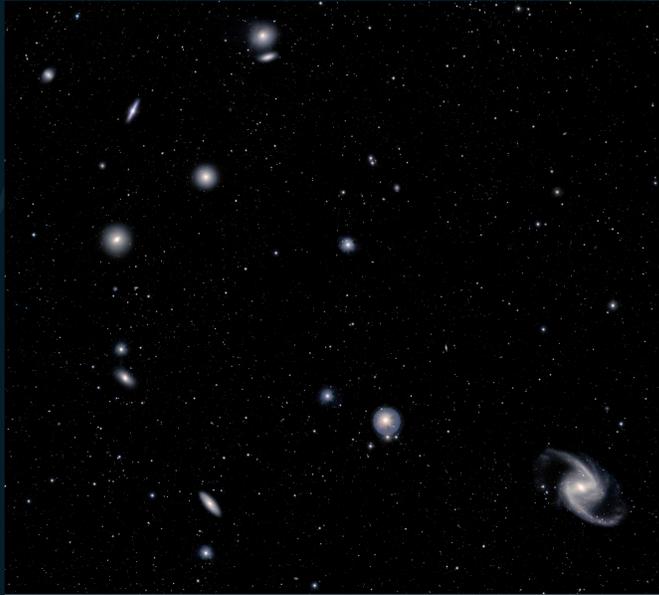


# Materia oscura y energía oscura: pruebas



Cúmulo de Fornax  
(ESO/J. Emerson/VISTA. Agr.: Cambridge Astronomical Survey Unit)

## Agrupamiento de galaxias

La materia oscura atrae a la materia visible y fomenta la formación de galaxias. Sin embargo, la energía oscura tiene un efecto opuesto debido a su naturaleza repulsiva. La materia oscura también afecta a la distribución de galaxias y a sus movimientos dentro de los cúmulos de galaxias.



□ Cuatro imágenes del mismo quásar  
○ Tres imágenes de la misma galaxia

Múltiples imágenes de quásares y galaxias debidas al cúmulo de galaxias SDSS J1004+4112 (ESA, NASA, K. Sharon (Tel Aviv U.) y E. Ofek (Caltech))

## Desviación de la luz

La manera en la que los rayos de luz se curvan depende tanto de la cantidad como de la distribución de la materia visible y oscura.

En la imagen, un cúmulo de galaxias distorsiona la luz procedente de galaxias y quásares aún más lejanos, cambiando sus formas y tamaños, incluso creando múltiples imágenes del mismo objeto.



Galaxia M83  
(ESO)

## Observación de galaxias

Podemos calcular la masa de las galaxias midiendo la velocidad del gas y de las estrellas que se mueven a su alrededor. Sorprendentemente, la masa que medimos así es mucho mayor que la que podemos ver. Debe haber entonces materia no visible: materia oscura.

Creemos que la materia oscura forma nubes gigantes alrededor de las galaxias, llamadas halos. Estas nubes son unas diez veces mayores y más masivas que la galaxia observada.



Supernova 1994D en la galaxia NGC 4526  
(NASA/ESA, The Hubble Key Project Team y The High-Z Supernova Search Team)

## Supernovas

Al final de sus vidas, las estrellas más masivas estallan en una gigantesca explosión llamada supernova.

Como se muestra arriba, la explosión de una supernova brilla tanto como una galaxia entera. Midiendo su luminosidad se descubrió que las supernovas se están alejando de nosotros cada vez más rápidamente.

Esta fue la primera evidencia de que el universo se expande aceleradamente. La explicación más sencilla es una forma desconocida de energía, llamada energía oscura.

1933

### Pimer indicio de materia oscura



F. Zwicky  
(P.d. [via WC])

Fritz Zwicky encuentra la primera prueba de la existencia de materia oscura estudiando el cúmulo de galaxias de Coma.

1970's

### Más pruebas



V. Rubin  
(Carnegie Instit. Washington)

El equipo de Vera Rubin presenta pruebas convincentes de la existencia de materia oscura en las galaxias al estudiar sus movimientos de rotación.

1998-1999

### El descubrimiento de la energía oscura



a) B. Schmidt (M. Pössel)  
b) S. Perlmutter (H. Motzkau, [CC])  
c) A. Riess (H. Motzkau, [CC])

El Supernova Cosmology Project y el High-z Supernova Search Team, dirigidos por Saul Perlmutter, Brian Schmidt y Adam Riess, miden la expansión acelerada del universo (Premio Nobel 2011).

2009-2013

### Medidas precisas

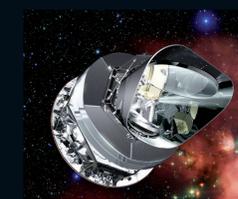


Ilustración del satélite Planck  
(ESA/AOES Medialab)

El satélite Planck mide con gran precisión el Fondo de Radiación de Microondas y con ello confirma la existencia de la materia oscura y la energía oscura.

