



COSMOLOGÍA HOY

Introducción Clase 1



Dr. Nelson Zamorano H.
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas
Universidad de Chile

COSMOLOGÍA HOY

PROFESOR:

NELSON ZAMORANO
nzamora@dfi.uchile.cl

PROFESORES INVITADOS:

Michel Cure*, Sergio Del Campo*,
Andrés Meza, ...

* Por confirmar

Dr. Nelson Zamorano H.
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas
Universidad de Chile



CLASES Y CONTROLES

CUANDO: Lunes a Jueves de 18:15 – 19:30

DONDE: Sala F-11

EVALUACIÓN:

- * ASISTENCIA: Mayor que el 70%
- * PRUEBA DE ALTERNATIVAS (40%)
(después de la clase 10. Será anunciada con anticipación)
- * PEQUEÑA INVESTIGACIÓN (60%)

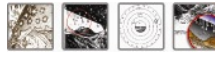
Dr. Nelson Zamorano H.
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas
Universidad de Chile



CLASES Y CONTROLES

Existe un archivo con preguntas típicas que estará a disposición de los alumnos, en el sitio web. El tema de investigación, en lo posible, lo eligen Uds. de acuerdo al tema que les interese. El tema debe contar con la aprobación de uno de los dos profesores. Si no encuentra un tema, nosotros podemos sugerirlo. DEBE INCLUIR BIBLIOGRAFÍA. Su extensión no debe ser menos de 5 páginas ni más de 10.

Dr. Nelson Zamorano H.
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas
Universidad de Chile



Objetivos Generales

- ESTABLECER UNA CULTURA CIENTÍFICA BÁSICA.
- PROPORCIONAR ELEMENTOS PARA DISCRIMINAR ENTRE CIENCIA Y SEUDO-CIENCIA.
- ACCEDER A ARTÍCULOS DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA. (INVESTIGACIÓN Y CIENCIA, AMERICAN SCIENTIST, ... en biblioteca central de Ing.)
- CONOCER EL ESTADO ACTUAL DE ALGUNOS DE LOS TEMAS TRATADOS EN EL CURSO.

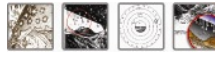
Dr. Nelson Zamorano H.
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas
Universidad de Chile



Objetivos Específicos

- ADQUIRIR UNA VISIÓN GLOBAL DE LA COSMOLOGÍA DESDE SU ORIGEN A LA ACTUALIDAD.
- INTRODUCIR LAS IDEAS FÍSICAS QUE SUSTENTAN LOS MODELOS COSMOLÓGICOS.
- MOSTRAR LA INTERRELACIÓN ENTRE EL MACROMUNDO Y EL MICROMUNDO.

Dr. Nelson Zamorano H.
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas
Universidad de Chile



Cómo lograr estos objetivos con el curso:

Cosmología Hoy

Características del Curso:

- **EXTENSO Y PROFUNDO**

TRANSVERSAL: HISTORIA, RELIGIÓN, FÍSICA...
FUTURO DEL HOMBRE

- **EDAD DE ORO**

TECNOLOGÍA
TEORÍA (ATRASADA)

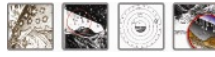
Dr. Nelson Zamorano H.
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas
Universidad de Chile



Resumen del curso

- **HISTORIA: DE LA ANTIGÜEDAD A LOS GRIEGOS.** Los modelos cosmológicos de las primeras culturas. Las bases del pensamiento actual.
- **DE GALILEO A NEWTON.** Las bases de la nueva ciencia. El descubrimiento de la materia oscura. Origen de los agujeros negros.
- **RELATIVIDAD ESPECIAL Y GENERAL.** Una nueva visión del universo: su expansión, objetos exóticos, galaxias activas...
- **MECÁNICA CUÁNTICA.** Las líneas espectrales, cómo, posiblemente, surgió el universo, por qué no existe antimateria, ¿deben existir otros universos?
- **FÍSICA Y COSMOLOGÍA: EL MICRO Y EL MACRO UNIVERSO.** Las líneas espectrales. ¿Cómo, posiblemente, surgió el universo actual? Por qué no existe antimateria, ¿deben existir otros universos?
- **ENIGMAS ACTUALES ACERCA DEL UNIVERSO (Y LA FÍSICA).**

Dr. Nelson Zamorano H.
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas
Universidad de Chile



EL CURSO EN UN POEMA

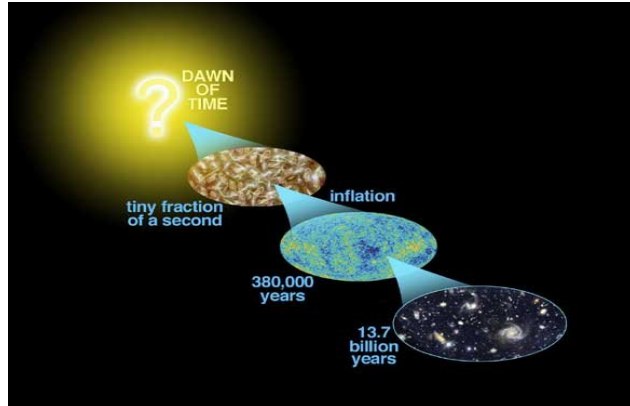
Adán Méndez:

NUESTRA CIENCIA PARADIGMÁTICA
ES LA FÍSICA CONTEMPORÁNEA

**luego de varios años de ignorancia cosmológica
no muchos
pero se hicieron largos
hoy día estamos más o menos como al principio**



Poema seleccionado de la obra ganadora,
"Antología Precipitada". Oct.1992



el universo es un huevo
hay principio y hay fin
todo va a desaparecer
(peor que antes, como detallaremos
más abajo
porque no hay ni un miserable par
de tortugas
que sostenga el huevo)

Dr. Nelson Zamorano H.
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas
Universidad de Chile



EL CURSO EN UN POEMA

Adán Méndez:

NUESTRA CIENCIA PARADIGMÁTICA
ES LA FÍSICA CONTEMPORÁNEA

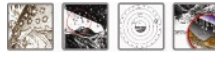
La idea es dar una visión panorámica del curso. Para eso utilizamos un poema que tiene unas frases muy precisas acerca de algunos fenómenos cosmológicos.

En este frase aprecio dos ideas: lo pequeño en física siempre se refiere a un Standard. En Astronomía pequeña es la distancia entre la Tierra y la Luna, comparada con la distancia entre galaxias o el tamaño de un super-cúmulo. Lo mismo se puede decir con respecto al tiempo: nuestra vida media, 80 años, es muy corta para apreciar la evolución del universo.

Las tortugas me recuerdan que existen mitologías que afirman hechos que hoy, dentro de otro contexto, tienen un sentido físico. La existencia de un universo cíclico, por ejemplo, es una posibilidad (NO una certeza!!) dentro de la teoría de supercuerdas.

No es claro hoy si el universo tiene un principio y un fin.

Dr. Nelson Zamorano H.
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas
Universidad de Chile



el meollo del asunto es la partícula subatómica

a la que no veo que lleguemos a imaginarnos

esa no es la idea del colegio

nos imaginamos algo muy chico

pero algo chico es un ratón

un pájaro, un cerro chico

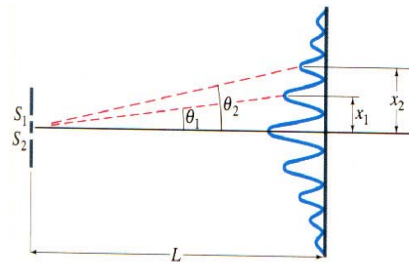
un piojo por último

algo chico es algo que se compara con algo

una partícula subatómica no tiene comparación

ese pedazo de nada lo trastorna todo

porque hasta el átomo



De lo grande saltamos a lo pequeño. La partícula elemental. Un electrón puede cruzar dos compuertas simultáneamente e interferir consigo mismo. Si no medimos la posición del electrón, éste se ubica en una región. Dentro de esa región existe una probabilidad de encontrarlo. Si uno no mide, el electrón puede ser encontrado en una cierta región con una cierta probabilidad.

La mecánica cuántica, que es la teoría que describe estos fenómenos.

No sólo éstos, sino también la producción de partículas en un agujero negro. Por eso este tema es, como afirmamos, transversal.

Hablaremos de las interpretaciones posibles de la mecánica cuántica.

Dr. Nelson Zamorano H.
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas
Universidad de Chile



con la partícula subatómica es distinto

los más inteligentes se hicieron católicos de nuevo

pero en general a la mayoría les quedó la zorra

el universo prácticamente se creó ex-nihilo

ni siquiera era una partícula

y de repente dicen que explotó

(y "de repente" está mal dicho porque el tiempo

aquí no funca)

así no más, de repente dicen

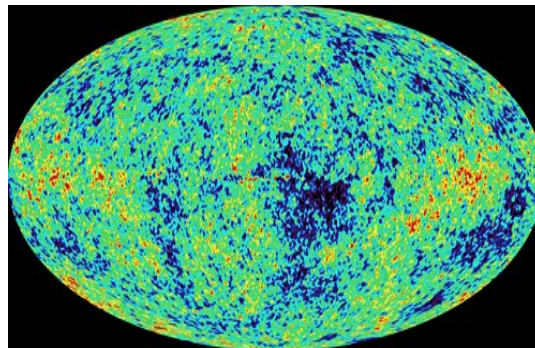
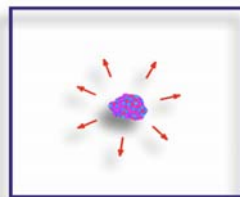
y que hasta se escucha todavía

que lo tienen grabado y todo

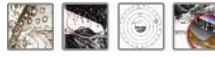
una tremenda explosión

¿de qué? De algo que ni siquiera era una partícula

Imagen Incorrecta de la gran explosión



Dr. Nelson Zamorano H.
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas
Universidad de Chile

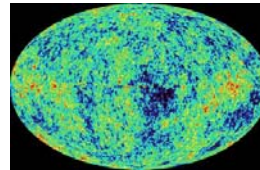
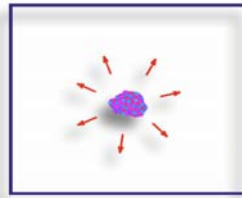


Efectivamente, la teoría del universo inflacionario propone que el universo se expandió a partir de una burbuja microscópica por efectos cuánticos. Aclaremos aquí que el universo no se creó a partir de un punto. El universo se crea junto con el espacio tiempo. Por eso el tiempo antes de la creación del universo no "funca". Hablaremos de la teoría del espacio y del tiempo.

En este último punto podemos distinguir claramente entre filosofía y física. Tengo muchos problemas para expresar que es el espacio tiempo. No tengo problemas para identificarlo a través de una herramienta geométrica que es la distancia entre puntos. Este será nuestro tema en el capítulo de relatividad general. Acá comenzaremos a introducir la idea de un tiempo que no fluye y que transcurre en forma diferente de acuerdo a la física del entorno.

Efectivamente, existe una foto del universo en sus comienzos. Representa al universo cuando tenía aproximadamente 400.000 años.

Imagen Incorrecta de la gran explosión



Dr. Nelson Zamorano H.
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas
Universidad de Chile



Y la teoría dice que después de la expansión el

universo se aprieta de nuevo

y no queda ni el tiempo

o sea que volvemos a la teoría de la creación y el

juicio final

pero sin edén, sin árbol, culebra ni manzana

sin caída, sin un cristo que nos salve

sin ángeles con trompetas ni muertos
levantándose por todas partes

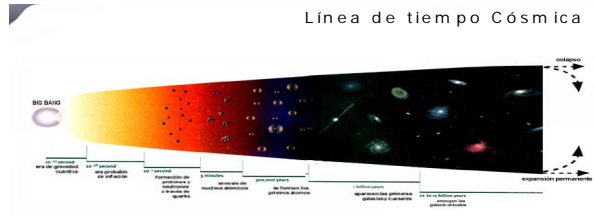
.....

Y también sin que ni remotamente
un solo ser viviente,

según nuestro concepto de la vida,
pueda presenciar el fin del universo,
con lo importante que éste ha sido
para la religión, la poesía, la filosofía y la
ciencia....

Yo pienso en carne propia que nos deja un vacío
caballo

Línea de tiempo Cósmica



NO! El universo se está acelerando y si algo no detiene esta aceleración se convertirá en un espacio infinito vacío y frío, sin vida. Si duda deja un vacío caballo.

Dr. Nelson Zamorano H.
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas
Universidad de Chile

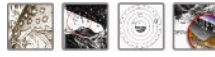
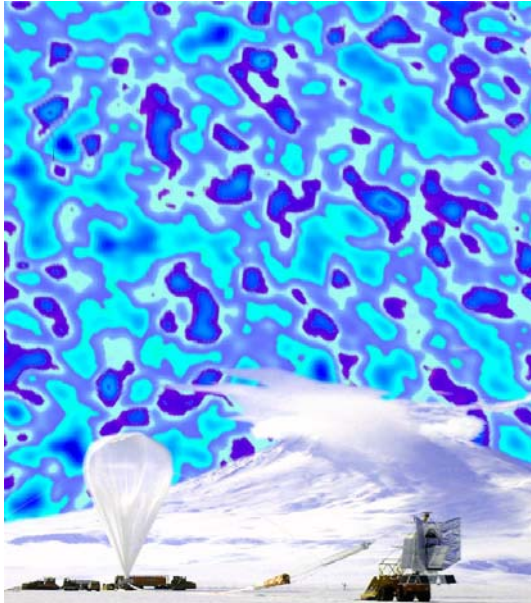


FOTO DEL UNIVERSO TEMPRANO



Radiación de fondo medida desde un globo en la Antártica

Con esta foto los cosmólogos han logrado determinar que el universo es plano. Esta es una de las tres posibilidades que podía elegir el universo para evolucionar. Que sea plano no significa que la teoría de Einstein está mal. El tamaño de la foto intenta dar una idea de la sección del cielo que se analizó con la sonda. Este fue un experimento crucial.

Dr. Nelson Zamorano H.
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas
Universidad de Chile



Dr. H. 30

Si el universo es infinito, entonces pueden existir copias de nuestro propio universo en alguna región lejana, incluso con las mismas propiedades. La probabilidad es extraordinariamente pequeña pero si el universo es infinito, es una posibilidad...

Y aún antes, como sugería más arriba

uno podría preguntarse por **lo que sostiene el universo**

“dos tortugas” te decían

y uno decía “aaa”

y quedaba tranquilo uno porque las tortugas

son animales muy pacíficos

Pero ahora no sólo no caben las tortugas

sino que en el fondo no hay vidas

no hay ríos, no hay mar

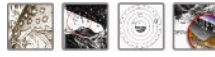
ahora en el fondo no hay quien escriba este

poema ni tampoco quien lo lea.

A lo mejor el oriente tiene una respuesta, no sé.

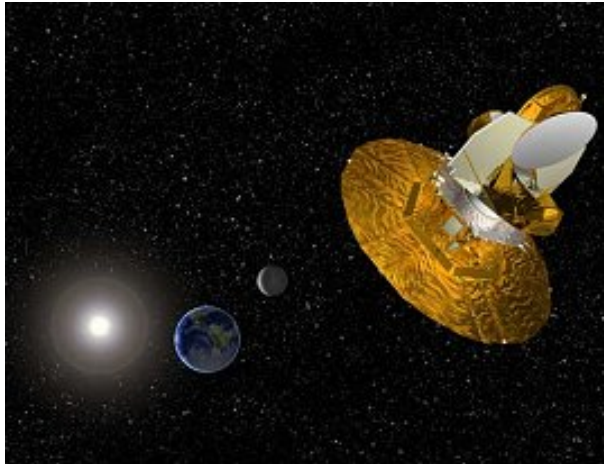
**En todo caso no hay que preocuparse todavía,
dicen los superficiales de siempre,
porque recién nos estamos expandiendo.**

Dr. Nelson Zamorano H.
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas
Universidad de Chile



LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS

Emigrar en busca de un ambiente más favorable



La cosmología está siendo inundada por datos obtenidos a través de satélites. Estas máquinas han puesto a la cosmología en otro nivel. Hoy es preciso mirar los datos para saber si el modelo propuesto es un ejercicio académico o tiene algo que ver con la realidad.

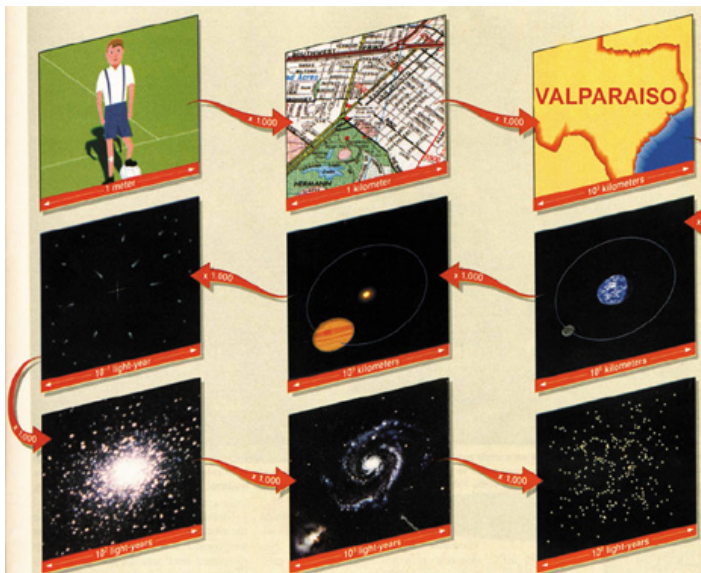
El satélite Chandra mide la intensidad de los rayos X provenientes del espacio. Los rayos X constituyen una huella digital de la existencia de agujeros negros.

Recientemente WMAP

Dr. Nelson Zamorano H.
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas
Universidad de Chile



DISTANCIAS ASTRONÓMICAS Escala relativa del Universo



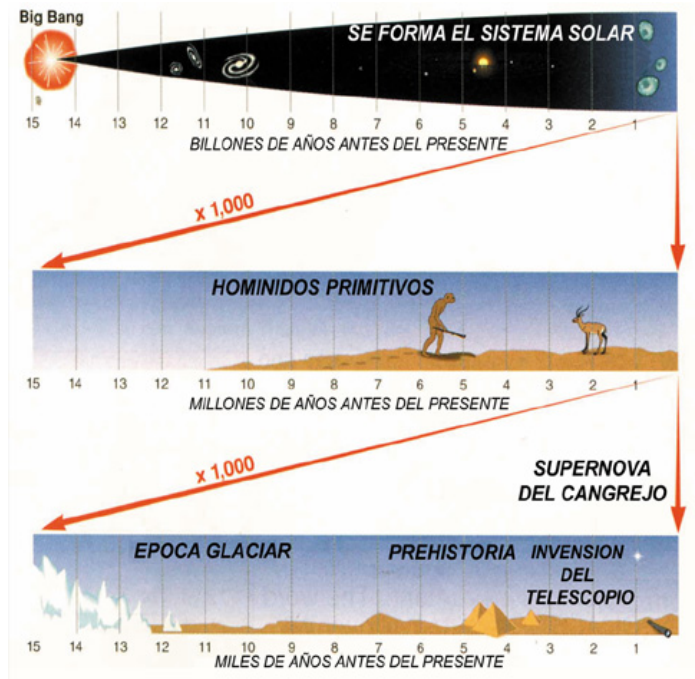
La pregunta es. ¿Cómo es posible que el hombre pueda imaginarse el universo?

La extrapolación envuelve las escalas de tiempo y distancia.

Nunca podremos saber a ciencia cierta qué sucedió al comienzo del universo. Lograremos tener un cuadro consistente, a eso llamaremos realidad. Sin embargo, es muy posible que, fuera del alcance de nuestro conocimiento actual, en el futuro de nuestra civilización, sea posible encontrar una relación entre dos leyes hoy conocidas que refleje un condición que debió existir en el punto de partida.

Por ejemplo hoy no sabemos por qué el electrón tiene la carga que tiene. Por qué no es otro valor o por qué todos los electrones tienen la misma carga.

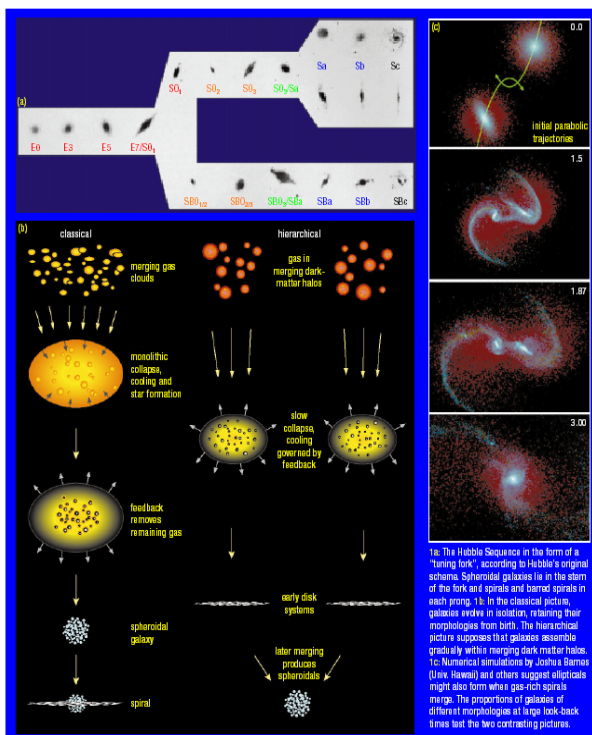
Dr. Nelson Zamorano H.
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas
Universidad de Chile



Escala de Tiempo: Escala relativa del Universo

La imagen destaca que nuestra estadía en este universo es prácticamente nula. La edad del universo se estima en 13 mil millones de años. Registro de la existencia del hombre se remonta a cinco o seis millones de años. La invención del telescopio es demasiado reciente en esta escala. Sin embargo hemos progresado una enormidad

Dr. Nelson Zamorano H.
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas
Universidad de Chile

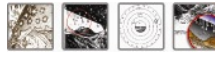


ESTRUCTURAS EN EL UNIVERSO

Colapso Monolítico enfriamiento y Formación Estelar

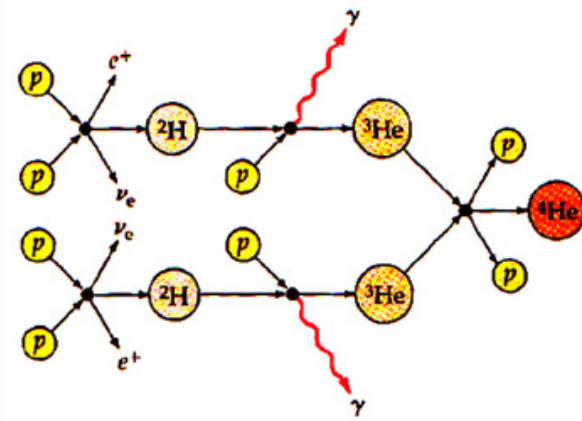
Por ejemplo, suponemos que las galaxias espirales se forman a través de un choque de dos galaxias elípticas. Podemos estar presenciando este choque, pero sólo vemos una instantánea de lo que ocurre.

Dr. Nelson Zamorano H.
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas
Universidad de Chile



INTERACCIONES DÉBILES

Origen de la energía del Sol



Ciclo del protón-protón

En el otro extremo de las distancias, las pequeñas, conocemos la estructura atómica. Recientemente se confirmó el funcionamiento del Sol. Por años existió una gran duda acerca si la reacción que se ilustra en la figura era realmente la fuente de energía del Sol. El motivo de las dudas era que sólo se detectaba un tercio de los neutrinos emitidos por el Sol. Hoy sabemos, por otros experimentos realizados en la Tierra que los neutrinos tienen masa y que los tres tipos de neutrinos oscilan entre un estado y otro. En el laboratorio se detecta sólo una familia de ellos, de allí que se descubra sólo un tercio de su número correcto.

El modelo data de los años 1930. Antes de esa fecha no se conocía el motor que le daba la energía al Sol. (Foto de Hans Bethe)

Dr. Nelson Zamorano H.
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas
Universidad de Chile



El hombre se proyecta en el cosmos



Dr. Nelson Zamorano H.
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas
Universidad de Chile