

# ANÁLISIS MULTIRANGO DE LA GALAXIA NGC 3034: UNA EXPLORACIÓN DE SU ESTRUCTURA Y FORMACIÓN ESTELAR

MULTI-RANGE ANALYSIS OF THE GALAXY NGC 3034: AN EXPLORATION OF ITS STRUCTURE AND STAR FORMATION

Recibido/Received: 31/06/2024

Aceptado/Accepted: 30/08/2024

## AUTORES

**Jonnatan Arias García.** Estudiante de la Corporación Universitaria Autónoma del Cauca.

**Jhonny Barrios Vanegas.** Licenciado en Matemáticas de la Universidad Santiago de Cali y Máster en Astronomía y Astrofísica de la Valencian International University. Coordinador del Semillero Space U. Investigador del Grupo de Investigación en Ciencias Básicas Aplicadas GISCBA, profesor del Departamento de Ciencias Básicas de la Institución Universitaria Antonio José Camacho.

**David Rodríguez Granados.** Estudiante de la Corporación Universitaria Autónoma del Cauca.

Semillero SPACE-U  
Grupo de investigación de simulación en Ciencias Básicas aplicadas GISCBA  
Institución Universitaria Antonio José Camacho  
Corporación Universitaria Autónoma del Cauca

**Para citar este artículo:** Arias García, J., Barrios Vanegas, J. y Rodríguez Granados, D. (2025). Análisis multirango de la galaxia ngc 3034: una exploración de su estructura y formación estelar. *Revista Sapientia*, 17(33), 52-62. Doi: 10.54278/sapientia.v17i33.262

## RESUMEN

Este artículo responde a la pregunta: ¿cómo se caracteriza la galaxia NGC 3034 (M82) a través de un análisis multirango? Desde una perspectiva astrofísica, se emplea un marco teórico que abarca la morfología galáctica y la evolución estelar. La metodología incluye la obtención y procesamiento de imágenes propias en bandas B, V, R y H $\alpha$  desde el observatorio Aras de los Olmos, así como la integración de datos de catálogo multirango del espectro electromagnético, incluyendo bandas ultravioleta, óptica, infrarroja y de rayos X. Este enfoque proporciona una visión comprensiva de la estructura galáctica, la distribución de regiones de formación estelar y la interacción de la galaxia con su entorno. Las conclusiones revelan que NGC 3034 presenta una alta concentración de formación estelar y posibles indicios de un agujero negro en su centro. Las líneas futuras de investigación sugieren un análisis más profundo de las interacciones gravitacionales con galaxias cercanas y estudios detallados en otras bandas del espectro electromagnético.

### PALABRAS CLAVE

Composición RGB, Morfología galáctica, Bandas espectrales, Multirango.

## ABSTRACT

*This article addresses the question: How is the galaxy NGC 3034 (M82) characterized through a multiband analysis? From an astrophysical perspective, a theoretical framework encompassing galactic morphology and stellar evolution is employed. The methodology includes the acquisition and processing of proprietary images in the B, V, R, and H $\alpha$  bands from the Aras de los Olmos Observatory, as well as the integration of multiband catalog data from the electromagnetic spectrum, including ultraviolet, optical, infrared, and X-ray bands. This approach provides a comprehensive view of the galactic structure, the distribution of star-forming regions, and the galaxy's interaction with its environment. The conclusions reveal that NGC 3034 exhibits a high concentration of star formation and possible indications of a black hole at its center. Future research lines suggest a deeper analysis of gravitational interactions with nearby galaxies and detailed studies in other bands of the electromagnetic spectrum.*

### KEYWORDS

RGB composition, Galactic morphology, Spectral bands, Multiband.

**T**oda galaxia es un foco estupendo de información. Una visión extensa de esta permite generar una idea sobre cómo es su morfología, qué gases presenta por zona, para finalmente contrastar ese conocimiento con su evolución interna y prever su final. Un buen indicador son las grandes cantidades de hidrogeno ionizado, las cuales resaltan generalmente zonas con altas tasas de formación estelar y posibles sistemas protoplanetarios (Carroll, 2017), (Sparke, 2007).

Los estudios multirango de galaxias son una herramienta fundamental para el estudio del universo, permitiendo identificar características morfológicas como el bulbo, el disco, y el halo de una galaxia. Estos estudios también diferencian puntos importantes como la existencia de estrellas gigantes o zonas de estrellas viejas y débiles, lo que ayuda a estimar la edad de la galaxia (Giovannelli, 2012), (ViewSpace, s.f.). La galaxia NGC 3034, también conocida como M82 o la galaxia del cigarro, es conocida por su alto brote estelar, lo que significa que presenta una gran tasa de formación estelar y es muy perceptible en infrarrojo y rayos X (Heckathorn, 1972) (Ciel de nuit, s.f.).

## MARCO TEÓRICO

El análisis de galaxias a través de diferentes longitudes de onda nos permite obtener información detallada sobre su composición y estructura. La espectroscopia, en particular, proporciona datos sobre la presencia de diferentes elementos y compuestos, así como sobre las condiciones físicas en distintas regiones de una galaxia (Rix, 1992). NGC 3034, localizada a unos 12 millones de años luz de la Tierra en la constelación de la Osa Mayor, es una galaxia espiral con brote estelar que ha sido ampliamente estudiada debido a su alta actividad de formación estelar y su interacción gravitacional con la galaxia M81 (NASA, s.f.). Las observaciones en rayos X han revelado que esta galaxia presenta emisiones extremadamente brillantes, lo que ha sugerido la presencia de un agujero negro en su núcleo. En particular, M82 X-1, la fuente de rayos X más brillante de la galaxia, se ha considerado un agujero negro de masa intermedia (100 a 10,000 masas solares) debido a su alta luminosidad y características de variabilidad (Pasham, 2014).

Las oscilaciones cuasi periódicas de rayos X estables en una relación de frecuencia 3:2 observadas en M82 X-1 permitieron estimar la masa del agujero negro en  $428 \pm 105$  masas solares, utilizando la escala inversa de masa que se aplica a los agujeros negros de masa estelar (Yang, 2023). Las observaciones en el rango ultravioleta, llevadas a cabo por instrumentos como GALEX, muestran la presencia de nubes de polvo y regiones de formación estelar activa. Estos datos complementan las observaciones en el rango óptico, que revelan la estructura detallada de la galaxia y la distribución de estrellas jóvenes y viejas (Sparke, 2007). El análisis en el infrarrojo, utilizando datos de 2MASS y Herschel, permite estudiar las regiones más ocultas por el polvo interestelar, revelando zonas de intensa actividad de formación estelar y calentamiento del gas interestelar (Carroll, 2017). Este tipo de análisis es crucial para entender los procesos dinámicos y evolutivos de las galaxias (Giacconi, 2010).

## OBJETIVOS

### Objetivo General

Caracterizar la galaxia NGC 3034 utilizando datos multirango para comprender su morfología,

estructura interna, procesos de formación estelar y fenómenos astrofísicos, integrando observaciones en diferentes bandas del espectro electromagnético.

### Objetivos Específicos

1. Determinar la morfología y la estructura interna de la galaxia NGC 3034 utilizando datos multirango para entender su composición y distribución espacial.
2. Identificar y analizar las regiones de formación estelar en la galaxia mediante observaciones en diferentes bandas del espectro electromagnético.
3. Combinar y procesar datos obtenidos en múltiples bandas del espectro electromagnético para proporcionar una visión detallada de la galaxia, destacando las ventajas de un enfoque multirango en la astrofísica.

## METODOLOGÍA

En este estudio se emplearon diversas técnicas y fuentes de datos para obtener y analizar imágenes de la galaxia NGC 3034 en diferentes rangos del espectro electromagnético. Los pasos principales del procedimiento se describen a continuación:

### Materiales y Métodos

#### 1. Obtención de Imágenes:

- *Observatorio Aras de los Olmos*: obtención de imágenes propias en las bandas B, V, R y H $\alpha$ .
- *Catálogos de Datos*: integración de datos de catálogos multirango del espectro electromagnético, incluyendo bandas ultravioleta, óptica, infrarroja y de rayos X.

#### 2. Procesamiento de Imágenes:

- *Preprocesamiento*: calibración de imágenes utilizando procedimientos estándar para darks, bias y flats (Carroll, 2017).
- *Presentación de Imágenes por Banda*: organización de las imágenes según las bandas espectrales.
- *Combinación de Imágenes RGB*: creación de composiciones de triple capa RGB para resaltar características morfológicas.

### 3. Análisis Espectral:

- *Rayos X*: utilización de datos de ROSAT y Chandra para identificar emisiones de alta energía.

- *Ultravioleta*: uso de imágenes de GALEX y SDSS para estudiar regiones de formación estelar activa.

- *Óptico*: integración de imágenes de OAO y SDSS en varias bandas para analizar la estructura galáctica.

- *Infrarrojo*: análisis de datos de 2MASS y Herschel para identificar zonas de formación estelar ocultas por el polvo interestelar.

## PROCEDIMIENTO

### 1. Obtención de Imágenes:

I. Imágenes en bandas B, V, R y H $\alpha$  con el telescopio T50 del observatorio Aras de los Olmos.

II. Descarga de imágenes de catálogos (NASA NED).

### 2. Calibración de Imágenes:

Las imágenes en las bandas B, V, H $\alpha$  y R fueron obtenidas con el telescopio T50 del observatorio Aras de los Olmos, utilizando exposiciones de 180 segundos para B, V, R y cerca de 5 minutos para H $\alpha$ . Se tomaron imágenes de calibración para bias, darks y flats. Las demás bandas, tanto del óptico como de otras partes del espectro electromagnético, fueron tomadas de la base de datos de la NASA NED. La calibración de las imágenes siguió el procedimiento estándar descrito en la bibliografía (Carroll, 2017). Se agruparon imágenes por filtros, utilizando la imagen promedio y corrigiendo los efectos de darks, bias y flats mediante operaciones de sustracción y división. Se identificaron y corrigieron los efectos de adiciones y multiplicaciones en las imágenes de calibración aplicando una variación promedio al histograma de cada flat.

## RESULTADOS

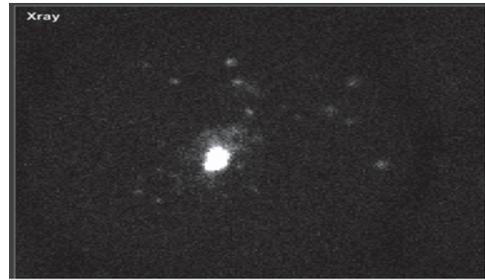
El análisis de la galaxia NGC 3034 se llevó a cabo utilizando una combinación de imágenes obtenidas en múltiples rangos del espectro electromagnético, lo que permitió una comprensión detallada de su estructura y proceso interno. A continuación, se presentan los resultados del estudio, divididos por

los diferentes rangos espectrales analizados. Estos resultados destacan las características morfológicas, las regiones de formación estelar y los fenómenos astrofísicos significativos, incluyendo la posible presencia de un agujero negro central y las interacciones gravitacionales con galaxias cercanas.

### Rayos X

Las imágenes en rayos X fueron tomadas por los telescopios ROSAT y Chandra. M82 es conocida por ser superluminosa en rayos X, lo que indica una gran interacción de energía debida a una fuerza de gravedad severa, probablemente relacionada con la actividad de un agujero negro central (Pasham, 2014).

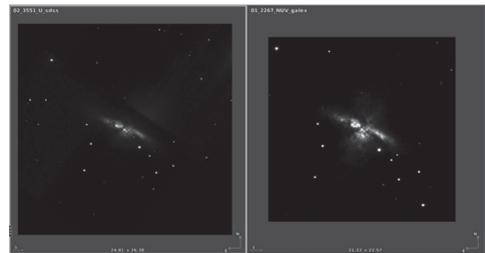
Figura 1. Imagen en rayos X, de M82 por ROSAT.



### Ultravioleta

En UV se usaron imágenes tomadas a 2267 Å por GALEX y a 3551 Å por el SDSS, que muestran nubes de Polvo o remanentes de supernovas, destacando regiones de formación estelar activa (ViewSpace, n.d.).

Figura 2. Datos en UV por galex y sdss.



### Óptico

Para el óptico se utilizaron imágenes de varias fuentes, incluyendo el telescopio OAO y el SDSS, en bandas B, V, G, H $\alpha$ , R e I. Estas zonas básicamente permiten observar gran parte de la galaxia y corresponden a su evolución y desarrollo. Se puede notar una estructura algo elíptica con una pequeña

parte central que podría ser barrada. En la banda H $\alpha$  se destacan las regiones de hidrógeno ionizado, que representan las transiciones de electrones en los primeros orbitales, siendo estas zonas propicias para la creación de nuevas estrellas o protoplanetas.

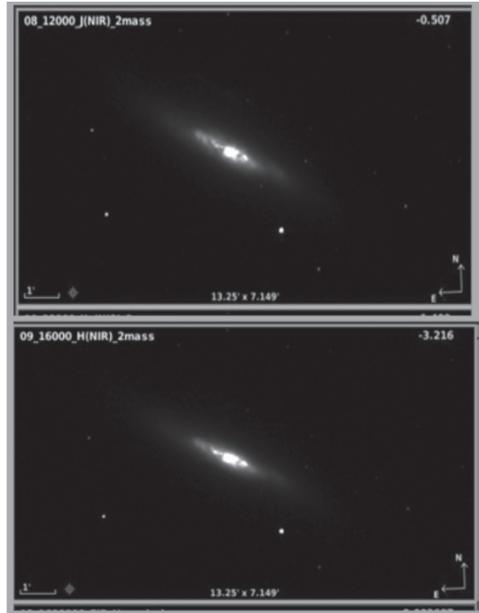
**Figura 3.** Datos en el Visible para bandas B, V y G.



### Halfa - Roja

Para la banda H $\alpha$  se utilizaron imágenes obtenidas de diversas fuentes, incluyendo el telescopio OAO y el SDSS. Esta banda es esencial para observar las regiones de hidrógeno ionizado dentro de la galaxia, las cuales destacan por las transiciones de electrones en los primeros orbitales. Estas regiones son indicadores cruciales de la formación estelar activa, ya que marcan las zonas donde se están creando nuevas estrellas o protoplanetas. En conjunto con la zona roja del espectro óptico, las imágenes en H $\alpha$  revelan detalles importantes sobre la estructura y dinámica interna de la galaxia NGC 3034, permitiendo una mejor comprensión de su evolución y desarrollo. Adicionalmente, se incluyeron datos obtenidos del Observatorio Nacional de Kitt Peak (KPNO), específicamente de la banda infrarroja (I), que proporcionan una perspectiva complementaria de las regiones de formación estelar y las estructuras galácticas.

**Figura 4.** Regiones de H $\alpha$  y zona roja del óptico.



### Infrarrojo

Para el infrarrojo se utilizó 5 subdivisiones en distintas partes del espectro, con datos tomados principalmente del 2MASS. Estas zonas calientes y de gases se enfocan generalmente en las partes centrales de la galaxia, indicando una gran actividad. Los datos tomados son:

#### NIR

- 12000 A Datos de 2MASS (J 1.2um)
- 16000 A Datos de 2MASS (H 1.6um)
- 22000 A Datos de 2MASS (Ks 2.2um)

#### MIR

- 45200 A Datos de Spitzer (4.52um)

#### FIR

- 1600000 A Datos del Herschel (160um)

Estas observaciones revelan zonas calientes en las partes centrales de la galaxia, indicando una gran actividad y formación estelar (Carroll, 2017)

Figura 5. Imágenes en IR.



Ilustración 5 Imágenes en IR

- Se alinearon las imágenes para asegurar que todas las características galácticas coincidieran correctamente.

### 3. Asignación de Colores:

- En Aladin, cada banda espectral se asignó a un color específico del modelo RGB:

§ B (azul)  
§ V (verde)  
§ R (rojo)

### 4. Combinación de Imágenes:

- Utilizando la herramienta de combinación de Aladin, las imágenes en las bandas B, V y R

fueron combinadas en una sola imagen compuesta.

- Se ajustaron los niveles de brillo y contraste para resaltar las características morfológicas y estructurales de la galaxia.

### 5. Ajuste de Parámetros:

- Se utilizaron las funciones de ajuste de color y brillo de Aladin para optimizar la visualización de las regiones de interés, como las zonas de formación estelar y el núcleo galáctico.

### 6. Exportación de la Imagen:

- La imagen combinada resultante fue exportada para su análisis y presentación en el estudio.

58

La combinación de imágenes en las bandas RGB (rojo, verde y azul) proporciona una visión detallada y completa de las diferentes zonas de la galaxia. Este enfoque resalta de manera efectiva las características morfológicas y la estructura de la galaxia NGC 3034, permitiendo así la identificación y análisis de las regiones de formación estelar, nebulosas y otras características astrofísicas. Al integrar estas bandas y combinarlas, se obtienen imágenes compuestas que revelan detalles sutiles y contrastes que no serían visibles en imágenes individuales, mejorando significativamente la comprensión de la galaxia. Estas combinaciones de imágenes se realizaron utilizando el software Aladin. (Bonnarel et al., 2000)

## COMBINACIONES DE IMÁGENES RGB

### Explicación del Proceso de Combinación de Imágenes en Aladin:

Pasos para la Combinación de Imágenes RGB en Aladin:

#### 1. Importación de Imágenes:

- Se importaron las imágenes en las bandas B, V y R al software Aladin.

- Las imágenes fueron obtenidas previamente del telescopio T50 del Observatorio Aras de los Olmos y de catálogos de datos como el NED de la NASA.

#### 2. Calibración y Preprocesamiento:

- Las imágenes fueron calibradas usando procedimientos estándar, incluyendo corrección de darks, bias y flats usando el software Distroastro.

IMÁGENES OBTENIDAS

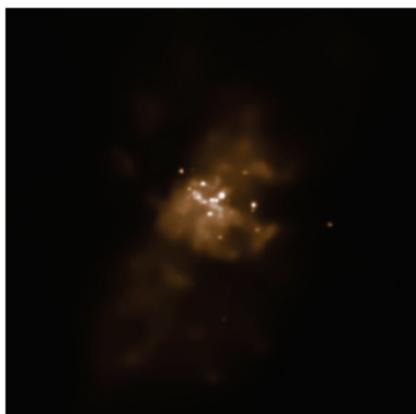


Ilustración 6 Rayos X Chandra

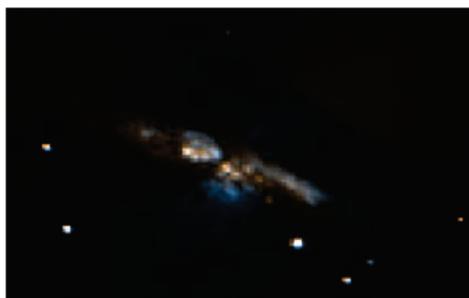


Ilustración 7 UV por galex sdss



Ilustración 8 RGB del óptico mas azul B V Ha



Ilustración 9 Sloan G I Z



Ilustración 10 Optico para bandas B Ha R

## INFRARROJO



Ilustración 11 Combinación de los 3 del 2mass (Nearly IR)



Ilustración 12 J\_Split y Hersche

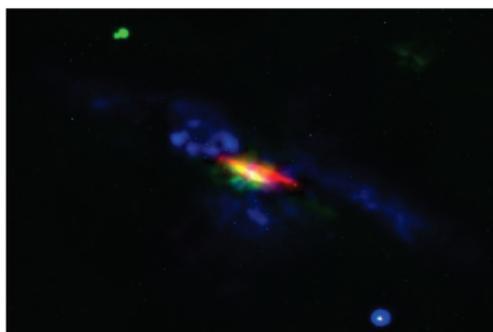


Ilustración 13 NUV Halfa y MIR

69

### RESULTADOS DE LAS COMBINACIONES DE IMÁGENES RGB

La combinación de imágenes en RGB de la galaxia NGC 3034 permitió obtener una visualización detallada de su estructura y características principales:

#### 1. Regiones de Formación Estelar:

Las áreas de formación estelar intensa se destacaron claramente en las combinaciones RGB, mostrando zonas de emisión intensa en H $\alpha$  (banda roja) que indican la presencia de hidrógeno ionizado.

#### 2. Distribución de Polvo y Gas:

La distribución de polvo y gas interestelar fue evidente, con áreas oscuras que indican regiones densas de polvo que bloquean la luz de las estrellas detrás de ellas.

#### 3. Estructura Espiral:

La estructura espiral de la galaxia se observó con claridad, mostrando los brazos espirales y las áreas centrales con alta densidad estelar.

#### 4. Estructura Espiral:

La estructura espiral de la galaxia se observó con claridad, mostrando los brazos espirales y las áreas centrales con alta densidad estelar.

## CONCLUSIONES

El programa IRAF demostró ser una herramienta valiosa para el procesamiento de datos, incluso en investigaciones de galaxias lejanas, permitiendo contrarrestar eficazmente los efectos de flats y bias en las imágenes analizadas. La galaxia NGC 3034 (M82) presenta una forma espiral barrada, aunque con características irregulares, lo que sugiere una intensa actividad de formación estelar. El bulbo de la galaxia muestra una alta concentración de formación estelar, lo que indica que se trata de una galaxia relativamente joven. Esta formación estelar fue claramente observada mediante el uso de filtros SLOAN y H $\alpha$ , destacando las regiones ricas en hidrógeno ionizado. Además, se observó una alta concentración de rayos X en el centro de la galaxia, lo que sugiere la posible presencia de un agujero negro masivo. Finalmente, la galaxia presenta una alta concentración de hidrógeno en sus brazos, lo que es indicativo de una continua y tardía formación estelar. Estas conclusiones proporcionan una comprensión más profunda de la estructura y evolución de NGC 3034, así como de los fenómenos astrofísicos que ocurren en su interior.

### CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍAS

**Investigación:** Jonnatan Arias García y David Rodríguez Granados

**Supervisión:** Jhonny Barrios Vanegas

**Redacción – borrador original:** Jonnatan Arias García y David Rodríguez Granados

**Redacción – revisión y edición:** Jhonny Barrios Vanegas

## BIBLIOGRAFÍA

**Bonnarel, F., Fernique, P., Bienaymé, O., Egret, D., Genova, F., Louys, M., & Bartlett, J. G.-4. (2000).** The ALADIN interactive sky atlas. *Astronomy and Astrophysics Supplement Series*, 143(1), 33-40.

**Carroll, B.W. and Ostlie, D.A. (2017)** *An Introduction to Modern Astrophysics. 2nd Edition*. Cambridge University Press, Cambridge, 578. <https://doi.org/10.1017/9781108380980>

**Ciel de nuit. (n.d.).** *Ciel de nuit*. NGC 3034 - M82: <https://www.ciel-de-nuit.com>

**Giacconi, R. (2010).** The high energy X-ray universe. *PNAS*, 107(16), 7202-7207.

**Giovannelli, F. & -G. (2012).** Multifrequency behaviour of high energy cosmic sources. *A review. Memorie della Societa Astronomica Italiana*, 83, 17.

**Heckathorn, H. (1972).** The emission-line velocity field in M82. *Astrophysical Journal*.

**NASA. (n.d.).** NASA/IPAC Extragalactic Database (NED). <https://ned.ipac.caltech.edu>

**Pasham, D. S. (2014).** A 400-solar-mass black hole in the galaxy M82. *Nature* (513), 74-76.

**Rix, H. W. (1992).** NGC 4550: A laboratory for testing galaxy formation. *The Astrophysical Journal*, 1-8.

**Sparke, L. S. (2007).** Chapter 3: Spiral and S0 Galaxies. In L. S. Sparke, *Galaxies in the Universe: An Introduction*. Cambridge University Press.

**ViewSpace. (n.d.).** *ViewSpace explore the universe with interactives and videos*. Analyzing Light: Starburst Galaxy M82. <https://viewspace.org>

**Yang, X. &. (2023).** The Universal Picture for Black Hole Accretion and Ejection. *Galaxies*, 1(0), 1-16.