

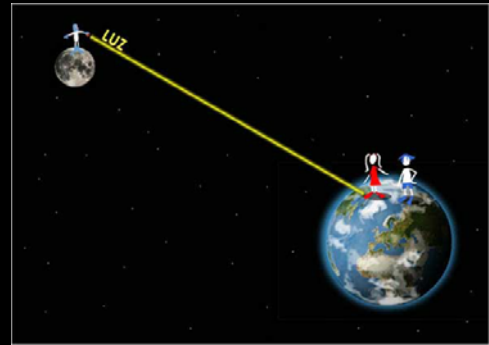
# Relatividad Especial

animación



# Curiosidades de la luz

## ¿A qué velocidad viaja la luz?



COSMO  
EDUCA

# Curiosidades de la luz

La velocidad de la luz es la misma para todos los observadores

animación



COSMO  
EDUCA

# Curiosidades de la luz

El fotón: el más independiente y el más veloz



COSMO  
EDUCA

# Curiosidades de la luz

¿Hay en el Universo un límite de velocidad?



COSMO  
EDUCA

# Puntos de vista y espacio

Trayectoria del farol desde el tren

animación



COSMO  
EDUCA

**Puntos de vista y espacio**  
Trayectoria del farol desde la estación

animación



**Puntos de vista y espacio**  
¿Quién tiene razón?



¿El jefe de estación está quieto?

¿Hay algo quieto en el Universo?



¿La Tierra está quieta?



¡Que paren el mundo que yo me bajo!



¿El Sol está quieto?



El Sol se mueve alrededor de nuestra galaxia: la Vía Láctea



COSMO  
EDUCA

¿Podemos hablar de velocidad sin decir respecto a qué?



COSMO  
EDUCA

Volvamos a la estación y demos un farol al hombre

animación



COSMO  
EDUCA

Cuando las situaciones se invierten  
¿los puntos de vistas también?

animación



COSMO  
EDUCA

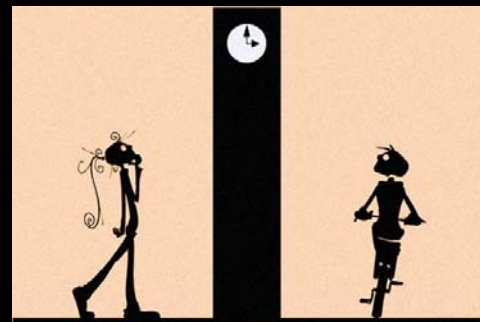
¿Dependen las trayectorias del punto de vista?



La viajera y el jefe de estación dibujaron una misma trayectoria de forma diferente porque tenían puntos de vista diferentes. ¿Qué pasaría si cronometraran la trayectoria? ¿Obtendrían también tiempos diferentes?

COSMO  
EDUCA

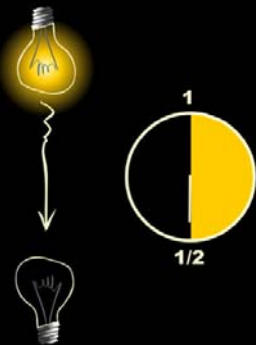
¿Dependerá el tiempo del punto de vista?



COSMO  
EDUCA

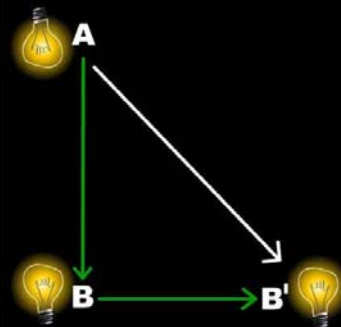
## Puntos de vista y tiempo Funcionamiento del artilugio

animación



COSMO  
EDUCA

## Mira y responde



COSMO  
EDUCA

## Puntos de vista y tiempo Lo que ve el jefe de estación

animación



COSMO  
EDUCA

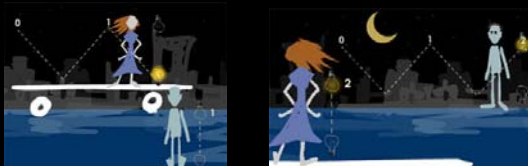
## Puntos de vista y tiempo Lo que ve la viajera

animación



COSMO  
EDUCA

## Puntos de vista y velocidad constante



La velocidad del tren respecto a la estación era constante.

COSMO  
EDUCA

## Puntos de vista y aceleración Paradoja de los gemelos

animación



COSMO  
EDUCA

## Viajes en avión

Efecto de la relatividad en un viaje de Canarias a la Península.

$$t_{\text{avión}} = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} t_{\text{aeropuerto}}$$

$$t_{\text{aeropuerto}} - t_{\text{avión}} = 0.0000000063s$$

COSMO  
EDUCA

## Máquina del Tiempo (unidireccional)



Según Einstein, viajar al futuro es fácil...sólo hay que espera a que llegue...

COSMO  
EDUCA

## Máquina del Tiempo (unidireccional)

### Teoría

naves espaciales con velocidades cercanas a la de la luz nos llevarían al futuro



### Realidad

el "muón viajero"



COSMO  
EDUCA

## ¿Quién fuera un Super-Muón?



COSMO  
EDUCA

## Contracción del Espacio



COSMO  
EDUCA

## Contracción del Espacio

Para nosotros  
(y para los muones en la Tierra)  
la montaña mide 9.500 m



Para el muón viajero  
la montaña mide tan sólo 600 m



COSMO  
EDUCA

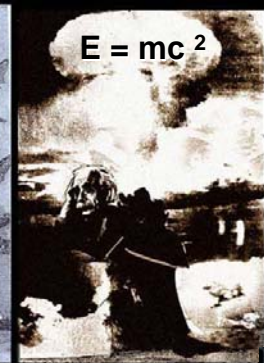
## Relación entre masa y energía

$$E = mc^2$$



COSMO  
EDUCA

## El sueño de la razón ¿genera monstruos?



COSMO  
EDUCA

## Discusiones sobre el límite de la velocidad

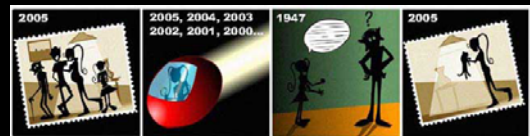
### Argumento energético:



Para hacer que algo supere la velocidad de la luz, necesitamos la energía de todo el Universo.

## Discusiones sobre el límite de la velocidad

### Argumento del viaje al pasado:



Si pudiéramos sobrepasar la velocidad de la luz, podríamos viajar al pasado. Pero ¿qué pasaría si en nuestro viaje conseguimos que nuestro abuelo no engendre a nuestro padre?

COSMO  
EDUCA

## SE BUSCAN taquiones

### Delitos cometidos:

1. Infracción del límite de velocidad de la luz
2. Violación del Principio de Causalidad

### RECOMPENSA

Viajar al pasado,  
aunque sea a un Universo paralelo

COSMO  
EDUCA

2005

## Fue el centenario de la Teoría Especial de la Relatividad



COSMO  
EDUCA

## Créditos



Esta charla forma parte del proyecto Cosmoeduca que se desarrolla en el Instituto de Astrofísica de Canarias.

Charla Original: Evencio Mediavilla  
Adaptación: M<sup>a</sup> Concepción Anguita  
Revisión científica: Evencio Mediavilla  
Revisión de estilo: Carmen del Puerto

La información completa de este proyecto se encuentra en:  
[www.iac.es/cosmoeduca](http://www.iac.es/cosmoeduca)

Créditos de las imágenes y animaciones →



## Créditos de imágenes y animaciones

### Diapositivas

1. Animación artística: Puntos de vistas  
Inés Bonet (IAC)
2. Imagen: Luz de la Luna a la Tierra:  
Composición artística de Inés Bonet (IAC)  
Imágenes originales de la Tierra y la Luna (NASA)
3. Animación: Composición de velocidades. Inés Bonet (IAC)
4. Imagen: Límite de velocidad  
Composición artística Inés Bonet (IAC)  
(a partir de originales de Laura Ventura (IAC) y de la NASA)
5. Imagen: Carrera fotón. Inés Bonet (IAC)
6. Animación: Trayectoria del farol-viajera desde el tren  
Inés Bonet (IAC)
7. Animación: Trayectoria del farol-viajera desde la estación  
Inés Bonet (IAC)
8. Imágenes: Trayectorias. Inés Bonet (IAC)
9. Hubble Deep Field R. Williams, The HDF Team (STScI), NASA



## Créditos de imágenes y animaciones

### Diapositivas

10. Imagen: Tierra:  
Fuente (NASA)
11. Imagen: que paren el mundo  
María C. Anguita (IAC)
12. Imagen: Sistema Solar  
Composición artística de Laura Ventura (IAC)  
Imágenes originales (NASA)
13. Imágenes originales:  
Que paren el mundo: María C. Anguita (IAC)  
Simulación de la Vía Láctea: Laura Ventura (IAC)
14. Imagen: Velocidades respecto a algo  
Inés Bonet (IAC)
15. Animación: Trayectoria farol- jefe estación desde la estación.  
Inés Bonet (IAC)
16. Animación: Trayectoria farol- jefe estación desde el tren  
Inés Bonet (IAC)
17. Imágenes: Trayectorias  
Inés Bonet (IAC)



## Créditos de imágenes y animaciones

### Diapositivas

18. Imagen: Reloj y puntos de vista  
Inés Bonet (IAC)
19. Animación: Artilugio reloj-fotón  
Inés Bonet (IAC)
20. Imagen: Triángulo bombillas  
Inés Bonet (IAC)
21. Animación: Tiempo en tren y estación según jefe de estación  
Inés Bonet (IAC)
22. Animación: Tiempo en tren y estación según la viajera  
Inés Bonet (IAC)
23. Imágenes: Tiempo y puntos de vista  
Inés Bonet (IAC)
24. Animación: Paradoja de los gemelos  
Inés Bonet (IAC)
26. Imagen: Siesta al futuro  
Inés Bonet (IAC)



## Créditos de imágenes y animaciones

### Diapositivas

27. Imágenes: Gemelo viajero y Muón viajero  
Inés Bonet (IAC)
- 28-29: Imágenes: Super-muón. Muones. Inés Bonet (IAC)
31. Imagen: Composición artística de Einstein  
Laura Ventura (IAC)
32. Imágenes: Composición Sueño de la razón  
Inés Bonet (IAC)  
Originales:
  1. Sueño de la razón produce monstruos, 1793-96  
Francisco José de Goya y Lucientes  
Museo: Museo del Grabado de Goya
  2. Bomba Hiroshima
33. Secuencia cohete Inés Bonet (IAC)
34. Secuencia viaje al pasado. Inés Bonet (IAC)
36. Imagen: Reloj 2005  
Tomás Mediavilla

