

Leavitt, Slipher, Lemaître y Hubble: el universo en expansión

Juan Segurola

Pregunta central

¿Cómo se combinaron indicadores de distancia, espectroscopia, mediciones de velocidad radial y cosmología relativista para transformar el universo de un sistema estelar en gran medida estático en uno empíricamente en expansión?

Contexto histórico y evolutivo

El trabajo de Henrietta Swan Leavitt sobre variables cefeidas culminó en 1912 con la relación periodo-luminosidad para estrellas de la Pequeña Nube de Magallanes, proporcionando una vía para calibrar distancias astronómicas. Desde 1912, Vesto Slipher midió grandes velocidades radiales de nebulosas espirales mediante espectroscopia. Friedmann encontró soluciones cosmológicas dinámicas de las ecuaciones de Einstein en 1922. En 1927 Georges Lemaître desarrolló de forma independiente un universo relativista en expansión y relacionó la velocidad de recesión con la distancia. El artículo de Edwin Hubble de 1929 reunió estimaciones de distancias de galaxias con velocidades radiales, en su mayoría medidas por Slipher y colaboradores, para mostrar una relación empírica velocidad-distancia.

¿Qué podían saber las comunidades antes de esta transición?

Los astrónomos podían medir posiciones estelares, espectros, movimientos propios y algunas distancias, y a comienzos del siglo XX podían distinguir muchas poblaciones estelares. La limitación era la escala: las distancias más allá de la Vía Láctea eran difíciles, el estatus de las nebulosas espirales era incierto y los corrimientos al rojo carecían de una interpretación cosmológica unificada.

¿Qué cambió?

Leavitt aportó una relación de distancia

Como las cefeidas de la Pequeña Nube de Magallanes estaban aproximadamente a una distancia común, Leavitt podía comparar periodo y brillo aparente sin conocer primero distancias absolutas. Una vez calibrada, la relación se convirtió en un peldaño de la escalera cósmica de distancias.

Slipher aportó velocidades radiales sistemáticas

La espectroscopia convirtió desplazamientos de líneas en información de velocidad para nebulosas espirales. Muchas de las mediciones de Slipher eran grandes y hacia el rojo. Estos datos existían antes de que se aceptara ampliamente una interpretación de universo en expansión.

La relatividad conectó observación con dinámica cósmica

Friedmann y Lemaître mostraron que las ecuaciones gravitatorias de Einstein permitían universos no estáticos. El trabajo de Lemaître de 1927 conectó explícitamente modelos en expansión con velocidades de nebulosas. El análisis de Hubble de 1929 hizo después especialmente visible observacionalmente la relación velocidad-distancia.

¿Por qué pudo surgir esta capacidad?

La transición requirió astronomía fotográfica, espectroscopia, grandes telescopios, candelas estándar, relojes de precisión y relatividad. También exigió combinar mediciones procedentes de distintos observatorios y personas. Ningún conjunto de datos ni teoría era suficiente por sí solo.

¿Qué formas posteriores de conocimiento hizo posibles?

La expansión se convirtió en fundamento de la cosmología física, las estimaciones de edad cósmica, los modelos de Big Bang y mediciones posteriores de aceleración cósmica. La

misma arquitectura distancia-corrIMIENTO al rojo sustenta gran parte de la cosmología observacional.

Nuevos límites y riesgos

Las escaleras de distancia son vulnerables a sesgo de calibración, efectos de selección y diferencias entre poblaciones. Las primeras muestras de galaxias eran diminutas según estándares modernos, y un corrimiento al rojo medido no demuestra por sí solo un modelo cosmológico único. Las convenciones de nomenclatura también pueden distorsionar la atribución al comprimir a Leavitt, Slipher, Friedmann y Lemaître en una narrativa centrada únicamente en Hubble.

¿Qué cambió en la arquitectura del conocimiento?

La cosmología se convirtió en una **ciencia dinámica restringida por observaciones**. Distancias, espectros y teoría gravitatoria podían conectarse en una historia cuantitativa del universo en vez de tratarse como problemas astronómicos separados.

Pérdida, exclusión e incertidumbre

Leavitt trabajó dentro del sistema de «computadoras» de Harvard, donde mujeres realizaban un trabajo esencial de medición bajo condiciones institucionales desiguales. Los datos de velocidad de Slipher fueron utilizados intensamente en análisis posteriores pero desaparecieron a menudo de relatos simplificados. El artículo de Lemaître de 1927 y su traducción posterior al inglés poseen además una historia editorial compleja. PIO-078 se detiene en esta síntesis histórica; los regímenes posteriores de detectores pertenecen a PIO-092.

Mapa de dependencias

- DIRECTO ← PIO-070 Fotografía y espectroscopia: instrumentos que recuerdan la luz
- DIRECTO ← PIO-076 Einstein y el espacio-tiempo
- INDIRECTO → PIO-092 Detectores modernos y el universo invisible

Referencias

1. Leavitt, H. S. & Pickering, E. C. «Periods of 25 Variable Stars in the Small Magellanic Cloud.» *Harvard College Observatory Circular* 173 (1912).
2. Lemaître, G. «Republication of: A Homogeneous Universe of Constant Mass and Increasing Radius Accounting for the Radial Velocity of Extragalactic Nebulae.» Traducción inglesa de la versión exacta de 1927 en *General Relativity and Gravitation* 45, 1635-1646 (2013). DOI: 10.1007/s10714-013-1548-3.
3. Hubble, E. «A relation between distance and radial velocity among extra-galactic nebulae.» *Proceedings of the National Academy of Sciences* 15(3), 168-173 (1929). DOI: 10.1073/pnas.15.3.168.
4. Kragh, H. *Cosmology and Controversy: The Historical Development of Two Theories of the Universe*. Princeton University Press (1996).