

# EL CALIFA EN CALAR ALTO



Observatorio de Calar Alto.

**Fuente: Emilio J. Alfaro, Director EADA, Estrategia Andaluza de Divulgación de la Astronomía**

La palabra espectro proviene del vocablo latino *'spectrum'* (imagen), que a su vez deriva del verbo *'specere'* (observar, mirar). En el español actual, y de acuerdo al diccionario de la RAE en su edición del tricentenario, espectro es, en su primera acepción, un fantasma, la imagen de una persona muerta. ¡Pues bien empezamos!, dirá ya alguno. Dejémonos de fantasmadas, es su segunda entrada la que hoy nos interesa: "Fís. Distribución de la intensidad de una radiación en función de una magnitud característica, como la longitud de onda, la energía o la temperatura". Si nos fijamos con más detenimiento en esta definición, dos de las tres magnitudes características que se citan, longitud



Emilio Alfaro.

de onda y temperatura, no son más que manifestaciones físicas, sinónimos naturales, de la tercera, la energía.

Así, cuando hablamos del espectro de una estrella, de una galaxia o de cualquier otro objeto celeste nos estamos refiriendo a cómo se distribuye la intensidad luminosa emitida por el astro por intervalo de energía. La luz puede ser entendida o, mejor dicho, necesita entenderse como un paquete de ondas definido por una velocidad y un conjunto de frecuencias, y como un flujo de partículas donde cada una de ellas transporta una energía y momento determinados. Nuestra comprensión de la naturaleza nos obliga a esta esquizofrenia, al menos por ahora. La relación entre ambas descripciones, corpúsculo y onda, tiene una expresión sencilla y bella que nos dice que la energía de

un cuanto de luz es igual a la constante de Planck por la frecuencia de su onda asociada. Cómo se llegó a esta ley física es un reconfortante capítulo de la historia del pensamiento humano, de cómo todavía podemos estar esperanzados en que, aunque en ocasiones parezcamos zoquetes socialmente desaliñados, a veces, unas pocas veces, somos capaces de romper nuestros prejuicios, o como diríamos en ciencia, nuestros paradigmas, y dar lugar a una interpretación de la naturaleza tan inquietante, bella y fructífera como es la visión cuántica del universo.

¡Ah!, entonces, ¿no tuvimos espectros hasta Planck, Einstein y De Broglie?, ¿hasta principios del siglo XX? No, la cosa viene de antiguo, el primer *'homo'* que vio un arco iris y se preguntó qué era aquello, podría considerarse el pionero de la espectroscopía solar, y ya en plena revolución científica Newton y su prisma nos dejaron constancia escrita de que la luz se podía 'dispersar' de manera artificial generando un espectro donde, al igual que en el arco iris, el intervalo de energía viene definido por un color determinado. Pero no fue hasta bien entrado el siglo XIX cuando dos científicos alemanes, Robert Wilhem Bunsen y Gustav Robert Kirchhoff, establecieron las primeras leyes

**El espectro de una estrella, de una galaxia o de cualquier objeto celeste, se refiere a cómo se distribuye la intensidad luminosa emitida por el astro por intervalo de energía.**

empíricas de la interacción entre la materia y la radiación cuando nos enseñaron que la luz blanca pasando a través de un gas frío nos proporciona un espectro luminoso que viene caracterizado por las propiedades físico-químicas del gas, dejando una impronta única con intervalos de energía con un flujo débil o inexistente, con líneas de absorción que nos informan acerca de las especies químicas presentes en el gas. No se tardó mucho en aplicar esta técnica y su interpretación al Sol, llevando, entre otros resultados, al descubrimiento del helio. Ahí nació la Astronomía moderna o Astrofísica. Ya podíamos hacernos preguntas que antes nos eran inasequibles, ¿de qué están hechas las estrellas?, ¿qué propiedades físicas tienen?

El descubrimiento del efecto Doppler, la variación de la frecuencia observada de una onda dependiendo de la velocidad relativa entre el emisor y el receptor, nos

proporcionó un método de obtener información cinemática en una dimensión espacial hasta ahora inobservable, la dirección que une al observador con el astro. El espectro nos permitió medir la velocidad radial. Sí, velocidad radial y composición química son dos de las principales variables físicas que derivamos del análisis del espectro de los objetos celestes. Es evidente que la precisión e incertidumbre con que medimos estas variables han variado mucho desde los primeros espectros del Sol tomados y analizados por Fraunhofer. El desarrollo de la física -el código con el que interpretamos los espectros- y la tecnología de nuestros telescopios, instrumentos y detectores han mejorado considerablemente y han posibilitado lo que se denomina espectroscopía en tres dimensiones (3D).

cuya velocidad radial o composición química serán un valor promedio para toda la galaxia. Si nuestro detector tiene 10 por 10 píxeles y podemos dispersar la luz en cada píxel, ya tendríamos 100 espectros que nos darían información de cien regiones diferentes de nuestro objeto y podríamos analizar su campo de velocidades o la existencia o no de un gradiente de composición química.

El telescopio de 3.5 m de Calar Alto en Almería tiene acoplado un espectrógrafo 3D denominado PMAS que es capaz de obtener un espectro en más de 350 diferentes regiones espaciales dentro de un campo de un minuto de arco de lado, cada uno formado por 500 colores diferentes. Con este instrumento acaba de



Carmenes, Calar Alto.

Cuándo tomáis una fotografía con vuestro teléfono móvil estáis haciendo la operación inversa a la espectroscopía 3D. Cada píxel recibe la luz en tres bandas de color diferentes, en tres grandes intervalos de energía, que cuando se combinan espacial y espectralmente de forma adecuada, nos proporcionan la imagen del objeto fotografiado con sus colores más o menos naturales. Ahora imaginaos el problema al revés, tenemos una galaxia y queremos obtener su espectro en toda su superficie observable. Si tenemos un solo píxel muy gordo, y la galaxia cabe en él, obtenemos un único espectro cuya calidad dependerá de cuántos intervalos de energía hayamos definido, de cuantos colores diferentes veamos, y

finalizar [CALIFA](#), uno de los proyectos de mayor éxito que se han desarrollado en el mayor observatorio de la Europa continental. Se han tomado espectros 3D de más de 600 galaxias y un equipo internacional con una nutrida y activa participación del IAA-CSIC nos ha ofrecido una nueva y, en algunos aspectos, revolucionaria visión de cómo son y evolucionan esas grandes células del universo que llamamos galaxias.



## LA CIENCIA SALE A LAS CALLES

**Los proyectos colaborativos unen a científicos y ciudadanos para mejorar el entorno más inmediato. Este novedoso enfoque persigue una investigación y una innovación más participativas. De la mano de la Fundación Descubre, en Andalucía se desarrollan ya diez iniciativas.**

**Fuente: Antonio Martín Rodríguez, Jorge Frías, José Fuentes y Teresa Cruz.**