

El misterio del bosque de Lyman Alfa

The Mystery of Lyman Alpha Forest

Norma Angélica Márquez Sulca¹, José Alonso Landín Rangel²
División de Ciencias e Ingenierías, Universidad de Guanajuato
na.marquezsulca@ugto.mx¹ ja.landinrangel@ugto.mx²

Resumen

El bosque de Lyman-alfa, un misterioso conjunto de sombras en el espectro de la luz, revela secretos del universo. La luz de galaxias lejanas atraviesa nubes de gas, creando patrones únicos que podemos analizar, como las sombras creadas por un bosque frondoso. Usando una herramienta mágica llamada PCA, descomponemos estas sombras en partes más simples, permitiéndonos descubrir detalles ocultos. Al estudiar las fluctuaciones en la absorción de luz, comprendemos mejor la estructura del cosmos y la intrigante materia oscura, ese polvillo mágico invisible que influye en nuestro bosque cósmico.

Palabras clave: Lyman-Alfa, correlación, PCA, espectro.



Imagina un bosque mágico: cientos de árboles misteriosos de diferentes especies, alturas, tamaños y grosores. La luz del sol se filtra entre ellos, sus ramas y hojas crean un patrón de sombras en el suelo. ¿Podemos, a partir de las sombras que vemos, saber cómo es el bosque? ¿Cuántos árboles tiene, de qué tipo son y si hay algo más incluso de lo que observamos a simple vista en aquellas sombras, todo esto sin la necesidad de echarle ni un sólo vistazo? ¿Cómo podemos descubrir qué secretos se ocultan?

Este bosque misterioso no está en la Tierra, sino en la luz que nos llega de recónditos lugares del universo. Cuando la luz de estrellas y galaxias lejanas atraviesa grandes nubes de hidrógeno y otros elementos, es absorbida parcialmente por ellos, creando una serie de "sombras" en el espectro de la luz, similares a las que se observan en el suelo del bosque del que acabamos de hablar. Al dibujar cuánta luz recibimos por cada matiz de color, se crea el perfil -dentado y anguloso- característico de un bosque de coníferas.



Al avanzar la luz de estas galaxias a través del espacio, se encuentra con diversas nubes de gas en su camino. Cada tipo de gas actúa como un árbol en nuestro bosque, absorbiendo parte de la luz y dejando una "sombra" característica. La cantidad de luz absorbida depende del tamaño, la densidad y la temperatura de la nube de gas, como si cada árbol en el bosque absorbiera una cantidad diferente de luz solar, así como un pino y un flamboyán

definitivamente no forman sombras parecidas. Sin embargo, si tomamos cien árboles y los reunimos, no refiriéndonos a colocar ordenadamente uno al lado de otro, sino algunos delante, algunos atrás, como un verdadero bosque, puede que sea más complicado saber a qué árbol pertenece cada sombra, es probable que ni siquiera seamos capaces de saber que son cien árboles.





Entonces, para poder comparar los árboles del bosque entre sí, es importante ajustar nuestra perspectiva. Imaginemos que tomamos la altura del árbol más bajo y la del árbol más alto. Nos subimos a una escalera que tiene la mitad de la altura entre el árbol más bajo y el más alto. Desde esta nueva altura, observamos los árboles y ajustamos nuestra visión para que todos los árboles parezcan más comparables.

Además, en lugar de mirar todo el bosque, podemos escoger una pequeña sección, como una fila de árboles que va desde un punto específico hasta otro (por ejemplo, del árbol 55 al 65). En esta sección, medimos a todos los árboles, sumamos estas alturas y el resultado de la suma lo dividimos entre el número de árboles (el promedio). Luego, usamos esta altura promedio para ajustar la altura de la escalera a la que subiremos y hacer que los árboles en esta sección sean más comparables.



Para analizar las sombras en el suelo del bosque, usamos una herramienta mágica llamada el método de Análisis de Componentes Principales (PCA). Es una especie de filtro que descompone las señales en combinaciones de otras más simples, ayudándonos a pasar de ver una maraña de sombras confusas a un patrón más claro y definido. Gracias a ella,

podemos entender mejor las variaciones en el bosque e identificar características comunes entre diferentes nubes de gas. Subimos a la escalera antes de aplicar el PCA nos da una vista estandarizada y clara de los árboles, facilitando la comparación de sus características. Esta perspectiva ajustada nos permite identificar patrones y relaciones que no serían evidentes desde el suelo.

Ahora que tenemos una visión más clara, podemos enfocarnos en buscar patrones ocultos en nuestro bosque de datos. Pero al contemplar la vasta cantidad de árboles que componen la silueta, es fácil sentir que nos invade la desesperanza ante la enormidad de la tarea. ¡Pero, afortunadamente, no es necesario desfallecer! Una vez más, una ingeniosa idea acude en nuestro auxilio: se le llama función de correlación. ¡Pero que no te espante ese nombre un poco críptico! La idea es, en realidad, muy sencilla. Vamos a explorarla con un ejemplo.

Imagina que tenemos, por ejemplo, un elefante, o cualquier ser misterioso: un fénix, una sombrilla que se usa para lanzar hechizos o incluso estrellas. Tomaremos el contorno de nuestra figura, aquí lo ilustraremos como



un elefante, y definimos con puntos dicho contorno. Si sólo lo duplicamos, cambiamos algunas de sus características, como tamaño o ubicación, aún somos capaces de distinguir que son dos elefantes.

Sin embargo, si repetimos, digamos 15 veces, nuevamente cambiamos algunas de sus características, es decir, tamaño y ubicación aleatorios, si decidimos tomar una pequeña muestra de puntos (como podemos ver en la imagen mostrada a la derecha), será difícil saber qué se trata de elefantes a simple vista. Aquí es cuando introducimos la función de correlación: al realizar un análisis de las distancias entre todos los puntos, podemos encontrar patrones muy interesantes, podríamos quizá saber el tamaño "promedio" de los elefantes, aún no sabemos que son elefantes, pero sabemos que hay algo ahí y sus características, aunque no lo podemos ver. Sucede algo similar con el Bosque de Lyman Alfa.



La función de correlación nos ayuda a entender qué tanto se parecen las fluctuaciones comparadas con otras. Al analizar los espectros de luz, buscamos similitudes y diferencias, lo que nos permite construir un modelo más preciso del Bosque de Lyman Alpha. Después de todo este análisis, hemos desentrañado algunos de los misterios del Bosque de Lyman Alpha. Al comprender mejor las nubes de gas y sus características, podemos predecir cómo se comportarán futuras nubes y cómo afectarán a la luz que las atraviesa.



Ya el bosque de Lyman-alfa y sus misterios son sumamente interesantes, ¿no lo crees? Pero hay aún más: entenderlos puede llevarnos a saber más sobre una de las mayores incógnitas del cosmos: la materia oscura. ¿Por qué es tan interesante? No podemos verla como nuestros propios ojos, pero sabemos que está ahí porque afecta el comportamiento de la luz y las nubes de gas en nuestro bosque cósmico. Es como un polvo mágico invisible, pero afecta considerablemente a nuestro bosque. Por ejemplo, si hay más materia oscura, las sombras proyectadas por los árboles (las nubes de gas) serán más intensas y variadas, ya que la materia oscura influye en la distribución y densidad de estas nubes. No estamos completamente seguros de dónde viene y cómo llegó ahí, aunque los científicos tienen varias hipótesis sobre ella. Pero el problema es que casi no tenemos indicios

que nos puedan guiar para saber cuál de estas ideas pueda ser la correcta. Allí es donde llega al rescate nuestro conocimiento del bosque: reuniendo muchos de ellos, procedentes de todas las direcciones del cielo, podemos usarlos como un revelador que obliga a esa escurridiza materia oscura a mostrar dónde se encuentra, y cuáles son sus propiedades. Cada vez estamos más cerca de descubrir qué tipo de criatura mística se esconde en nuestro bosque.

El misterio todavía no se ha resuelto, queda mucho por conocer sobre la materia oscura, pero con todo lo que has aprendido a lo largo de esta aventura quizá tú puedas ayudarnos a saberlo.

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. *JÓVENES EN LA CIENCIA*, 21, 1–12. Recuperado a partir de <https://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/3926>