

# Explorant l'Univers amb ulleres ràdio

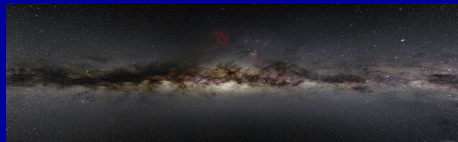
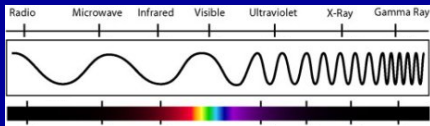
Des de les guarderies estel·lars fins els forats negres més llunyans

Ivan Martí-Vidal

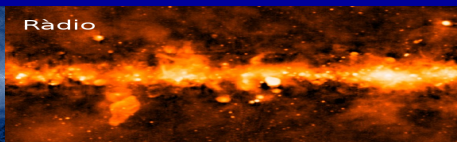
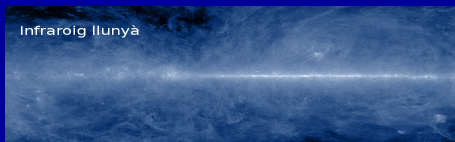
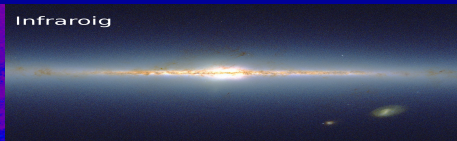
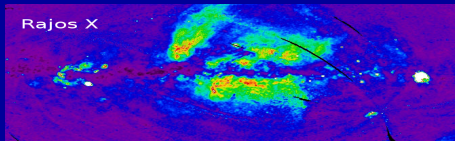
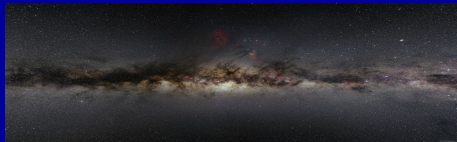
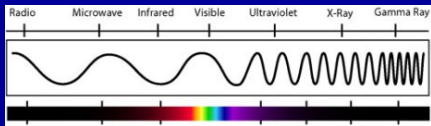
Nordic ALMA Regional Center  
Onsala Space Observatory  
Chalmers University of Technology (Sweden)

I.E.S. Josep Segrelles, Albaida, 12 Febrer 2014

# Les finestres per a conèixer l'Univers



# Les finestres per a conèixer l'Univers



# Radioastronomia

- La tecnologia actual i futura
  - ▶ El gran problema de la Radioastronomia.
  - ▶ Limitacions actuals.
  - ▶ El futur de la Radioastronomia.
  
- Un *tour* per l'Univers ràdio.
  - ▶ Les guarderies estel·lars.
  - ▶ Naixement d'un estel.
  - ▶ Estels vells i moribunds.
  - ▶ Cadàvers estel·lars.
  - ▶ Les morts glorioses. Explosions còsmiques.
  - ▶ Els monstres insaciables.





# El gran problema: la resolució



# Lluitant contra la difracció: Interferòmetres



# Els límits actuals de la Radioastronomia

## NITIDESA (RESOLUCIÓ):

0.05 mas (mili-segon d'arc)

Una pilota de tennis des de la Lluna

---

## SENSIBILITAT:

0.1 mJy (mili-Jansky)  
( $10^{-30} \text{ W m}^{-2} \text{ Hz}^{-1}$ )

Arecibo (300 m de diàmetre; 1 GHz de banda) hauria d'observar **3000 anys** una font de 0.1 mJy per captar la energia necessària per poder alçar un granet d'arena a un metre d'altura.



# La radioastronomia de la pròxima dècada (i abans!)

- Atacama Large Mm-submm Array (**ALMA**) i el Square Kilometer Array (**SKA**) permetran sensibilitats d'uns pocs **nJy** (nano-Jansky).



# La radioastronomia de la pròxima dècada (i abans!)

- Atacama Large Mm-submm Array (**ALMA**) i el Square Kilometer Array (**SKA**) permetran sensibilitats d'uns pocs **nJy** (nano-Jansky).
- Event Horizon Telescope (**EHT**) permetrà una resolució d'uns pocs  **$\mu$ as** (micro-segons d'arc).



# Un *tour* per l'Univers ràdio



# Núvols moleculars. Les guarderies estel·lars



(c) NASA, Hubble Heritage

# Núvols moleculars. Les guarderies estel·lars





# Núvols moleculars. Les guarderies estel·lars



(c) NASA, Hubble Heritage.



ALMA

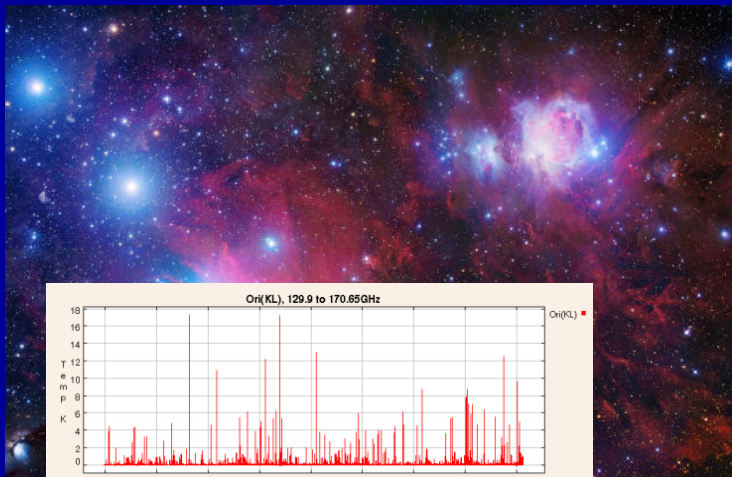
EUROPEAN ASTRONOMICAL SOCIETY  
ALMA Regional Centre | Nordic

# Núvols moleculars. Les guarderies estel·lars

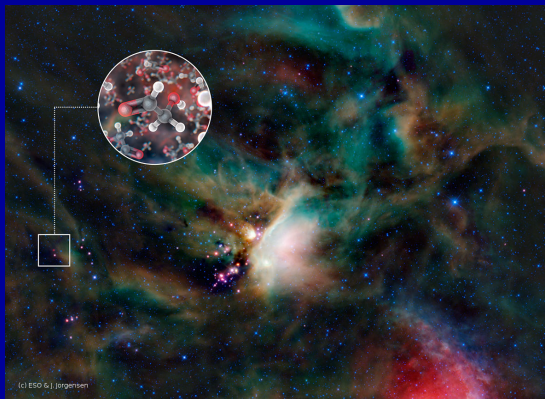


# Núvols moleculars. Les guarderies estel·lars

- Les emissions ràdio ens permeten saber *de què* estan fets els núvols moleculars.



# Bressol d'estels... i de vida!



Glicolaldehid (essencial per a la formació de sucres complexos) s'ha trobat en un sistema planetari en formació (amb un estel de tipus Sol!)

Jørgensen et al. (2012)



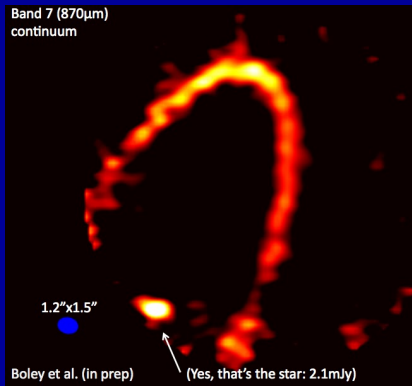
# El naixement d'un estel



- Els estels en formació solen tenir *discs proto-planetaris* formats de gas i pols. Són obscurs en llum visible, però brillants en ràdio!



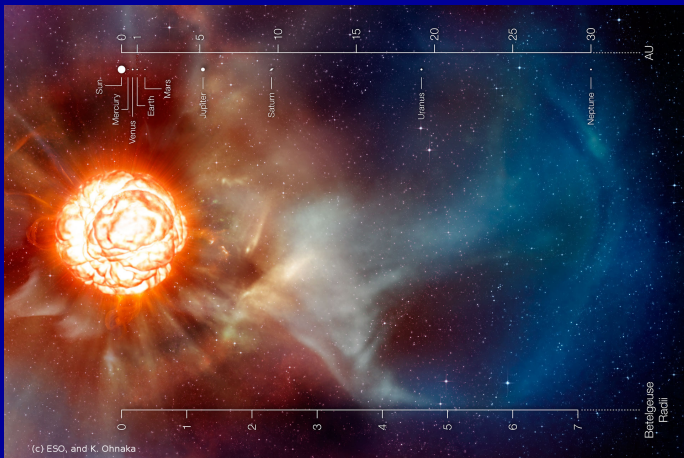
# El naixement d'un estel



- A mesura que passa el temps, d'aquests discs naixeran *sistemes planetaris* (p. ex. *Formalhaut*, en *Piscis Australis*).



# Estels vells i moribunds



Són les principals *factories de pols* del Cosmos. Vents extraordinàriament potents que omplin el medi interestel·lar de molècules de tot tipus. **Sense aquests estels no podria haver vida a l'Univers!**

# Estels vells i moribunds en ràdio

De nou, observacions en ràdio (però també en IR) ens permeten conèixer l'estructura i composició d'aquests vents.

R Sculptoris (Maercker, Vlemmings, et al. 2013)

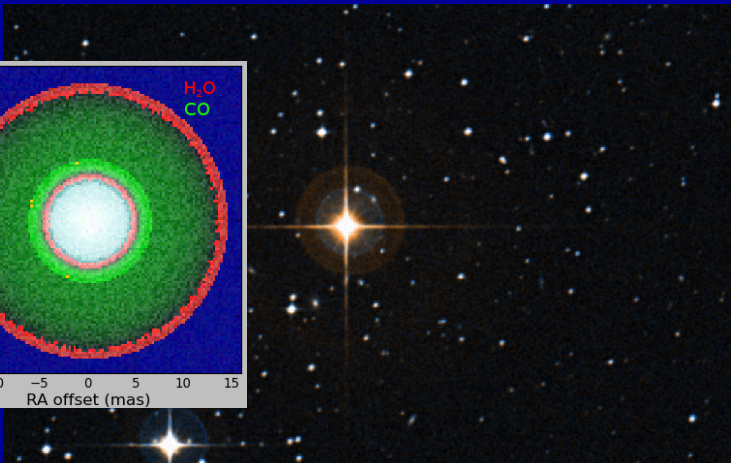
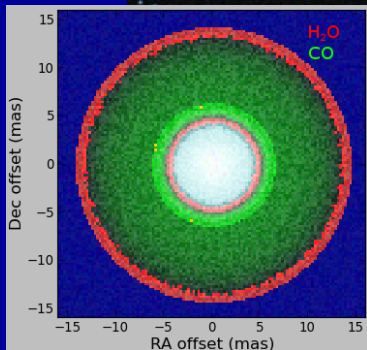




# Estels vells i moribunds. Molt per descobrir



# Estels vells i moribunds. Molt per descobrir



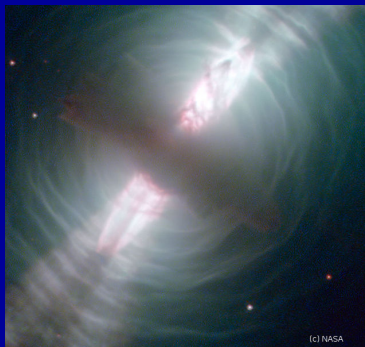
- Estels que no haurien de poder tenir vents tan forts, els tenen. A més a més, trobem unes denses capes moleculars que *no podem explicar!*  
P. ex., RS Capricorni (Martí-Vidal et al. 2011)



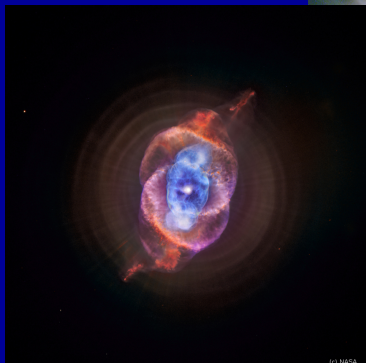
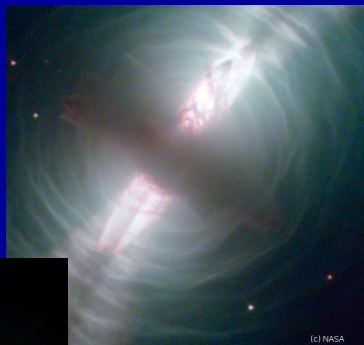
# Cadàvers estel·lars: les nebuloses planetàries



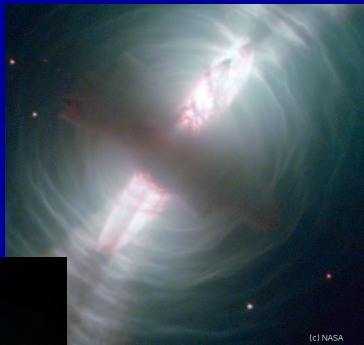
# Cadàvers estel·lars: les nebuloses planetàries



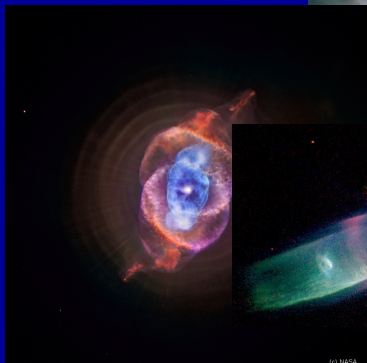
# Cadàvers estel·lars: les nebuloses planetàries



# Cadàvers estel·lars: les nebuloses planetàries



(c) NASA



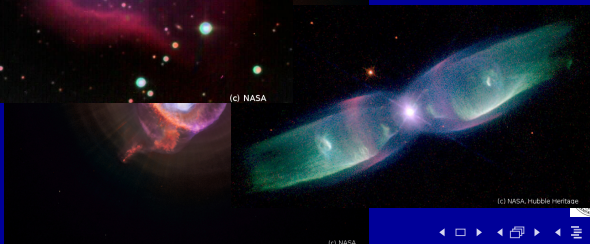
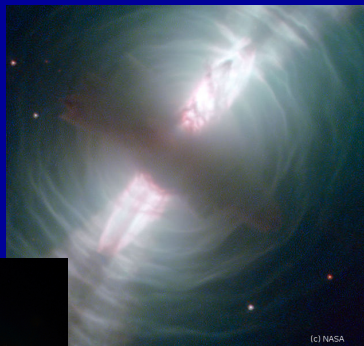
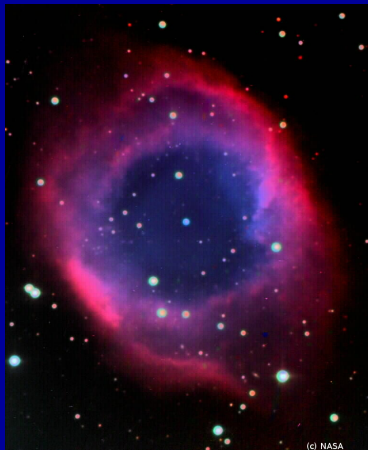
(c) NASA



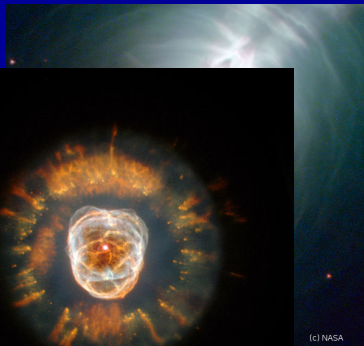
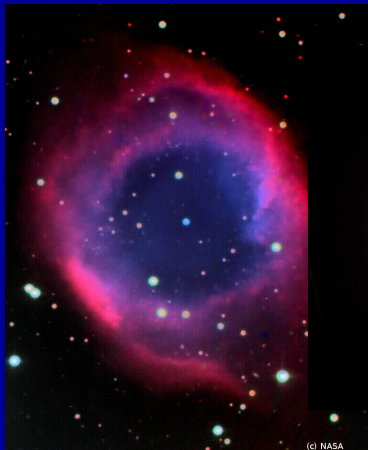
(c) NASA, Hubble Heritage



# Cadàvers estel·lars: les nebuloses planetàries

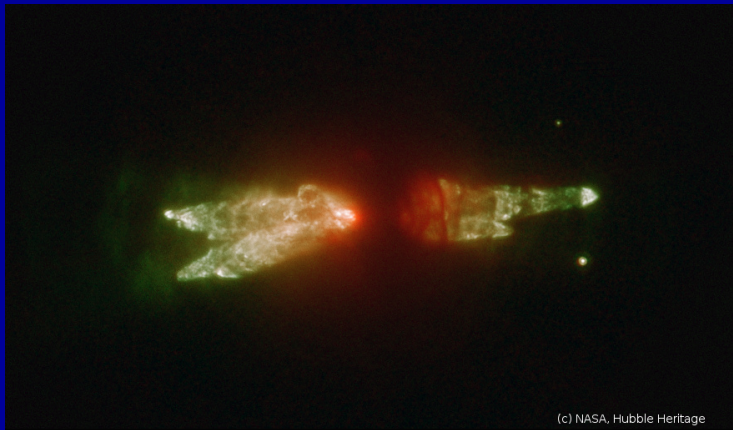


# Cadàvers estel·lars: les nebuloses planetàries

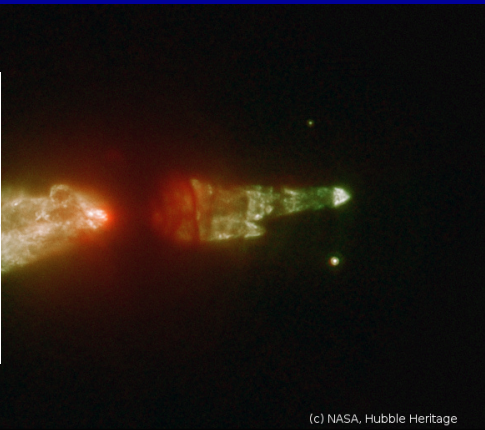
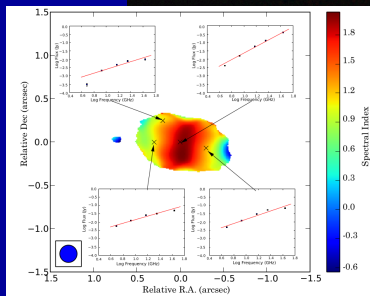




# Cadàvers estel·lars en ràdio



# Cadàvers estel·lars en ràdio



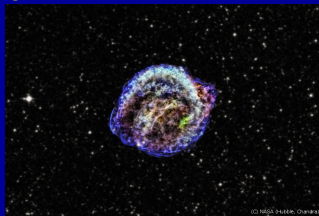
(c) NASA, Hubble Heritage

- Quan les nebuloses encara estan formant-se, la ràdio-emissió ens permet observar *què està passant* al cor de la nebulosa. Açò es essencial per entendre millor còm mor la majoria dels estels.

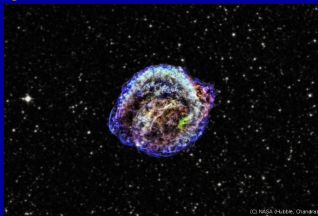
Tafoya, Loinard, Fonfría, Vlemmings, Martí-Vidal, Pech (2013)



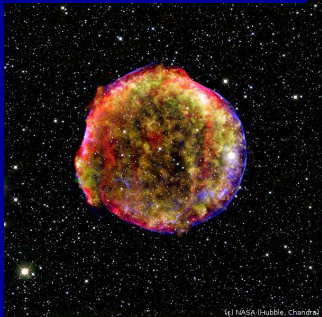
# Explosions còsmiques: supernoves



# Explosions còsmiques: supernoves



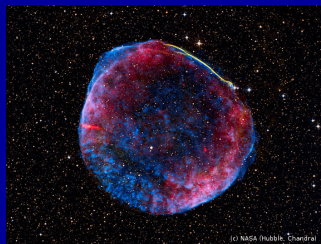
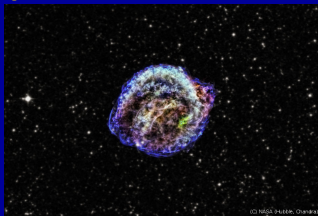
© NASA, Hubble, Chandra



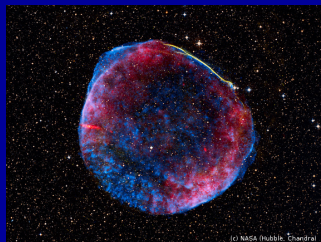
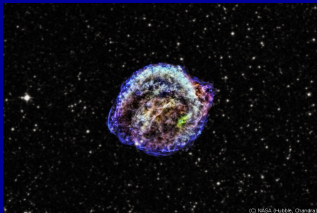
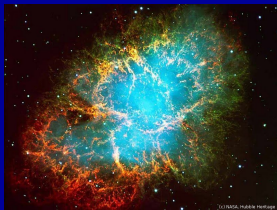
© NASA (Hubble, Chandra)



# Explosions còsmiques: supernoves



# Explosions còsmiques: supernoves



- És la forma en què moren els estels més massius. Durant unes setmanes, poden ser els objectes més lluminosos de l'Univers.

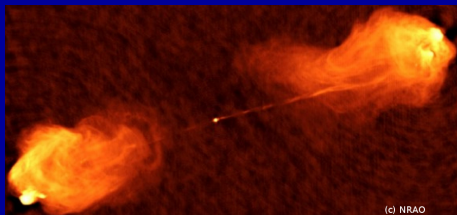


# Explosions còsmiques en ràdio

L'emissió ràdio ens permet veure *l'ona de xoc* de l'explosió supernova, poc després de produir-se. Açò ens aporta valuosa informació sobre aquests fenòmens tan extrems. **Martí-Vidal et al. (2011)**



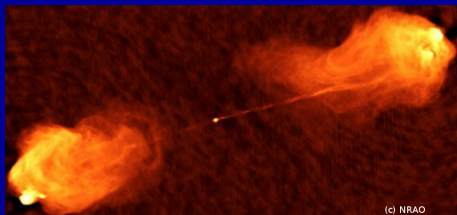
# Monstres insaciabls: els forats negres súper-massius





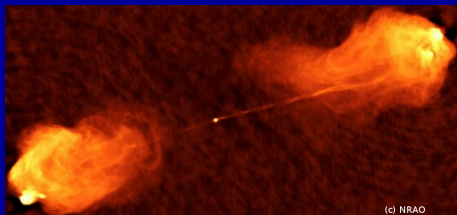
# Monstres insaciables: els forats negres súper-massius

- Es troben al cor de quasi totes les galàxies.



# Monstres insaciables: els forats negres súper-massius

- Es troben al cor de quasi totes les galàxies.
- Poden tenir masses de milers de milions de Sols.



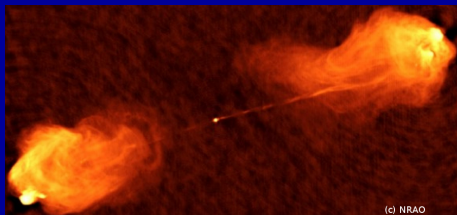
(c) NRAO



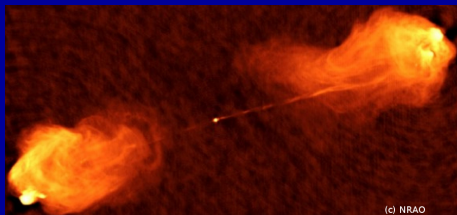
# Monstres insaciables: els forats negres súper-massius



- Es troben al cor de quasi totes les galàxies.
- Poden tenir masses de milers de milions de Sols.
- De vegades, emeten uns potentíssims dolls de partícules que podem observar en ràdio.



# Monstres insaciables: els forats negres súper-massius



- Es troben al cor de quasi totes les galàxies.
- Poden tenir masses de milers de milions de Sols.
- De vegades, emeten uns potentíssims dolls de partícules que podem observar en ràdio.
- És molt difícil veure l'origen d'aquests dolls (que naixen molt a prop del forat negre). Per fer-ho, hem d'observar a freqüències (i resolucions) molt altes. Avuí, açò encara és tecnològicament inviable.



# Les indigestions dels forats negres

Clara evolució de dolls relativistes al quàsar 3C 120  
Gómez et al. (2000)



# Captant la indigestió d'un forat negre



# ALGUNES REFLEXIONS FINALS



# ALGUNES REFLEXIONS FINALS

- Hi ha moltes finestres per observar l'Univers (ràdio, òptic, rajos X, neutrins,...) i cadascuna ens aporta informació diferent.





# ALGUNES REFLEXIONS FINALS


- Hi ha moltes finestres per observar l'Univers (ràdio, òptic, rajos X, neutrins,...) i cadascuna ens aporta informació diferent.
- L'observació de l'Univers en ones de ràdio és un complement essencial per saber com es formen i evolucionen els objectes que omplien el Cosmos; des dels núvols moleculars (i l'origen de la vida) fins els forats negres més llunyans (i les fronteres de l'espai i el temps).



# ALGUNES REFLEXIONS FINALS


- Hi ha moltes finestres per observar l'Univers (ràdio, òptic, rajos X, neutrins,...) i cadascuna ens aporta informació diferent.
- L'observació de l'Univers en ones de ràdio és un complement essencial per saber com es formen i evolucionen els objectes que omplien el Cosmos; des dels núvols moleculars (i l'origen de la vida) fins els forats negres més llunyans (i les fronteres de l'espai i el temps).
- La Radioastronomia està a punt d'experimentar uns avanços tecnològics fascinants. En els pròxims anys (o dècada) podrem millorar moltíssim la sensibilitat i la resolució dels nostres instruments. Nous descobriments estan esperant-nos!





Som la forma en què l'Univers descobreix l'Univers.  
Som la materia del Cosmos contemplant-se a sí mateixa.  
Estudiar l'Univers és un viatge per descobrir-nos a nosaltres mateixos.

*Carl Sagan*



Som la forma en què l'Univers descobreix l'Univers.  
Som la materia del Cosmos contemplant-se a sí mateixa.  
Estudiar l'Univers és un viatge per descobrir-nos a nosaltres mateixos.

*Carl Sagan*

Moltes gràcies a tots!