



# Astrofísica

Un viaje a través de la luz

Jorge García Rojas



15 de Marzo de 2022

IES Pérez Galdós

# Quién soy

Soy un astrónomo  
canario

Llevo trabajando más de  
20 años en astronomía

Mi trabajo me ha llevado  
a visitar muchos países

Me encanta la ciencia



# Cómo ser astrofísico/a

Grado (4 años)



Máster Universitario en astrofísica (en general, 2 años)



UNIVERSITAT DE BARCELONA



Universiteit Leiden  
The Netherlands



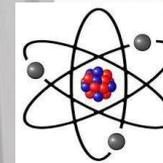
Observacional



Teórico-computacional



Estructura de la materia



Doctorado (3+1 años)



# La academia

www.phdcomics.com

Comics Store WE HAVE NO IDEA PHD MOVIE

New to PHD? Read the 200 Most Popular Comics or read this guide  
Sign up on E-mail, Facebook, Twitter or Instagram for new comics!

email this comic to a friend! list all comics print this comic

previous jump first

Gift Shopping? Check out The Phd Store! phdcomics.com/store

New Book!! Order it now!!



PHD MAKES ITS FIRST TRANSATLANTIC TRIP FOR A TALK AT THE CANARY ISLANDS' ASTROPHYSICS INSTITUTE

PHD TALES FROM THE ROAD PRESENTS:

IT'S BEAUTIFUL ALL THE WAY DOWN

CONVERSATIONS WITH ASTROPHYSICISTS - PART 1

AMID THE MARS-LIKE LANDSCAPE ON TOP OF 'EL TEIDE', TENERIFE'S MAIN VOLCANO, I GET A TOUR OF THE TELESCOPE FACILITIES.

SO WHERE ARE ALL THE STARS? THAT'S THE LIQUID NITROGEN NOZZLE. ALSO, IT'S THE MIDDLE OF THE DAY.

I THOUGHT YOU WERE MORE FAMOUS THAN THAT. I'M EASY.\* LONG HAIRDO \*TRANSLATED FROM SPANISH

IN ACTUALITY, TIME ON THE BIG TELESCOPES IS VERY PRECIOUS (AND EXPENSIVE). YOU ONLY GET A COUPLE OF WEEKS DURING YOUR ENTIRE PH.D., SO YOU BETTER MAKE THEM COUNT!

AT A TYPICAL SESSION, YOU SPEND NIGHT AFTER NIGHT IN ISOLATION, NOT WASTING ONE MINUTE, CHECKING ON THE EQUIPMENT AS PHOTONS FROM STARS BILLIONS OF MILES AWAY AND MILLIONS OF YEARS OLD IMPINGE ON YOUR CALIBRATED CCD SENSORS, HOPING THEY CARRY DATA GOOD ENOUGH FOR A THESIS.

WWW.PHDCOMICS.COM

JORGE CHAM © 2007

MY TOURGUIDE CONRADO DESCRIBES A FRIEND'S THESIS, WHICH PROPOSED A NEW METHOD FOR FINDING STARS THAT HAVE PLANETS ORBITING AROUND THEM.

OF COURSE, HE HAD TO SHOW IT WORKED.

TALK ABOUT FINDING A THESIS IN A HAY STACK! LUCKILY, IT ONLY TOOK 5 YEARS.

PLANET FOUND! SOB!

STILL, I'M SURE IT'S ALL WORTH IT.

SO WHAT DO YOU DO WITH AN ASTROPHYSICS DEGREE? BEATS ME, I'M GOING INTO BUSINESS CONSULTING.

OF COURSE, NOT ALL ASTRONOMERS WORK WITH TELESCOPES. SOME ONLY DO COMPUTER SIMULATIONS, LIKE JORGE (NICE NAME!), A NATIVE CANARIAN AND COMIC BOOK AFICIONADO.

WE STARE AT THE COMPUTER SO LONG, WE START TO SEE STARS ANYWAY.

HE INVITES ME TO HIS BIRTHDAY PARTY, WHICH LASTS OVER 8 HOURS (CANARIANS TAKE THEIR PARTYING SERIOUSLY).

OUR KING IS USELESS BUT WE LOVE HIM ANYWAY

MIGUEL MIGUEL 2

# Astrofísica:

(Del fr. *astrophysique*, der. del gr. *ἄστρον*, estrella, y el fr. *physique*, física)

“Parte de la astronomía que estudia las propiedades físicas de los cuerpos celestes, tales como luminosidad, tamaño, masa, temperatura y composición, así como su origen y evolución.”



Química - O

¿Qué es el Universo?  
¿Cómo ha evolucionado?  
¿Cuánto mide?  
¿Cuánto pesa?  
¿Qué edad tiene?.....

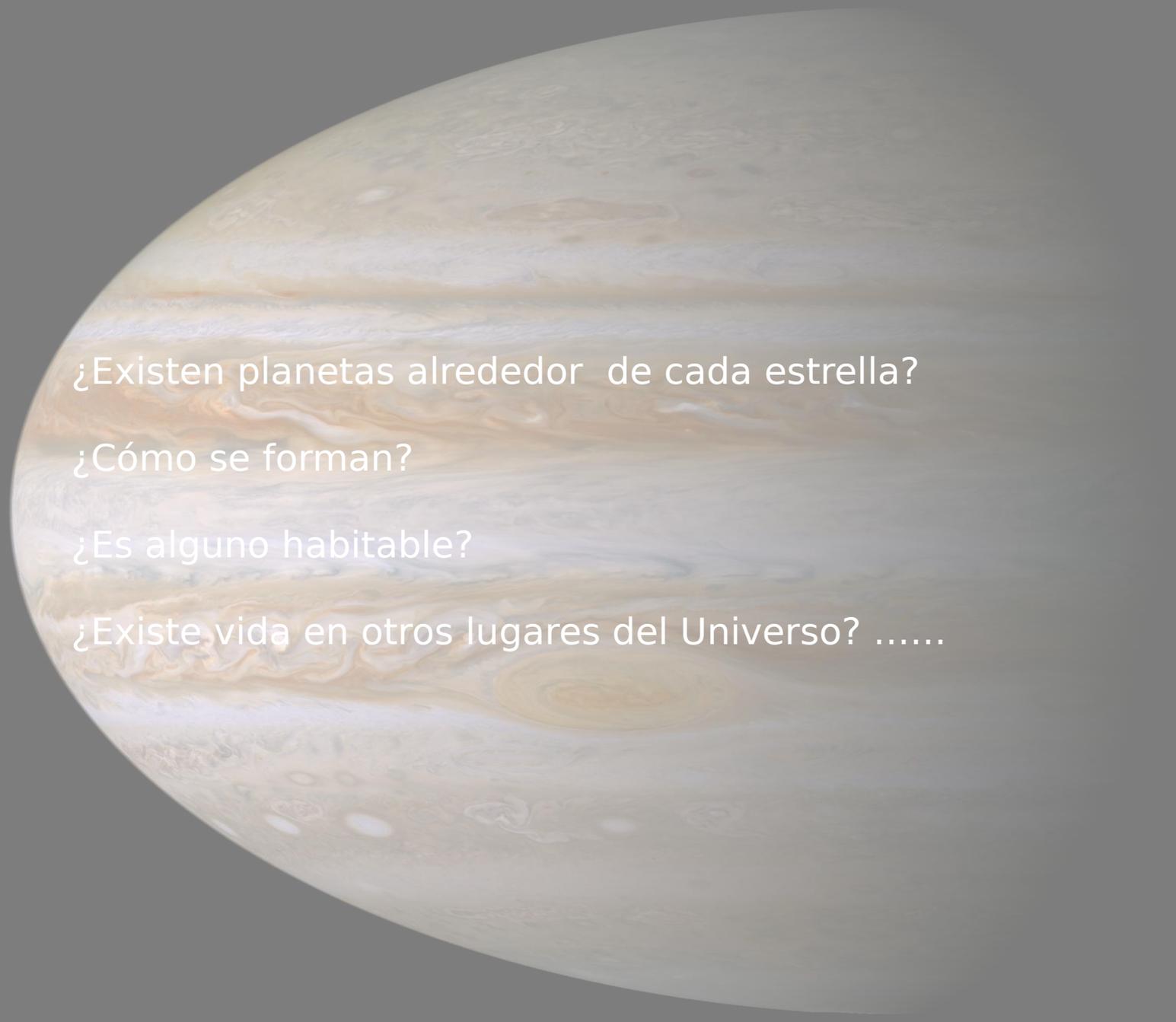


¿Por qué tienen determinada forma las galaxias?  
¿de qué se componen? .....



- ¿Qué son las estrellas?
- ¿Cómo funcionan?
- ¿Cómo son las condiciones físicas en su interior (temperatura, presión, reacciones nucleares, ...)?
- ¿Cómo se forman, evolucionan y mueren las estrellas?.....

- ¿Cómo funciona el Sol?
- ¿Qué edad tiene?
- ¿Cuál es su fuente de energía?....



¿Existen planetas alrededor de cada estrella?

¿Cómo se forman?

¿Es alguno habitable?

¿Existe vida en otros lugares del Universo? .....



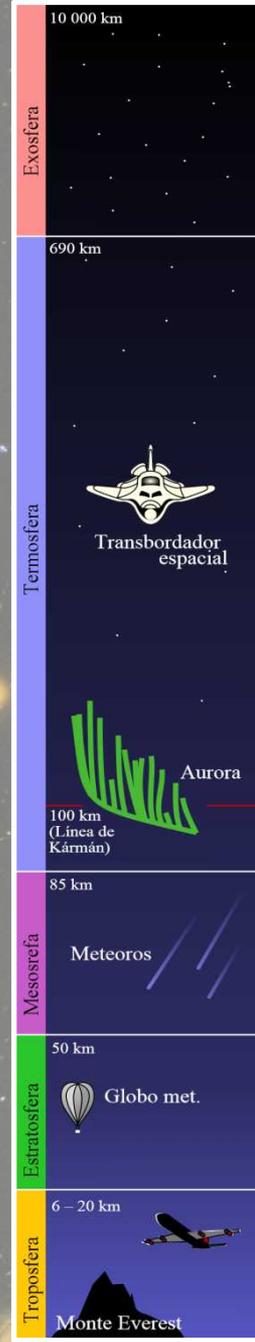
¡ SÓLO PODEMOS OBSERVAR !

Nuestro laboratorio, pese a ser el más grande  
*¡ con diferencia !* , no nos permite interaccionar  
con los objetos que analizamos, ni introducir  
sondas en el interior de las estrellas porque  
no podemos ni tan siquiera acercarnos  
a los objetos que estudiamos.





# El Espectro Electromagnético



**La Atmósfera: capa protectora vital,**  
gran problema para los astrónomos

# El Espectro Electromagnético

$\lambda < 10^{-11} \text{ m}$

Rayos  $\gamma$



Rayos X



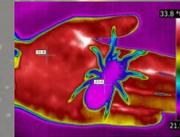
$10^{-8} < \lambda < 10^{-6}$

UltraVioleta

Visible

$10^{-6} < \lambda < 10^{-3}$

InfraRojo



Micro-ondas



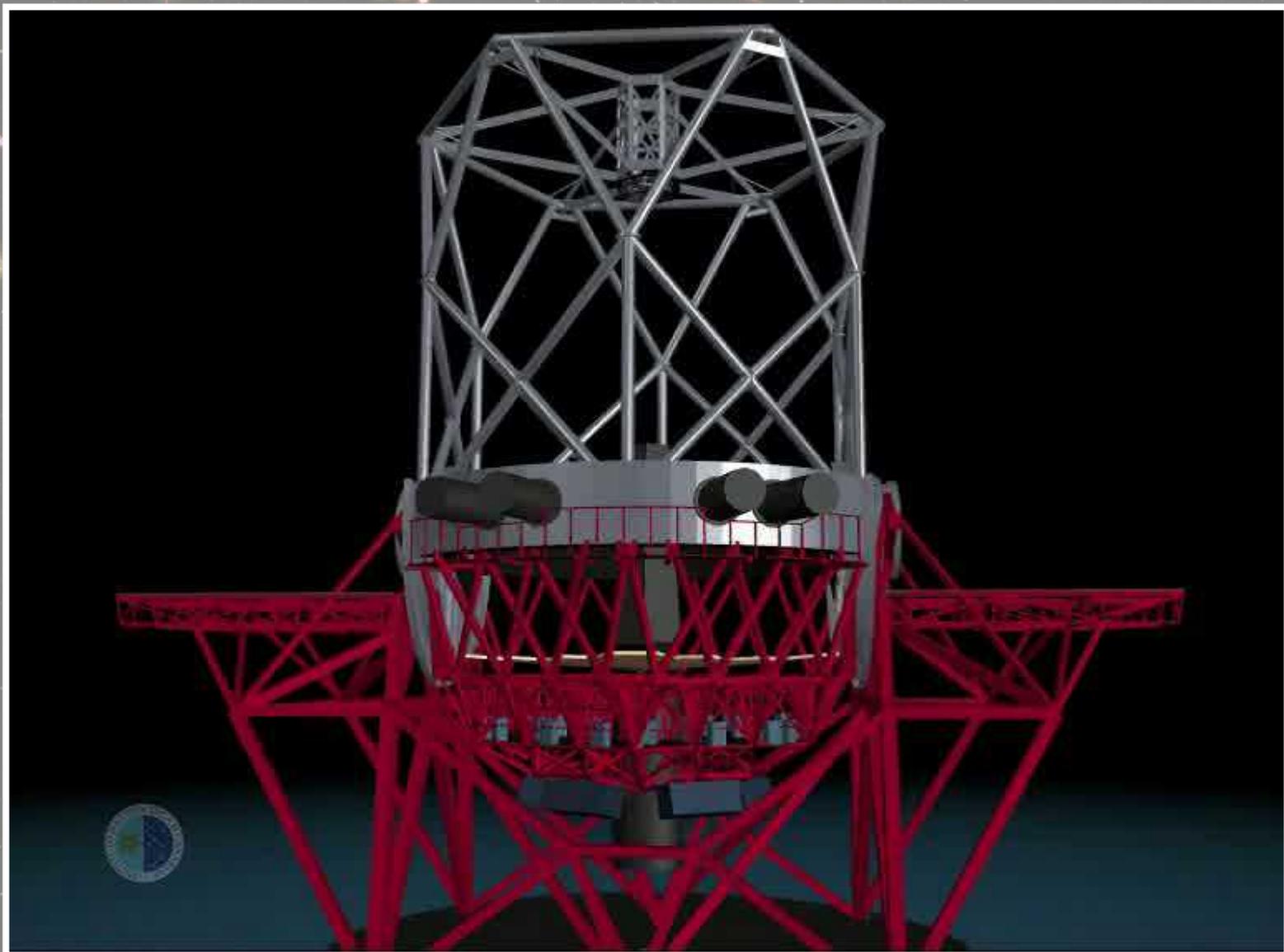
$10^{-1} \text{ m} < \lambda$

Ondas de Radio



Importante: Cualquiera de estas radiaciones viajan a la misma velocidad en el vacío: casi 300.000 Km/s

# Funcionamiento de los telescopios



Telescopios: ¿Para qué?

A mayor área del telescopio podremos ver:

- Objetos más lejanos.
- Objetos más débiles.
- Objetos más pequeños.



Ejemplo de grandes telescopios en los Observatorios Canarios:

**GTC:** 10.4 metros

(óptico/infrarrojo) (ORM)

**MAGIC:** 17 metros

(rayos gamma/Cherenkov) (ORM)

**Gregor:** 1.5 metros

(telescopio solar) (OT)

**Quijote:** 3.5 metros

(polarimetría en microondas) (OT)



# Gran Telescopio CANARIAS (10.4 m)

Radio

Microondas

Infrarrojo

Visible

Ultravioleta

Rayos X

Rayos  $\gamma$



Planck / Quijote CMB (3.5 m)

Radio

Microondas

Infrarrojo

Visible

Ultravioleta

Rayos X

Rayos  $\gamma$



Gregor (1.5m)

Telescopio Solar Europeo (4m)

Radio

Microondas

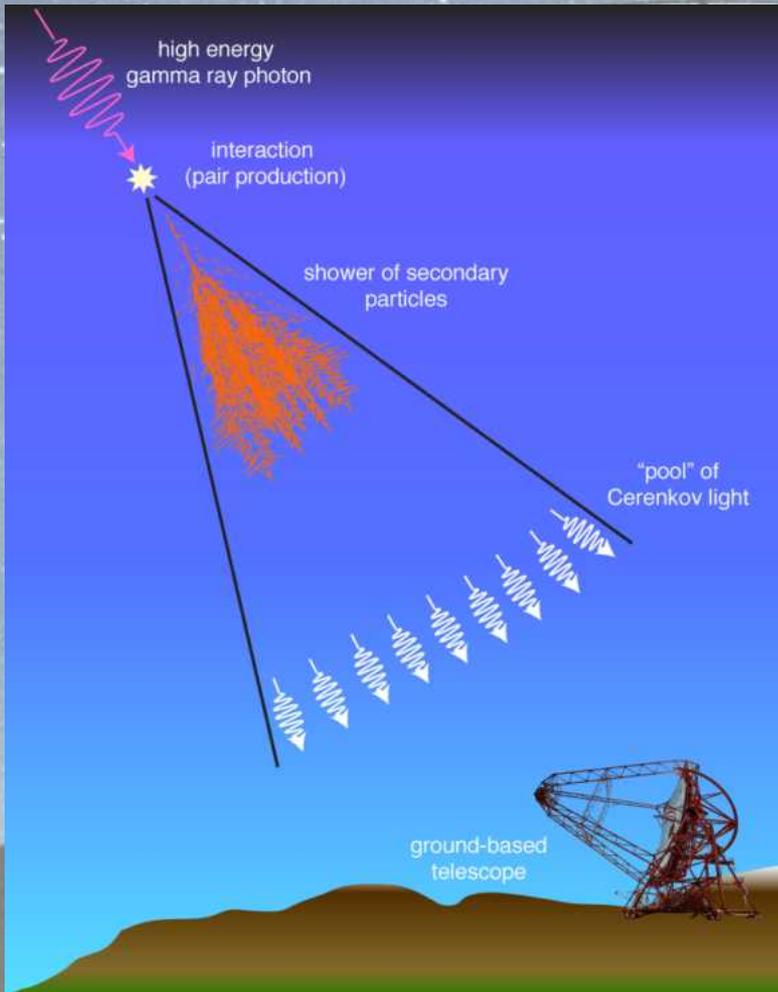
Infrarrojo

Visible



Rayos X

Rayos  $\gamma$



CTA (23.0, 12.0 y 6 m)

MAGIC I y II (17.0 m)

Radio

Microondas

Infrarrojo

Visible

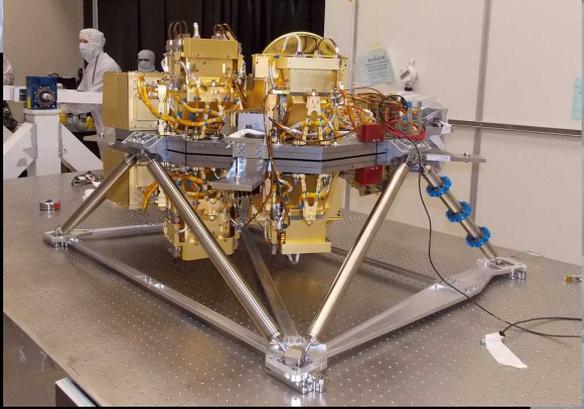
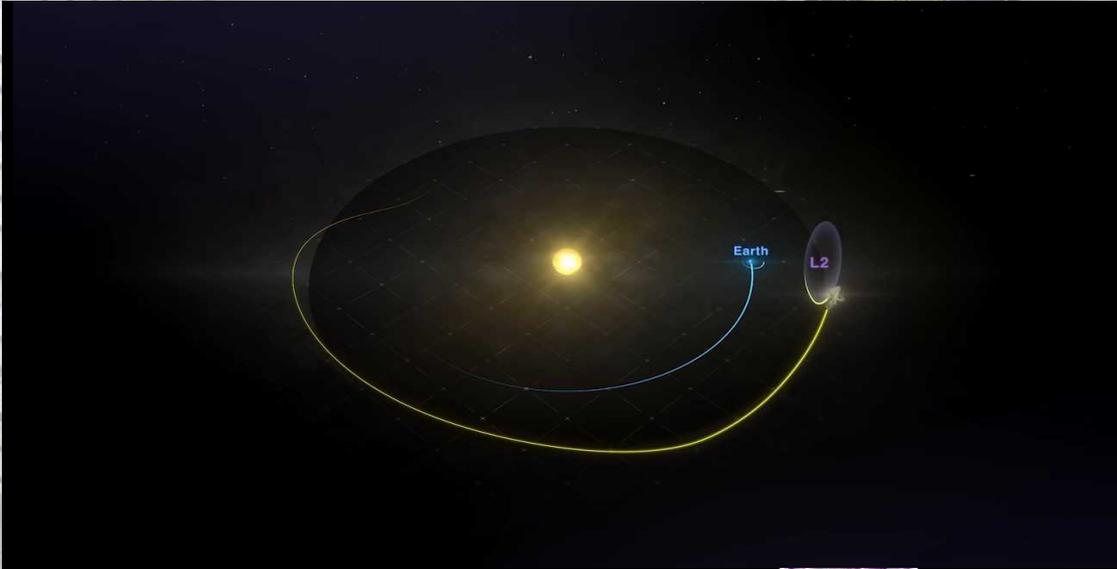
Ultravioleta

Rayos X

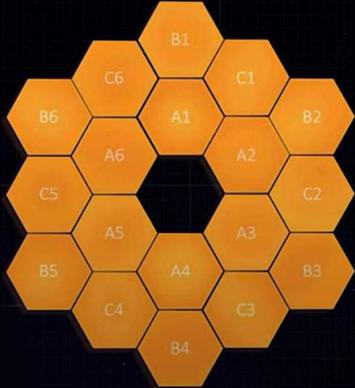
Rayos  $\gamma$



Telescopios  
Recojamos la luz:



NIRC2



SEGMENT IDENTIFICATION MOSAIC



COMPLETED IMAGE STACKING

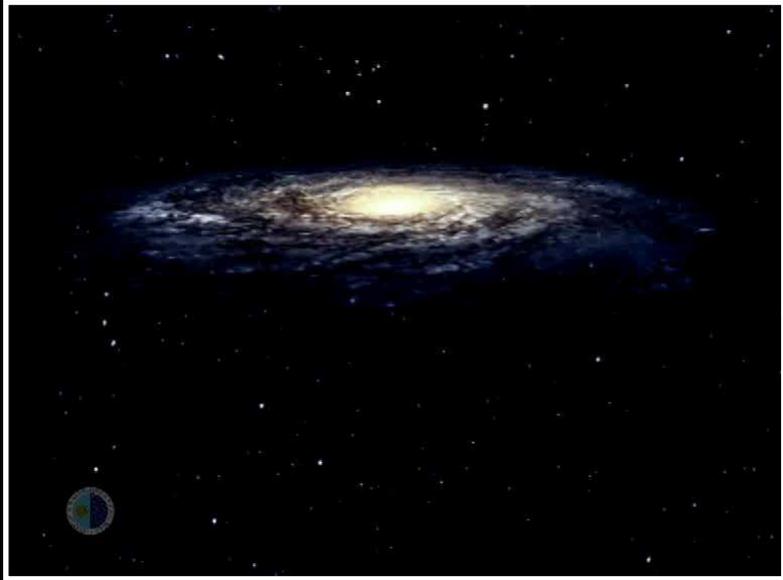
# James Webb Space Telescope (6 m)

Radio    Microondas    Infrarrojo    **Visible**    Ultravioleta    Rayos X    Rayos  $\gamma$

# Técnicas de la Astrofísica.

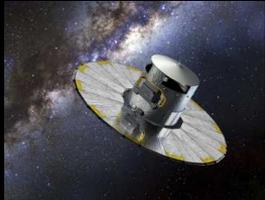
## Fotometría y Astrometría:

Posición y brillo de los astros, variación del brillo con el tiempo, luminosidad en varios "colores".



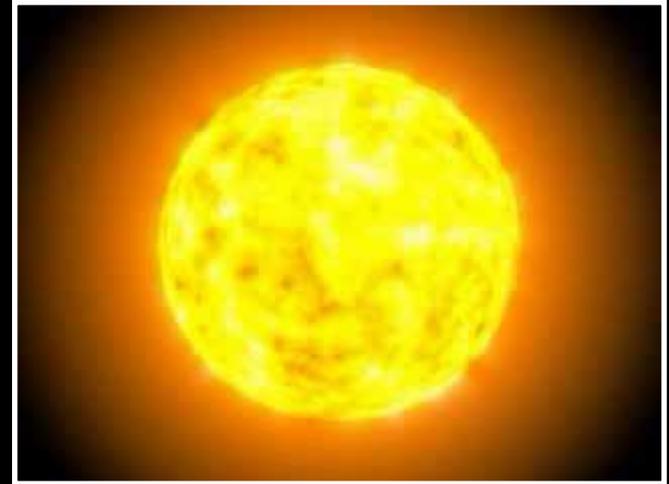
## Información que obtenemos:

- Posiciones (coordenadas)
- Movimiento (velocidades tangenciales)
- Luminosidad (distancia)
- Colores: (Temperaturas, Tipos espectrales)
- Edades (Poblaciones estelares)
- Etc...



## Espectroscopía:

Medimos líneas espectrales.  
Son las huellas dactilares de los átomos

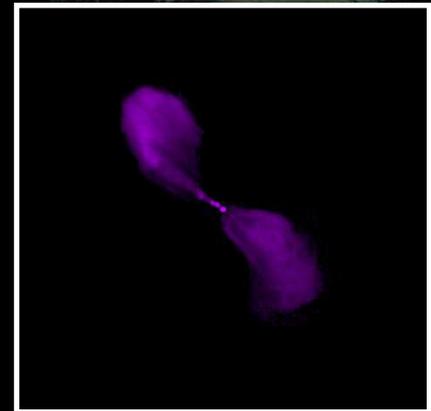
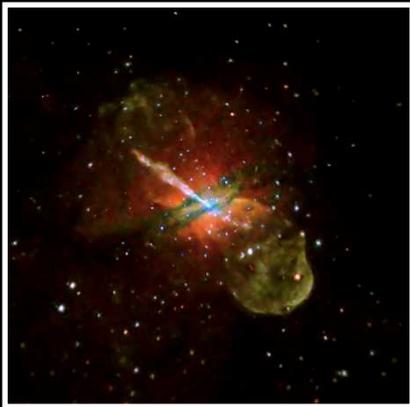
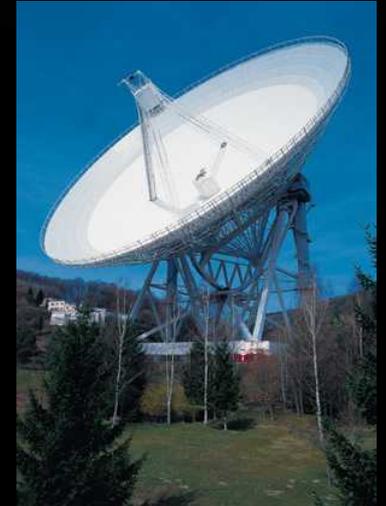


## Información que obtenemos:

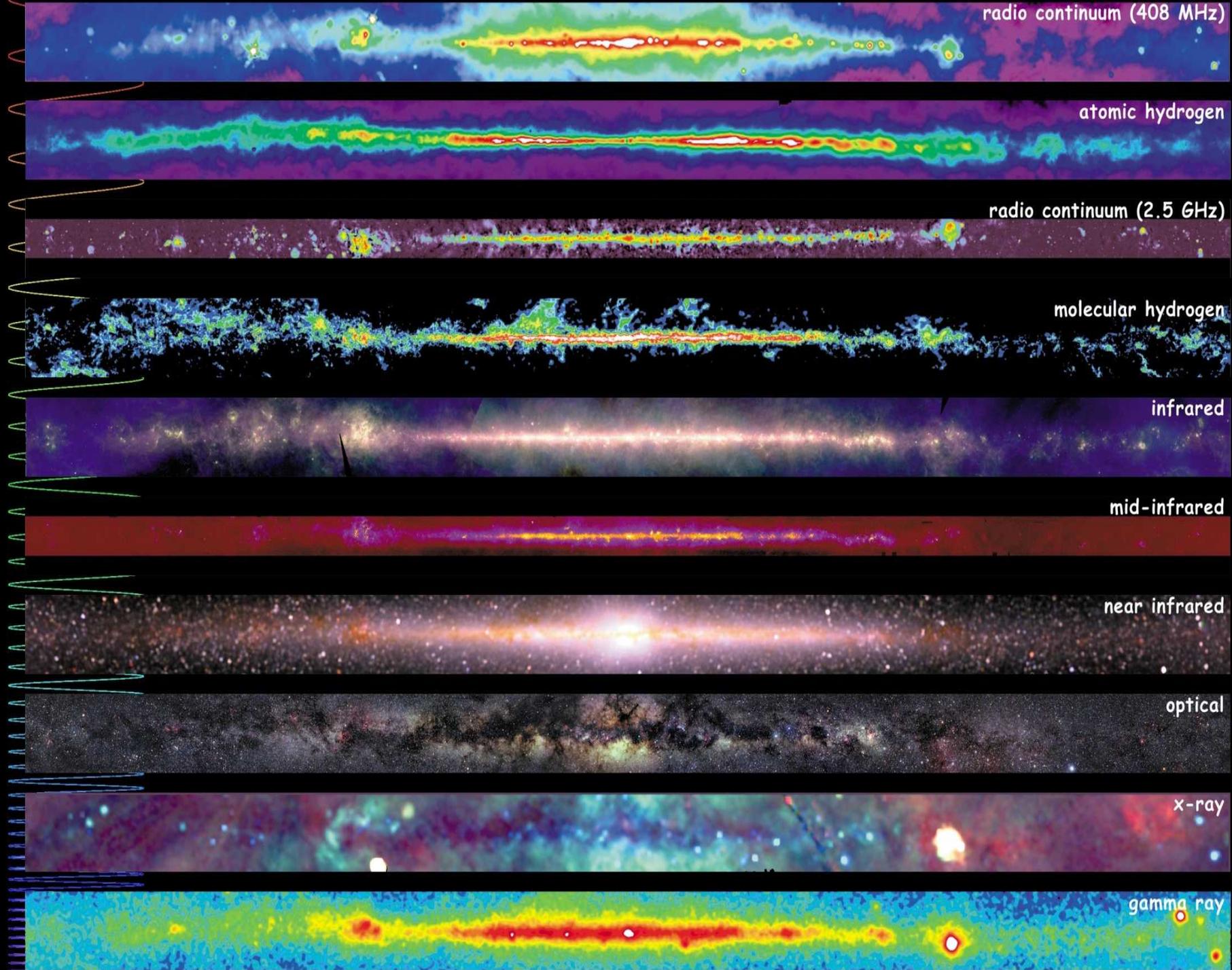
- Composición química
- Temperaturas, Presión
- Velocidad radial (efecto Doppler)
- Etc...
- Junto con la **Polarimetría:**
  - Campos magnéticos (efecto Zeeman)



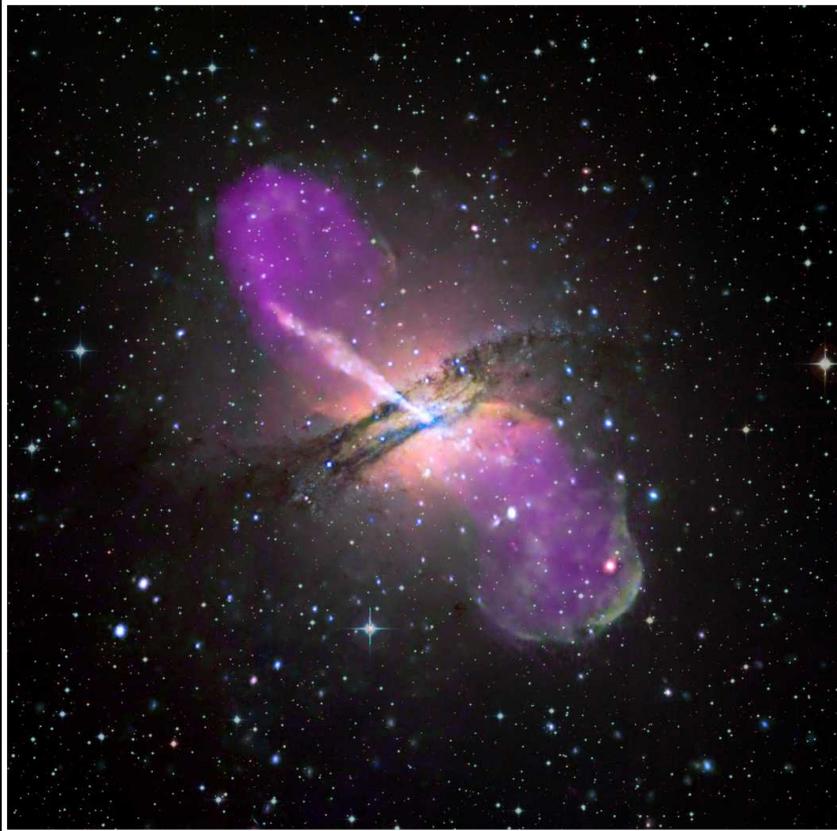
### Las diversas caras de un mismo objeto: Centaurus A



Astrofísica y el Espectro Electromagnético



## ¿Qué podemos estudiar en cada región del espectro?



- **Rayos gamma:**

Fenómenos muy violentos. Agujeros Negros, Explosiones de supernova ...

- **Rayos X:**

Energía gravitacional. Estrellas de neutrones, Agujeros negros ...

- **Ultravioleta:**

Quásares, materia interestelar e intergaláctica. Gas de elevada temperatura, sistemas estelares activos ...

- **Visible:**

Estrellas, Medio interestelar ionizado, Formación estelar en galaxias ...

- **Infrarrojo:**

Regiones de formación estelar, centro galáctico. planetas, enanas marrones, astros ocultos tras polvo interestelar ...

- **Microondas:**

Cosmología, radiación de fondo cósmico ...

- **Radio:**

Materia fría. Nubes moleculares, gases neutros ...

¿Qué es lo que vemos (o dejamos de ver) ?

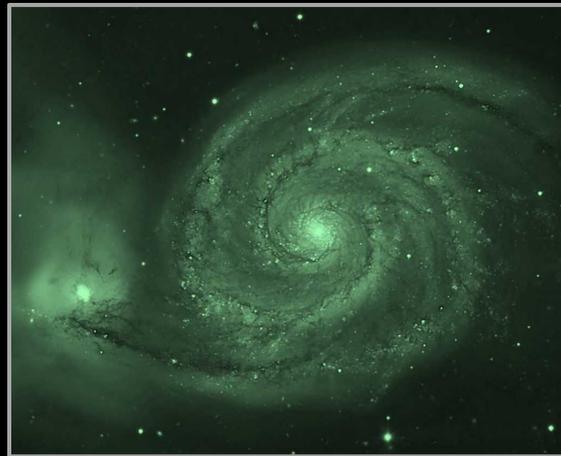
**Visible** vs. **Infrarrojo**

Astrofísica – Técnicas: Fotometría





Filtro Rojo



Filtro Verde



Filtro Azul

Astrofísica - Técnicas: Fotometría



En 1835, A. Comte, filósofo positivista decía...

“... todo aquello que no sea observable visualmente nos será negado.  
Nunca conoceremos la composición química de las estrellas...”

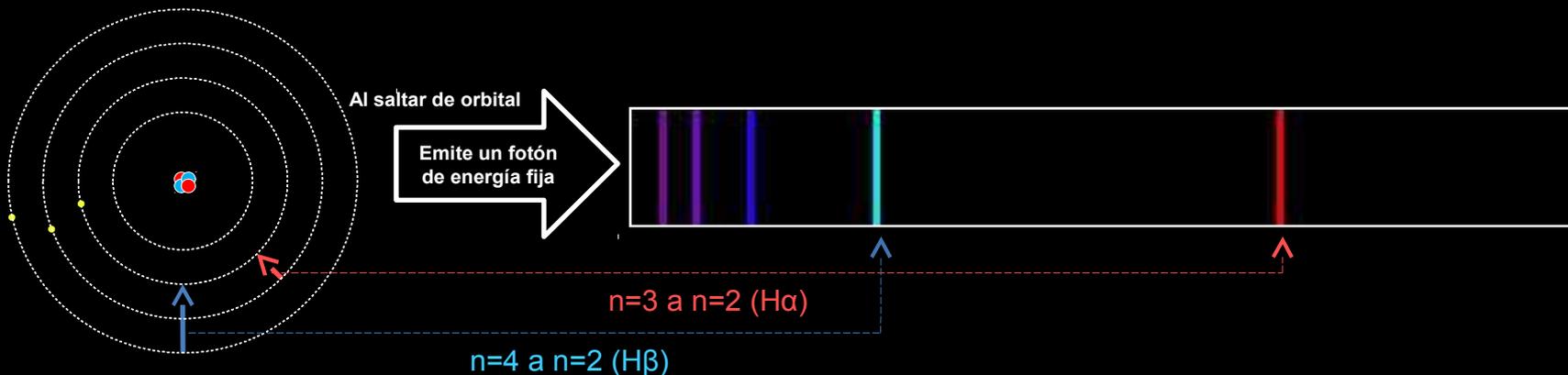


Pocos años más tarde llegó la **Espectroscopia**,  
demostrando que Comte (*afortunadamente*) se equivocaba.

El secreto para conocer lo más grande (el Universo)  
se encuentra en lo más pequeño (el átomo)

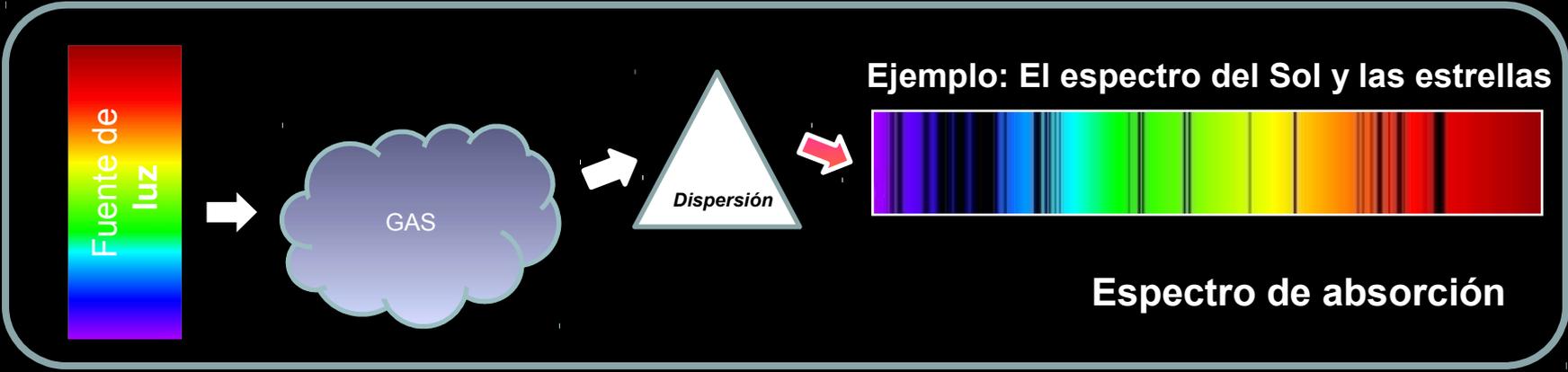
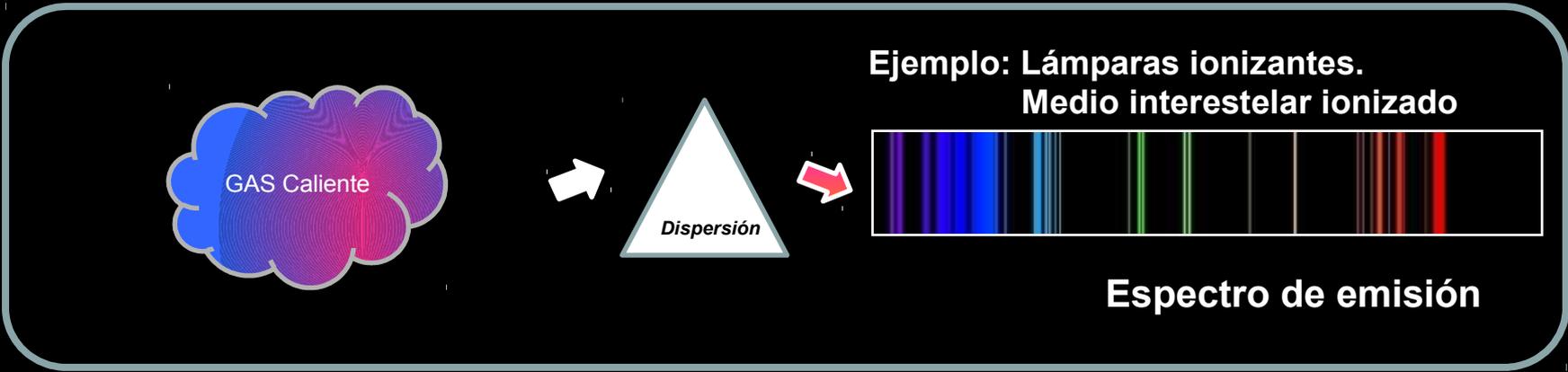
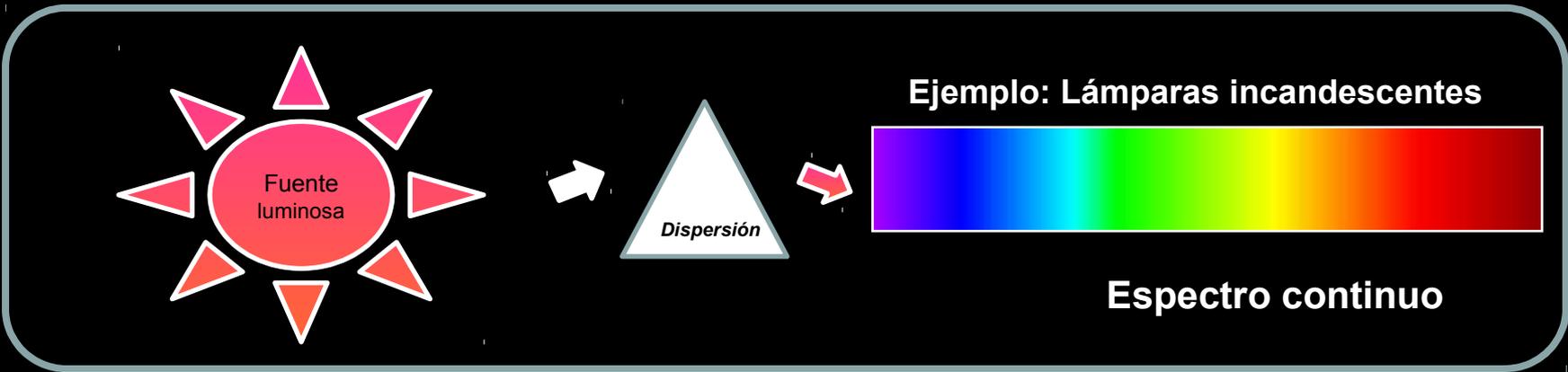


**IMPORTANTE:** ¡ Esto es un esquema, no la estructura real del átomo !



Así pues, las líneas espectrales son debidas a saltos entre orbitales, de energía perfectamente definida.

# Tipos de espectros...



Espectros de los primeros elementos de la tabla periódica.

¡El espectro es una huella dactilar infalible!



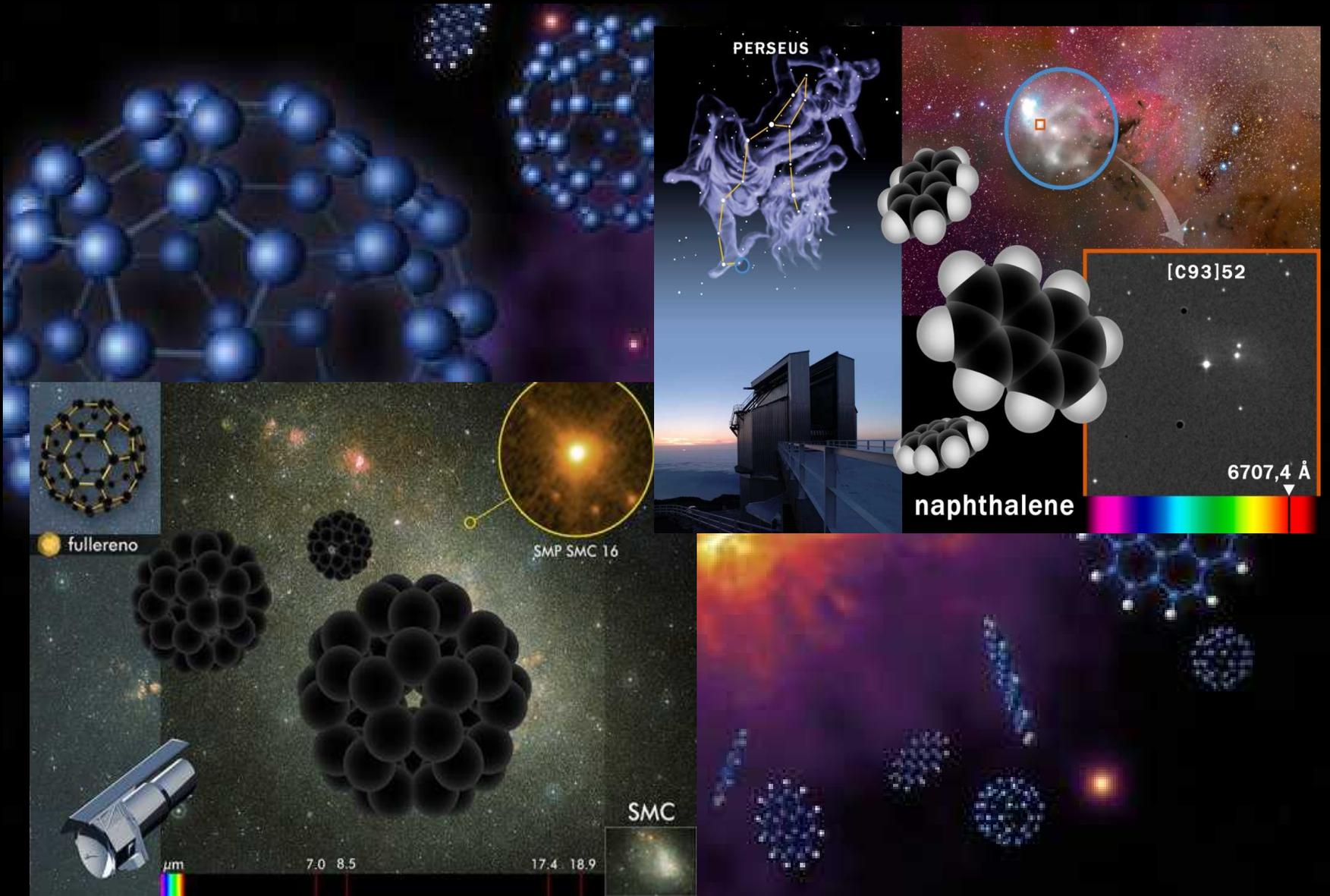
## The Origin of the Solar System Elements



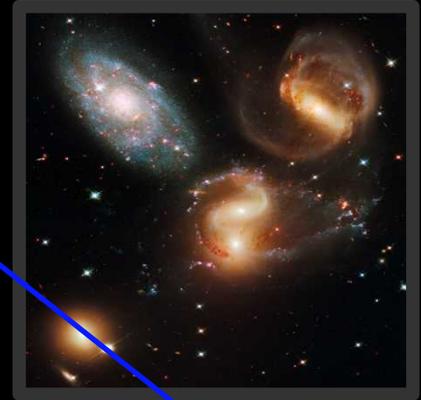
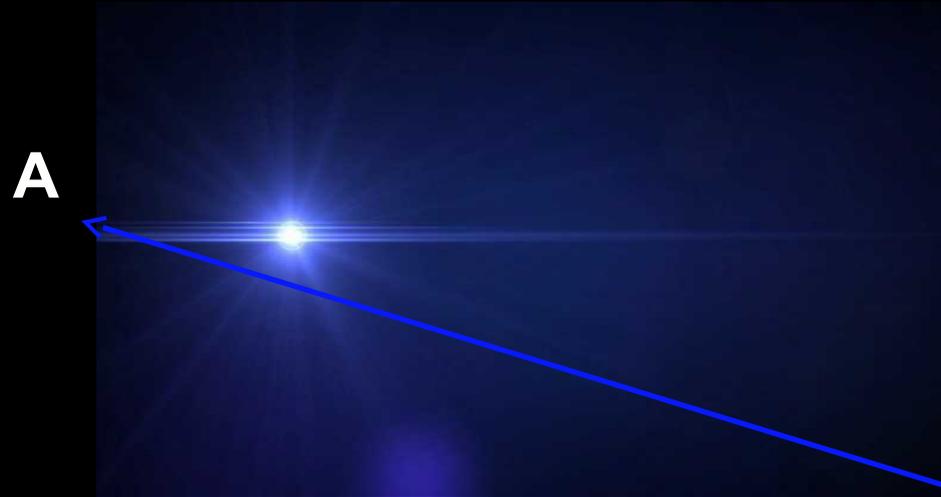
Astrofísica - Técnicas: Espectroscopía



Astrofísica - Técnicas: Espectroscopía



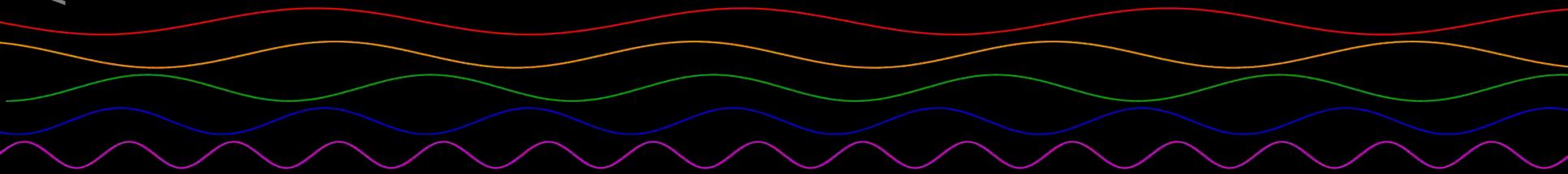
[https://www.youtube.com/watch?v=ot4toqNpk\\_U](https://www.youtube.com/watch?v=ot4toqNpk_U)



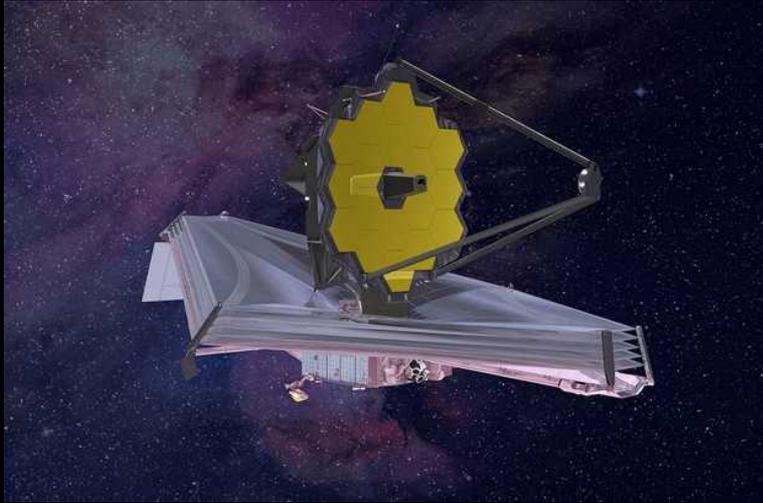
Reposo

A : Fuente alejándose

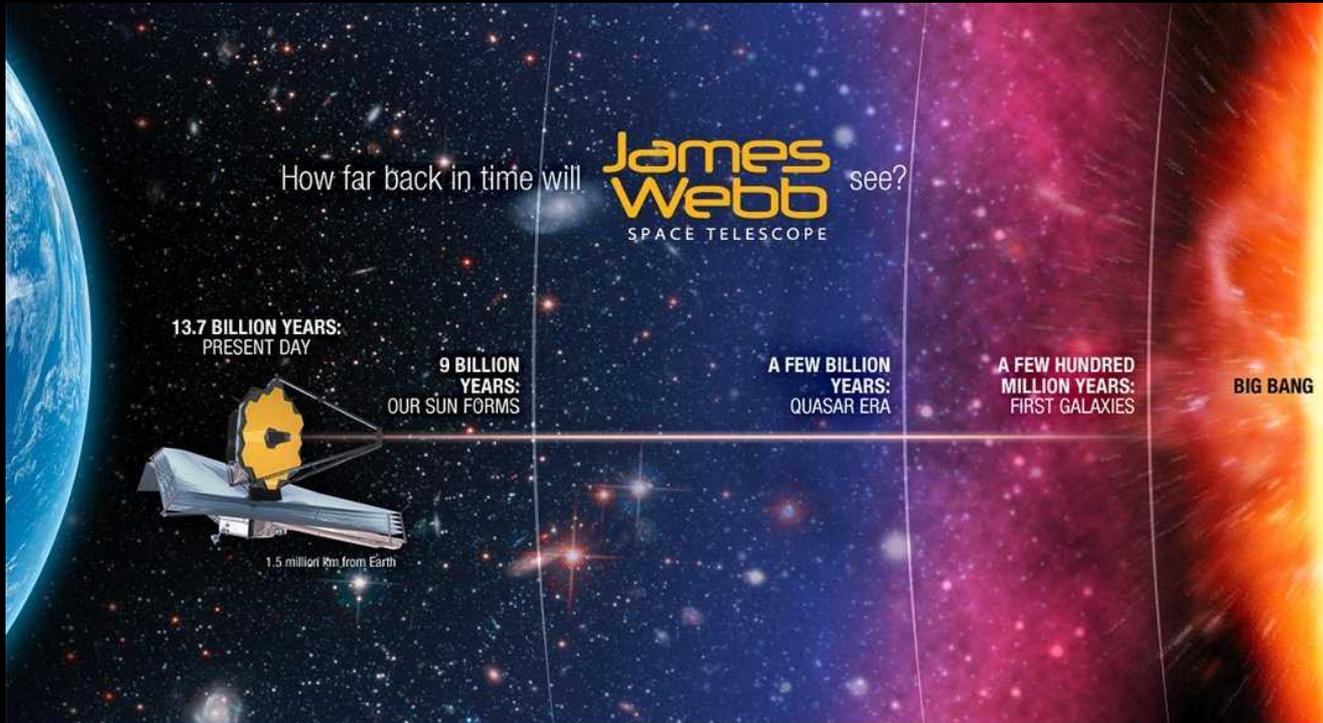
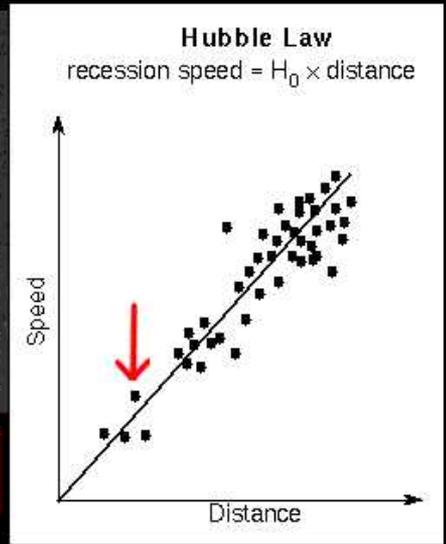
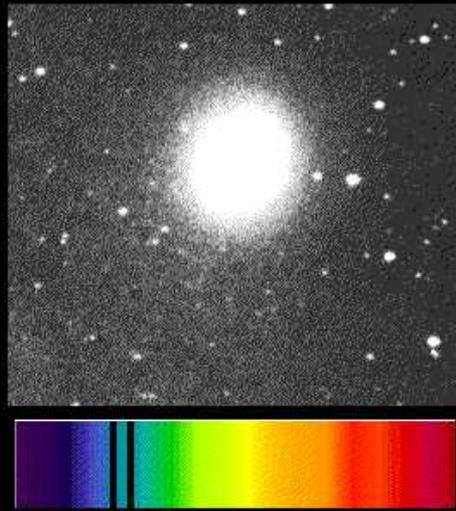
B : Fuente acercándose



Astrofísica - Espectroscopía y Efecto Doppler



Expansión del Universo



Radio

Microondas

Infrarrojo

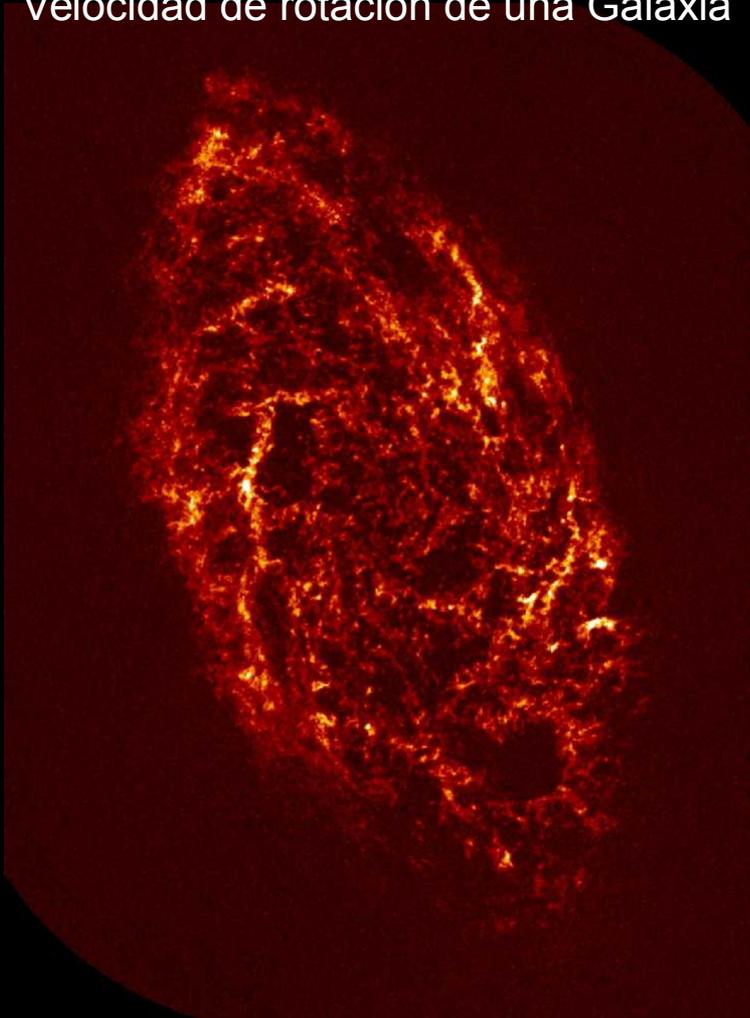
Visible

Ultravioleta

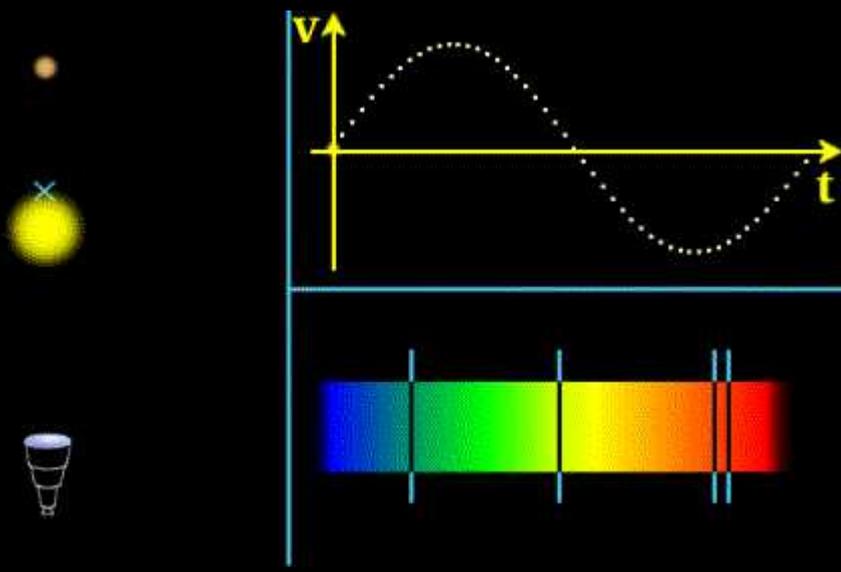
Rayos X

Rayos  $\gamma$

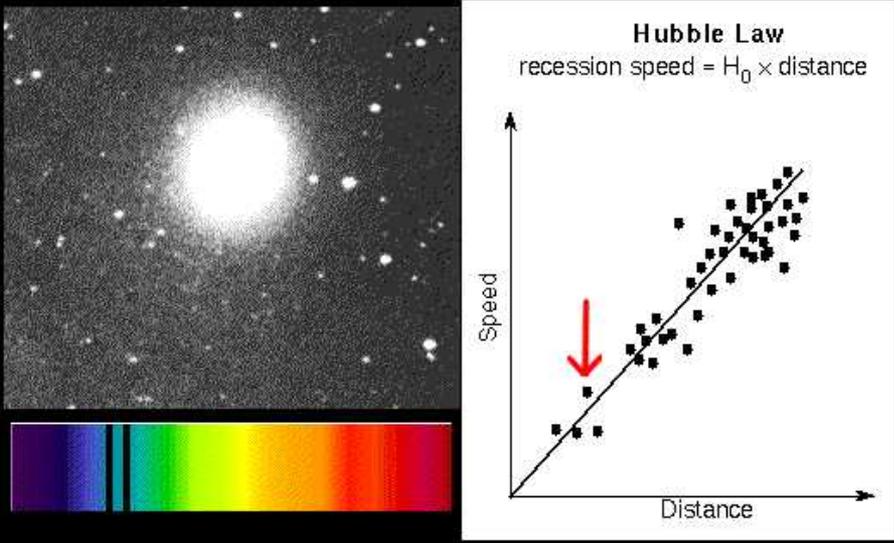
### Velocidad de rotación de una Galaxia



### Detección de Exoplanetas



### Expansión del Universo



# Créditos

Piled Higher and Deeper *by Jorge Cham*

Swedish solar telescope

NASA, ESA, R. Bouwens and G. Illingworth (University of California, Santa Cruz)

European Southern Observatory (ESO)

NASA, ESA, and the Hubble Heritage Team (STScI/AURA) – ESA/Hubble Collaboration

NASA/JPL/Space Science Institute

Gran Telescopio Canarias (GTC)

Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC)

Gabriel Pérez Díaz, IAC

Lockheed Martin/NASA

NASA/STScI

NASA's Goddard Space Flight Center / M. McClare, A. E. Lepsch, A. Manrique Gutierrez

NRAO/AUI/NSF/Univ.Hertfordshire/M.Hardcastle

NASA/CXC/U. Birmingham/M. Burke et al.

NASA's Goddard Space Flight Center

NASA, ESA, and the Hubble SM4 ERO Team

Roberto Colombari

Jennifer Johnson

ESA / Plato Mission