



Juan Tomé

Cosmología en observaciones astronómicas nocturnas

Existe una amplia tradición de observaciones astronómicas nocturnas de carácter escolar que se programan para complementar trabajos de aula. Generalmente, se enmarcan en el campo de la astronomía de posición. Algunas cuestiones astrofísicas suelen plantearse a lo largo de las observaciones, jerarquía de sistemas, color de las estrellas o evolución estelar por ejemplo. En cambio, pocas cuestiones de cosmología se plantean al contemplar el cielo nocturno, como si el conocimiento de carácter cosmológico no pudiera asociarse a observaciones sencillas que no requieran grandes medios. Sin embargo, la noche ofrece muchas posibilidades para la reflexión sobre las propiedades de nuestro universo y conviene aprovecharlas para enriquecer y profundizar la comprensión de lo que se ve. Las claves teóricas para esas posibles reflexiones son las que se han expuesto en este cuaderno.

Lo que se propone aquí es llamar la atención sobre hechos significativos que, generalmente, pasan desapercibidos y describirlos en términos que conviertan al observador en participante de esos hechos, de forma que adquieran significado personal. Lo que sigue es un listado de posibles llamadas de atención de ese tipo.

1. Ver un objeto celeste es captar con los ojos fotones emitidos por él.

Este es el hecho más básico de cualquier observación nocturna y conviene formularlo en esos términos. Hay que darse cuenta, compartiendo la visión de cualquier estrella, de que los fotones que llegan a los ojos de cualquiera de las personas que observan fueron compañeros de viaje de los que llegan a los ojos de las otras. Hay que darse cuenta de que de la estrella salieron muchos más, en todas direcciones. Hay que reconocer que algunos de ellos, que no acertaron con ojos de los que miran, serán absorbidos por sus abrigos, por el suelo en el que se está de pie o por el planeta en el que vivimos, que otros no acertaron con el planeta esa noche y continuarán su viaje, que otros habrán llegado a destinos insospechados.

2. Si llegan fotones a nuestros ojos desde objetos lejanos es porque el universo es transparente.

Ver la Luna, los planetas, estrellas de nuestra galaxia, Andrómeda o alguna otra galaxia al telescopio supone la transparencia del universo. Los fotones que llegan a los ojos viajaron distancias y tiempos enormes y, sin embargo, el cristalino o el objetivo del telescopio es la primera materia que tocan. Cuando se esté viendo Andrómeda hay que poder decir: "Están llegando a mis ojos fotones emitidos desde Andrómeda, que llevan viajando dos millones y medio de años sin topar con materia alguna".

3. Mientras se dice "trescientos mil" la luz recorre trescientos mil kilómetros.

Como decir "trescientosmil" a velocidad normal dura un segundo aproximadamente, la luz recorre trescientos mil kilómetros cada vez que se dice. Se puede jugar con eso para tomar conciencia de las enormes distancias del universo. Se puede, por

ejemplo, encender un puntero láser (de los que se usan para señalar objetos en el cielo) cuando esté dirigido a la Luna que está a 380000 km. Esto significa que se enciende el láser, se dice “trescientosmil” y los fotones emitidos por el láser estarán a punto de llegar allí. La distancia a Sirio son 8’6 años luz. Eso significa que si se enciende el láser apuntando a Sirio y se empieza a repetir “trescientosmil” sin parar, como un mantra, pasarían unos ocho años y medio hasta que la luz del láser llegue allí, habiendo recorrido 300000 km cada vez que el mantra se pronunció. Si el láser se apunta a Andrómeda habría que esperar dos millones y medio de años, y se tiene que hacer notar que Andrómeda es un objeto “cercano”. Marte en conjunción superior esta a 4 minutos 20 segundos-luz, 260 repeticiones del mantra. Se puede encender el láser apuntando a Marte, empezar a repetir “trescientos mil” e intentar aguantar hasta que la luz llegue a él. Es como ir radiando la carrera de la luz. La experiencia es interesante y algunos lo consiguen. Con Venus próximo a la cuadratura, la luz del láser tarda unos ocho minutos en llegar a él, quinientas repeticiones del mantra. Eso ya no lo aguanta nadie.

4. Todas las imágenes que se ven son del pasado.

Se repite muchas veces y es bien sabido que la velocidad finita de la luz pone delante de los observadores del cielo nocturno un álbum de fotos de su pasado. Mirar distintos objetos, cada vez más lejanos, es ir pasando páginas del álbum hacia atrás, hacia el pasado. Cualquier observación astronómica podría ordenarse según esta idea. Así, la imagen de la Luna, la de la última página del álbum, es de hace un segundo. Las de Marte o Venus de hace minutos. Las de Júpiter y Saturno, en el mejor de los casos, de algo más de media y una hora respectivamente. La de Mirach, (la estrella de la constelación de Andrómeda que sirve de referencia para localizar la galaxia del mismo nombre), es de hace 200, de cuando se promulgaba la Constitución de 1812 en las Cortes de Cádiz. Imágenes del Gran cúmulo de Hércules son de hace 25000 años, de cuando se extinguieron los *Neandertales*. Cualquier imagen de la galaxia de Andrómeda es de hace 2’5 millones de años-luz, de cuando apareció la primera especie del género homo, *Homo habilis*, nuestro precursor evolutivo.

5. Además de los fotones que se ven nos llegan fotones que no se ven.

Nuestros ojos no detectan todas las radiaciones, solo las visibles. Así que hay objetos celestes “luminosos” que no se ven y las imágenes de los que se ven las construimos solo con una parte de la “luz” emitida por el objeto. La actividad 6 debería realizarse durante las observaciones nocturnas, planteándola como búsqueda de uno o varios mandos a distancia, encendidos en la oscuridad de la noche. La detección mediante teléfonos móviles de puntos luminosos que el ojo no ve, es más valiosa, desde el punto de vista didáctico, en el contexto de la oscuridad de la noche que en el contexto del aula. Podría aprovecharse cualquier observación nocturna para señalar que desde cualquier dirección, sin proceder de ningún objeto, nos llegan fotones no visibles desde el fondo oscuro del universo. Son los fotones de la CBR que han llenado el universo desde el momento en que se hizo transparente.

6. Ver estrellas de noche es ver objetos calientes en un universo frío.

Las estrellas, lo mismo que la llama de un mechero encendido en el lugar de observación, se ven porque contrastan con el fondo oscuro de la noche. El contraste

de luminosidad revela contraste de temperatura. El cielo nocturno pone delante de nuestras narices el desequilibrio termodinámico del universo, la propiedad de carácter cosmológico más fácil de observar y a la que no se presta atención.

El desequilibrio termodinámico del universo es importante porque está asociado a la vida. Desde el lugar de observación se escucharán sonidos de actividad en el planeta, desde ruidos de motores a cantos de ranas. Y se puede reconocer que toda esa actividad está sostenida por el desequilibrio termodinámico del universo. Podría ser que, contemplando el cielo nocturno, cualquiera le diga a otro: “¿Lo ves?, este estado del universo hace posible que estemos vivos”. Y el otro le conteste: “Sí, lo veo”.

7. Desequilibrio termodinámico y expansión están relacionados.

La observación del desequilibrio termodinámico del universo no es suficiente para deducir su expansión. Pero conviene reconocer que la expansión explica la oscuridad, la frialdad del universo y hace posible el desequilibrio. La actividad 3 puede realizarse durante la observación para ayudar a comprenderlo. También puede repetirse la actividad 16, después de hacerla en el aula. La noche realza partes de su potencial didáctico.

8. Los átomos de nuestro cuerpo son como los de estrellas lejanas.

No es lo mismo hablar de nucleosíntesis estelar en el aula que reconocer, a la vista del cielo nocturno, que en esas estrellas se están produciendo núcleos de carbono que formarán átomos exactamente iguales que los nuestros, con la misma capacidad de formar sustancias complejas que los nuestros. Tal vez en algún lugar las formen.

Hay que decir, a la vista del cielo nocturno, que los núcleos de nuestros átomos de carbono estuvieron alguna vez en el interior de una estrella como las que se ven y que de eso puede hacer 10000 millones de años. Es probable que los átomos de todas las personas que observan hayan compartido origen y proximidad. Los átomos de las personas que observan debieron “conocerse” mucho, mucho, mucho antes de que las personas existieran y se conocieran.

Así pues, para realizar una observación de carácter cosmológico “basta” salir de noche, mirar al cielo, contemplar estrellas brillantes sobre fondo oscuro, reconocerlas lejanas, saber de las limitaciones de nuestros ojos como detectores de radiación electromagnética, conocer que la velocidad de la luz es finita, tener alguna experiencia del enfriamiento por expansión y saber un poco de física de ondas, atómica y nuclear. Parece mucho pero conviene darse cuenta de que todo ello forma parte del currículo de secundaria. Lo único que pasa es que todo ese conocimiento se presenta disperso a nuestros alumnos. Está en nuestras manos darle unidad. El material necesario para realizar una observación como la propuesta no debe ser el problema. Mechero, puntero láser, cuerda elástica luminosa, mando a distancia y teléfono móvil son suficientes aunque se puede pasar sin ellos. En cambio, la palabra y la conversación son imprescindibles.