber una explicación física para otras superficies nodales que se encontraran a niveles más elevados, por ejemplo niveles de movimiento horizontal situados en torno a los 50-60 Km. y un nivel isopícnico en torno a los 80 Km.

## Bibliografía

- ANDUAGA EGAÑA, A. (1997), «Noticia de los Anales de la Sociedad Española de Meteorología (1927-1929)». En: *Actas del VI Congreso de Historia de las Ciencias (Segovia 1996)*, Segovia, en prensa.
- DOPORTO, M. (1927, a), «La estructura de la atmósfera: troposfera y estratosfera», *Anales de la Sociedad Española de Física y Química*, XXV, 139.
- DOPORTO, M. (1927, b), «Las lluvias orográficas. Aplicación a la Sierra de Grazalema», *Anales de la Sociedad Meteorológica Española*, 1, 5.
- DOPORTO, M. (1938), «La turbulencia dinámica de la atmósfera en Barcelona», *Servicio Meteorológico Español, serie A, 10*, Madrid.
- DOPORTO, M. (1943, a), «The Computation of Atmospheric Pressure at the 8 Km. Level of Constant Air Density», *Irish Meteorological Service, Technical Note n°1*, (reprinted as Geophysical Publications, Vol.3, 4).
- DOPORTO, M. (1943, b), «Dynamical Aspects of the Constancy of Air Density at 8 Km», *Irish Meteorological Service, Technical note n°2*, (reprinted as Geophysical Publications, Vol.3, 6).
- DOPORTO, M. (1944), «Cell Motion in the Atmosphere», *Irish Meteorological Service, Technical Note n°6*, (reprinted as Geophysical publications, Vol. 3, n°7).

GOLDIE, A. H. R. (1947), «The Upper Atmosphere Estimated Distribution of Temperature, Pressure and Wind up to the 45 km. level», *Meteorological Research Paper*, 360.

HESSTREDT, E. (1959), «Mother-of-pearl clouds in Norway», *Geophysical Publications*, 20 (10).

LLOMBART PALET, J.(1995), «El Centro de Estudios Científicos de San Sebastián», *Cuadernos de sección, ciencias físico-químicas y matemáticas*, 3.

O'CONNOR, D. (1987), «The first two Directors: Austen Nagle and Mariano Doporto», *The Irish Meteorological Service: The first fifty years 1936-1986*, IMS, 8.