

Arturo Duperier (1896 - 1959)

Arturo Duperier pertenece al grupo de científicos formados en el Laboratorio de Investigaciones Físicas de Madrid –dirigido por Blas Cabrera– al que se incorpora en 1921, a la vez que ingresa en el Servicio Meteorológico (del cual llegaría a ser Director de Investigación en 1932). Bajo la dirección de Cabrera llevó a cabo una serie de investigaciones, entre las que destacan las realizadas sobre los elementos del grupo de las tierras raras. Con Cabrera publica en 1929¹ los resultados de las medidas de los momentos magnéticos y susceptibilidades hasta 400°C para todos los elementos del grupo que, después, Duperier confirmaría en Estrasburgo en una instalación diferente y con unos compuestos de origen distinto a los utilizados en Madrid. Los valores obtenidos para los momentos magnéticos confirman la regla de Hund, excepto para los casos del samario y europio. Así mismo, descubren que las susceptibilidades magnéticas de varios de estos elementos no se ajustan a la ley de Curie - Weiss y proponen una modificación de ésta. En ese mismo año J. H. van Vleck, mediante su teoría cuántica del paramagnetismo, explica y justifica los resultados de Cabrera y Duperier para todos los momentos atómicos. A continuación, colaboradores de van Vleck explican a partir de dicha teoría las anomalías encontradas por los dos científicos españoles en el comportamiento de la susceptibilidad de algunos elementos con respecto a la temperatura.

En 1933 obtiene la cátedra de Geofísica de la Universidad de Madrid y tras una breve estancia en Potsdam con el profesor Kolhörster, pionero de la investigación de la radiación cósmica e inventor de una cámara de ionización para su observación, instala un laboratorio para la detección de esta radiación en el Observatorio del Retiro de Madrid. La guerra civil le obliga en 1936 a trasladarse a la Universidad de Valencia donde continúa las observaciones, cuyos resultados publica el año siguiente². Un nuevo



traslado a Barcelona, y en la primavera de 1938 se desplaza al Reino Unido. Allí entra en contacto con P.M.S. Blackett, a la sazón profesor de la Universidad de Manchester y famoso por haber confirmado la existencia del positrón y los procesos de creación y aniquilación de partículas mediante sus observaciones de la radiación cósmica con cámara de niebla. Se traslada con él en 1940 al Imperial College de Londres, donde permanecería hasta su vuelta a España a principios de 1953.

Cuando Duperier llega al Reino Unido la investigación sobre la radiación cósmica sigue siendo una hazaña de los físicos experimentales que, a partir de observaciones realizadas en tierra o mediante globos, intentaban averiguar el origen y la naturaleza de las partículas de muy alta energía que detectaban. Un descubrimiento reciente era que la componente dura de la radiación observada a nivel del suelo estaba compuesta, principalmente, por una partícula con masa del orden de 200 veces la del electrón –a la que se denominó mesón y en la actualidad mesón μ , o muón– y que, dada su vida media, no podía ser una de las partículas primarias sino originada en algún punto de la atmósfera por la interacción de éstas con los átomos de la atmósfera. Sin embargo, del cúmulo de observaciones realizadas se desprendía que la intensidad de la radiación dependía del lugar de observación, de los fenómenos geofísicos –variables tanto en duración como extensión– y de procesos desconocidos

que tenían lugar en la atmósfera al paso de la radiación. A desentrañar estos efectos se dedica Duperier desde su llegada al Reino Unido, aportando sus conocimientos de la física de la atmósfera y su destreza e ingenio para la experimentación. Para ello, construye un sistema de observación de alta sensibilidad, estabilidad térmica y protección contra la componente blanda –que sería replicado posteriormente por otros laboratorios del mundo– que registraba varios millares de coincidencias triples por hora. Con él trabajó día y noche durante todo el período de la guerra mundial.

En 1945, la Physical Society de Londres le invita a pronunciar la Conferencia Guthrie de ese año y en ella³ hace un resumen de sus investigaciones de varios años y de las conclusiones, ya expuestas parcialmente en publicaciones anteriores. Demuestra que el flujo de mesones μ que llega a tierra se genera a una cierta altitud en la atmósfera –en valor medio en el nivel de presión de 100mb (unos 16 Km)– y que la variación con el tiempo de la intensidad al nivel del suelo tiene un doble origen: depende de las pérdidas por ionización (efecto negativo relacionado con la presión en el punto de observación) y de la desintegración de los muones (efecto negativo relacionado con la variación en altitud de la capa de la atmósfera en la que se producen). Calcula, también, los coeficientes de absorción de cada efecto. Así mismo determina las causas, y obtiene los valores, de la variaciones diurna y estacional de la intensidad de los rayos cósmicos al nivel del mar. Durante los dos años siguientes publica varios trabajos en los que estudia la influencia de la actividad solar en la variación de la intensidad de la radiación; encuentra que existe una variación semidiurna debido al desplazamiento vertical de la capa de 100mb con la temperatura, en oposición de fase con la variación del efecto latitud debido al campo geomagnético; y detecta una variación sidérea de intensidad con período de seis horas que puede estar asociada a la estructura espiral de la vía láctea.

En 1947 mejora los sistemas de detección y registro, y utiliza los datos de dos radisondas de gran precisión separa-

¹Con Cabrera B. *Comptes rendus*, 188, 1640, 1929; *An. R. Soc. Esp. Fis. y Quim.*, 27, 671, 1929 y comunicaciones personales de Cabrera a van Vleck; Duperier A., *Trab.Lab. Inv.*, Fís n° 164, 1929

²Duperier A., *Serv. Met. Español*, serie A, 7, 1, 1937

³Duperier A., *Proc. Phys. Soc.* 57, 464, 1945.

das unos 100 Km de su laboratorio lo que le permite detectar cambios súbitos locales de la atmósfera. Descubre⁴ que existe una correlación muy alta entre la intensidad de muones en la superficie terrestre y la temperatura media de la capa limitada por las isobaras de 200 y 50 mb, siendo máxima con la de 100 mb y muy pequeña la contribución de la atmósfera fuera de dicha banda. Esto le lleva a corregir su ecuación anterior para la intensidad en tierra de los muones con un término adicional de forma que, además de expresar la dependencia negativa con las variaciones de presión y de la altitud de la isobara de 100 mb en el lugar de observación, refleje la dependencia positiva con la temperatura media en la banda de 50 a 200 mb. Esta fórmula se conoce desde entonces en la literatura científica como "*Modelo Duperier de la intensidad*" y el nuevo término como el "*Efecto positivo de la temperatura*". Este descubrimiento ha sido motivo en años posteriores de diversos trabajos de confirmación, desarrollo teórico y extensión a todo el espectro de energía de los muones, y en las últimas décadas a raíz de las investigaciones sobre neutrinos muónicos en las

profundidades de la tierra⁵. Su explicación del efecto –basada en las partículas y esquemas de interacción y desintegración conocidos entonces– es que parte de los piones (mesones π), producidos por la colisión de los protones de la radiación primaria con los núcleos del aire en la banda atmosférica identificada más arriba, se desintegra produciendo muones y neutrinos que penetran la atmósfera, y otra parte es capturada por los núcleos del aire debido a la alta afinidad del pión; la temperatura, o su equivalente la densidad, de la banda atmosférica donde tienen lugar estos procesos controla la probabilidad de colisión del pión y, por tanto, la fracción que se desintegra en muones. No obstante, confiesa que esta interpretación es incompleta ya que llevaría a una vida media del pión superior a la generalmente aceptada.

En 1953, Arturo Duperier regresó a la universidad de Madrid en la que se creó la cátedra de Radiación Cósmica, aunque no pudo proseguir sus trabajos experimentales pues una serie de trabas burocráticas y presupuestarias impidió la instalación del equipo de laboratorio que le había donado el Imperial College de

Londres a su regreso a España. Sin embargo, continuó reelaborando la interpretación del efecto positivo utilizando los descubrimientos y los avances teóricos que se sucedían rápidamente como consecuencia del desarrollo de los aceleradores de gran potencia y el uso de detectores embarcados en cohetes. Así, en sus comunicaciones a las Conferencias Internacionales de Rayos Cósmicos de Bagnères de Bigorre (1953) y de Guanajuato (1955), introdujo, en su esquema del efecto positivo, la contribución a la producción de muones de nuevas partículas más pesadas tales como el mesón κ (kaón) –que a partir de una cierta energía se desintegra en muón y neutrino– o los hiperones que al desintegrarse darían lugar a nuevos piones. Cuando le sorprendió la muerte en febrero de 1959 seguía tratando de completar el modelo de interacción de las partículas cósmicas y de los productos de esta interacción, que preparaba para la Conferencia de Moscú de ese año.

Manuel Poza

Fundación COTEC



⁴Duperier, A., *Proc. Phys. Soc.* **61**, 34, 1948; *Nature*, **161**, 645, 1948 y **163**, 369, 1949; *J. of Atmosf. and Terres. Phys.* **1**, 1951; *Nature*, **167**, 312, 1951

⁵Barrett, P.H., *et alt.*, *Rev. of Mod. Phys.* **24**, 133, 1952; Trefall H., *Proc. Phys. Soc.* **68**, 625 y 893, 1955; Condon E., Odisham H., *Handbook of Physics*, 2^a ed, N.Y.McGraw-Hill, 1967; Kang J. *et alt.*, *Geophysica*, **9**: 4, 321, 1967; Bouchta, A *et alt.* *Proc.* 26th ICRC, Salt Lake City, 1999.