

Poblaciones estelares de galaxias masivas en el IR cercano: explotación de nuevas instalaciones de telescopios de gran diámetro terrestres y espaciales

Autor:a Elham Eftekhari Ardakani
(elhamea@ipm.ir)

Tesis doctoral dirigida por:
Alexandre Vazdekis y Francesco La Barbera
Centro: Instituto de Astrofísica de Canarias
(IAC) y Universidad de La Laguna (ULL)
Fecha de lectura: 26 de noviembre de 2021

Esta tesis tiene como objetivo explotar el rango espectral infrarrojo para el estudio de las poblaciones estelares de las galaxias masivas de primeros tipos. La atención se centra específicamente en los efectos de la variación de la Función Inicial de Masas (incluida su forma en el extremo de muy bajas masas), las abundancias relativas de elementos y la detección de componentes estelares de edad intermedia mediante el análisis de las líneas de absorción de los espectros galácticos. Se investiga y optimiza la metodología para explotar la información disponible mediante la definición de un nuevo sistema de índices espectrales en este rango espectral. Se incluye un amplio conjunto de índices completamente caracterizados no solo en lo que respecta a su sensibilidad a los parámetros de las poblaciones estelares, sino que también se caracterizan los efectos sistemáticos debido a diversos aspectos como el ensanchamiento de las líneas causado por la velocidad de dispersión, desplazamiento de longitud de onda, relación señal-ruido, calibración en flujo y cualquier contaminación debida al cielo. Se ilustra el potencial de esta batería de índices espectrales mediante varias aplicaciones en las que se muestra que es posible romper la degeneración entre la abundancia relativa de elementos α y la Función Inicial de Masas. Ello permite distinguir no solo si dicha función es estándar o dominada por estrellas enanas, sino su forma específica en el extremo de muy baja masa.

Se presenta un análisis detallado de galaxias de primeros tipos enfocado a las bandas de absorción molecular de CO. En comparación con las predicciones de los modelos de poblaciones estelares, el CO en la banda K a $2,3 \mu\text{m}$ es significativamente más fuerte. Se afronta este reto, aún no resuelto, mediante observaciones recientes y datos de archivo, encontrándose que las líneas de CO en la banda H también muestran valores más altos que los modelos, dando lugar a una discrepancia similar a la de la banda K. Se explora el posible origen de tal discrepancia y, aunque no se obtiene una solución completamente satisfactoria, se descarta que la discrepancia sea debida a poblaciones estelares de edad intermedia (dominadas por estrellas AGB de masa intermedia). Sin embargo se identifica un subgrupo estelar con fuertes líneas de CO, pertenecientes a la biblioteca empírica que alimenta los modelos de poblaciones estelares, que podrían contribuir a disminuir la discrepancia observada. Este resultado apunta

al efecto de la abundancia relativa de carbono en las estrellas gigantes de baja temperatura como posible explicación a la fuerte intensidad de las líneas de CO.

En esta tesis se estudia la presencia de poblaciones estelares de edad intermedia mediante la comparación de los índices de CO medidos en una muestra de galaxias de primeros tipos muy masivas con los correspondientes de la galaxia reliquia masiva prototipo, NGC 1277. Esta galaxia alberga poblaciones estelares muy viejas y "prístinas" a lo largo de toda su distancia galactocéntrica por lo que nos ofrece una oportunidad única para investigar el origen de la fuerte absorción de CO característica de las galaxias masivas. Se observa que NGC 1277 no solo muestra valores de CO más altos que las predicciones de los modelos sino que los valores medidos son similares a los encontrados en la población general de galaxias de primeros tipos masivas. Con esta evidencia empírica se puede descartar que la discrepancia observada se deba a la existencia de poblaciones estelares de edad intermedia. Esta interpretación mayoritaria a partir de los primeros estudios en el rango infrarrojo implicaría que las galaxias masivas presentan historias de formación estelar más extendidas en el tiempo, lo cual contrasta con las restricciones obtenidas a partir del rango visible. El nuevo hallazgo obtenido aquí es capaz de conciliar las restricciones obtenidas a partir de los rangos óptico e infrarrojo.

Otro objetivo de esta tesis es poner a prueba las capacidades del instrumento infrarrojo EMIR, instalado en GTC (el mayor telescopio de la actualidad), para el estudio de la historia de formación de las galaxias masivas mediante el análisis de sus poblaciones estelares. Se adoptaron varios enfoques observacionales y se mostró que es posible aprovechar al máximo el potencial de las múltiples rendijas del espectrógrafo EMIR para observar y derivar las poblaciones estelares y los gradientes de las galaxias masivas tanto en cúmulos de galaxias como aisladas y también en galaxias reliquias. Es preciso notar que el advenimiento de la espectroscopía de campo integral en el óptico abrió una nueva era para el estudio de los gradientes de poblaciones estelares. Del mismo modo, la estrategia observacional propuesta aquí para estudiar las variaciones radiales de los parámetros relevantes de las poblaciones estelares supone un avance significativo para estos estudios en el rango infrarrojo. Asimismo en esta tesis se ilustra el proceso de reducción de un conjunto de datos EMIR abordando los problemas que presenta este rango espectral. La identificación de las limitaciones del instrumento y de los datos obtenidos resulta extremadamente útil para la comunidad de astrónomos que desean realizar estudios espectroscópicos de líneas de absorción con EMIR.

Tesis disponible en:
<https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/26882/Stellar%20populations.pdf?sequence=1&isAllowed=y>