



Universidad Nacional de Río Negro

Int. Partículas, Astrofísica & Cosmología - 2016

- **Unidad** 03 – Astrofísica 2
- **Clase** 0303 – 14/16
- **Fecha** 03 Nov 2016
- **Cont** Universo en expansión, 1ra parte
- **Cátedra** Asorey
- **Web** github.com/asoreyh/unrn-ipac
- **Youtube** próximamente
- **Archivo** a-2016-U03-C03-1117-universo-en-expansión-1



Contenidos: un viaje en el tiempo

HOW DID OUR UNIVERSE BEGIN?

Early building blocks
The universe expands, cools
In less than a nanosecond a repulsive energy field inflates space, creating a tiny region filled with a soup of subatomic particles called quarks.

First nucleci
As the universe continues to cool, the lightest nuclei, of hydrogen and helium, arise. A thick fog of particles blocks all light.

First atoms, first light
As electrons begin orbiting nuclei, creating atoms, the glow from their infalling orbits is unveiled. This light is as far back as our instruments can see.

The "dark ages"
For 300 million years this cold, dark region remains. Light is the only light. Clumps of matter that will become galaxies glow brightest.

Gravity wins: first stars
Dense gas clouds collapse under their own gravity. Clumps of dark matter that didn't fragment form galaxies and stars. Star fusion lights up the stars.

Antigravity wins
After being slowed for billions of years, gravity, cosmic expansion accelerates again. The culprit: dark energy. Its nature: unclear.

Today
The universe continues to expand, becoming ever less dense. As a result, fewer new stars and galaxies are forming.

**Unidades 3 y 4
Cosmología**

COSMIC QUESTIONS

Allá lejos y hace tiempo

WHAT IS OUR UNIVERSE MADE OF?

WHAT IS THE SHAPE OF OUR UNIVERSE?

DO WE LIVE IN A MULTIVERSE?

What came before the big bang? Maybe other big bangs. The uncertainty principle holds that even the vacuum of space has quantum energy fluctuations. Inflation theory says our universe is just one such a fluctuation—a random event that odds are had happened many times before. Our cosmos may be one in a sea of other universes—or nothing like ours. These other cosmos will very likely remain forever inaccessible to observation; their possibilities limited only by our imagination.

**Unidad 2
Astrofísica
Cálido y frío**

**Unidad 1
Partículas 1
todo es relativo**

HOW WILL IT END?

Which will win in the end, gravity or antigravity? Is the density of matter enough for gravity to halt or even reverse cosmic expansion, leading to a big crunch? It seems unlikely—especially given the power of dark energy, a kind of antigravity. Perhaps the acceleration in expansion caused by dark energy will trigger a big rip that shreds everything, from galaxies to atoms. If not, the universe may expand for hundreds of billions of years, long after all stars have died.

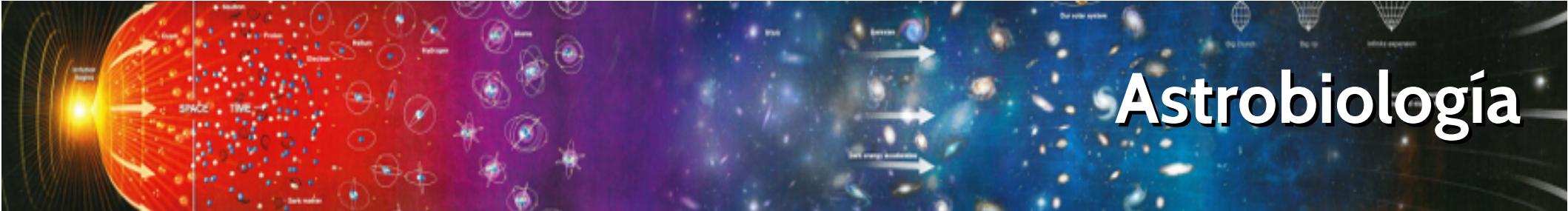
By through the universe on our digital edition

SOURCE: CHARLES BENNETT, JOHN C. MELTZER, AND ROBERT D. TROTTER, UNIVERSITY OF CHICAGO; COURTESY OF NATIONAL GEOGRAPHIC SOCIETY



Temas de monografía para trabajo final algunas ideas, lista no excluyente

- Cosmogonía de los pueblos originarios (elegir alguno)
- Cosmogonía y Constelaciones
- Evolución estelar (vida y obra de las estrellas)
- **LORE: ~~Objetos compactos (enanas blancas, estr. de neutrones, agujeros negros)~~**
- Ensayo sobre posibilidades de vida en Europa (luna de Júpiter)
- **MIRTA: ~~Vida basada en Amoníaco como disolvente~~**
- El Galaxyzoo: principales resultados
- **FEDE: ~~Otras Tierras: exoplanetas similares a la Tierra~~**
- El impacto de Galileo Galilei en la concepción moderna de la Astronomía
- Spirit, Opportunity y Curiosity: explorando la superficie de Marte
- La sonda Cassini-Huygens: Saturno y Titán
- El Big Bang



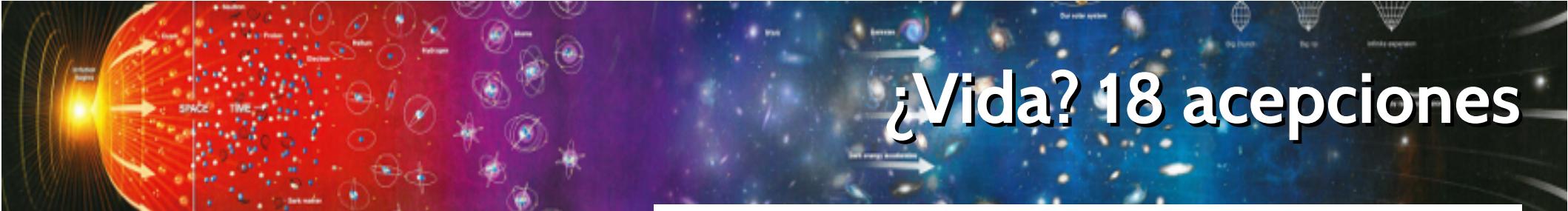
Astrobiología

- Astrobiología.

astrobiología

De *astro-* y *biología*.

1. f. Rama interdisciplinar de la ciencia cuyo objetivo es el origen, evolución y distribución de vida en el universo fuera de la Tierra.



¿Vida? 18 acepciones

- Gracias rae: tantas palabras y tan poco contenido... ;-)

vida

Del lat. *vita*.

1. f. Fuerza o actividad esencial mediante la que obra el ser que la posee.
2. f. Energía de los seres orgánicos.
3. f. Hecho de estar vivo. *Le debe la vida a un medicamento.*
4. f. Existencia de seres vivos en un lugar. *No es posible la vida en Marte.*
5. f. Ser vivo. *Hizo nacer la vida en este jardín.*
6. f. Manera de vivir. *Su hija les cambió la vida.*
7. f. Estado o condición a que está sujeta la manera de vivir de una persona. *Vida monacal, de soldado.*
8. f. Actividad que desarrolla una persona o una comunidad. *Vida política, social, sexual.*
9. f. Tiempo que transcurre desde el nacimiento de un ser hasta su muerte o hasta el presente. *Una larga vida.*
10. f. Duración de una cosa. *Un electrodoméstico de vida corta.*
11. f. Narración de los hechos principales de la **vida** de una persona. *Lee vidas de santos.*
12. f. Animación, vitalidad de una persona o de una cosa. *Esta ciudad tiene poca vida nocturna. Es un cuadro con mucha vida.*
13. f. Viveza o ardor, especialmente de los ojos.
14. f. Cosa que origina suma complacencia. *Esta brisa es la vida.*
15. f. Cosa que contribuye o sirve al ser o conservación de otra. *El agua es vida.*
16. f. Conjunto de los bienes necesarios para vivir. *La vida en esta ciudad es muy cara.*
17. f. Existencia después de la muerte.
18. f. Rel. Visión y gozo de Dios en el cielo. *Mejor vida. Vida eterna.*



Qué es la Vida? E. Schrödinger

- La vida no viola las leyes de la termodinámica, aumentan su complejidad a costa de aumentar la entropía general en los procesos que hacen parte de esta
- La química de la herencia debe basarse en secuencias aperiódicas con la necesidad de una secuencia informativa que debe ser transmitida

Un viaje hacia los confines del Universo...

La Vía Láctea

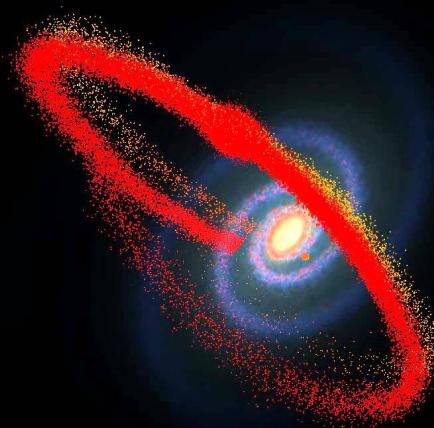


Los satélites de la Vía Láctea

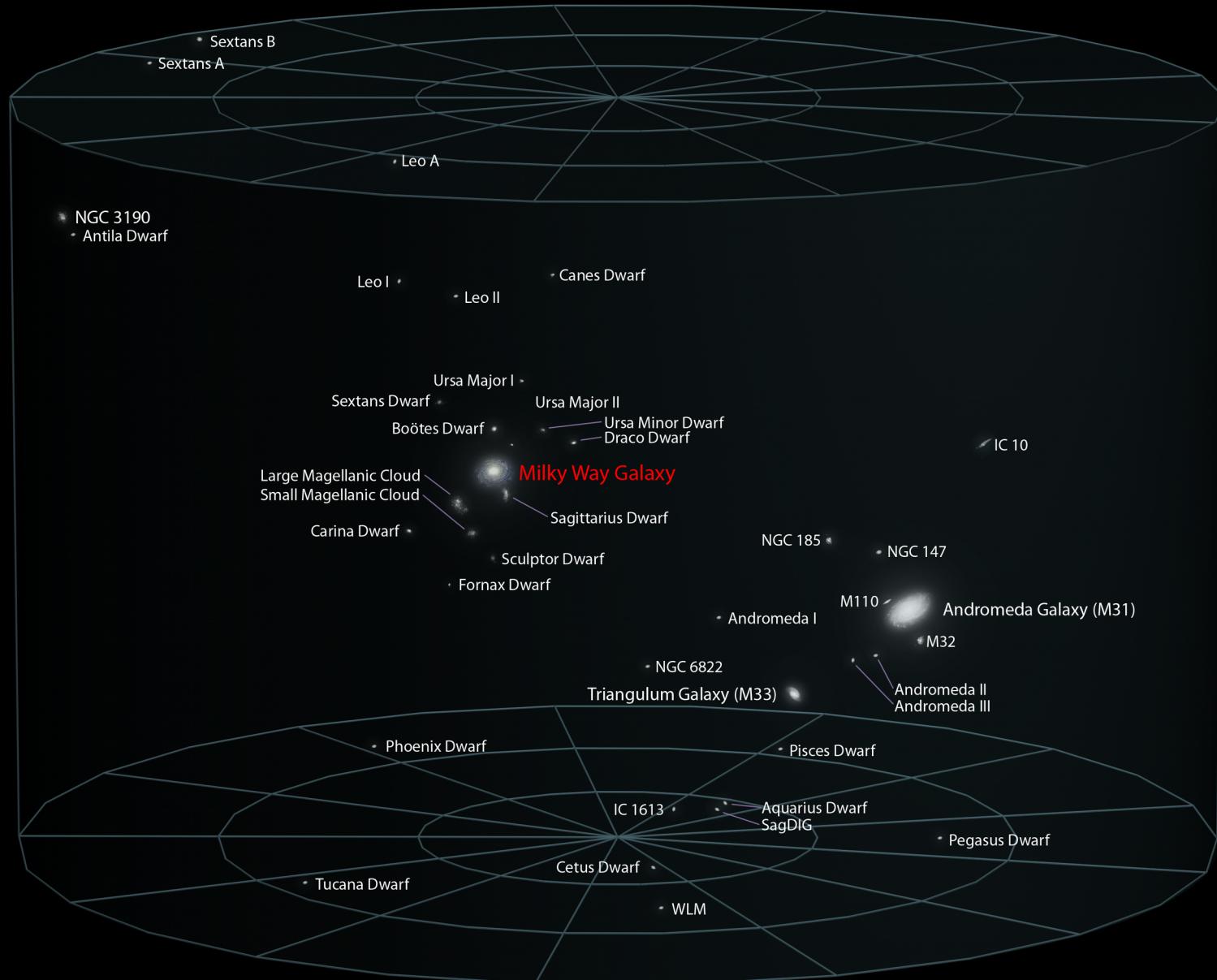


Los satélites de la Vía Láctea

- Subgrupo de la Vía Láctea
 - ~25 galaxias pequeñas unidas gravitatoriamente a la Vía Láctea
 - Nubes de Magallanes son visibles a simple vista, aunque aún no se sabe si son satélites de la Vía Láctea (2006)
 - Galaxia Enana sub-esférica de Sagitario es el mayor satélite

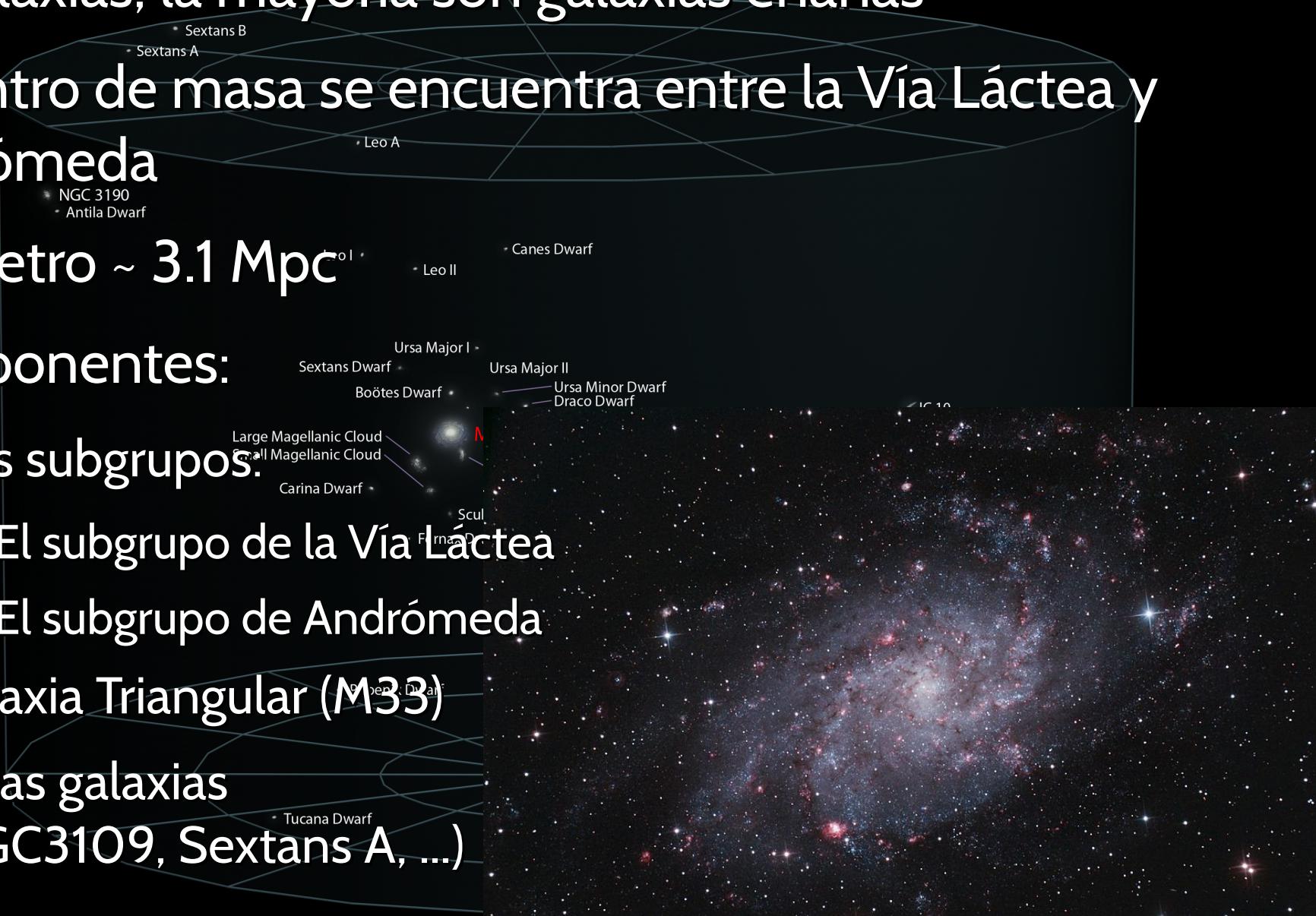


Grupo Local

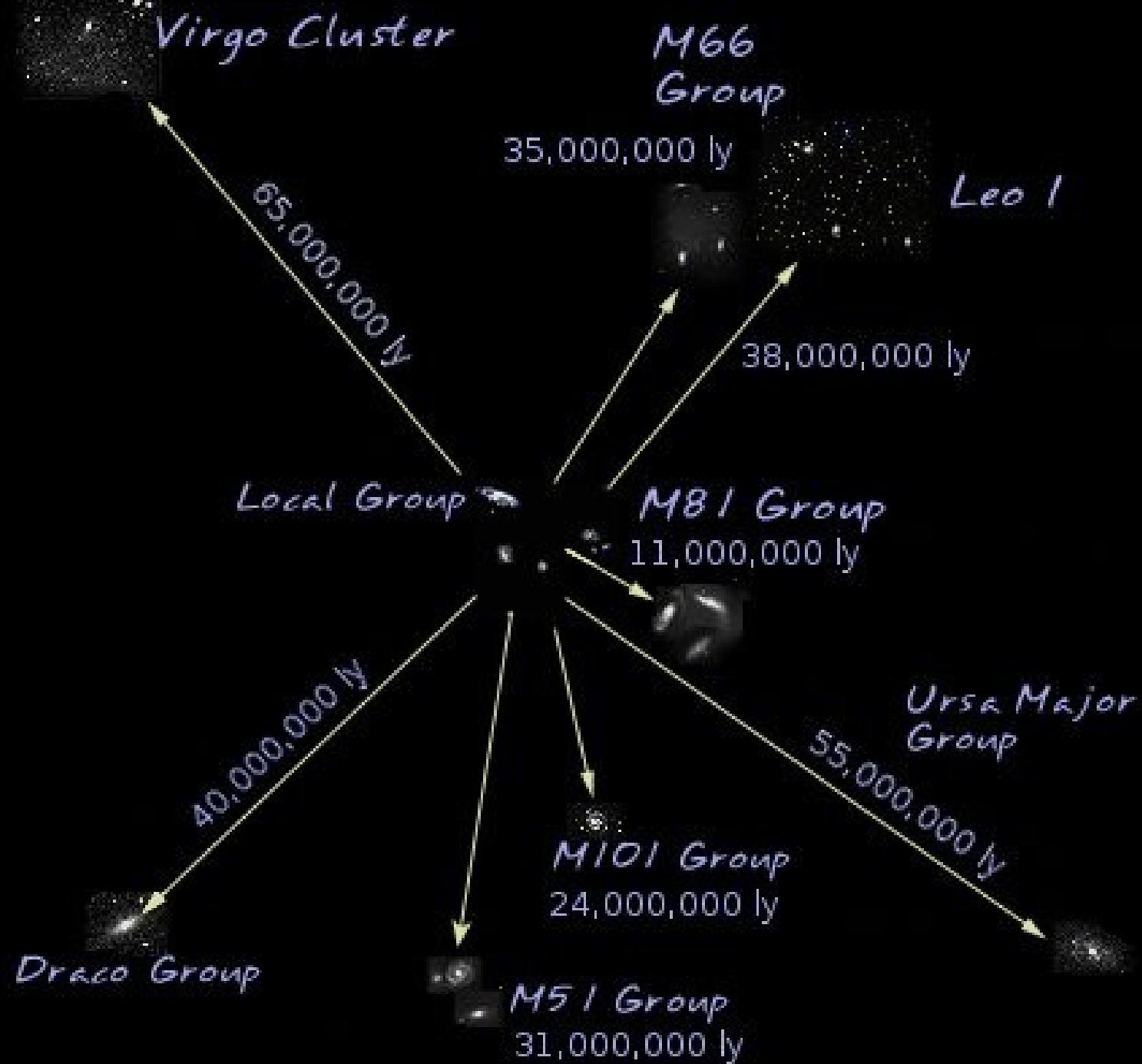


Grupo Local

- 54 galaxias, la mayoría son galaxias enanas
- El centro de masa se encuentra entre la Vía Láctea y Andrómeda
- Diámetro ~ 3.1 Mpc
- Componentes:
 - Dos subgrupos:
 - El subgrupo de la Vía Láctea
 - El subgrupo de Andrómeda
 - Galaxia Triangular (M33)
 - Otras galaxias (NGC3109, Sextans A, ...)



Supercúmulo de Virgo (o Local)



Supercúmulo de Virgo

- Concentración de galaxias que incluyen al Cúmulo de Virgo y al Grupo Local
- Hay millones de supercúmulos como este en el Universo
- 100 grupos de galaxias en 33 Mpc
- $\sim 10^{15} M_S$ y $\sim 3 \times 10^{12} L_S$. Se desplaza a ~ 600 km/s hacia el Cúmulo de Norma (Abel3627 → Gran Atractor)



SGY

Supercúmulo de Laniakea (2014)

Coma

Centaurus

Virgo

Pisces Perseus

Pavo Indus

Вы здесь

NGC 315

SGX

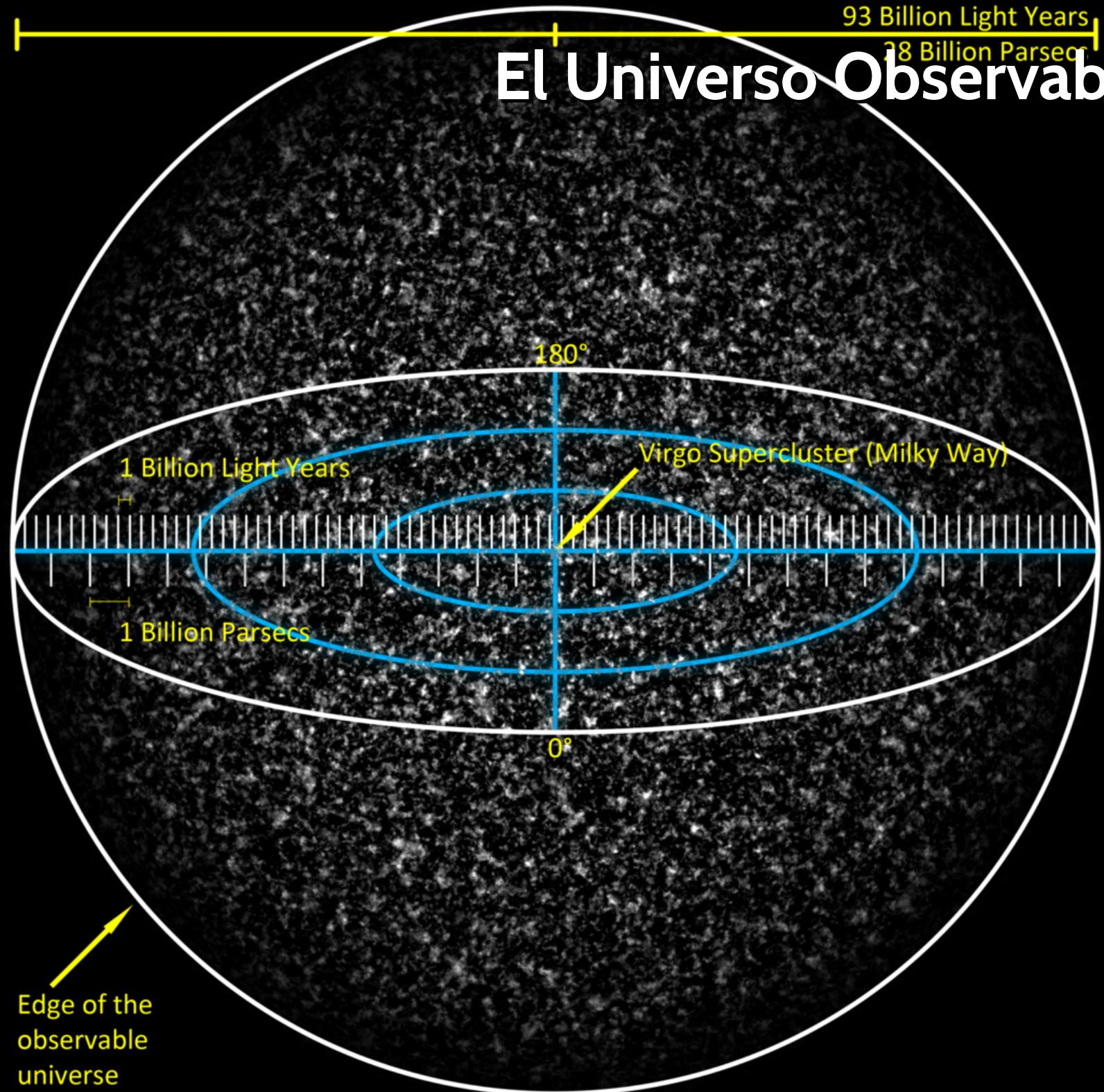
Supercúmulo de Laniakea (2014)

- Entre 300 y 500 cúmulos de galaxias
 - 100000 galaxias en 160 Mpc
 - $\sim 10^{17} M_s$ y $\sim 3 \times 10^{12} L_s$.
-
- Supercúmulo de Virgo
 - Supercúmulo Hydra-Centauro (incluye el Gran Atractor)
 - Supercúmulo Pavo-Indus
 - Supercúmulos vecinos:
 - Shapley, Hercules, Coma, Perso-Piscis NGC 315

93 Billion Light Years

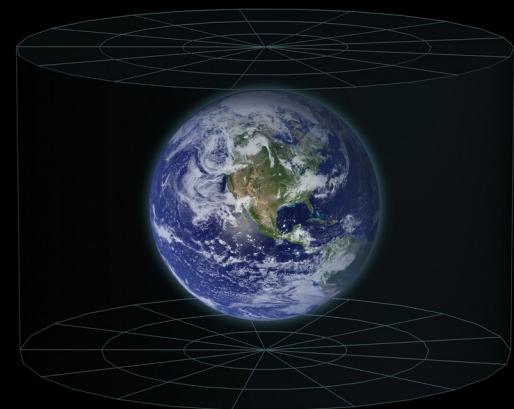
28 Billion Parsecs

El Universo Observable

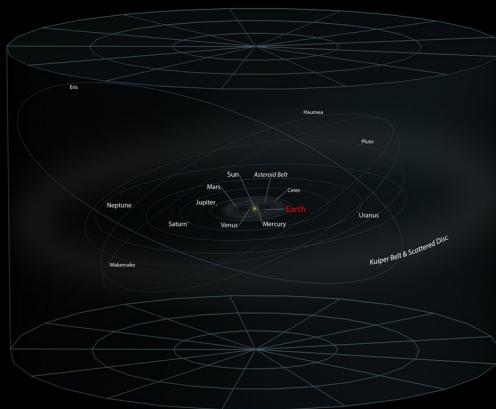


El Universo Observable

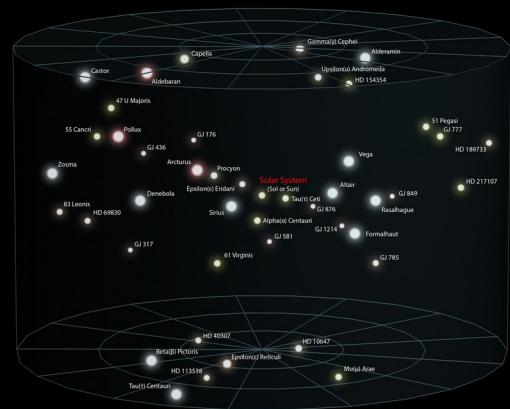
Earth



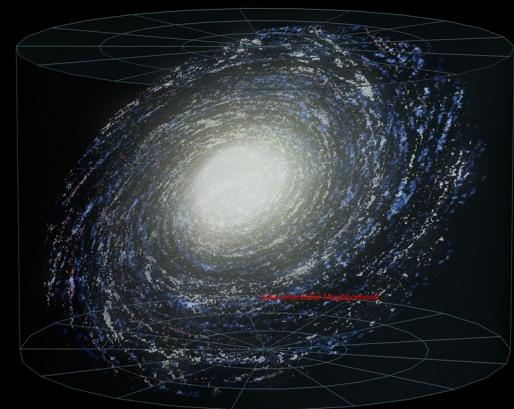
Solar System



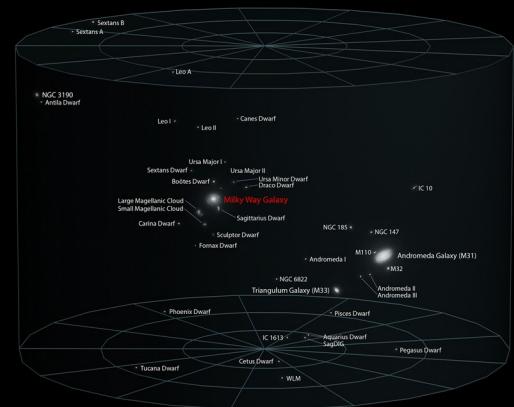
Solar Interstellar Neighborhood



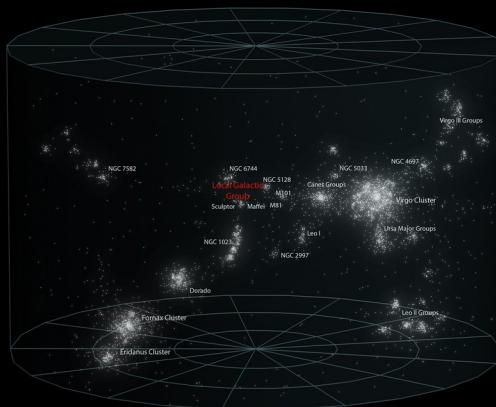
Milky Way Galaxy



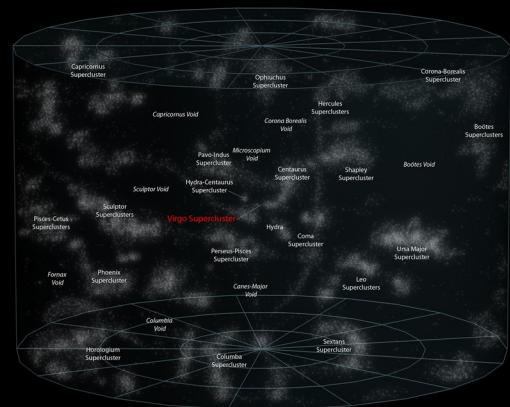
Local Galactic Group



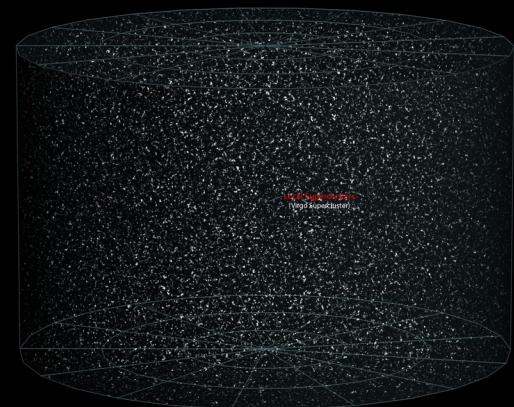
Virgo Supercluster



Local Superclusters



Observable Universe





- Entonces....

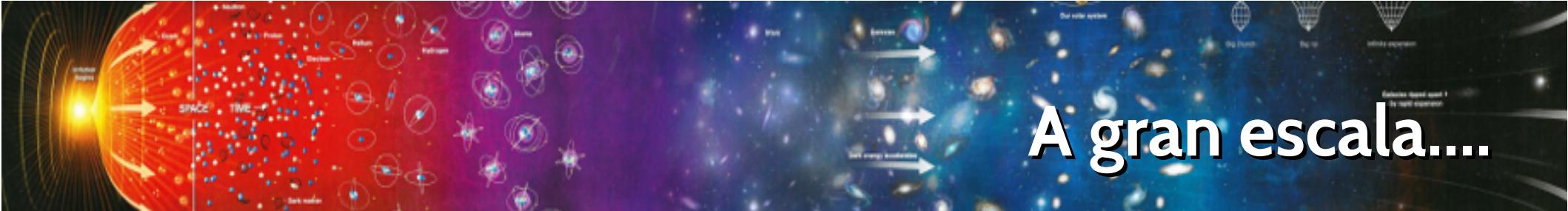
¿Cuál es la fuerza más fuerte de la Naturaleza?



- Entonces....

¿Cuál es la fuerza más fuerte de la Naturaleza?

Gravedad



A gran escala....

- ... la expansión del Universo compensa la gravedad
- ¿Qué pasará a escalas más pequeñas?
- Las inhomogeneidades grumos se agrupan y crecen
- Se necesita más tiempo para formar grumos más grandes

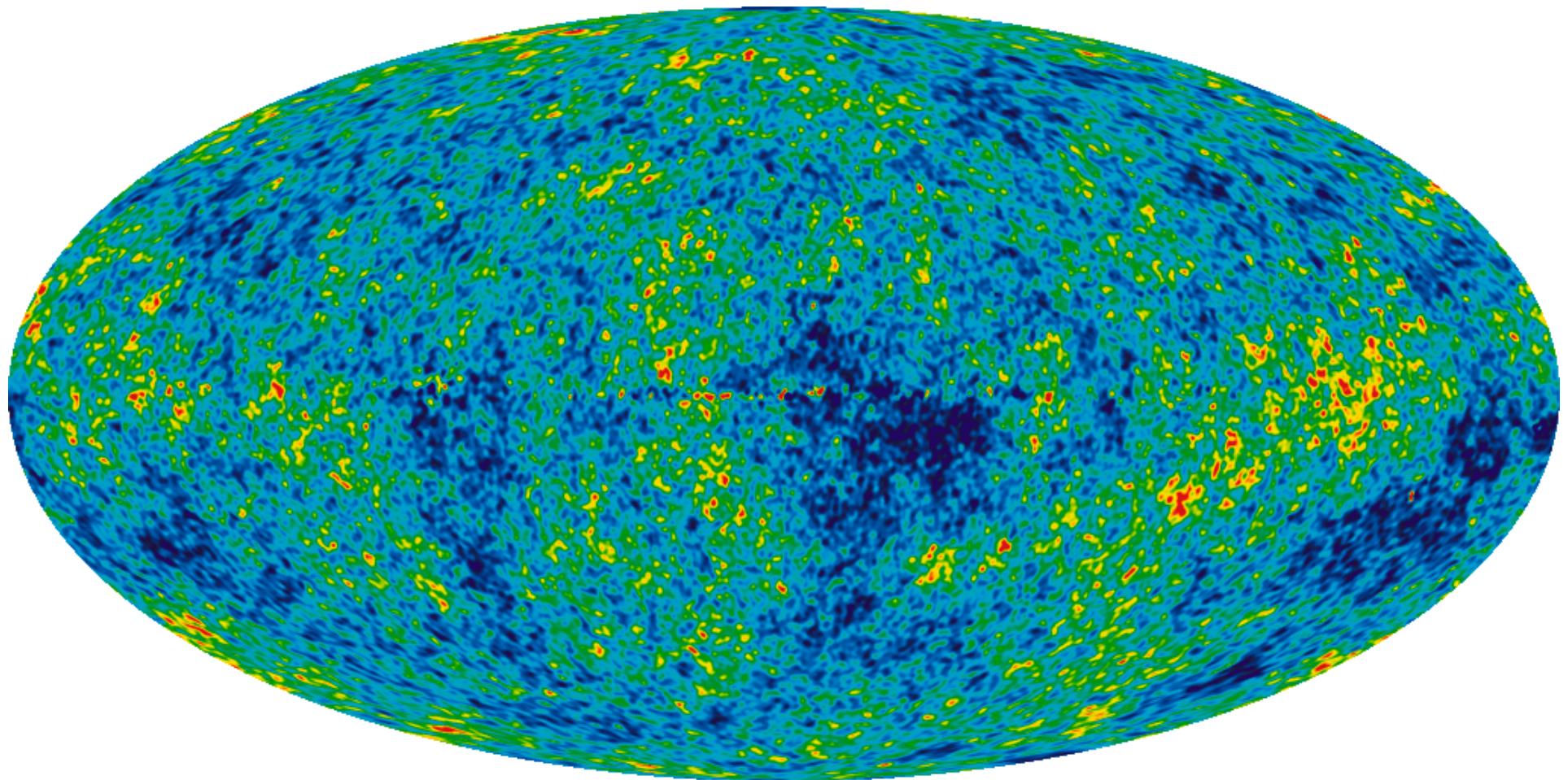


Polenta con grumos

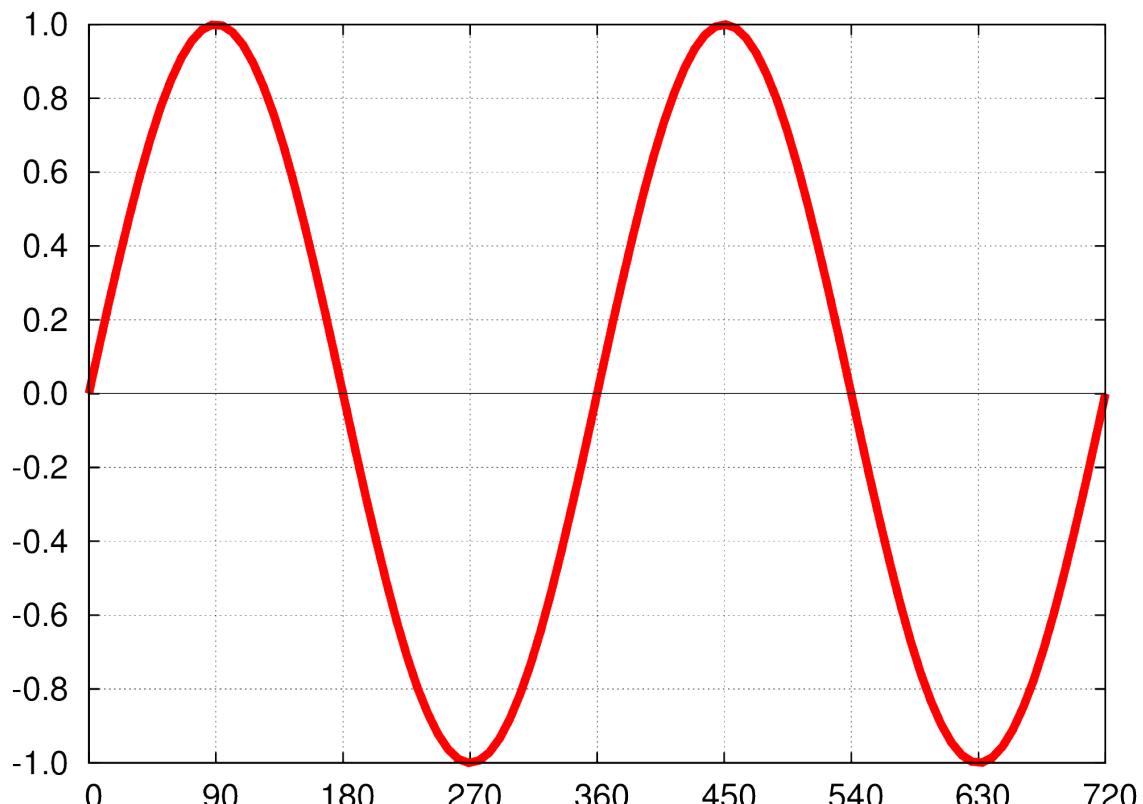




A las escalas más grandes...

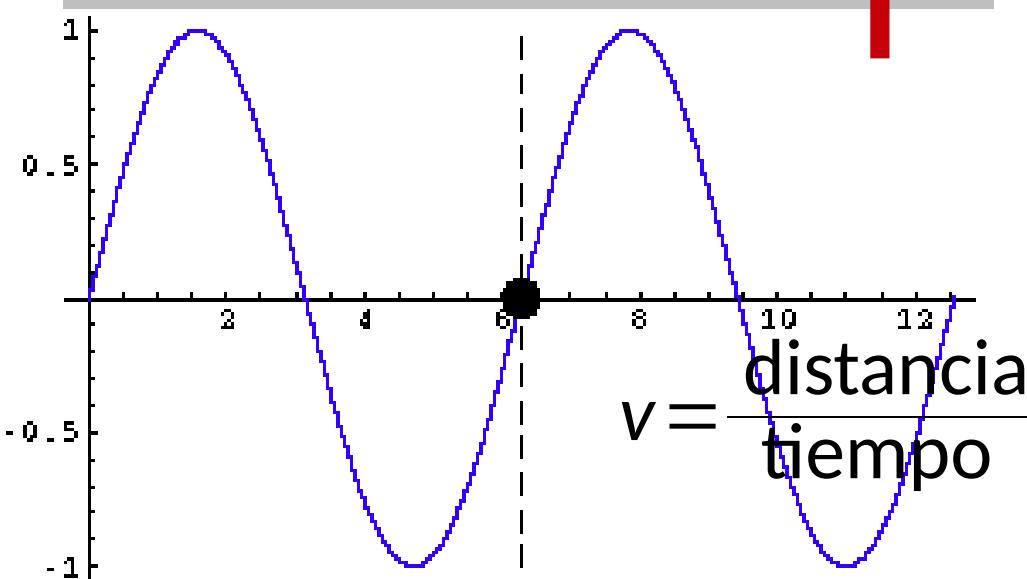
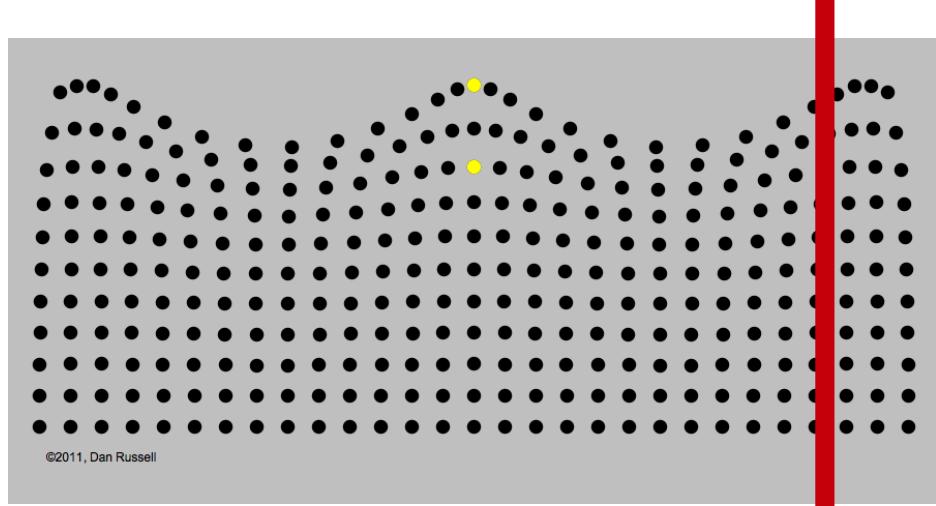


Propiedades de una onda



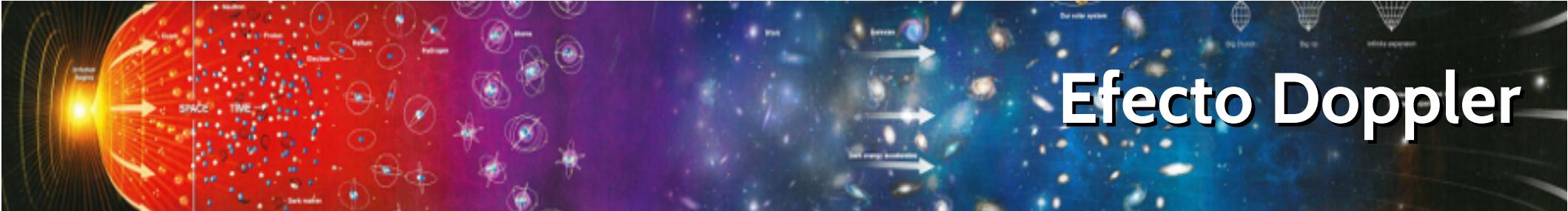
- λ : longitud de onda
 - f : frecuencia
 - $c = \lambda \times f$
 - Ondas EM (luz):
 - $E = hf = hc/\lambda$
- $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$
- $h = 6.6261 \times 10^{-34} \text{ Js}$

Velocidad de propagación



$$v = \frac{\lambda}{T} = f \lambda$$

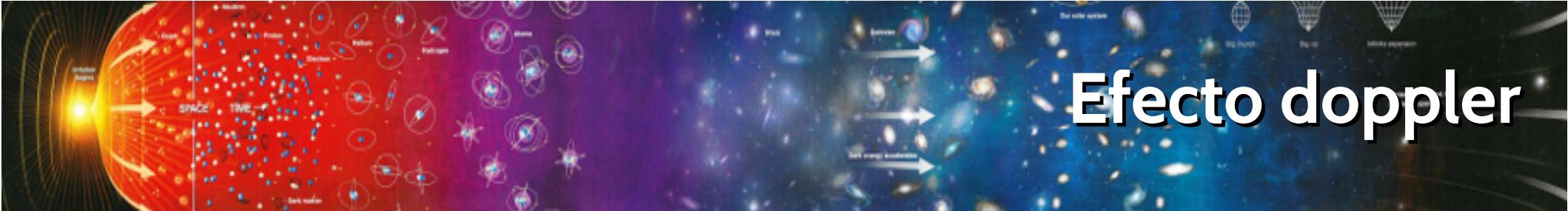
- Recordemos:
 - Período es el tiempo para completar un ciclo
 - Longitud de onda es el espacio para completar un ciclo
- En un ciclo, la onda se propaga una distancia λ
- Para ello, necesita un tiempo T



Efecto Doppler

“Es el cambio aparente en la frecuencia de una onda causado por el movimiento relativo entre la fuente de las ondas y el observador”

Dr. Sheldon Cooper

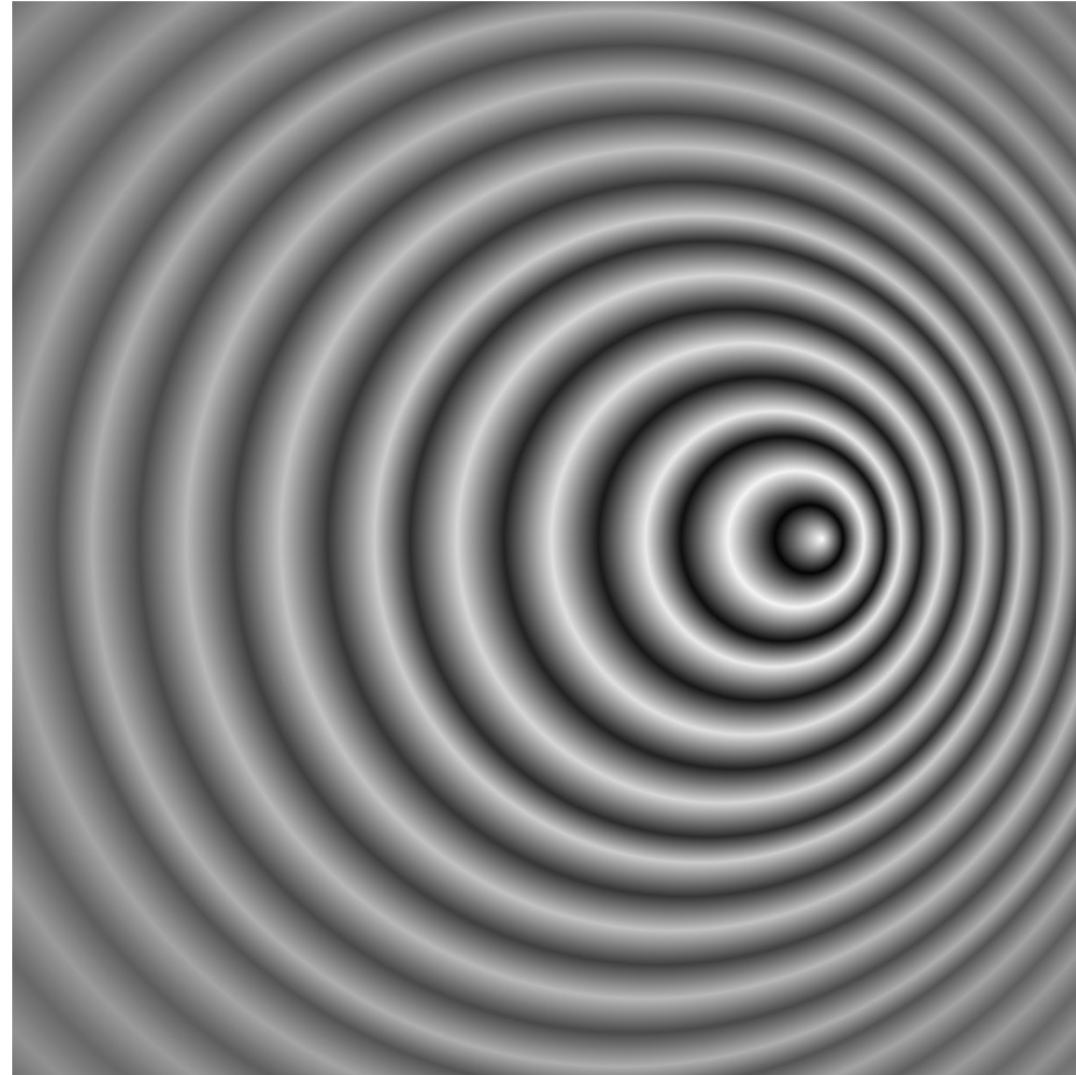


Efecto doppler



Efecto Doppler en la luz

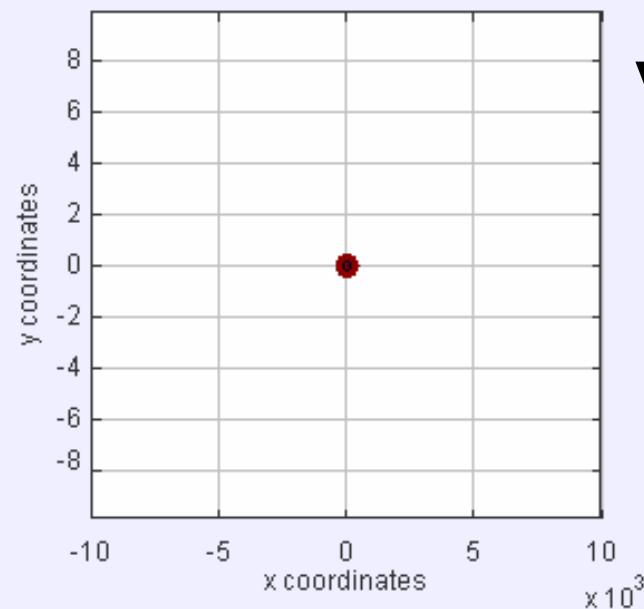
- Pensar en el lanzamiento de pelotas a frecuencia constante
- El efecto doppler es un fenómeno ondulatorio



Efecto Doppler

$\times 10^3$ Doppler Effect Model in 1 Di

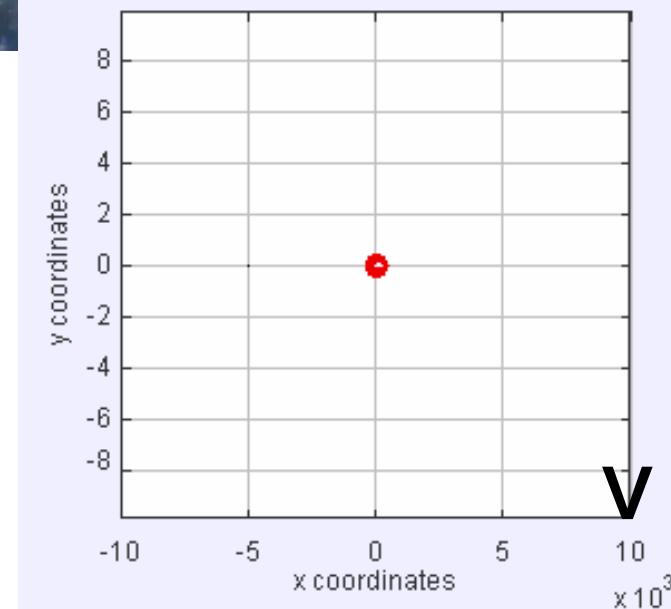
Doppler Effect



$$v = 0$$

$\times 10^3$ Doppler Effect Model in 1 Di

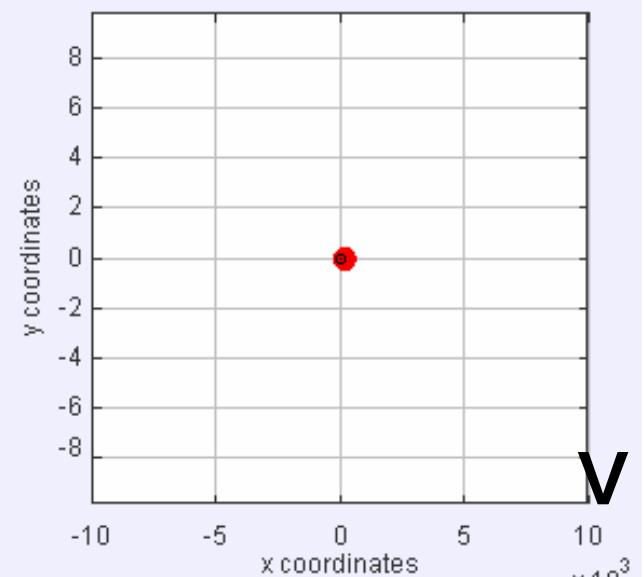
Doppler Effect



$$v = 0,7 v_s$$

$\times 10^3$ Doppler Effect Model in 1 Di

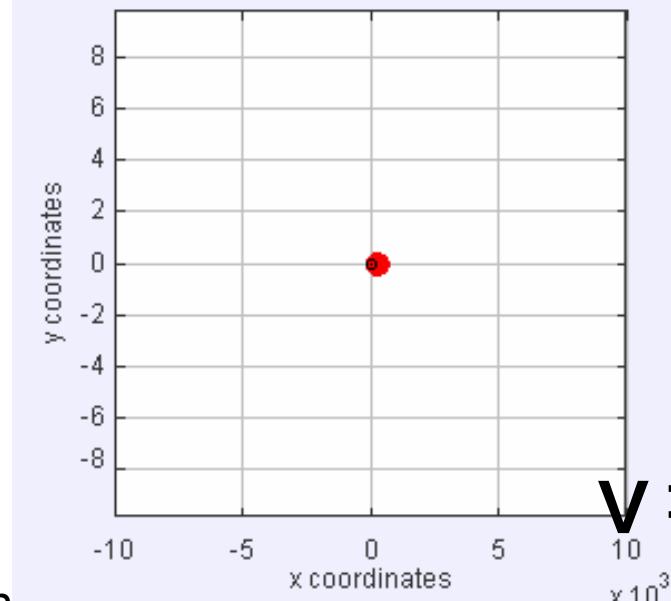
Breaking the sound barrier



$$v = 1 v_s$$

$\times 10^3$ Doppler Effect Model in 1 Di

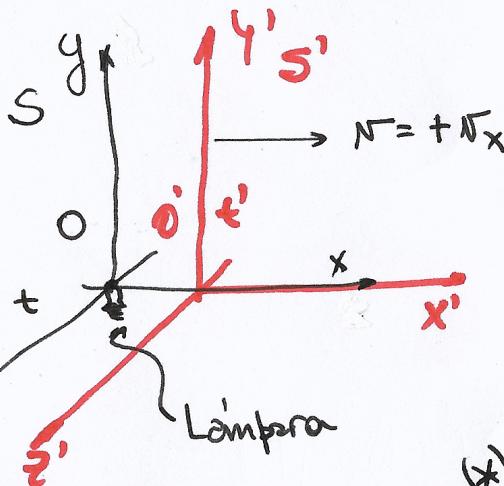
Supersonic



$$v = 1,4 v_s$$

Doppler relativista

Sean dos observadores en sistemas S y S' :



Vínculos:

$$at=t'=0; \theta=0'$$

En ese momento, la lámpara emite un pulso de luz con N ondas



En el frame S , el observador O recibe el pulso cuando $t=t_0=0$ y

(*) Finaliza a $t=t_f$. Luego, la frecuencia emitida es

$$f_0 = N/t_f - t_0 \Rightarrow f_0 = N/t_f$$

Definimos los eventos: 1: el frente del pulso alcanza O' (visto desde O) x_1, t_1
2: el final del pulso alcanza O' (visto desde O). x_2, t_2

Evento 1: visto en S , ocurre a $t_1=0; x_1=0$

Evento 2: visto en S , el pulso alcanza el observador O' , jefe $v < c$

\Rightarrow El frente del pulso está en $x_{fp} = ct; x_{O'} = vt$

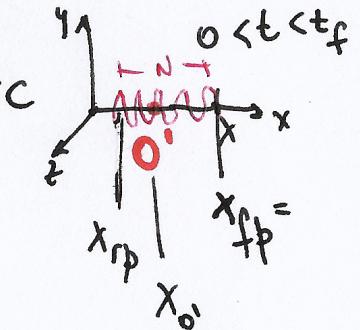
y lo retaguardia del pulso en $x_{rp} = 0$ a $t=t_f$ (ver *)

Cuando $t=t_2 \Rightarrow x_{rp} = x_{O'} \Rightarrow x_{rp} = c(t_2 - t_f)$

y podemos $x_{O'} = vt_2$

Luego el evento 2 ocurre cuando $x_{O'} = x_{rp}$

la retaguardia
es el tiempo desde que estaba en
el origen hasta que alcanzó al obs. O'



$$\Rightarrow x_0' = x_{rp} \Rightarrow Nt_2 = c(t_2 - t_f) \Rightarrow t_2 = \frac{ct_f}{(c-N)}$$

Doppler relativista

$$\Rightarrow \text{Evento 1: } x_1=0, t_1=0 ; \text{ Evento 2: } x_2=Nt_2, t_2=\frac{ct_f}{(c-N)}$$

Las T.L. $x'=N(x_2-Nt)$ y $t'=\gamma(t-Nx/c^2)$

$$\Rightarrow \text{Evento 1: } x_1'=0 \quad (x_1=0, t_1=0) \quad y \quad t_1'=0.$$

$$\text{Evento 2: } x_2'=\gamma(Nt_2-Nt)=0 \quad y \quad t_2'=\gamma\left(t_2-\frac{N^2}{c^2}t_2\right)=t_2\gamma(1-\beta^2)=\frac{t_2\gamma}{\gamma^2}=\frac{t_2}{\gamma}$$

$$\Rightarrow x_2'=0 \quad y \quad t_2'=t_2/\gamma$$

Luego, recordando $t_2=\frac{ct_f}{(c-N)}$ $\Rightarrow t_2'=\frac{ct_f}{(c-N)\gamma}=\frac{ct_f}{\gamma(1-\beta)\gamma}=\frac{ct_f}{(1-\beta)}\sqrt{\frac{1-\beta^2}{1+\beta}}=t_f\sqrt{\frac{1-\beta}{1+\beta}}\sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}}$

$$\Rightarrow t_2' = t_f \sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}}$$

¿Qué frecuencia observa δ' ? Ve tener N ondas en un tiempo $\Delta t'=t_2'-t_1'=t_2'$ o

$$f_0' = N/\Delta t' = \frac{N}{t_f} \sqrt{\frac{1-\beta}{1+\beta}} \Rightarrow f_0' = f_0 \sqrt{\frac{1-\beta}{1+\beta}}$$

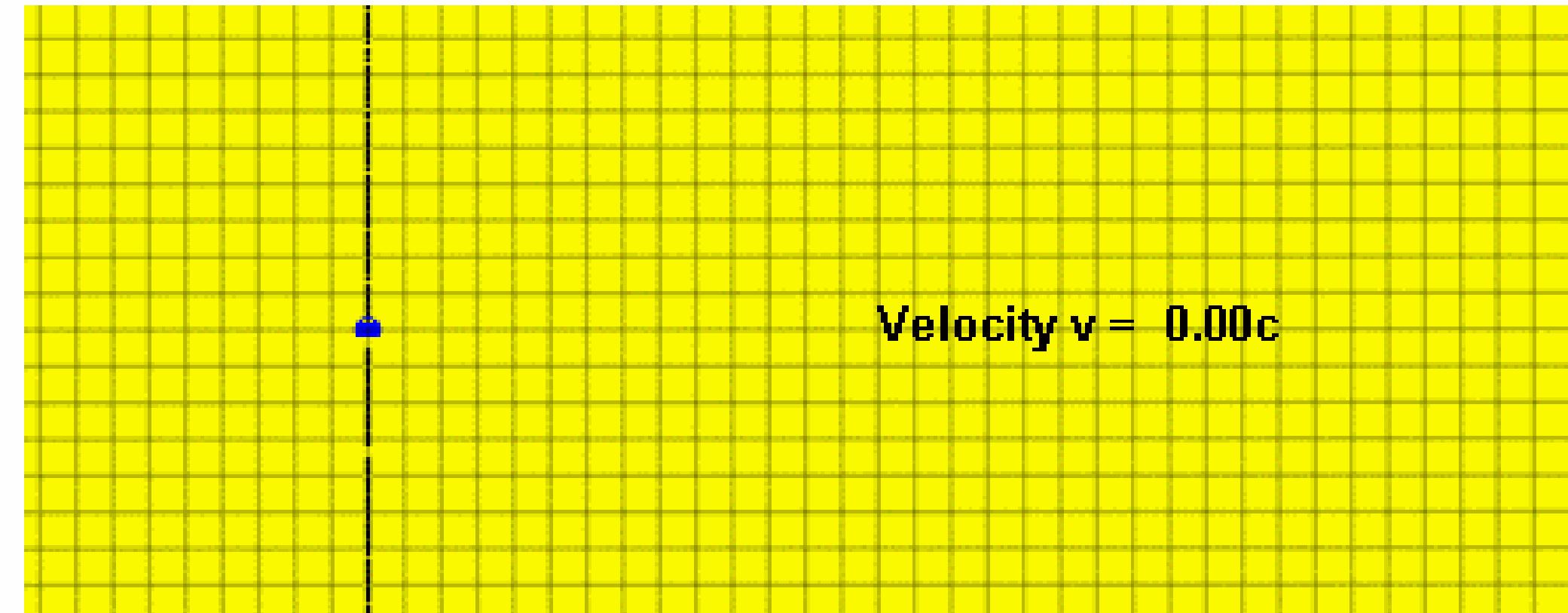
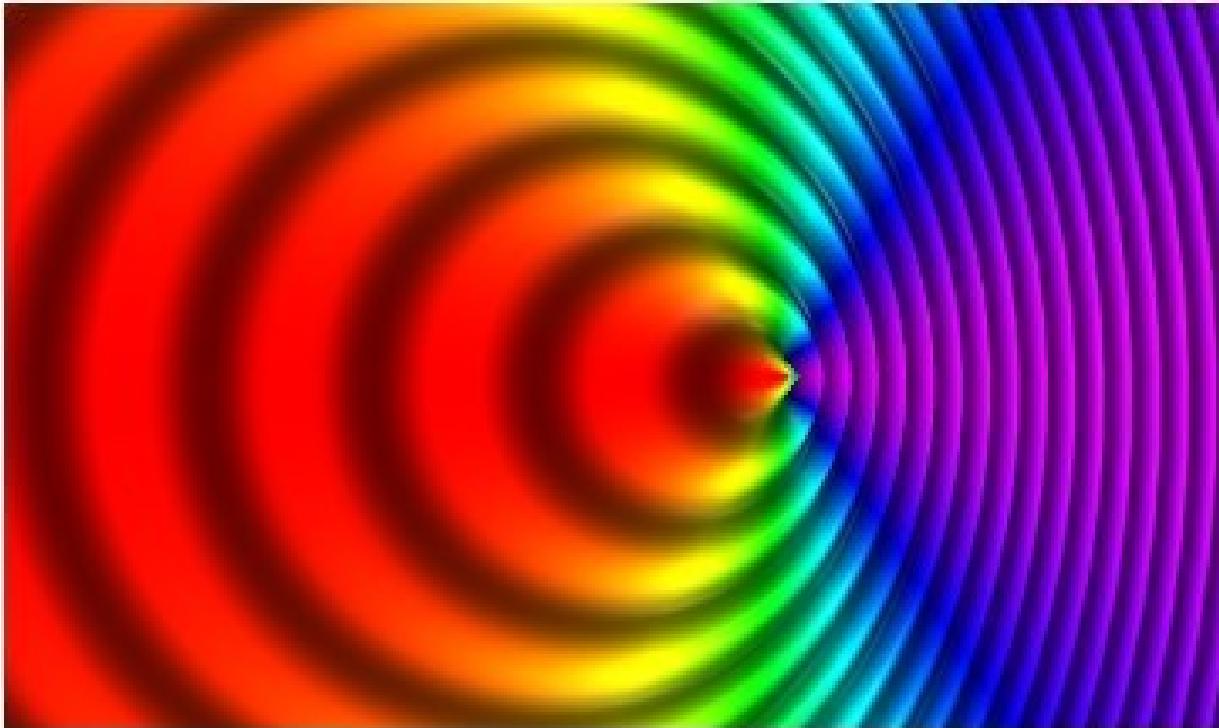
$$\frac{1-\beta}{1+\beta} < 1 \Rightarrow f_0' < f_0$$

Comienzo al rojo
Si se alejan

Si se acercan $\Rightarrow \beta \rightarrow -\beta$ (ya que $N=-Nx$) \Rightarrow

$$f_0' = f_0 \sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}}$$

Comienza al azul
(freno y obs. se acercan).

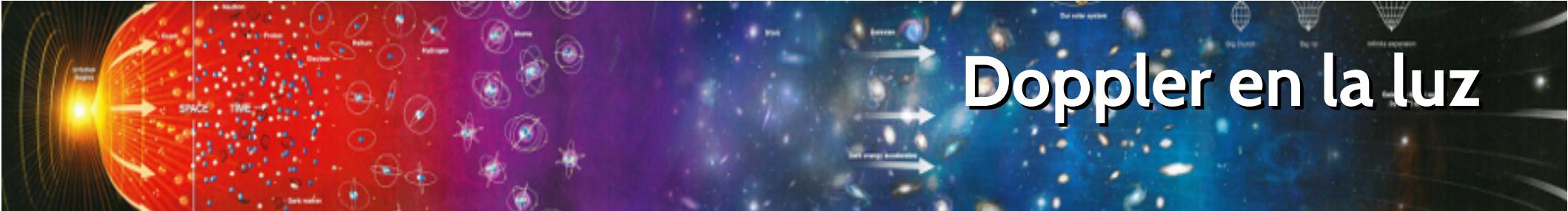




Mirando al Sol con un buen prisma



Breathe. breathe in the air. Don't be afraid to face.
Ticking away the moments that make up a dull day.
Money, get away. Get a good job with good pay to
us, and them. And after all we're only ordinary men.
The lunatic is on the grass. Remembering games we
all that you touch. All that you see. All that you



Doppler en la luz

