



# Evolución de galaxias y QSOs. Modelo evolutivo-explosivo-compuesto: fase final de galaxias y origen explosivo de galaxias enanas

S.L. Lípari<sup>1,2</sup>, R.J. Terlevich<sup>3</sup>, Y. Taniguchi<sup>4</sup>, E. Mediavilla<sup>5</sup>, M. Bergmann<sup>6</sup>, B. García-Lorenzo<sup>5</sup>, S.F. Sánchez<sup>7</sup>, W. Zheng<sup>8</sup>, B. Punsly<sup>9</sup> & D.C. Merlo<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Observatorio Astronómico, Universidad Nacional de Córdoba (OAC-UNC), Argentina.

<sup>2</sup> Consejo de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

<sup>3</sup> Institute of Astrophysics, University of Cambridge (UK).

<sup>4</sup> Research Center for Space and Cosmic Evolution, Ehime University, Matsuyama (Japan).

<sup>5</sup> Instituto de Astrofísica de Canarias, Tenerife (España).

<sup>6</sup> Gemini Observatory (Chile; USA).

<sup>7</sup> Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica, Tonantzintla, Puebla (Mexico).

<sup>8</sup> Department of Physics & Astronomy, John Hopkins Univ., Baltimore (USA).

<sup>9</sup> ICRANet, Piazza della Repubblica 10 Pescara 65100, Italia.

Contacto/ SLL: lipari@oac.uncor.edu

**Resumen** / En este trabajo presentamos nuevos resultados de nuestro modelo evolutivo-explosivo-compuesto de Galaxias, Cuásares y AGNs. En particular: explicamos el concepto de fase final de una galaxia y el hecho de que al menos una fracción de las galaxias enanas pueden ser explicadas con este modelo. También sugerimos que el prototipo de galaxia starburst M82 puede ser una galaxia enana en la fase previa a la final. Además comentamos nuevas observaciones Gemini de BAL+FeII+IR QSOs a medio-alto redshift. Para poder interpretar estos resultados en un contexto más amplio hemos realizado una introducción a nuestro modelo y algunos de los resultados previos más relevantes, entre ellos: (i) Diagrama de Evolución de Galaxias, QSOs, y AGNs; (ii) Nuestro Modelo Evolutivo-Explosivo-Compuesto explica en un mismo proceso: la interacción de “Starburst” y los Agujeros Negros supermasivos que generan HiperNovas, el Origen de los Rayos Cósmicos Ultra-Energéticos y la Materia Oscura. (iii) Observación y Teoría de la Formación y de la fase final de Galaxias, vía Explosión de HiperNovas en QSOs y AGNs.

**Abstract** / We present new results of our evolutionary-explosive- composite model of Galaxies, Quasars and AGNs. In particular: we explain the concept of final phase of a galaxy and the fact that at least a fraction of dwarf galaxies can be explained by this model (as a stage prior to the final). In addition, we explain that the prototype of the starburst galaxy M82 could be a dwarf galaxy previous to the final phase. Also, we discuss new Gemini observations BAL + FeII + IR medium-high redshift QSOs. To interpret these results we performed an introduction to our model and some of the most previous relevant results, including: (i) Evolution Diagram of Galaxies, QSOs and AGNs; (ii) Our Evolutionary-Explosive-Compound Model explains in the same process: the interaction of “Starburst” and Supermassive black holes that generate hypernova, the Origin of Ultra Energetic Cosmic Rays and Dark Matter. (iii) Observation and Theory of Formation and Final Phase of Galaxies via hypernova explosions in QSOs and AGNs.

**Keywords** / Galaxies: evolution, starburst — galaxies: quasars: emission lines — cosmology: dark matter

## 1. Introducción

Un tema principal de Astrofísica y Física Teórica es el estudio del origen de las fuentes de energía en los núcleos activos de galaxias (AGNs) y los cuásares (QSOs). Existen varios modelos que explican los resultados observacionales: modelo estándar y unificado de AGNs: Rees (1984); modelo de formación estelar violenta: Terlevich et al. (1992); y modelos compuestos: Norman & Scoville (1988) y Lípari et al. (1994). Estos modelos adolecen del problema que son estáticos.

Lípari (1994) encontró un diagrama evolutivo para Galaxias, QSOs y AGNs. Terlevich et al. (1992) ana-

lizó la evolución de un starburst (SB) con supernovas en AGNs de baja luminosidad. En una síntesis de estos estudios, Lípari & Terlevich (2006) presentaron un escenario unificado de la evolución de QSOs y AGNs, donde la interacción entre el disco de acreción alrededor de un agujero negro supermasivo y la formación estelar generan hipernovas y el viento galáctico asociado. Este escenario analiza la aparición de la región de líneas angostas y anchas, la emisión extrema en IR+Fe II y la aparición de BAL. En este modelo los BAL+IR+Fe II QSOs son objetos jóvenes de transición entre merger y QSO estándar (tal como lo muestra nuestro diagrama).

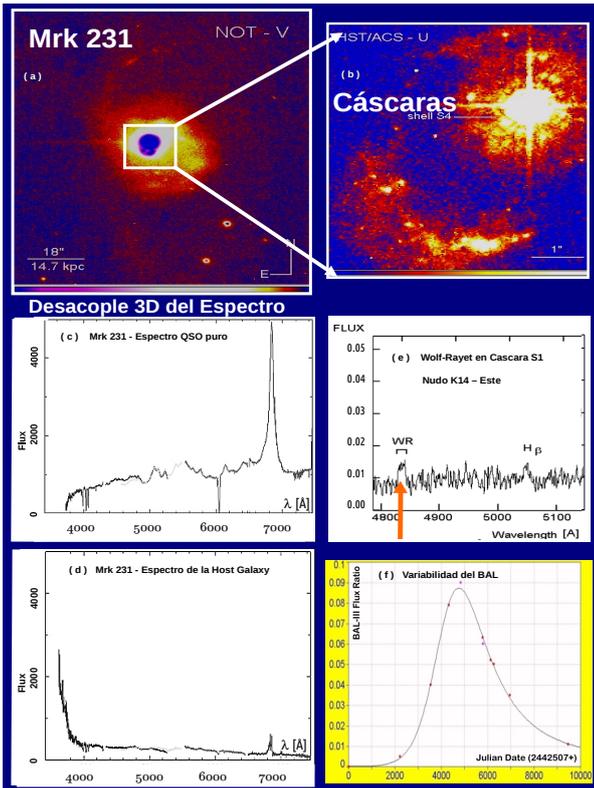


Fig. 1: Mrk 231: BAL+IR+FeII QSO con múltiples shells y variación exponencial del BALIII (Lípari et al., 2009)

Lípari et al. (2009) explican que a través de explosiones de supernovas e hipernovas se pueden generar tanto los rayos cósmicos ultra-energéticos como así también la materia oscura. Además, en este trabajo se define en forma general la formación y la fase final de galaxias via explosiones de hipernovas. Para comprender nuestros nuevos resultados es importante al menos comentar brevemente nuestros tres trabajos más relevantes:

**NGC 5514:** en este merger, con imágenes en H $\alpha$  y espectroscopía 3D de La Palma, detectamos la primer burbuja de viento galáctico en el momento de ruptura. Estudiamos en detalle la cinemática del merger y la burbuja. En los espectros de los nodos de la burbuja encontramos evidencias de estrellas masivas (Wolf-Rayet) que, según Norman & Ikeuchi (1988), son los únicos objetos capaces de producir las rupturas de las burbujas y el disco galáctico.

**Mrk 231:** (Fig. 1) en este merger, con imágenes en H $\alpha$  del Observatorio de La Palma-NOT (Nordical Optical Telescope) y HST, detectamos un sistema múltiple de viento galáctico. Estudiamos la cinemática del sistema de burbujas con espectroscopía 3D La Palma WHT-Integral y Gemini-GMOS. Detectamos estrellas Wolf-Rayet en los nodos de las cáscaras múltiples de viento galáctico; y encontramos que en el sistema variable BAL III, la caída de la curva de variabilidad sigue una ley exponencial similar a la de la supernova o una cáscara de super-viento.

**IRAS 04505-2958:** (Fig. 2) este QSO fue detectado como BAL usando nuestro diagrama de evolución, ya que su posición en el mismo se encuentra en la línea de transi-

ción y en el medio de dos BAL+IR+FeII QSOs. Además, este es uno de los QSO más interesantes ya que en los estudios de procesamiento de imágenes para desacoplar la galaxia host-anfitriona del QSO no se detecta dicha galaxia (es el único QSO que muestra esta característica, en un muy amplio survey). Nosotros propusimos que dicha galaxia, que no es observada pero que si se detecta una shell (al mismo redshift del QSO), podría ser explicada con nuestro modelo evolutivo-explosivo-compuesto: es decir una galaxia en su fase final. Lípari et al. (2009) estudiaron con imágenes del HST y espectroscopía 3D Gemini IRAS04505-2958, confirmando los resultados previos. Además, en la parte teórica de este trabajo, se explicó en forma detallada la generación de rayos cósmicos ultra-energéticos y materia oscura empleando nuestro modelo evolutivo-explosivo-compuesto.

En este trabajo presentamos un análisis espectroscópico que complementan los resultados obtenidos por Lípari et al. (2009) de dos QSOs a moderado redshift (SDSS 030000.56+004828.0 y SDSS 143821.40+094623.2). Luego, explicamos teóricamente el concepto de fase final de una galaxia y el hecho de que al menos una fracción de las galaxias enanas pueden ser explicadas con nuestro modelo evolutivo.

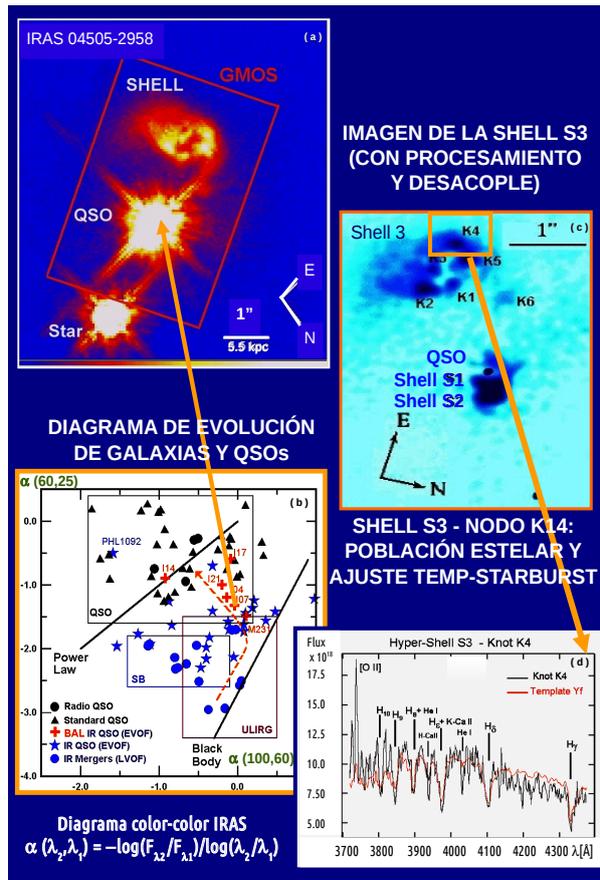


Fig. 2: IRAS 04505-2958: BAL + IR + FeII QSO con múltiples shells y QSO sin galaxia (Lípari et al., 2009).

