

El Universo de bajo brillo superficial: la última frontera

Autor: Raúl Infante Sainz
(infantesainz@gmail.com)

Tesis doctoral dirigida por: Ignacio Trujillo
Centro: Instituto de Astrofísica de Canarias /
Universidad de La Laguna
Fecha de lectura: 18 de junio de 2021

El estudio del Universo de bajo brillo superficial supone una de las mayores oportunidades de descubrimientos en la Astronomía actual. Sin embargo, las técnicas tradicionales para reducir y tratar los datos astronómicos no son capaces de proporcionar imágenes en las que las estructuras de bajo brillo superficial puedan ser analizadas y estudiadas con suficiente nivel de detalle. Ir más profundo de 30 mag arcsec⁻² implica observar estructuras ~1500 veces más débiles que el brillo del cielo más oscuro de la Tierra, y múltiples efectos sistemáticos lo hacen muy difícil (por ejemplo, el campo plano, la sobresubstracción del fondo del cielo, las reflexiones internas, la luz dispersada, los cirros Galácticos, etc.). En esta tesis se ha

llevado a cabo una exploración del Universo de bajo brillo superficial con especial énfasis en los apartados más técnicos.

Para corregir los efectos sistemáticos y poder estudiar las estructuras de bajo brillo superficial, se han desarrollado, mejorado y aplicado muchas técnicas a una gran cantidad de datos de telescopios muy diferentes. Se ha prestado especial atención al efecto de la función de dispersión de punto (PSF) para corregir la luz dispersada en las imágenes astronómicas. Un resultado notable es la detección de una estructura estelar de marea muy débil de la galaxia NGC 1052-DF4. Esto revela que la galaxia NGC 1052-DF4 está interactuando con otra galaxia cercana, explicando así su sorprendente falta de materia oscura. Las técnicas y herramientas desarrolladas están pensadas para ser utilizadas en la próxima generación de telescopios y cartografiados profundos con el objetivo de mejorar la calidad de los datos. Junto al desarrollo de esta tesis, también se ha desarrollado y madurado un programa para realizar investigaciones reproducibles: *Maneage* (del inglés, *Managing data Lineage*). El objetivo de Maneage es proporcionar un entorno totalmente controlado para llevar a cabo estudios científicos reproducibles. En este sentido, la práctica totalidad de las reducciones y el análisis de los datos astronómicos en esta tesis se han realizado utilizando Maneage.

Tesis disponible en: correo electrónico a infantesainz@gmail.com



Arriba izquierda: Imagen de la galaxia NGC 4565 observada con la cámara PAUCam y el telescopio William Herschel (WHT) usando los filtros *g*, *r*, *i* de Sloan. Nótese que en esta imagen hay muchas fuentes cercanas a la galaxia cuya luz contamina las estructuras de bajo brillo superficial, es decir, el halo, la parte externa del disco, etc. La magnitud superficial límite de esta imagen (para cada filtro) es ~30 mag arcsec⁻². Arriba derecha: Campo de luz dispersada debido a las estrellas más brillantes (únicamente estrellas más brillantes que 13 magnitudes presentes en el catálogo de Gaia DR2). En esta imagen se muestra cómo aplicando las técnicas desarrolladas y mejoradas en esta tesis es posible obtener imágenes muy profundas. Del mismo modo, construyendo la PSF muy extendida es posible modelar el campo de luz difusa generado por las estrellas presentes en el campo de visión y corregir de este efecto. Una vez modelada esta luz contaminante, se puede eliminar esta contribución y estudiar las estructuras de bajo brillo superficial, como por ejemplo el halo de la galaxia o las partes más externas, que antes no era posible. En ambas imágenes la orientación es norte hacia arriba y este hacia la izquierda.

Derecha: Elementos de la matriz de Mueller de un etalón comercial de niobato de litio en función del ángulo de incidencia y de la longitud de onda. Los coeficientes *a* y *c* se encuentran en la diagonal de la matriz de Mueller y muestran el comportamiento típico del perfil de transmisión con el ángulo de incidencia correspondiente a un dispositivo Fabry-Pérot. Sin embargo, los elementos *b* y *d* se encuentran fuera de la diagonal y producen un desdoblamiento del perfil de transmisión, así como una contaminación de los diferentes parámetros de Stokes y, por tanto, causan señales espurias en la medida del estado de polarización de la luz que pueden a su vez falsear las medidas del campo magnético solar.