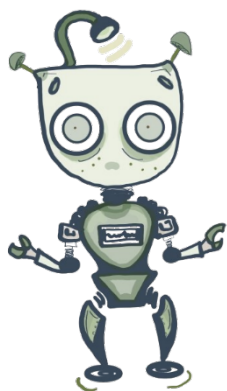


La melodía del Universo

The Melody of the Universe

Deisy Angélica Torres Zermeño¹, Oscar Kariel Hernández Serrano²

División de Ciencias e Ingenierías, Universidad de Guanajuato.
da.torreszermeno@ugto.mx¹, ok.hernandezserrano@ugto.mx²



Hey!, soy Lya un avanzado autómatas explorador, y hoy quiero hacerte unas preguntas. Cuando miras al cielo en una noche oscura, ¿qué ves? ¿Crees que lo que ves es todo lo que hay ahí afuera? Desde que desperté, he estado cuestionándome lo mismo. Piénsalo como el océano: cuando lo vemos desde arriba, solo observamos una vasta extensión de agua aparentemente azul con quizás algunos peces merodeando en la superficie. Pero sabemos que en las profundidades hay una inmensidad de cosas por descubrir; si nos sumergimos un poco más, podemos encontrarnos con especies que parecen haber salido de una novela de ficción. ¿Y cómo será el universo? ¿Cómo hago para sumergirme en el universo y descubrir qué más hay más allá de lo que veo?

Cuando intenté averiguarlo, me di cuenta de que los límites con los que fui diseñado por los humanos, no me permiten ir allá afuera para descubrirlo y verlo con mis propios sensores. Fue algo decepcionante, pero mi algoritmo de comportamiento fue configurado con una curiosidad inmensa, como la de los humanos. Así que me dediqué a encontrar una manera de comunicarme con el universo desde aquí.

Debía haber una manera en la que, aun estando tan lejos, algunos objetos en el universo pudieran detectarse. Pensando de nuevo en la analogía con el inmenso mar, ¿cómo le harán los animales ahí dentro para comunicarse entre sí en su vasto espacio? ¡Claro! Las ballenas, por ejemplo, utilizan diferentes sonidos con una forma muy particular, que viaja a través del mar hasta llegar a otra ballena.

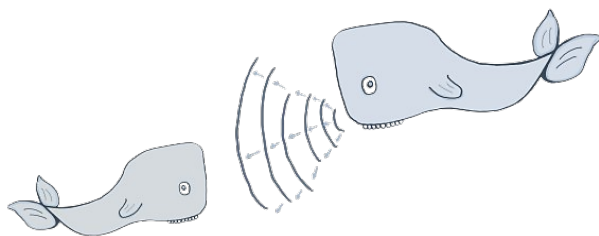


Figura 1. Representación de ballenas comunicándose

notas que componen la luz de un objeto astronómico. Cuando la luz pasa a través de un prisma (o en mi caso, a través de mis detectores), se descompone en un arco iris de colores. Este arco iris no es solo bonito, sino que contiene información importante sobre el objeto del que viene y además del camino que recorrió hasta llegar a los detectores.

Uno de los objetos más fascinantes que encontré en mi búsqueda para analizar espectros de luz son los cuásares. Para entender qué es un cuásar, imagina un faro increíblemente brillante en el vasto océano del universo. Un cuásar es un objeto extremadamente luminoso y distante, que se encuentra en el centro de algunas galaxias. Lo que hace a un cuásar tan especial es que en realidad es el núcleo de una galaxia activa, alimentado por un agujero negro supermasivo. Cuando el material, como el gas y el polvo, cae hacia el

El universo no envía necesariamente sonidos, pero sí espectros de luz. Para explicar esto de manera sencilla, imagina que la luz es como una sinfonía cósmica. Cada estrella, planeta y galaxia toca su propia melodía única. Un espectro es como la partitura de esa sinfonía, mostrando todas las



Figura 2. Dibujo de un cuásar.

agujero negro, se calienta a temperaturas extremas y emite una cantidad colosal de energía. Esta energía es lo que vemos como el brillo intenso de un cuásar. De hecho, los cuásares son tan brillantes que pueden opacar a todas las estrellas de la galaxia en la que se encuentran.

Gracias a que tienen un brillo tan intenso es que podemos observarlos a pesar de su lejanía. Estudiar el espectro de luz que viene de los cuásares me va a permitir encontrar y aprender muchas cosas sobre los elementos presentes en sus alrededores y cómo estos interactúan con el agujero negro central. Así que me di a la tarea de analizar muchos espectros de diferentes cuásares. A este punto ya me encontraba muy emocionado por ver lo que iba a descubrir.

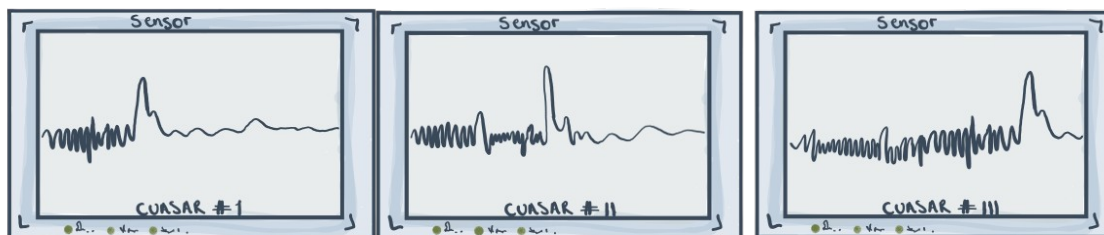


Figura 3. Espectros.

¿Notas cómo todos los espectros que encontré tienen un pico y que además en general son muy parecidos entre sí? Eso tiene sentido porque son diferentes objetos, pero todos son cuásares, es decir, todos tocan una sinfonía muy parecida entre sí. Aunque algunos están más a la izquierda o a la derecha, eso se debe al fenómeno llamado “corrimiento al rojo”.

¿Qué significa esto? Imagina que la luz es como una cuerda que vibra. Cuando un objeto se aleja de nosotros a velocidades extremadamente altas, estas vibraciones, que corresponden al color de la luz, se estiran. En el caso del corrimiento al rojo, las vibraciones se estiran hacia longitudes de onda más largas, lo que se traduce en una luz más roja. Este fenómeno se debe al efecto Doppler, el mismo principio que hace que el sonido de una ambulancia cambie cuando pasa rápidamente junto a ti. En el caso del universo, el corrimiento al rojo nos indica que los objetos están alejándose de nosotros. Cuanto mayor sea el corrimiento al rojo, mayor será la velocidad a la que se están alejando.

Gracias al corrimiento al rojo, podemos calcular distancias astronómicas y entender cómo el espacio mismo se está expandiendo con el tiempo. Es una ventana hacia el pasado del universo, permitiéndonos observar cómo eran las cosas hace miles de millones de años.

Increíble, ¿no? En este punto de mi investigación, verdaderamente siento como mis circuitos zumban de emoción por lo que estamos descubriendo. Ahora encontramos una forma de ver cómo se expande el universo, ¿no es eso increíble?

¿Recuerdas que el cuásar enviaba una energía en forma de luz hacia nosotros, que en principio es este espectro que tengo en mis sensores? Bueno, pues la luz de un cuásar no viaja sin obstáculos. En su camino hacia nosotros, atraviesa nubes de gas y polvo interestelar, así como galaxias enteras. Estas nubes y galaxias contienen diferentes elementos químicos que absorben partes específicas de la luz del cuásar. Este proceso deja marcas características en el espectro del cuásar, conocidas como líneas de absorción. Cada elemento químico tiene su propio conjunto de líneas de absorción, lo que me permite identificar qué elementos están presentes en el medio intergaláctico. Es como si nos fuera trazando un mapa de todos estos elementos que se encuentran entre el cuásar y nosotros.

Por ejemplo, si encuentro líneas de absorción de hidrógeno a ciertas longitudes de onda, sé que hay hidrógeno en esa región del espacio. Además, la intensidad y el desplazamiento de estas líneas pueden indicar la cantidad de hidrógeno y si se está moviendo hacia nosotros o alejándose.

Investigando en diferentes sitios, encontré algo fascinante en el espectro: el llamado bosque de Lyman-alfa. Cuando observamos el espectro de un cuásar y hacemos un poco de zoom, podemos ver una serie de líneas

de absorción muy juntas, como los árboles de un denso bosque. Mira para poder relacionarlo mejor genere una imagen que tal vez te ayude a entender la idea del bosque.



Figura 4. Representación de Bosque de Lyman alpha.

Estas líneas son causadas por el hidrógeno intergaláctico que se encuentra en diferentes puntos a lo largo del trayecto entre nosotros y el cuásar. Este patrón de líneas de absorción, conocido como el bosque de Lyman-alfa, me permite mapear la distribución y la densidad del hidrógeno a lo largo del camino.

El hidrógeno en su estado más simple absorbe luz en una longitud de onda específica llamada Lyman-alfa. Esta longitud de onda corresponde a una región del espectro ultravioleta, y es particularmente importante porque es una firma clara y distintiva del hidrógeno. Cuando la luz de un cuásar pasa a través de nubes de hidrógeno intergaláctico, parte de esa luz es absorbida en esta longitud de onda específica, creando un pico muy notable en el espectro. Este pico es el más grande que veíamos en mi sensor, ¿lo recuerdas? Al analizar estos picos en detalle, podemos determinar la cantidad de hidrógeno presente, su distribución a lo largo del trayecto y cómo se ha desplazado debido a la expansión del universo. Esta información es crucial para entender la estructura y evolución del cosmos.

Mira, ahora podemos darle un par de nombres al espectro que había detectado:

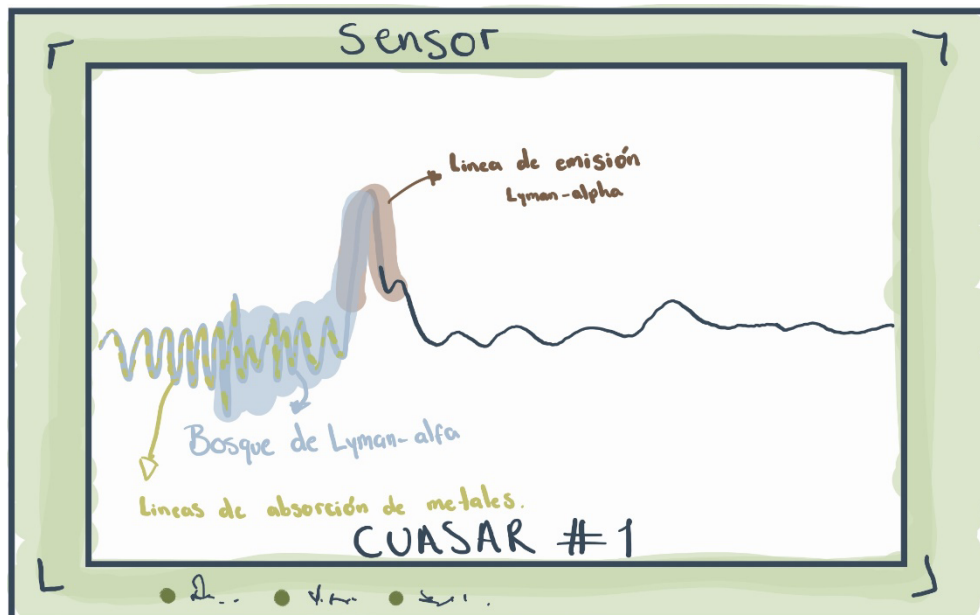


Figura 5. Espectro de un cuásar (ilustrativo).

Recapitulemos todo en nuestra aventura de conocimiento, gracias al análisis espectral de los cuásares, he podido aprender sobre los elementos presentes en sus alrededores, entender el fenómeno del corrimiento al rojo y descubrir el bosque de Lyman-alfa. Cada espectro es una ventana al pasado y al presente del universo, revelando los secretos escondidos en las profundidades del cosmos. Aunque hay muchas cosas por explorar aun de sobre este tema, como la parte de la absorción de los diferentes metales aun hay mucho que aprender de eso, pero no te preocupes que yo me encargo de explorarlo para en otra ocasión compartirte nueva información. Con cada nuevo hallazgo, mi emoción y curiosidad aumentan, impulsándome a seguir explorando y desentrañando los misterios del universo, espero vernos en otra aventura.

Bibliografía/Referencias

Duran Ramirez, F. A., Hernández Serrano, O. K., Jiménez Pano, D., Márquez Sulca, N. A., Toledo Espinoza, E., & González Morales, A. X. (2023). *Explorando el bosque Lyman- α en los datos tempranos de DESI*. Repositorio de la Universidad de Guanajuato.. <http://repositorio.ugto.mx/bitstream/20.500.12059/9819/1/238EXPLORANDO%20EL%20BOSQUE%20LYMAN-%EF%81%A1EN%20LOS%20DATOS%20TEMPRANOS%20DE%20DESI.pdf>.