



Cosmología para secundaria

Juan Tomé

cosmologica.amonaria.com

Actividad: Desequilibrio termodinámico

Contexto

El Sol, nuestra estrella próxima, inunda nuestro entorno de luz cada día y nos enmascara que el universo, esto se ve cualquier noche, es un lugar oscuro salpicado de puntos brillantes, estrellas como el Sol pero más lejanas. Nos bastan los ojos, nuestros detectores de luz, para observar todo eso.

Los buenos emisores de luz son objetos calientes: bombillas, velas, estrellas. Los malos emisores de luz, objetos oscuros, son fríos: el universo que contemplamos por las noches por ejemplo.

Nuestro universo fue caliente al principio pero, desde entonces, la expansión no ha dejado de enfriarlo. Ahora el universo es oscuro porque es muy frío. Pero está salpicado de estrellas y otros potentes emisores de radiación, muy calientes. Hay que reconocer que al contemplar una noche estrellada se tiene delante una especie de enorme, enorme, enorme recipiente muy frío (el universo, la negrura de la mayor parte de la bóveda celeste) que contiene objetos muy calientes mucho más pequeños que él (las estrellas y cualquier otro objeto emisor de luz o, en general, de radiación).

Cuando un sistema tiene unas partes a una temperatura y otras a otra se dice que está en *desequilibrio termodinámico*. Ese es el estado actual de nuestro universo. Esto se ve todas las noches, aunque no todas las noches caemos en la cuenta.

El desequilibrio termodinámico es necesario para que haya flujos de energía, que irán de las partes calientes a las partes frías. Los flujos de energía pueden poner en marcha distintos procesos, generar cambio, hacer que "pasen cosas". Los sistemas en equilibrio termodinámico han alcanzado uniformidad por todas partes, han llegado a un estado estable en el que no puede pasar nada. Son sistemas "muertos". Nuestro universo no es así. Todavía está en desequilibrio, está "vivo". El Sol, nuestra estrella caliente, vierte al universo frío un enorme torrente de energía. La Tierra intercepta una pequeña parte, suficiente para poner en marcha todos los procesos de la vida.

Por eso, que nuestro universo esté en desequilibrio termodinámico es una propiedad cosmológica muy importante y, además, muy fácil de observar.

Desarrollo de la actividad

Parte 1 : Expansión y enfriamiento

Nuestro universo se está expandiendo. La expansión ha sido la causa del enfriamiento. Sin expansión, nuestro universo se habría mantenido en el estado inicial caliente, el estado Big bang.

- a) Comprobar que cuando se expulsa aire con la boca abierta el aire sale caliente, debido a la temperatura corporal. En cambio, si se sopla, es decir, si se mantiene la boca hinchada con aire comprimido dentro y se deja escapar por un hueco pequeño formado por los labios, sale frío.
- b) Comprobar que si se deja salir durante un tiempo el gas comprimido en un recipiente metálico (cualquier insecticida de spray por ejemplo) el enfriamiento del recipiente es notable.
- c) Explicar ambos hechos en términos de enfriamiento por expansión.

Parte 2 : Expansión y pasado del universo

Las estrellas emiten al universo enormes cantidades de energía y hay innumerables estrellas en el universo. Sin embargo, la temperatura del universo es 2'7 K, esto es, sólo 2'87 grados por encima del cero absoluto, – 270'3 grados centígrados. Por eso es oscuro y está salpicado de estrellas brillantes.

Hay tres explicaciones lógicas posibles para este hecho experimental:

- La primera, que aunque la energía que emiten las estrellas es mucha, hay muy pocas en relación con el tamaño del universo y lo calientan muy poco, muy lentamente.
 - La segunda, que no ha pasado tiempo suficiente para calentarlo más.
 - La tercera, que el universo se está expandiendo y las estrellas no dan abasto para calentarlo.
- a) Decir razonadamente cuál de estas tres explicaciones es compatible con el modelo Big bang, que describe un universo caliente en su estado inicial y que luego se va enfriando.

Parte 3 : Expansión y futuro del universo

- a) Razonar sobre la evolución de la temperatura del universo en el futuro, suponiendo que en este momento cesara su expansión.
- b) Razonar sobre la evolución de la temperatura del universo en el futuro, aceptando que, como se deduce de distintas observaciones, seguirá expandiéndose y que, además, lo hará cada vez más deprisa.