

La astrofísica en el infrarrojo (II)

El interés de los astrónomos por acceder al rango infrarrojo del espectro ha sido grande casi desde el desarrollo de la moderna astrofísica observacional a finales del s. XIX. Sin embargo, las dificultades técnicas eran y son formidables. Como hemos dicho, el infrarrojo es una emisión térmica, propia de la temperatura de los objetos. Por ejemplo, un cuerpo a 20 grados emite la mayor parte de su energía térmica en 10 micrómetros. Si la temperatura es mayor, la emisión se desplaza a longitudes de onda menores, y a mayores si la temperatura disminuye. Eso implica que la instrumentación infrarroja deba situarse en entornos muy fríos, para evitar que la emisión del propio instrumento no nos deje ver lo que queramos. Hay otro aspecto que hace difícil la observación infrarroja: la atmósfera terrestre es prácticamente opaca a esa radiación, absorbiéndola casi en su totalidad y dejando pasar solamente la energía situada en unas pocas ventanas espectrales. De ahí el interés por contar con sitios de observación altos y de atmósferas particularmente limpias y secas, como los cielos de las cumbres canarias, y también la necesidad de situar instrumentos de observación infrarrojos en el espacio, donde puedan trabajar sin el impedimento de la atmósfera terrestre.

La distorsión de la radiación por la atmósfera terrestre la comparte el infrarrojo con prácticamente todos los dominios espectrales y constituye uno de los principales inconvenientes de la observación astronómica. La atmósfera es una fuente de radiación en sí misma, que dispersa la radiación

que recibe, por la presencia de aerosoles en su seno, reemitiéndola en otras longitudes de onda, y radia la suya propia, debida a su temperatura, fundamentalmente en el infrarrojo. Y, sobre todo, absorbe la energía que le llega desde el exterior, fundamentalmente por la presencia de moléculas en su seno, impidiendo que llegue al observador. Esta radiación absorbida calienta la atmósfera, que posteriormente se enfría radiando en el infrarrojo. Así la atmósfera es prácticamente opaca por debajo de los 300 nanómetros, permite el paso de la luz en el visible con relativamente poca distorsión, para volver a hacerse presente en el infrarrojo, y así hasta el dominio radio, donde vuelve a ser transparente. Esta absorción no es constante, sino selectiva con la longitud de onda, de forma que, más allá del visible, la radiación sólo puede traspasar la atmósfera en unas pocas ventanas espectrales, donde los astrónomos definimos unas regiones de observación, que llamamos bandas.

La explosión de la astronomía en el infrarrojo se produce con la primera misión espacial dedicada a observar el cielo en el infrarrojo: el satélite IRAS (InfraRed Astronomical Satellite). Lanzado en 1983, este pequeño satélite diseñado y construido conjuntamente por los USA, Reino Unido y Holanda, con un telescopio de sólo 57 cm. de apertura, fotografió sin descanso el cielo en 4 bandas infrarrojas centradas en 12, 25, 60 y 100 micrómetros, y supuso un verdadero aldabonazo en la astronomía de la época al presentarse ante sus ojos un nuevo Universo, más frío y denso de lo que se pensaba hasta la época, y con una enorme variedad de estructuras materiales no vistas hasta

entonces. IRAS aumentó el número de fuentes astronómicas catalogadas en un 70%, detectando alrededor de 350.000 fuentes infrarrojas y revelando por primera vez el núcleo central de nuestra galaxia, hasta entonces oculto tras espesas nubes de gas y polvo.

Desde entonces, la astronomía infrarroja se ha desarrollado espectacularmente, apoyada por avances igualmente espectaculares en el campo de los detectores de infrarrojo e instrumentación asociada. El éxito de IRAS dio pie a una misión de la Agencia Europea del Espacio (ESA), el observatorio espacial ISO, en el que participó el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) con el diseño y la construcción del instrumento ISOPHOT-S, en lo que constituyó la primera participación instrumental española en misiones espaciales de la ESA. El satélite ISO se puso en órbita desde la base de Kourou de la ESA en abril de 1995, y observó el cielo en prácticamente todo el rango infrarrojo, desde los 2 a los 200 micrómetros, durante más de 2 años, según programas de observación propuestos y diseñados por prácticamente toda la comunidad astronómica mundial. Pasará todavía tiempo hasta que exploremos completamente los resultados de esa misión.

Actualmente está en órbita el observatorio infrarrojo Spitzer, misión conjunta de NASA y ESA, y en 2007 se espera poner en órbita el satélite Herschel-Planck, en el que también participamos desde el IAC. Por acabar con este repaso de las misiones espaciales, el sustituto del Telescopio Espacial Hubble, el James Webb con su enorme espejo de 8 metros y que se pondrá en órbita

alrededor de 2013, estará dedicado en exclusiva a la observación infrarroja.

Como complemento a esta batería de observatorios espaciales, se lleva a cabo desde hace décadas un importante esfuerzo instrumental de los más importantes observatorios e instituciones astronómicas del mundo, destinado a dotar a la comunidad de instrumentos cada vez más sofisticados de observación infrarroja.

Desde el IAC participamos en esa tarea, y estamos embarcados desde hace tiempo en el desarrollo de la capacidad tecnológica necesaria para acometer la construcción de instrumentación infrarroja avanzada. Esa tecnología es especialmente novedosa en dos áreas: la criogenia o capacidad para trabajar a temperaturas del entorno de 200 grados centígrados bajo cero; y el control y lectura de mosaicos detectores infrarrojos, que también trabajan en esos entornos tan fríos. Como resultados de nuestro esfuerzo contamos en los observatorios de Canarias con la cámara infrarroja CAIN, que equipa el telescopio Carlos Sánchez, del Observatorio del Teide; el espectrógrafo infrarrojo LIRIS, en servicio en el telescopio William Herschel, en el Observatorio del Roque de los Muchachos, y estamos actualmente construyendo el espectrógrafo multiobjeto infrarrojo EMIR, para el telescopio GTC, que esperamos tener a punto en 2008. Todo este conjunto de instrumentos sitúa a los observatorios de Canarias, y al IAC, en la vanguardia internacional de la observación infrarroja.

Francisco Garzón
Instituto de Astrofísica de Canarias

El reconocimiento de los méritos en Ciencia no se sigue siempre, ni mucho menos, de la lógica o de la justicia. No me refiero ahora a los científicos que terminaron sus vidas vilipendiados u olvidados y que sólo la historia (a veces ni ella) restablece, en medio de fuegos artificiales, en un lugar de honor. Me refiero a esos otros que ocupan un lugar pequeño en nuestros libros de texto, a los que nadie presta atención y que, sin embargo, fueron figuras clave de la Ciencia de su tiempo. Los premios Nobel suelen representar para el gran público, y también en el sistema científico, un reconocimiento casi indiscutible. Pues bien, en mi opinión, el físico más importante de la primera mitad del siglo XX, cuando se cocinaron las bases de la Física moderna, que no recibió el galardón de la Academia Sueca fue Arnold Sommerfeld.

Nacido en Königsberg, Prusia (hoy Kaliningrado en Rusia), en el seno de una familia culta en 1868, el joven Arnold recibió sus primeras enseñanzas en el mismo Gymnasium al que acudieron, casi simultáneamente, los luego famosos Hermann Minkowski y Wilhem Wien. Tras los exámenes finales de bachillerato (Arbitur) decide estudiar en la propia Universidad de Königsberg, donde sigue cursos de Ciencias experimentales junto a los de Filosofía y Política Económica. Pronto, sin embargo, el extraordinario plantel de matemáticos de la Universidad (Hilbert, Hurwitz y sobre todo Lindemann) atrae su atención. Como tantos otros, Sommerfeld acabará interesándose por la Física a partir del estudio de problemas matemáticos.

Su vida como estudiante fue peculiar. Mientras la costumbre de la época hacía que sus compañeros se cambiaran de una universidad a otra, él permaneció en Königsberg, muy probablemente por su apasionada dedicación a una sociedad estudiantil (la



Arnold Sommerfeld y Niels Bohr.

Burschenschaft), de la que recordaría siempre "el modo compulsivo de beber y los duelos a espada" que le marcaron, también físicamente, con una larga cicatriz en la frente.

Tras completar sus estudios como un estudiante medio, empieza a trabajar en la tesis doctoral bajo la dirección de Lindemann. Bruscamente, abandona sus diversiones juveniles y en unas pocas semanas del verano de 1891 completa el Doctorado con su laureada tesis titulada "Algunas funciones arbitrarias de la Física-Matemática".

Por aquel entonces Lindemann y Hilbert abandonan Königsberg y Sommerfeld les sigue. Su objetivo es la Universidad de Gotinga, la reconocida sede de la "alta cul-

tura matemática" donde bajo la dirección de Félix Klein se empieza a reunir un grupo de matemáticos y físicos que habrían de cambiar la ciencia moderna. Tras un peregrinaje de unos años por pequeñas universidades con el objetivo de tener solvencia económica para poder casarse, en 1906 consigue una cátedra en Munich, de donde ya no se movería.

Es en Munich donde Sommerfeld se consolidará como el maestro, es decir, mucho más que un profesor, de la Física alemana, lo que en esa época equivalía a mundial. Serán alumnos suyos Debye, Von Laue, Pauling, Pauli, Heisenberg, Rabi y Bethe, entre los que posteriormente serían premios Nobel. Muchos más alcanzarían justa

fama en el correr de los años como Brillouin, Lenz, Landé, Laporte y un largo etcétera en el que cabe destacar al español Miguel Catalán, descubridor de los "multipletes". Sus estudiantes recordaban cómo con frecuencia organizaba excursiones para esquiar y cómo, al finalizar el día, las conversaciones volvían una vez y otra a los problemas de la física-matemática del mundo microscópico.

En lo puramente científico hay que resaltar que Sommerfeld abordaría el modelo de Bohr del átomo, perfeccionándolo y dotándolo de consistencia matemática al introducir las órbitas elípticas (Bohr sólo consideraba órbitas electrónicas circulares) y proponiendo los entonces misteriosos números cuánticos. Su libro, publicado en 1916, "Los espectros de las líneas atómicas" (conocido coloquialmente por el Atombau, por su nombre en alemán) será durante cincuenta años la referencia obligada de cualquier publicación sobre teoría atómica. Llevó esta teoría tan lejos como era posible en aquel momento hasta que sus discípulos introdujeron la Mecánica Cuántica, a la que contribuyó decisivamente.

Su larga vida académica, que se prolongó hasta 1947 con casi ochenta años, se vio convulsionada a partir de 1933 por la política antisemita del régimen nazi. Sommerfeld, un profundo patriota, que exhibió toda su vida un grueso bigote al estilo de los viejos coroneles prusianos, escribiría a Einstein "el mal uso de la palabra nacional de nuestros gobernantes ha hecho que la aborrezca. (...) Desearía que Alemania desapareciera como poder y se uniera a una Europa pacífica". Dando un paseo en 1951 fue atropellado por un camión. Tras dos meses de sufrimiento, moriría a causa de las heridas.

Luis Vega
Universidad de La Laguna

Arnold Sommerfeld: el gran olvidado