

más de 10 años. Nuestro estudio incluye también el análisis detallado de las curvas de luz, el cual muestra que, en muchos casos, éstas están lejos

de ser simétricas y presentan variaciones seculares que aún están por explicar.

## GALAXIAS, CÚMULOS DE GALAXIAS Y EL INTERCAMBIO DE CAMPO MAGNÉTICO

África Castillo Morales

acm@ugr.es

**Tesis doctoral dirigida por** Eduardo Battaner López y Sabine Schindler

**Centro:** Departamento de Física Teórica y del Cosmos, Universidad de Granada

**Fecha de lectura:** 5 de noviembre de 2004

Los cúmulos de galaxias están formados por varios componentes observables: cientos de galaxias, gas caliente entre las mismas y, para algunos cúmulos, partículas relativistas y campo magnético. Estos componentes emiten radiación en diferentes longitudes de onda, desde radio hasta rayos X. La combinación de las observaciones realizadas en este amplio rango de frecuencias junto con los modelos teóricos, nos permite tener un mejor conocimiento de estos objetos.

En esta tesis presentamos el análisis de las distribuciones del gas y de la materia oscura en una muestra de diez cúmulos de galaxias cercanos ( $0.03 < z < 0.09$ ) cuyas temperaturas se encuentran entre 4.4 y 9.4 keV. Estos cúmulos de galaxias han sido estudiados en detalle a través de sus observaciones en rayos X a partir de las cuales se han deducido propiedades físicas globales como la masa del gas y la masa total del cúmulo, la fracción en masa del gas y su extensión relativa. Hemos analizado las posibles correlaciones entre estas propiedades comparándolas con los resultados obtenidos para el caso de cúmulos de galaxias más distantes. En este análisis se ha encontrado una dependencia interesante entre la extensión relativa del gas (expresada como la razón entre las fracciones en masa del gas en los radios  $r_{500}^1$  y  $0.5 \times r_{500}$ ) y la masa total del cúmulo. La extensión del gas relativa a la extensión de la materia oscura tiende a ser mayor en los cúmulos menos masivos. Esta dependencia podría estar relacionada con la intervención de procesos de precalentamiento del medio intracumular durante la formación de estas estructuras.

Además, presentamos en esta tesis las nuevas observaciones en rayos X obtenidas para dos

cúmulos de galaxias morfológicamente diferentes, CL 0939+4713 y RBS797. La determinación del estado dinámico de los cúmulos de galaxias a diferentes desplazamientos al rojo es muy importante para la Cosmología. El observatorio de rayos X *XMM-Newton* ofrece la posibilidad de realizar un estudio espectroscópico con mayor resolución, permitiéndonos obtener mejores mapas de temperatura y metalicidad. Hemos analizado la observación del cúmulo CL 0939+4713 ( $z=0.41$ ), obtenida con *XMM-Newton*, confirmando que se trata de un sistema dinámicamente joven. Esta conclusión se ve apoyada por la distribución de temperatura encontrada en este cúmulo: se distingue una región de temperatura más elevada entre los dos subcúmulos principales, indicando que se encuentran al comienzo de un proceso de fusión.

En varios cúmulos de galaxias cercanos se ha detectado la interacción entre el gas del medio intracumular y la radiofuente situada normalmente en el centro del cúmulo, observándose una anticorrelación entre la emisión en rayos X y la radioemisión. En la observación realizada con el satélite *Chandra* mostramos la presencia de depresiones en la emisión de rayos X del cúmulo RBS797, donde se distinguen claramente mínimos en la emisión cerca del centro del cúmulo. Probablemente, el gas del medio intracumular se ha visto desplazado desde las regiones de menor hacia las de mayor emisión en rayos X, debido a la presión de las partículas relativistas contenidas en los radio lóbulos. RBS797 ha sido el primer cúmulo de galaxias distante en el que se ha encontrado evidencia de este tipo de interacción.

Las observaciones en la longitud de onda de radio

<sup>1</sup> $r_{500}$  se define como el radio dentro del cual la densidad media del cúmulo es 500 veces la densidad crítica.

muestran la presencia de otros componentes interesantes en los cúmulos de galaxias: las partículas relativistas y el campo magnético. Estos son componentes dinámicamente importantes tanto en galaxias como en cúmulos de galaxias. Sin embargo, la interacción entre el campo magnético intra- y extra-galáctico ha recibido poca atención hasta ahora, aunque su interconexión es de gran interés. Estudiando en detalle la dinámica estelar y gaseosa de las regiones más centrales ( $r \leq 1$  kpc) de las galaxias espirales con una inclinación intermedia y con algún tipo de actividad nuclear, podemos determinar cuánto campo magnético ha sido eyectado (o está cayendo) desde el núcleo galáctico o desde la región más interna del disco galáctico al medio intracumular. Para emprender esta tarea, hemos utilizado en esta tesis el instrumento INTEGRAL, basado en un sistema de fibras ópticas, en combinación con el espectrógrafo de fibras WYF-FOS situado en el WHT, en La Palma. Hemos

empleado la espectroscopía bidimensional para estudiar las regiones circumnucleares de dos galaxias, NGC 5033 y NGC 4321. Se han identificado sus estructuras de ionización a través de los diferentes mapas obtenidos de las líneas de emisión y hemos estudiado la cinemática de los emisores ionizados comparando la cinemática estelar y gaseosa.

El estudio detallado de la dinámica de la región central de una galaxia es una herramienta bastante útil para el estudio de los flujos del gas (y por lo tanto de campo magnético) y de las estrellas, hacia o desde el medio intergaláctico. Esto es importante para entender la interacción entre la galaxia y el cúmulo de galaxias al que pertenece. En las galaxias estudiadas en esta tesis no parece existir un importante flujo de gas, por lo que se están llevando a cabo nuevas observaciones para ser analizadas con las técnicas desarrolladas anteriormente y poder así estudiar la interconexión de la galaxia con el medio intracumular.

## CINEMÁTICA DEL GAS IONIZADO EN GALAXIAS ESPIRALES

Mónica Relaño Pastor

mpastor@iac.es

**Tesis doctoral dirigida por** John E. Beckman Abramson y Maite Rozas Espadas

**Centro:** Instituto de Astrofísica de Canarias

**Fecha de lectura:** 19 de abril de 2004

La cinemática interna de las regiones H II en galaxias espirales presenta muchas dificultades para su estudio, y los detalles de los mecanismos que producen la dispersión de velocidad en sus perfiles espectrales son aún desconocidos. Desde que Terlevich & Melnick (1981) propusieran que las regiones H II son sistemas virializados han aparecido en la literatura varios intentos de confirmar esta hipótesis, pero nunca con éxito. Aunque se han propuesto varios mecanismos que dan lugar a las dispersiones de velocidad supersónicas, uno de los principales problemas para verificar cualquiera de ellos ha sido la falta de observaciones con suficiente calidad. La mayoría de los intentos para estudiar este problema se han limitado a regiones H II individuales extragalácticas cercanas, que pueden ser bien resueltas espacialmente, o a muestras muy pequeñas de regiones H II extragalácticas más distantes.

En la tesis doctoral se ha tratado de superar estas limitaciones observacionales y se ha presenta-

do un estudio completo de la cinemática interna de las regiones H II más luminosas de una muestra de tres galaxias espirales de tipo tardío: NGC 1530, NGC 3359 y NGC 6951. El catálogo de las luminosidades en  $H\alpha$  de la población de regiones H II proporciona una muestra adecuada sobre la que basar el estudio de la cinemática y supera las limitaciones de las muestras previas, permitiendo además un análisis estadísticamente robusto para extraer conclusiones generales.

Las observaciones en la línea de emisión  $H\alpha$  fueron realizadas con el instrumento Fabry-Pérot TAURUS-II en el foco Cassegrain del WHT (4.2m) en el Observatorio del Roque de los Muchachos en La Palma. Estas observaciones se complementaron con catálogos de regiones previamente derivados y extraídos a partir de observaciones con filtros de banda estrecha en  $H\alpha$ .

Hemos estudiado los perfiles integrados de emisión de las regiones H II más luminosas de NGC 1530, NGC 3359 y NGC 6951 ajustando cada uno con