

## La pálida luz del polvo

Carlos Román Zúñiga  
Instituto de Astronomía, UNAM

Casi todos entendemos de manera intuitiva que el polvo es un atenuador de la luz. Cuando un auto se deja sin lavar muchos días, el polvo deja especialmente en las ventanas una capa opaca en la que podemos incluso escribir pasando un dedo. A través de una ventana polvosa es muy difícil atisbar al interior del auto, e inversamente, el conductor o los pasajeros tendrán problemas para ver hacia la calle en la que circulan, si alguien no toma la iniciativa de lavar el vehículo.

La razón es muy simple: el polvo es opaco a la luz en las longitudes de onda a las que nuestros ojos son sensibles. Hay dos razones: la primera es que nuestra evolución biológica ha optimizado nuestra visión en un intervalo que va de 0.4 a 0.7 micras aproximadamente (1 micra=1 millonésima de metro), suficiente para que realicemos la mayoría de nuestras actividades diurnas e, incluso, para algunas actividades nocturnas bajo la luz de la luna. Fuera de ese intervalo, nuestros ojos carecen de sensibilidad.

La segunda es que la mayoría de las partículas de polvo, como las que enmugran a las ventanas de los autos, tienen tamaños promedio que rondan una millonésima de metro, y al ser ligeramente mayores que la longitud de onda de los fotones visibles, pueden atraparlos —a esto en física se llama absorción— o hacerlos rebotar en otra dirección —a esto en física se llama dispersión. A la combinación de los efectos de absorción y dispersión de la luz por un medio como el polvo se le conoce como extinción de la luz.

Otro punto muy importante que debemos de hacer notar es que a la luz con longitudes de onda entre 0.1 y 0.4 micras, la clasificamos como ultravioleta y es aún más propensa a ser extinta por el polvo. Asimismo, a la luz con longitudes de onda entre 0.7 micras y hasta cerca de medio milímetro, la clasificamos como luz infrarroja, y por tener longitudes de onda mayores que el tamaño promedio de un grano de polvo, lo puede saltar o esquivar como si fuera una roca en un río. De este modo, es posible ver a través del polvo si usamos un detector infrarrojo.

En el Universo conocido, las galaxias se componen de tres cosas principalmente: estrellas, gas, y polvo. Las estrellas emiten luz, y el gas también emite luz pero en menor medida. El polvo cósmico, que es muy similar al que conocemos de las chimeneas o los braseros, tiene casi las mismas propiedades que describimos al principio: absorbe casi toda la luz visible o ultravioleta y en mayor o menor medida, dependiendo de la longitud de onda, es transparente para la luz infrarroja.

Aquí podemos elevar un poco más el grado de dificultad y decir que hay luz con longitudes de onda menores que el ultravioleta, que es una luz más energética, pero sufre de mayor absorción por el polvo. Y hay también luz con longitudes de onda mayores que el infrarrojo, como las ondas sub-milimétricas, milimétricas o las de radio, que no son absorbidas por el polvo. Y más aún: el polvo, cuando se calienta, de manera similar a como se calientan las cenizas de una fogata, es capaz de emitir luz con longitudes de onda desde unas pocas micras hasta menos de un milímetro: en el infrarrojo podemos ver entonces dos tipos de luz infrarroja: la que emiten objetos situados atrás de él, y la que emite el polvo al ser calentado.

Hasta finales de los años 60 nuestro conocimiento del Universo estaba limitado a la detección de ondas en longitudes visibles y de radio. Contábamos para ello con el telescopio y cámaras fotográficas, o bien, con radio telescopios (una tecnología heredada del radar usado en la segunda guerra mundial). Sabíamos que había mucha más luz en el Universo, pero no la podíamos ver. La luz ultravioleta y la de mayores energías es absorbida casi toda por nuestra atmósfera (afortunadamente, porque es dañina para la materia orgánica), al igual que mucha de la luz infrarroja. Sin embargo, sabíamos que una poca de la luz infrarroja sí llega hasta nivel del suelo, pero no la podemos detectar con placas fotográficas convencionales. Al cabo de unos pocos años se inventaron los primeros detectores de luz infrarroja, similares a los termopar usados para detectores térmicos, y se pudo observar en el infrarrojo usando telescopios convencionales.

En las siguientes tres décadas, la tecnología para hacer detectores infrarrojos avanzó en forma impresionante, a la par que los dispositivos de carga acoplada CCD (charge couple device), que reemplazaron a las placas fotográficas. Estos detectores se instalaron en telescopios en tierra y se enviaron en satélites para ser utilizados fuera de la atmósfera. Así, nuestro conocimiento del universo aumentó considerablemente: pudimos observar una multitud de regiones en nuestra galaxia y otras galaxias, donde el polvo abunda, y que aparecían con manchas oscuras en las placas fotográficas y en los detectores digitales ópticos. Al poder observarlas con transparencia se nos revelaron los misterios de la formación de las estrellas, la emisión de los discos

de polvo de los que se forman los planetas alrededor de las estrellas, y se pudo cuantificar la tasa de formación de estrellas en nuestra galaxia y otras galaxias. En México se han desarrollado varios detectores infrarrojos, como el espectrógrafo/cámara CAMILA, la cámara infrarroja doble CID y la cámara de reionización de infrarrojo transitorio RATIR, que han sido utilizados en los telescopios de 1.5 y 2.1m del Observatorio Astronómico Nacional, en San Pedro Mártir, Baja California.

Como mencionamos antes, el polvo interestelar tiene la capacidad de absorber luz de alta energía, desde luz ultravioleta hasta partículas sumamente energéticas como los rayos cósmicos, pero también tiene la capacidad de re-emitirla. Las partículas energéticas calientan el material que compone al polvo —principalmente carbón, silicatos y moléculas complejas, parecidas a los hidrocarburos— y este calor se emite de nuevo con menor energía en forma de radiación infrarroja. Así, a la capacidad del polvo cósmico de absorber y dispersar luz, se le añade la capacidad de emitir luz. Y estas tres propiedades se pueden cuantificar de manera muy precisa gracias a los detectores que hemos desarrollado, gracias también a complejos modelos teóricos y complicados experimentos de laboratorio, que buscan explicar las características de los materiales que componen al polvo y su capacidad de interacción con la luz.

La emisión térmica del polvo tiene lugar en longitudes de onda que van desde unas pocas hasta varias centenas de micras. Desde tierra muy pocas de las bandas de emisión térmica pueden ser detectadas, porque la gran mayoría son absorbidas por las moléculas de vapor de agua que flotan en nuestra atmósfera. Con muchos esfuerzos, colocando telescopios y detectores a alturas entre 2 mil y 5 mil metros, y en ciertos días del año cuando la atmósfera en el área del observatorio tiene muy poco vapor de agua, nuestros detectores son capaces de ver la emisión del polvo hasta longitudes de unas pocas decenas de micras. También hemos desarrollado detectores que se montan en antenas muy similares a los radiotelescopios, que son capaces de observar la emisión térmica en longitudes de cientos de micras. Estos últimos se llaman detectores sub-milimétricos. Uno de ellos, llamado AzTEC, está montado en el Gran Telescopio Milimétrico de Puebla.

Pero la mejor visión del Universo en infrarrojo la hemos tenido con instrumentos enviados al espacio. Dos ejemplos recientes son el Telescopio Espacial Spitzer, que lleva a bordo una cámara especial llamada MIPS para observar a 24, 70 y 170 micras, y el Telescopio Espacial Herschel, que carga dos detectores, el PACS y el SPIRE, capaces de observar emisión térmica infrarroja desde 70 hasta 850 micras. Si bien los detectores en tierra nos han dado muchas pistas del universo infrarrojo, los telescopios Spitzer y Herschel, nos han revelado con exquisito detalle ese Universo: ya hemos observado los discos de galaxias jóvenes que producen desde unas pocas hasta incluso cientos o miles de estrellas por año. Han sido detectado los discos proto-planetarios alrededor de millares de estrellas jóvenes. Se nos han revelado multitudinarios cúmulos de estrellas recién nacidas. Podemos trazar la estructura de los grumos y filamentos de las nubes moleculares gigantes donde nacen las estrellas. Podemos observar la expulsión de las atmósferas de estrellas cuando se convierten de enanas a gigantes. Hemos visto la emisión de los enormes vórtices de gas y polvo que caen hacia los centros de las galaxias activas donde hay gigantescos agujeros negros. Podemos ver las estelas de gas y polvo estiradas por las colisiones de dos o más galaxias y cómo pueden formarse nuevas estrellas en estas estelas.

El polvo se ha tornado así de enemigo a un aliado del astrónomo. Aun con su luz tenue, nos cuenta la historia de un Universo en constante renovación.

