

# ¿De que están hechas las estrellas?



**Marco Antonio Sánchez Ramos**  
Facultad de Ciencias Naturales  
Universidad Autónoma de Querétaro





# ¿Qué es una estrella ?

- “Las estrellas son inmensas bolas de gas quemándose a millones de kilómetros de aquí...”

*Pumba*





Nebulosas

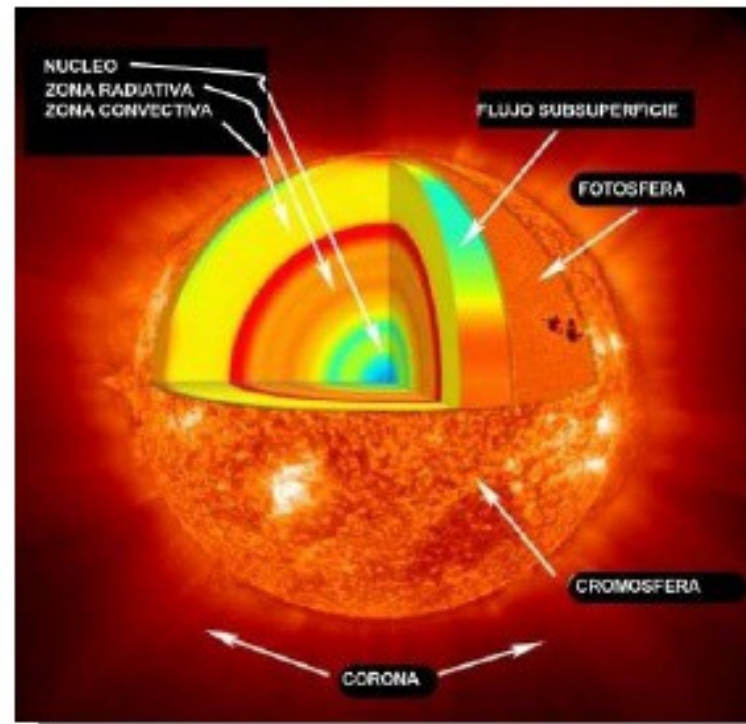
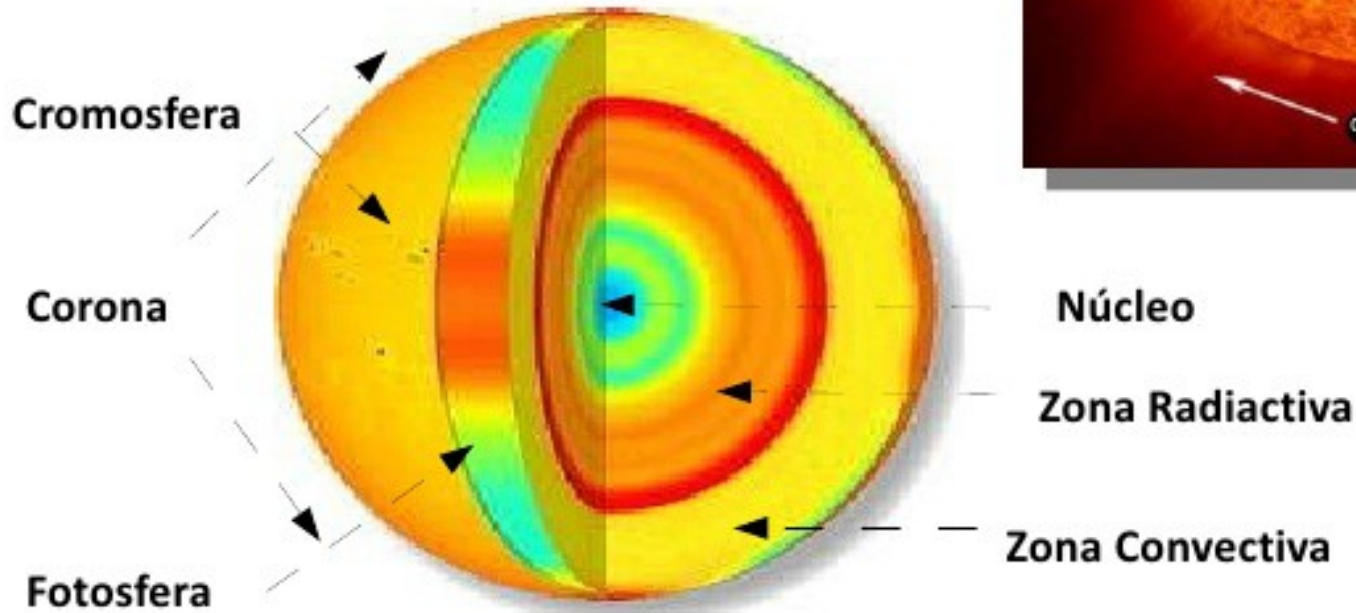


Cumulosestelares

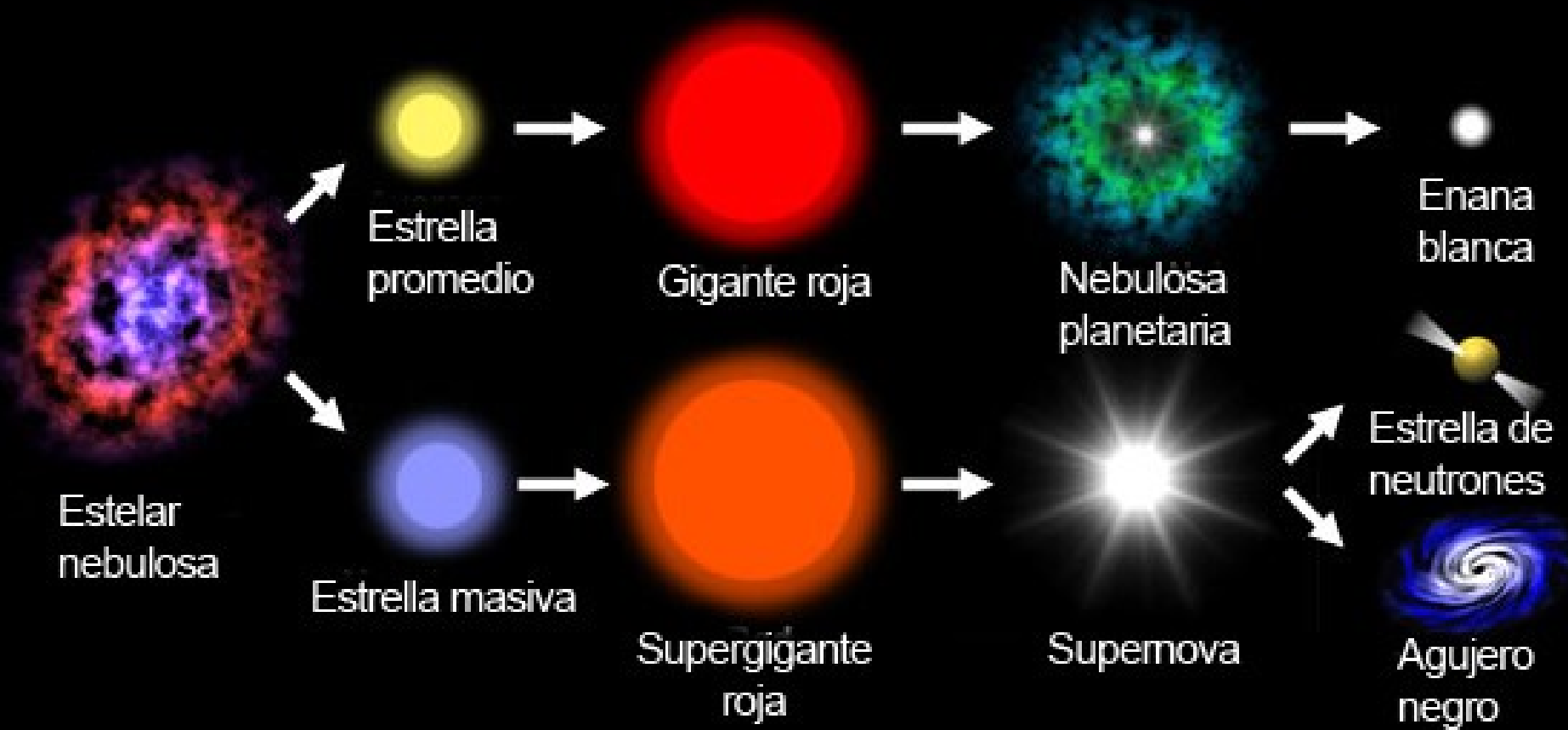


Galaxias

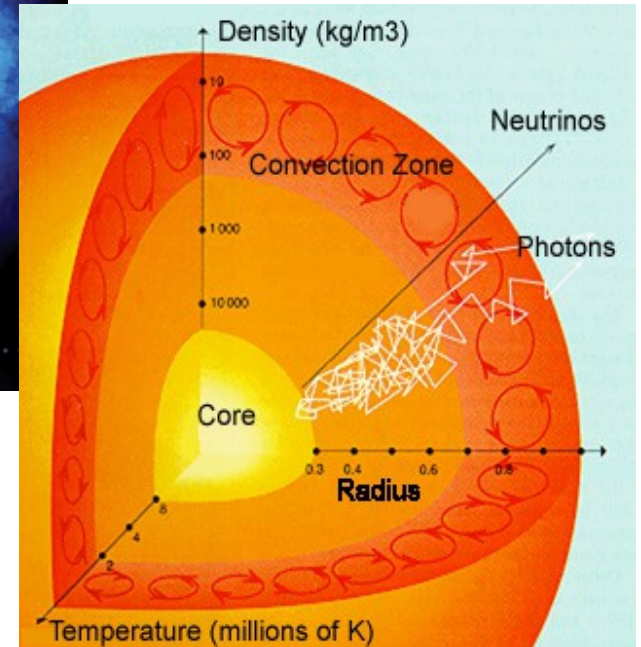
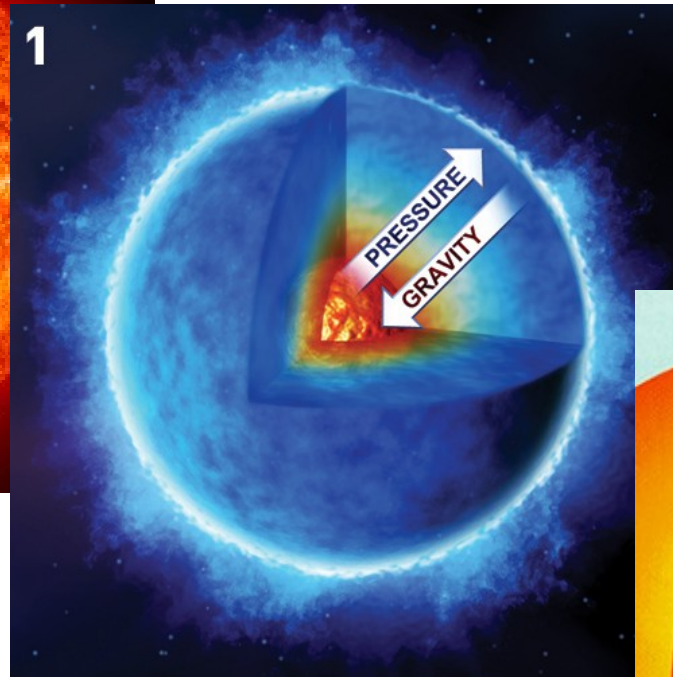
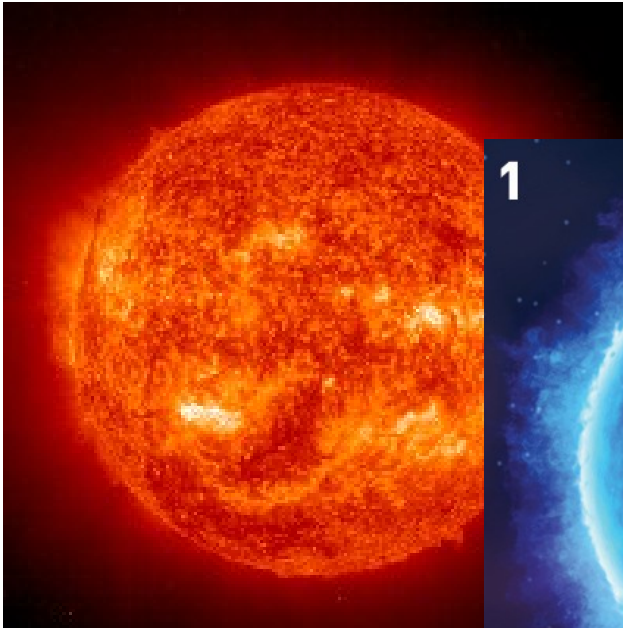
# Estructura interna del sol



# Ciclo de vida de una estrella



# Las estrellas producen energía

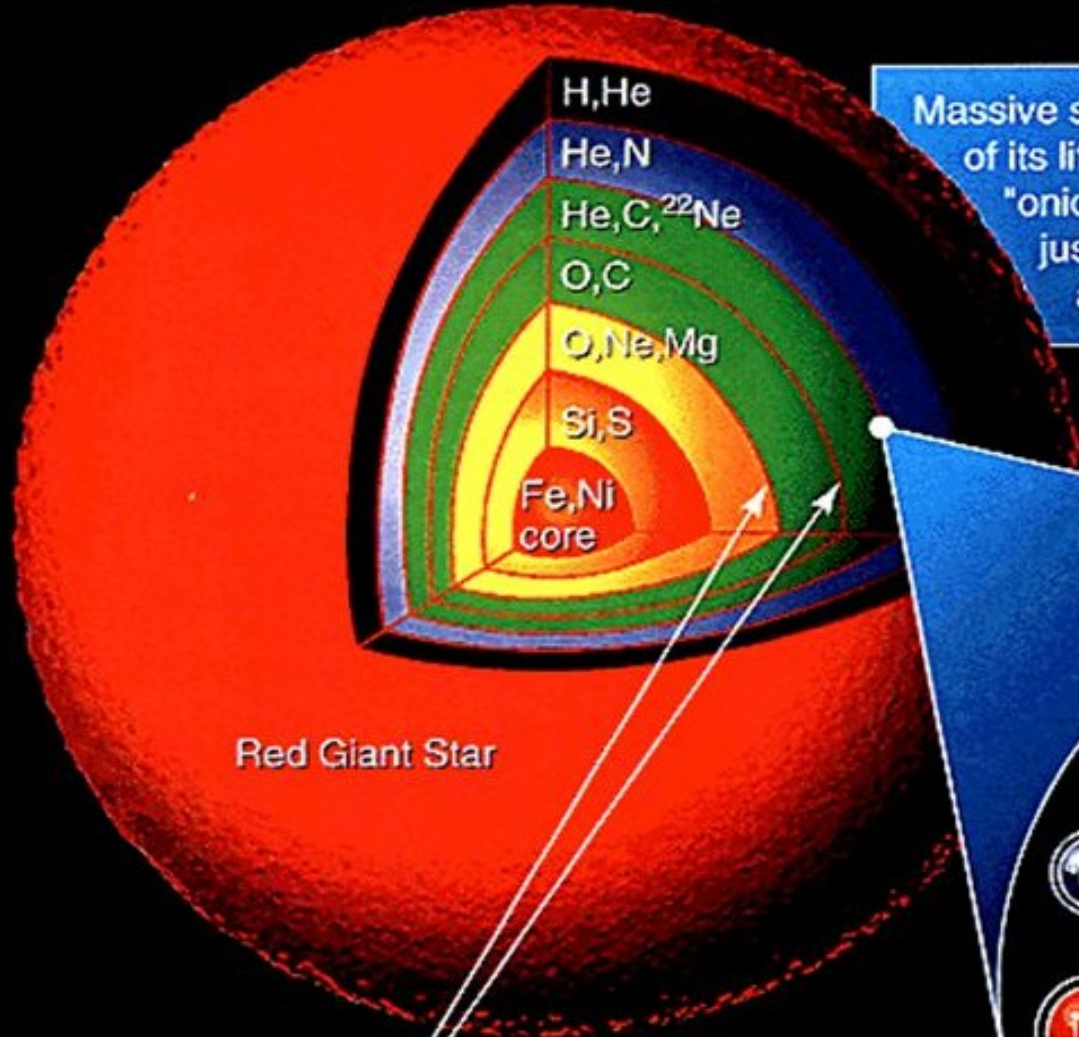




# Y también elementos químicos

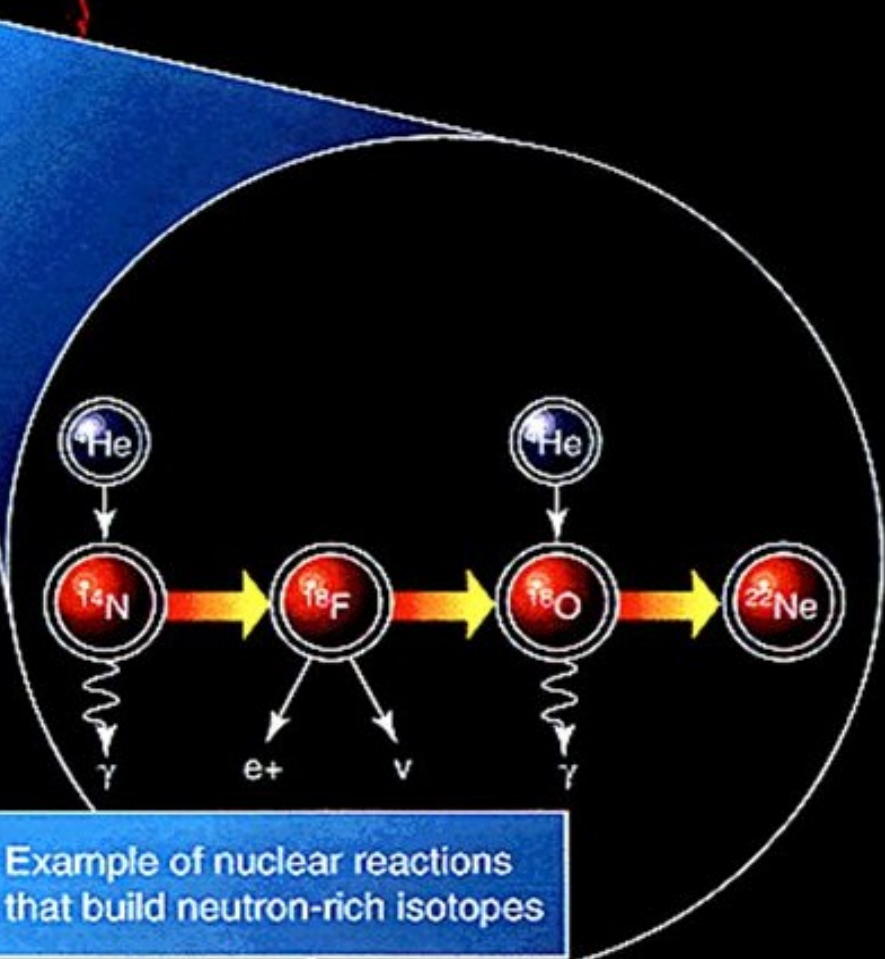
**Periodic Table of the Elements**

1 1IA 11A																	18 VIII 8A
1 <b>H</b> Hydrogen 1.0079	2 IIA 2A											13 IIIA 3A	14 IVA 4A	15 VA 5A	16 VIA 6A	17 VIIA 7A	2 <b>He</b> Helium 4.00260
3 <b>Li</b> Lithium 6.941	4 <b>Be</b> Beryllium 9.01218											5 <b>B</b> Boron 10.811	6 <b>C</b> Carbon 12.011	7 <b>N</b> Nitrogen 14.00674	8 <b>O</b> Oxygen 15.9994	9 <b>F</b> Fluorine 18.998403	10 <b>Ne</b> Neon 20.1797
11 <b>Na</b> Sodium 22.989768	12 <b>Mg</b> Magnesium 24.305	3 IIIB 3B	4 IVB 4B	5 VB 5B	6 VIB 6B	7 VIIB 7B	8 VIII 8	9 VIII 8	10 VIII 8	11 IB 1B	12 IIB 2B	13 <b>Al</b> Aluminum 26.981539	14 <b>Si</b> Silicon 28.0855	15 <b>P</b> Phosphorus 30.973762	16 <b>S</b> Sulfur 32.066	17 <b>Cl</b> Chlorine 35.4527	18 <b>Ar</b> Argon 39.948
19 <b>K</b> Potassium 39.0983	20 <b>Ca</b> Calcium 40.078	21 <b>Sc</b> Scandium 44.95591	22 <b>Ti</b> Titanium 47.88	23 <b>V</b> Vanadium 50.9415	24 <b>Cr</b> Chromium 51.9961	25 <b>Mn</b> Manganese 54.938	26 <b>Fe</b> Iron 55.847	27 <b>Co</b> Cobalt 58.9332	28 <b>Ni</b> Nickel 58.6934	29 <b>Cu</b> Copper 63.546	30 <b>Zn</b> Zinc 65.39	31 <b>Ga</b> Gallium 69.732	32 <b>Ge</b> Germanium 72.64	33 <b>As</b> Arsenic 74.92159	34 <b>Se</b> Selenium 78.96	35 <b>Br</b> Bromine 79.904	36 <b>Kr</b> Krypton 83.80
37 <b>Rb</b> Rubidium 85.4678	38 <b>Sr</b> Strontium 87.62	39 <b>Y</b> Yttrium 88.90585	40 <b>Zr</b> Zirconium 91.224	41 <b>Nb</b> Niobium 92.90638	42 <b>Mo</b> Molybdenum 95.94	43 <b>Tc</b> Technetium 98.9072	44 <b>Ru</b> Ruthenium 101.07	45 <b>Rh</b> Rhodium 102.9055	46 <b>Pd</b> Palladium 106.42	47 <b>Ag</b> Silver 107.8682	48 <b>Cd</b> Cadmium 112.411	49 <b>In</b> Indium 114.818	50 <b>Sn</b> Tin 118.71	51 <b>Sb</b> Antimony 121.760	52 <b>Te</b> Tellurium 127.6	53 <b>I</b> Iodine 126.90447	54 <b>Xe</b> Xenon 131.29
55 <b>Cs</b> Cesium 132.90543	56 <b>Ba</b> Barium 137.327	57-71	72 <b>Hf</b> Hafnium 178.49	73 <b>Ta</b> Tantalum 180.9479	74 <b>W</b> Tungsten 183.85	75 <b>Re</b> Rhenium 186.207	76 <b>Os</b> Osmium 190.23	77 <b>Ir</b> Iridium 192.22	78 <b>Pt</b> Platinum 195.08	79 <b>Au</b> Gold 196.9665	80 <b>Hg</b> Mercury 200.59	81 <b>Tl</b> Thallium 204.3833	82 <b>Pb</b> Lead 207.2	83 <b>Bi</b> Bismuth 208.98037	84 <b>Po</b> Polonium [208.9824]	85 <b>At</b> Astatine 209.9871	86 <b>Rn</b> Radon 222.0176
87 <b>Fr</b> Francium 223.0197	88 <b>Ra</b> Radium 226.0254	89-103	104 <b>Rf</b> Rutherfordium [261]	105 <b>Db</b> Dubnium [262]	106 <b>Sg</b> Seaborgium [266]	107 <b>Bh</b> Bohrium [264]	108 <b>Hs</b> Hassium [269]	109 <b>Mt</b> Meitnerium [268]	110 <b>Ds</b> Darmstadtium [269]	111 <b>Rg</b> Roentgenium [272]	112 <b>Cn</b> Copernicium [277]	113 <b>Uut</b> Ununtrium unknown	114 <b>Uuq</b> Ununquadium [289]	115 <b>Uup</b> Ununpentium unknown	116 <b>Uuh</b> Ununhexium [298]	117 <b>Uus</b> Ununseptium unknown	118 <b>Uuo</b> Ununoctium unknown
57 <b>La</b> Lanthanum 138.9055	58 <b>Ce</b> Cerium 140.115	59 <b>Pr</b> Praseodymium 140.90765	60 <b>Nd</b> Neodymium 144.24	61 <b>Pm</b> Promethium 144.9127	62 <b>Sm</b> Samarium 150.36	63 <b>Eu</b> Europium 151.9655	64 <b>Gd</b> Gadolinium 157.25	65 <b>Tb</b> Terbium 158.92534	66 <b>Dy</b> Dysprosium 162.50	67 <b>Ho</b> Holmium 164.93032	68 <b>Er</b> Erbium 167.26	69 <b>Tm</b> Thulium 168.93421	70 <b>Yb</b> Ytterbium 173.04	71 <b>Lu</b> Lutetium 174.967			
89 <b>Ac</b> Actinium 227.0278	90 <b>Th</b> Thorium 232.0381	91 <b>Pa</b> Protactinium 231.03588	92 <b>U</b> Uranium 238.0289	93 <b>Np</b> Neptunium 237.0482	94 <b>Pu</b> Plutonium 244.0642	95 <b>Am</b> Americium 243.0614	96 <b>Cm</b> Curium 247.0703	97 <b>Bk</b> Berkelium 247.0703	98 <b>Cf</b> Californium 251.0796	99 <b>Es</b> Einsteinium [254]	100 <b>Fm</b> Fermium 257.0951	101 <b>Md</b> Mendelevium 258.1	102 <b>No</b> Nobelium 259.1009	103 <b>Lr</b> Lawrencium [262]			
Alkali Metal	Alkaline Earth	Transition Metal	Basic Metal	Semimetals	Nonmetals	Halogens	Noble Gas	Lanthanides	Actinides								

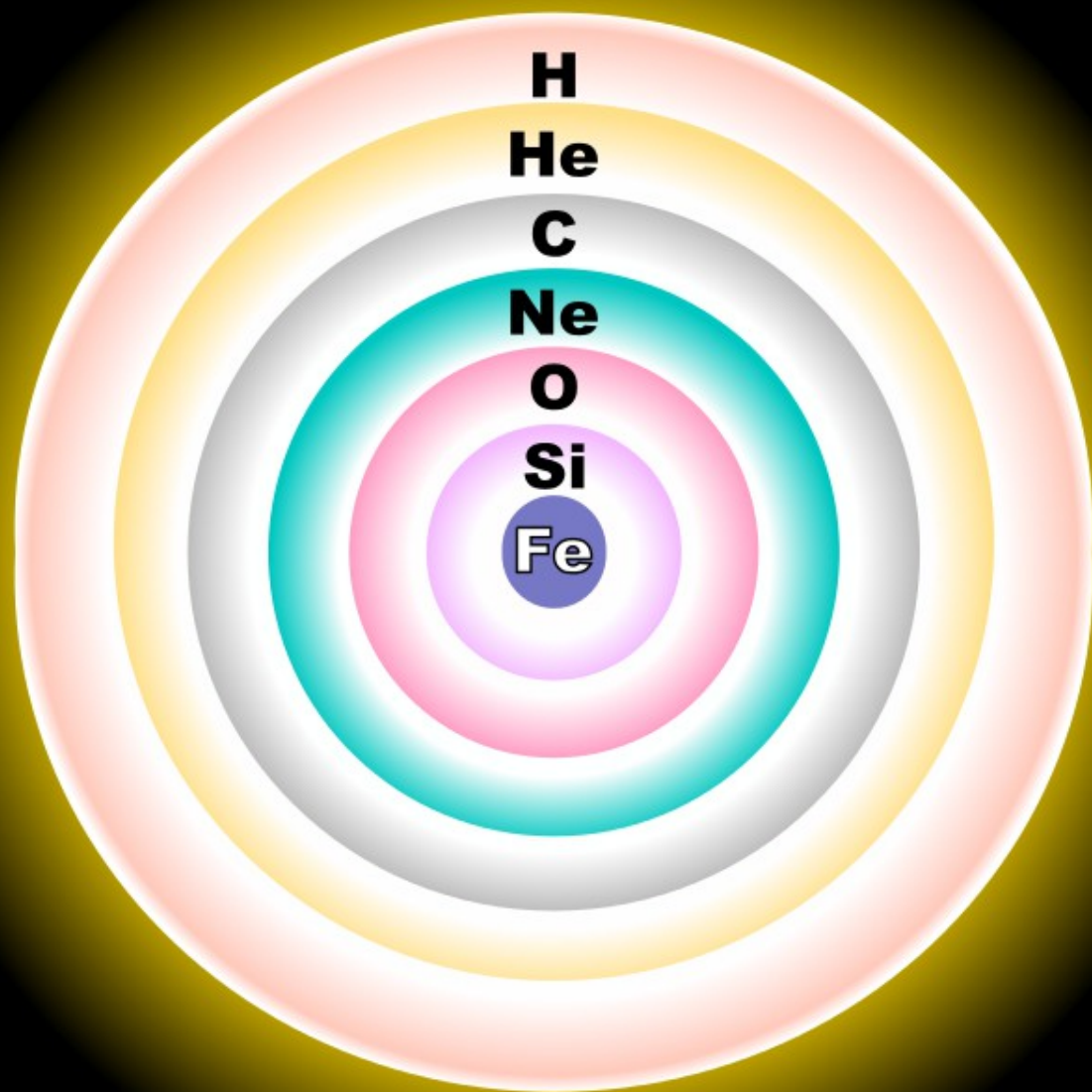


Massive star near the end of its lifetime has an "onion-like" structure just prior to exploding as a supernova

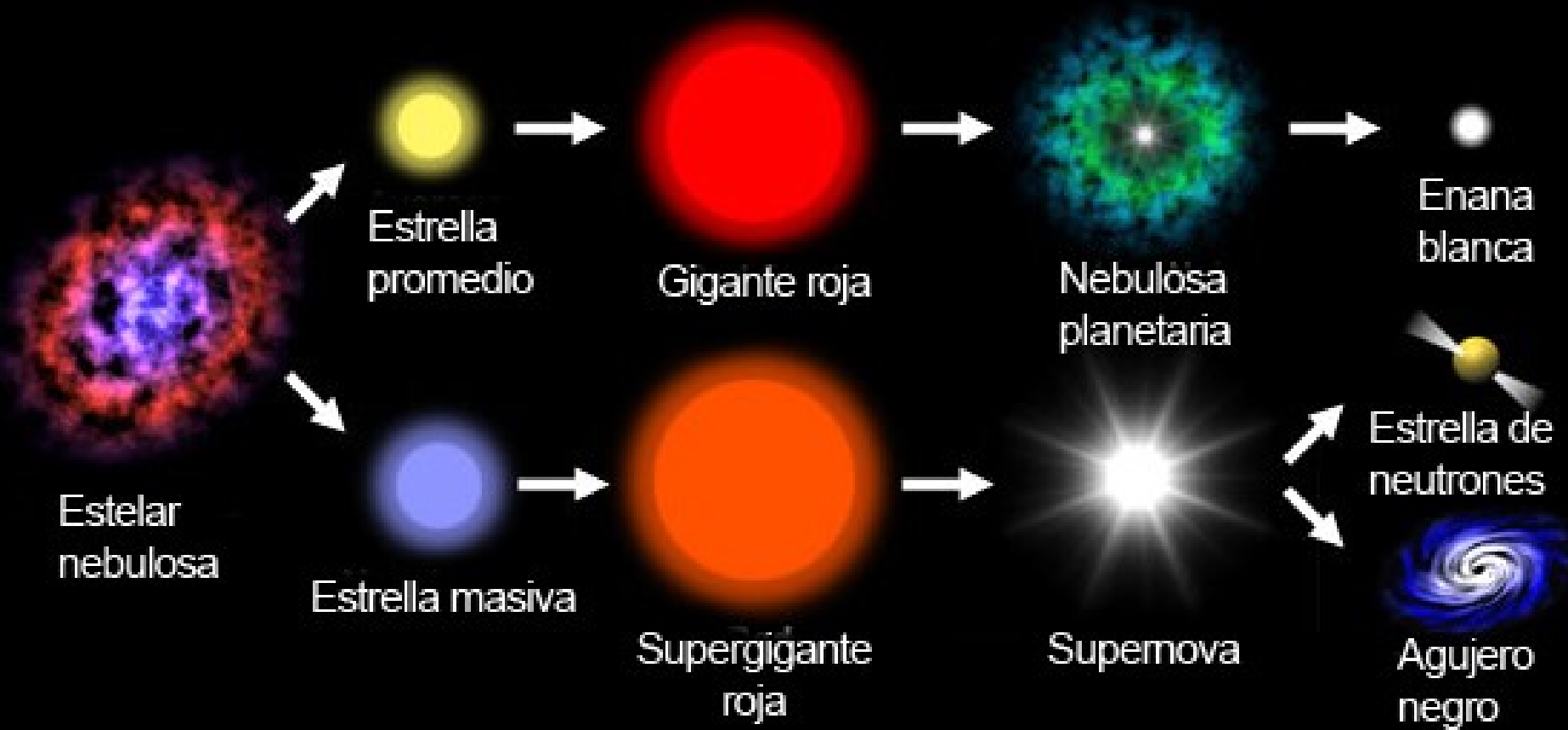
Nuclear burning occurs at the boundaries between zones

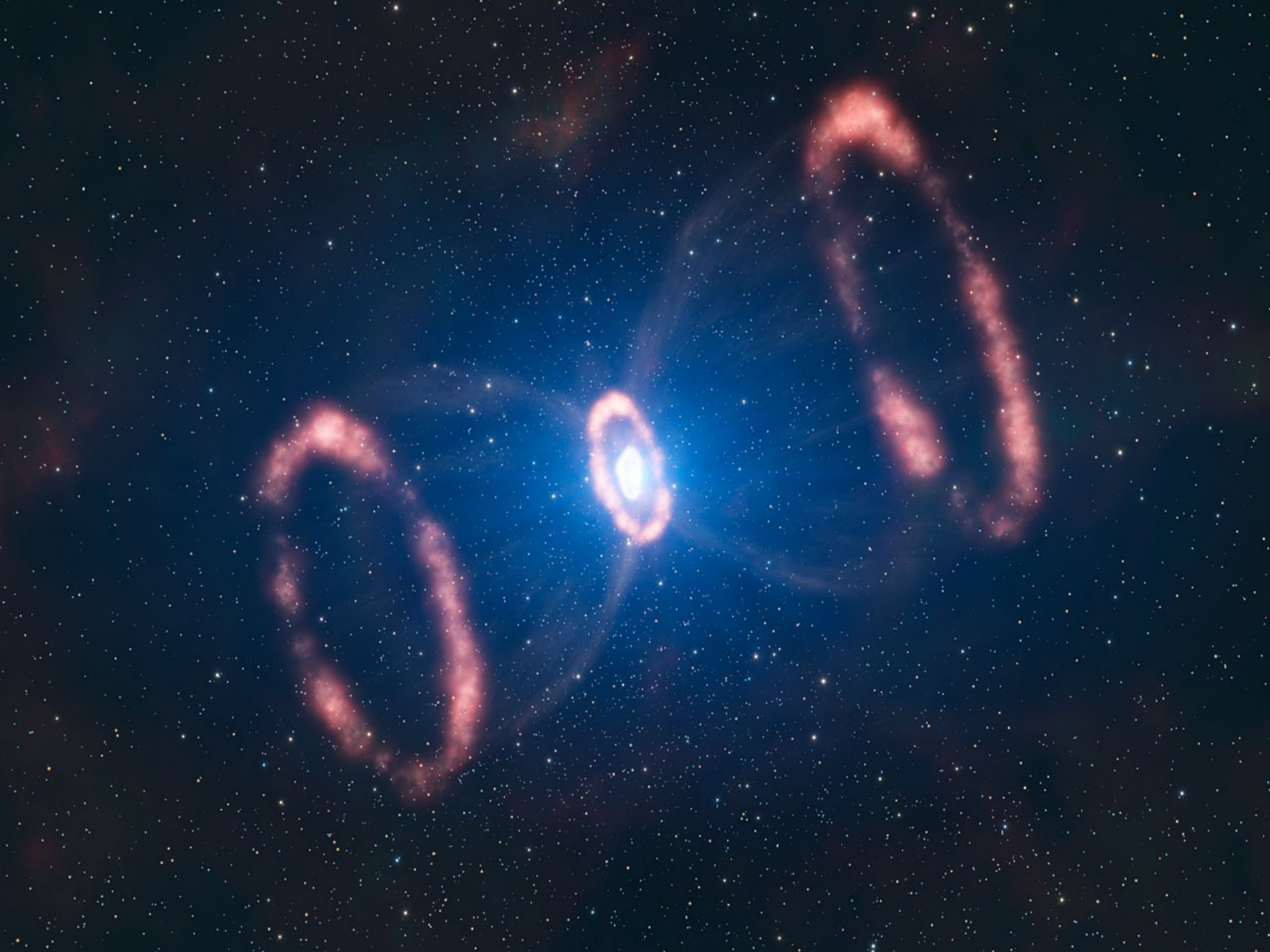


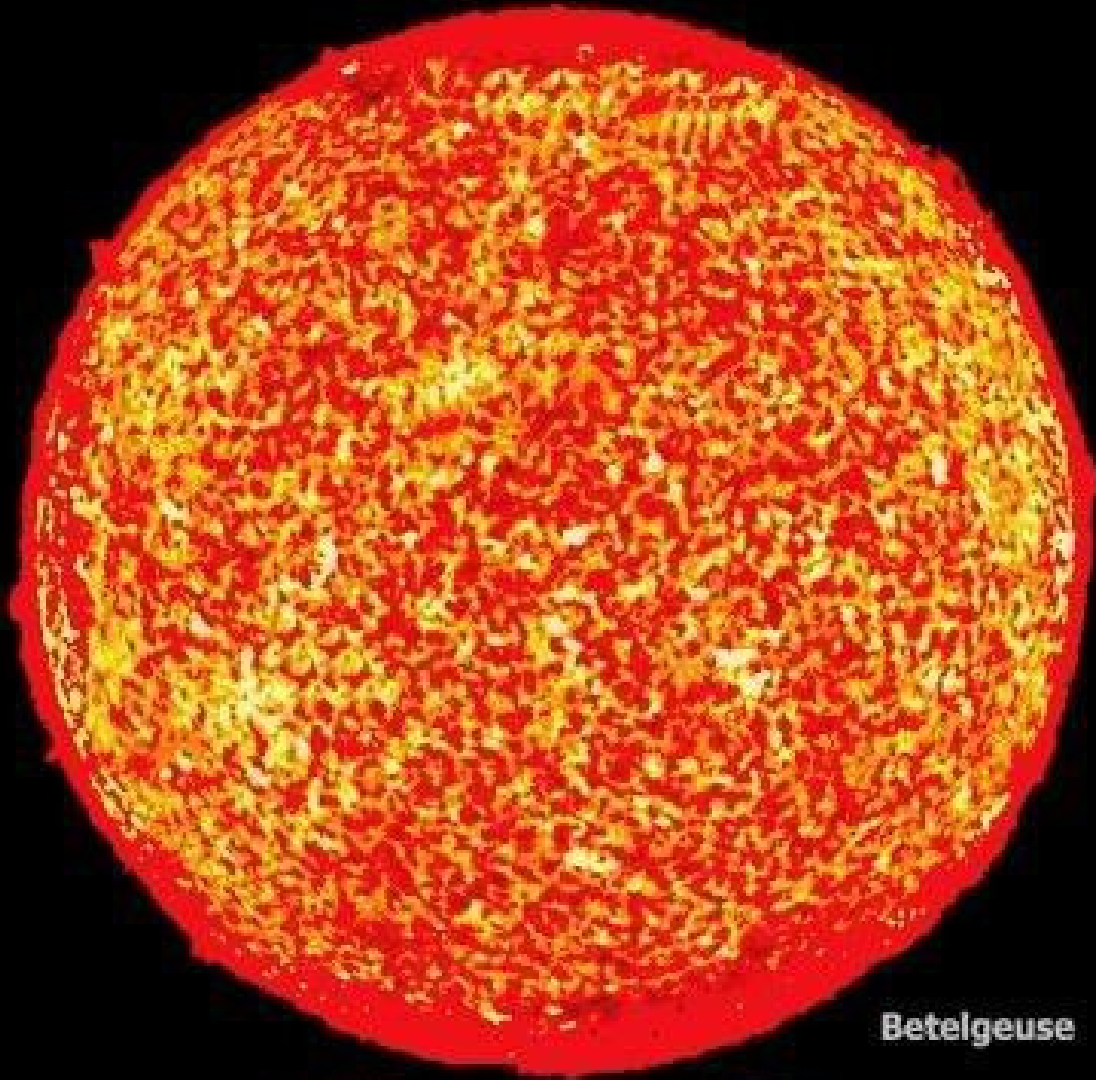
Example of nuclear reactions that build neutron-rich isotopes



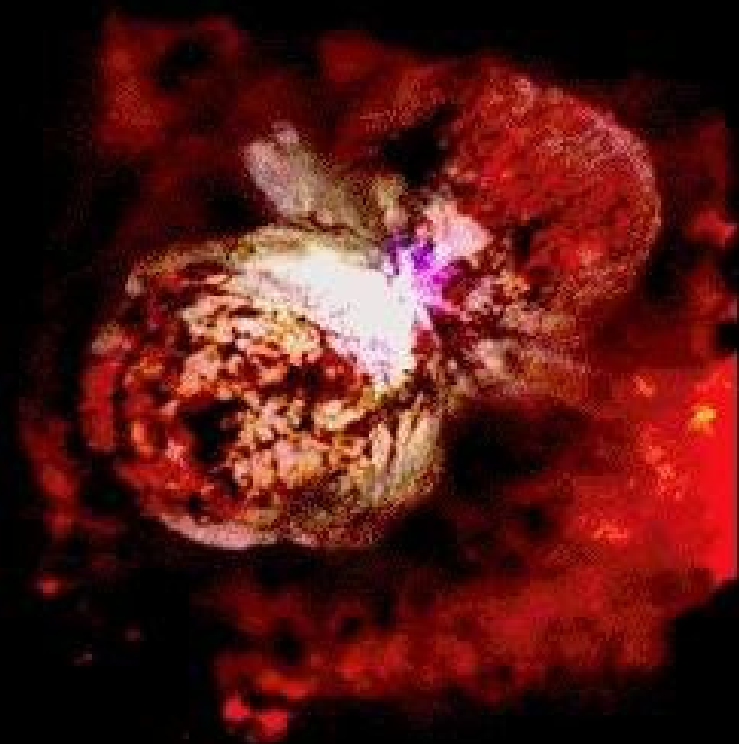
# Ciclo de vida de una estrella







**Betelgeuse**



**Eta Carinae and Nebula**



**Aldebaran**



**Rigel**



**Arcturus**



**Pollux**



**Sirius**



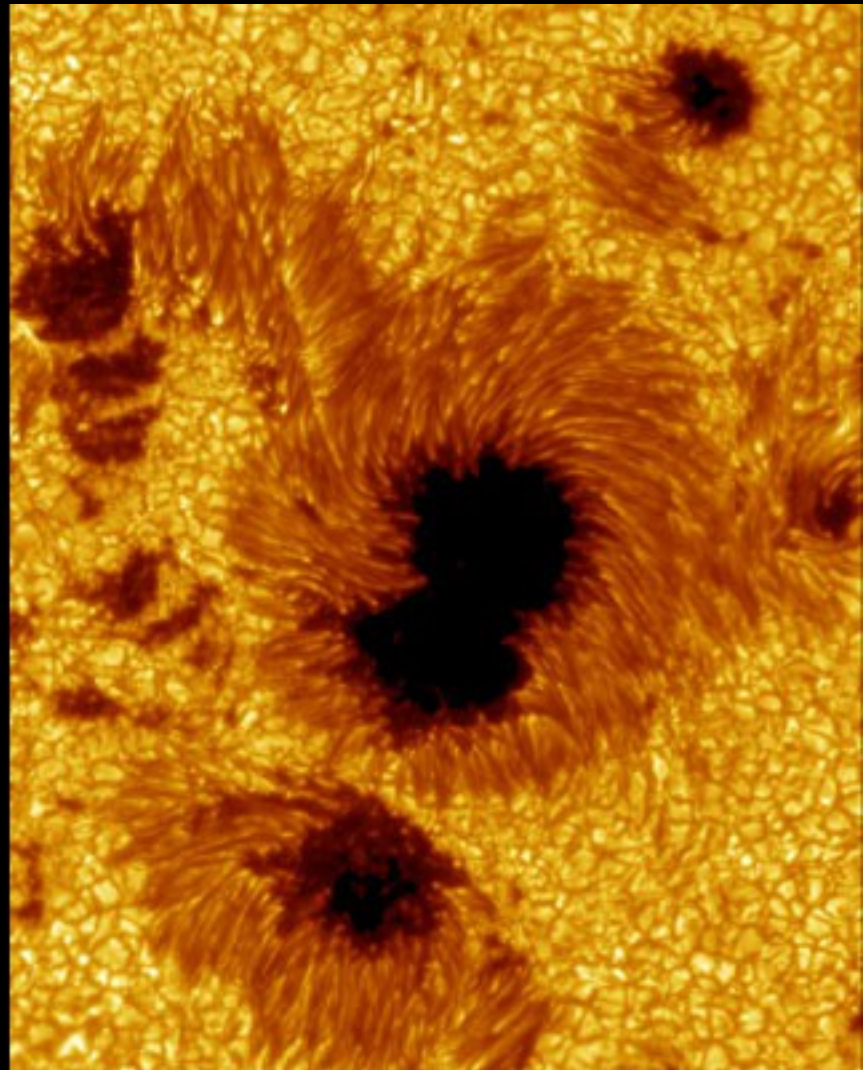
**Sun**













# Área de Difusión, Divulgación y Enseñanza de la Ciencia Licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias Naturales UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO CALENDARIO CÓSMICO



Nuestro Universo tiene una edad de trece mil setecientos millones de años (13,700,000,000 años). Si queremos darnos una idea de esta enorme cifra, podemos construir un Calendario Cósmico. Si suponemos que un año dura la edad del Universo **CADA MES EQUIVALDRÍA A MIL CIENTO CUARENTA MILLONES DE AÑOS (1,140,000,000 años)**



**CADA DÍA EQUIVALDRÍA A TREINTA Y SIETE MILLONES QUINIENTOS TREINTA Y SEIS MIL AÑOS (37,536,000 años)**



**CADA HORA EQUIVALDRÍA A UN MILLON QUINIENTOS SESENTA Y CUATRO MIL AÑOS (1,564,000 años)**



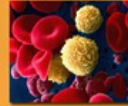
**UN SEGUNDO EQUIVALDRÍA APROXIMADAMENTE A CUATROCIENTOS CINCUENTA AÑOS, la edad que tiene la Ciencia Moderna.**



## LA VIDA

La vida no es una cosa, es un proceso que no tiene límites bien DEFINIDOS, por eso es más difícil dar su DEFINICIÓN.

Es cierto que una célula tiene un límite al que llamamos membrana celular, pero la célula es una entidad viva, no es la vida. También sabemos que la célula crece, se alimenta, se reproduce, muere, pero todas estas son expresiones de la vida, pero NO ES LA VIDA.



En 1977, dos investigadores Chinos, Huanbeno Matarana y Francisca Yanai, propusieron el término Autopoesis, para indicar que la totalidad de los seres vivos es el Autointermitimiento y la Autopoesis asocian con este término no definimos a la vida, pero damos uno de sus características más importantes.

Bueno, entonces que 58@11% es la vidaaaa



## LA CÉLULA



## LA PREGUNTA

¿Cómo se originó la primera célula?  
¿Generación espontánea?  
¿Panspermia?  
¿Origen extraterrestre?  
¿Abiogénesis?



Generación espontánea

No hay evidencias científicas.



Abiogénesis  
Los químicos están experimentando para saber si la síntesis y liberación de moléculas orgánicas que se encuentran en el espacio interestelar y planetario interplanetario y podrían ser precursores de la vida.



Panspermia  
La vida se originó de microbios que viajaron desde otros planetas y cometas y se depositaron en la Tierra. En los meteoritos se han encontrado rastros de moléculas de vida, pero la de moléculas complejas, para la vida.

Hay algunas evidencias de esto.

## ¿CÓMO?

### PRIMERA TEORÍA SOBRE EL ORIGEN DE LA VIDA

- Alexander Oparin propuso varias condiciones de la Tierra primitiva:
- 1) En la atmósfera, existían gases como hidrógeno, metano y amoníaco.
  - 2) Había una gran actividad volcánica que disipaba vapor de agua.
  - 3) La alta temperatura, los rayos ultravioleta y las descargas eléctricas podrían haber funcionado como catalizadores para que las moléculas de la atmósfera reaccionaran y formarían moléculas más complejas como los aminoácidos.
  - 4) Estos aminoácidos se unieron para formar proteínas y estas a su vez estructuras cada vez más complejas como las células.

Aunque ya no se considera correcta del todo esta teoría, debemos darle el mérito a Oparin por haber propuesto algo lógico y con posibilidades de obtener demostraciones.

### EL EXPERIMENTO DE MILLER-UREY

En 1952 Stanley Miller y Harold Urey diseñaron un experimento sencillo con el que comprobaron que las moléculas orgánicas se pueden fabricar a partir de las inorgánicas, en condiciones de la tierra primitiva, como lo había propuesto Oparin. Pusieron una mezcla de Metano, Dióxido de carbono, Hidrógeno, Agua y Nitrógeno en recipientes de vidrio sellados, los sometieron a corrientes eléctricas y a temperaturas altas y lo que obtuvieron fue sorprendente.

Ácido acético, glucosa y diversos aminoácidos.

SI YA SE QUE ESTO NO ES EL ORIGEN DE LA VIDA, PERO NO NEGARÍAS QUE EL PRIMER PASO FUE MUY IMPORTANTE.



### UN MUNDO DE RNA

¿Qué tipo de molécula pudo haber sido la promotoria de la construcción de las primeras células?  
Debe cumplir las siguientes condiciones:

- 1) Suficientemente sencilla para formarse en las condiciones primitivas.
- 2) Suficientemente compleja para poder tener diferentes funciones.
- 3) Que se pueda autorreplicar.
- 4) Que funcione como un catalizador.

EL RNA CUMPLE CON ESTOS REQUISITOS!

### Árbol Filogenético de la Vida



### EL ÁRBOL DE LOS TRES DOMINIOS

Combase en el análisis de RNA ribosomal que tienen todos los seres vivos, Carl Woese en 1977 propuso un árbol de la vida con tres dominios: Bacteria, Archaea y Eukarya. En la base de este árbol están los primeros seres vivos. Todavía no se sabe cómo surgieron, pero al menos tenemos idea de cómo eran. Fuera de los nombres de las primeras Bacterias y Archaeas: Thermotoga, Thermoplasma, Methanococcus, Halobacterium... Parece que las primeras células eran de ambientes extremos.

## ¿CUANDO?

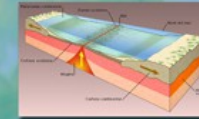
La edad que han calculado los geólogos para los fósiles más antiguos en las que se han detectado rastros de vida está entre 3500 y 3700 millones de años. Al parecer los primeros organismos se organizaron en tapetes bacterianos que iban creciendo por estratos. Los rocas que tienen estas evidencias se les da el nombre de estromatolitos, porque estroma significa estrato y lito significa roca.



## ¿DÓNDE?

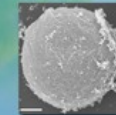
### CONDICIONES EXTREMAS

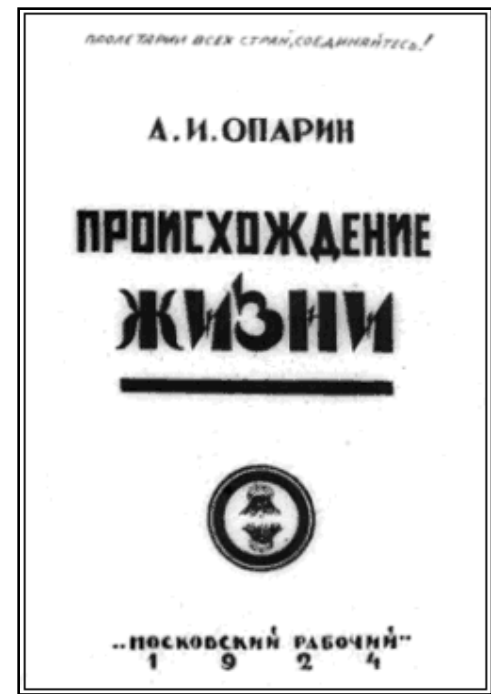
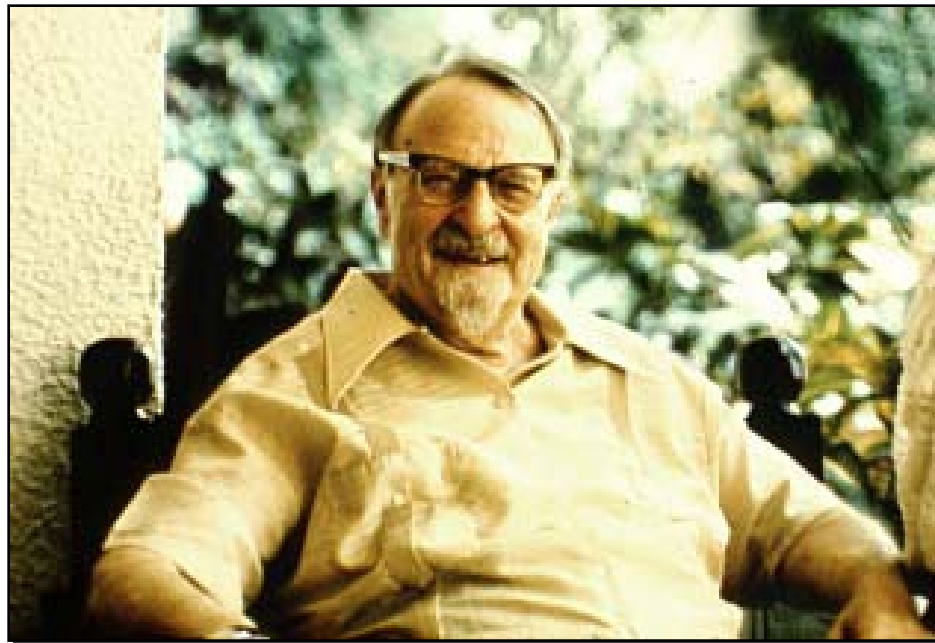
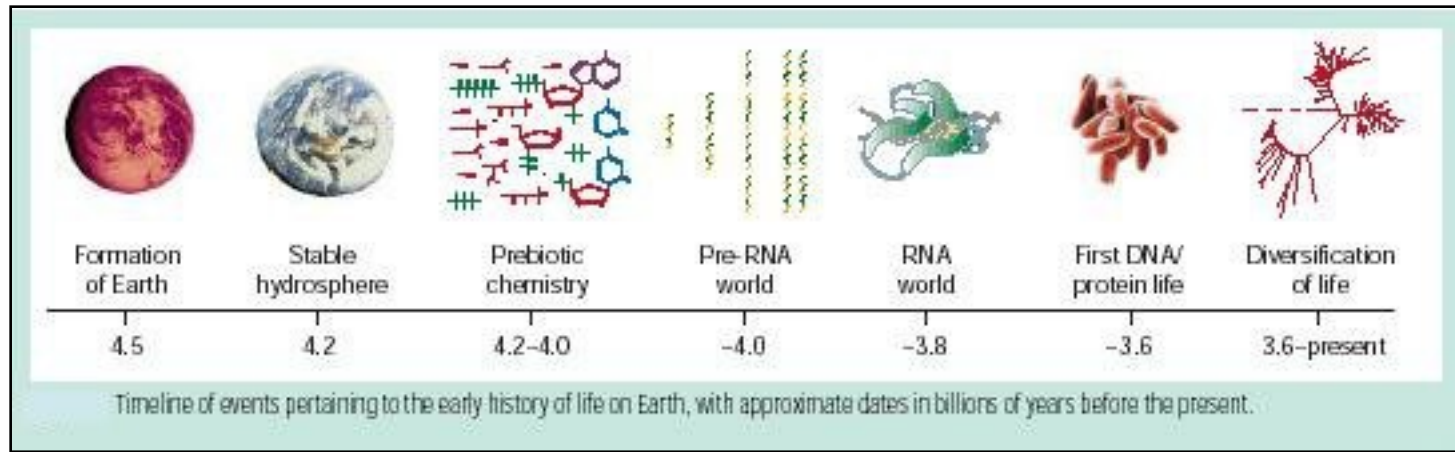
Al parecer los primeros organismos los buscarán los ambientes extremos. Uno de estos lugares los podemos encontrar hoy en día en los bosques profundos, cerca de los sitios en donde está surgiendo nuevo suelo terrestre. La temperatura y presión son extremas, pero a pesar de eso habitan los bacterias termófilas que ocupan la energía química de los fumarolas para fabricar sus alimentos.



### HIPÓTESIS DE LAS ARCILLAS

Otra opción es que las primeras células se hayan desarrollado en ambientes estables y menos extremos como dentro de vesículas de arcillas. Estos componentes podrían funcionar como contenedores de moléculas e incipientes células. También podrían funcionar como aislantes del medio, y como transportadores.





1. Tuvieron lugar una serie de reacciones químicas espontáneas entre los componentes de la atmósfera existente hace unos 4 000 millones de años (metano, amoníaco, hidrógeno, vapor de agua), entre los cuales no estaba presente el oxígeno.

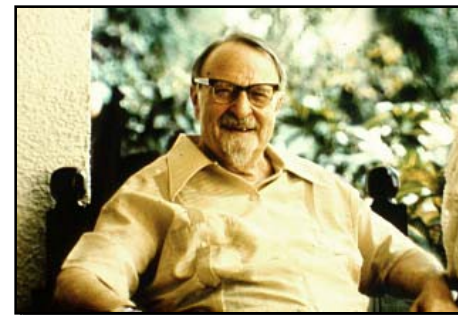
2. Para originar esas reacciones, fue necesaria una gran cantidad de energía que pudo obtenerse de las descargas eléctricas procedentes de las tormentas, de las intensas radiaciones ultravioletas procedentes del Sol y de las continuas erupciones volcánicas. De esta forma, se sintetizaron moléculas orgánicas simples.

3. El vapor de agua de la atmósfera se condensó al bajar, posteriormente, la temperatura, y se produjeron lluvias intensas y continuas que formaron los mares primitivos. Las moléculas orgánicas formadas llegaron a ellos. Estos mares debían de ser mucho más calientes y menos profundos que los actuales: Oparin los denominó *sopa o caldo primitivo*.

4. Las moléculas orgánicas formadas se fueron uniendo, y dieron lugar a moléculas grandes. Algunas de ellas fueron futuros componentes de los seres vivos (polisacáridos, proteínas...).

5. Las moléculas biológicas obtenidas se aislaron del medio acuático en el interior de estructuras denominadas **coacervados**. Este aislamiento no fue completo, sino que se producía un intercambio con moléculas del medio. Los coacervados más estables se mantuvieron; los menos estables desaparecieron.

6. Algunos de los coacervados estables se dividieron y originaron otros semejantes. Para ello, se sintetizaron en su interior moléculas con capacidad de autoduplicarse (ácidos nucleicos). Desde esta síntesis, ya puede hablarse de un organismo, origen de todas las células (**progenota**).



1. Tuvieron lugar una serie de reacciones químicas espontáneas entre los componentes de la atmósfera existente hace unos 4 000 millones de años (metano, amoníaco, hidrógeno, vapor de agua), entre los cuales no estaba presente el oxígeno.

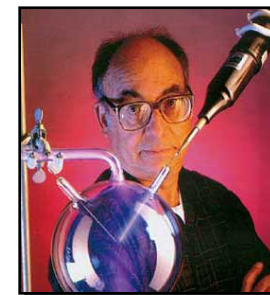
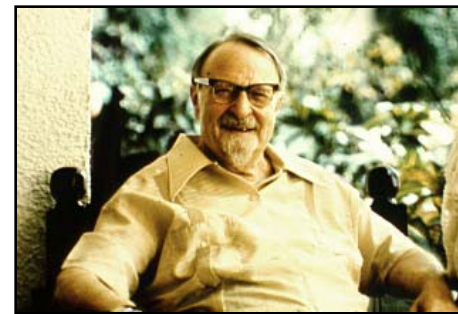
2. Para originar esas reacciones, fue necesaria una gran cantidad de energía que pudo obtenerse de las descargas eléctricas procedentes de las tormentas, de las intensas radiaciones ultravioletas procedentes del Sol y de las continuas erupciones volcánicas. De esta forma, se sintetizaron moléculas orgánicas simples.

3. El vapor de agua de la atmósfera se condensó al bajar, posteriormente, la temperatura, y se produjeron lluvias intensas y continuas que formaron los mares primitivos. Las moléculas orgánicas formadas llegaron a ellos. Estos mares debían de ser mucho más calientes y menos profundos que los actuales: Oparin los denominó *sopa o caldo primitivo*.

4. Las moléculas orgánicas formadas se fueron uniendo, y dieron lugar a moléculas grandes. Algunas de ellas fueron futuros componentes de los seres vivos (polisacáridos, proteínas...).

6. Algunos de los coacervados estables se dividieron y originaron otros semejantes. Para ello, se sintetizaron en su interior moléculas con capacidad de autoduplicarse (ácidos nucleicos). Desde esta síntesis, ya puede hablarse de un organismo, origen de todas las células (**progenota**).

5. Las moléculas biológicas obtenidas se aislaron del medio acuático en el interior de estructuras denominadas **coacervados**. Este aislamiento no fue completo, sino que se producía un intercambio con moléculas del medio. Los coacervados más estables se mantuvieron; los menos estables desaparecieron.



1. Tuvieron lugar una serie de reacciones químicas espontáneas entre los componentes de la atmósfera existente hace unos 4 000 millones de años (metano, amoníaco, hidrógeno, vapor de agua), entre los cuales no estaba presente el oxígeno.

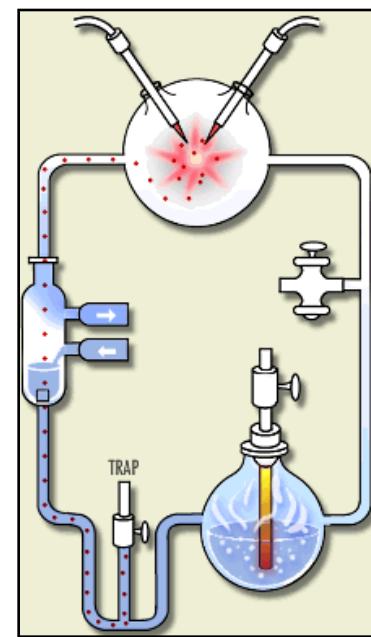
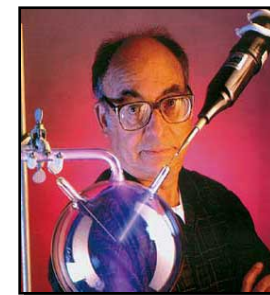
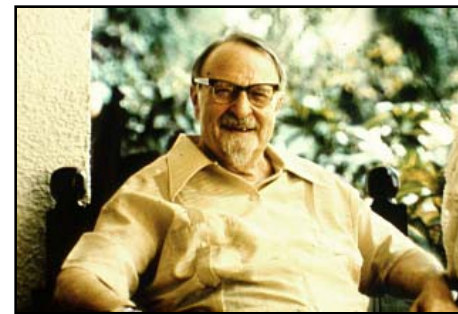
2. Para originar esas reacciones, fue necesaria una gran cantidad de energía que pudo obtenerse de las descargas eléctricas procedentes de las tormentas, de las intensas radiaciones ultravioletas procedentes del Sol y de las continuas erupciones volcánicas. De esta forma, se sintetizaron moléculas orgánicas simples.

3. El vapor de agua de la atmósfera se condensó al bajar, posteriormente, la temperatura, y se produjeron lluvias intensas y continuas que formaron los mares primitivos. Las moléculas orgánicas formadas llegaron a ellos. Estos mares debían de ser mucho más calientes y menos profundos que los actuales: Oparin los denominó *sopa o caldo primitivo*.

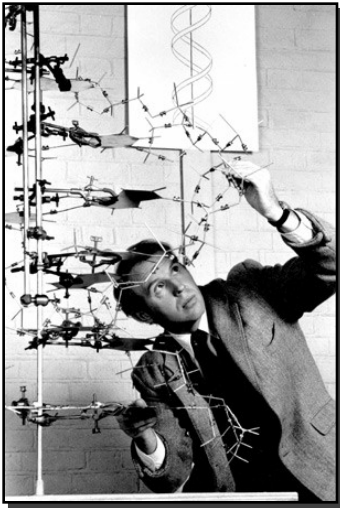
4. Las moléculas orgánicas formadas se fueron uniendo, y dieron lugar a moléculas grandes. Algunas de ellas fueron futuros componentes de los seres vivos (polisacáridos, proteínas...).

6. Algunos de los coacervados estables se dividieron y originaron otros semejantes. Para ello, se sintetizaron en su interior moléculas con capacidad de autoduplicarse (ácidos nucleicos). Desde esta síntesis, ya puede hablarse de un organismo, origen de todas las células (**progenota**).

5. Las moléculas biológicas obtenidas se aislaron del medio acuático en el interior de estructuras denominadas **coacervados**. Este aislamiento no fue completo, sino que se producía un intercambio con moléculas del medio. Los coacervados más estables se mantuvieron; los menos estables desaparecieron.

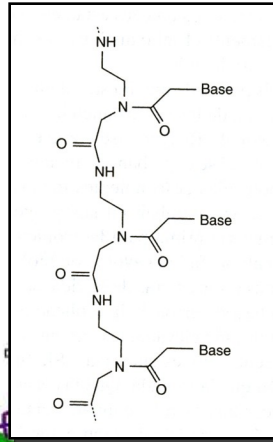




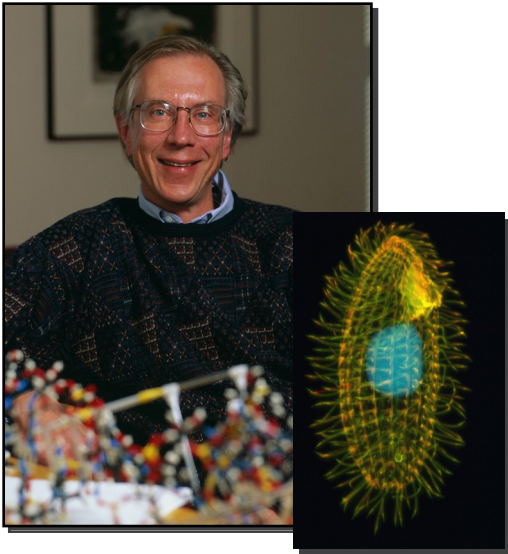
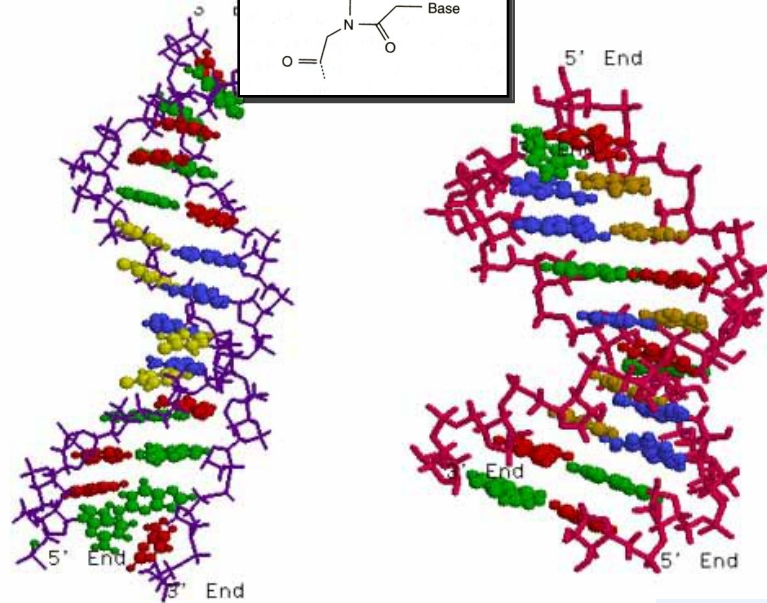


Francis Crick en 1968  
Propuso actividad catalítica

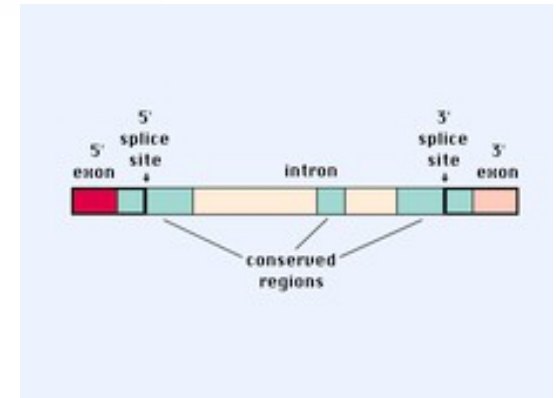
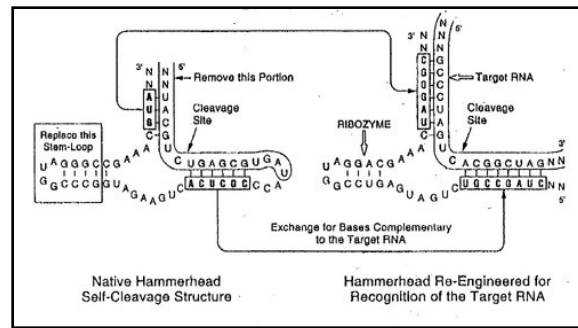
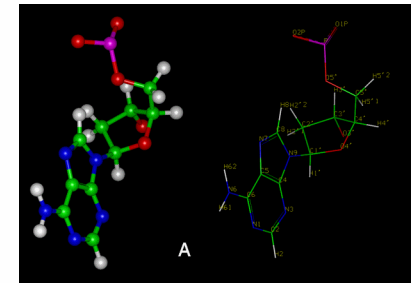
# Ácido peptido nucleico



Juan Oró demostró  
Síntesis de adenina



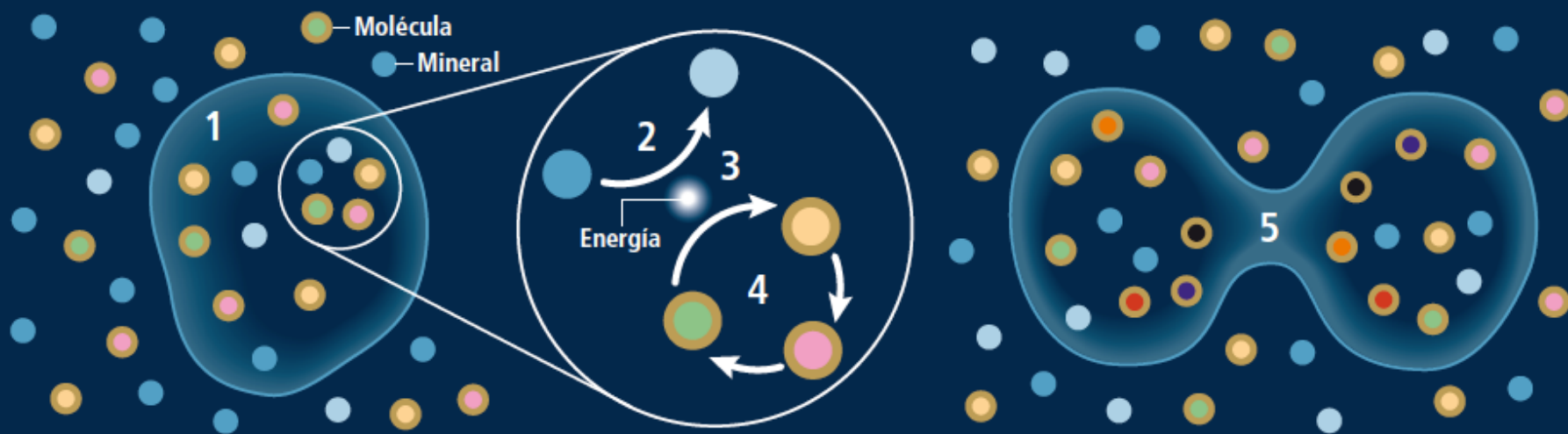
Thomas Cech (Nobel 1986)  
Descubrió Ribozima



## CINCO REQUISITOS PARA UN ORIGEN METABOLICO DE LA VIDA

Para que las moléculas de parvo tamaño adquieran cierto tipo de vida —vale decir, la creación de más orden, en regiones circunscritas y mediante ciclos químicos impulsados por un flujo de energía—, deben darse cinco procesos, por lo menos. En primer lugar, ha de formarse una barrera que separe del entorno inerte la región viva (1). Luego, se exige una fuente de energía accesible; en este ejemplo, un mineral (*azul*) que experimenta una reacción exotérmica (2). Se precisa que la energía liberada impulse una reacción

química (3). Se necesita, asimismo, la creación de un entramado de reacciones químicas cuya complejidad vaya en aumento para favorecer la adaptación y la evolución (4). Por fin, la red química debe incorporar material más rápidamente de lo que lo consume; sin olvidar que los compartimentos han de poder reproducirse (5). No se demanda ninguna molécula que almacene información (del estilo del ARN o el ADN); la herencia queda almacenada en la identidad y la concentración de los compuestos químicos del entramado.



**MACROMOLECULA  
AUTORREPLICANTE**

Molécula  
replicadora

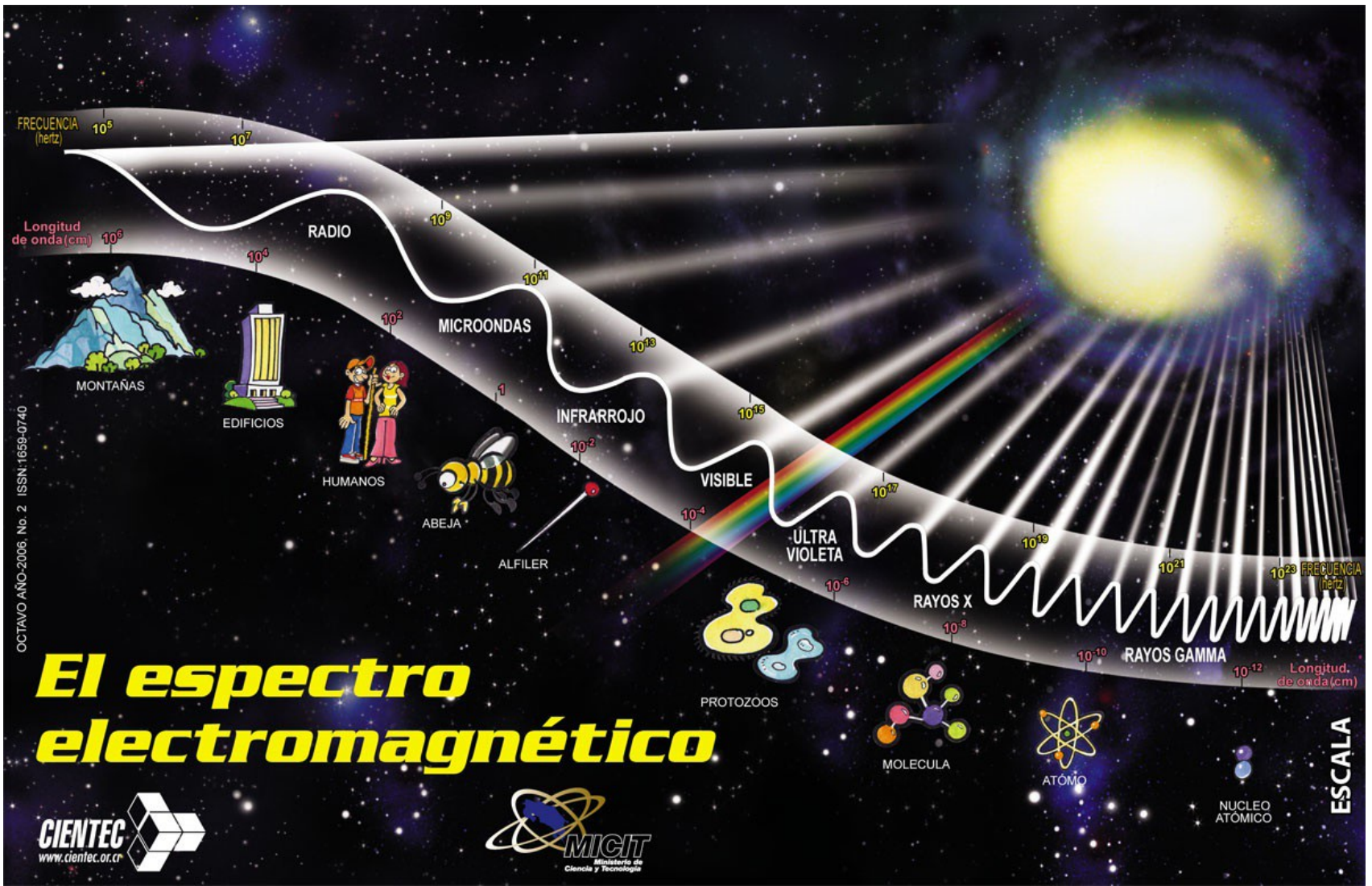


**SISTEMA METABOLICO**

Compartimentos



# ¿Cómo sabemos de qué están hechas las estrellas?



PARA AMPLIAR NUESTRA VISIÓN



**Hans Lippershey (1570-1619)**

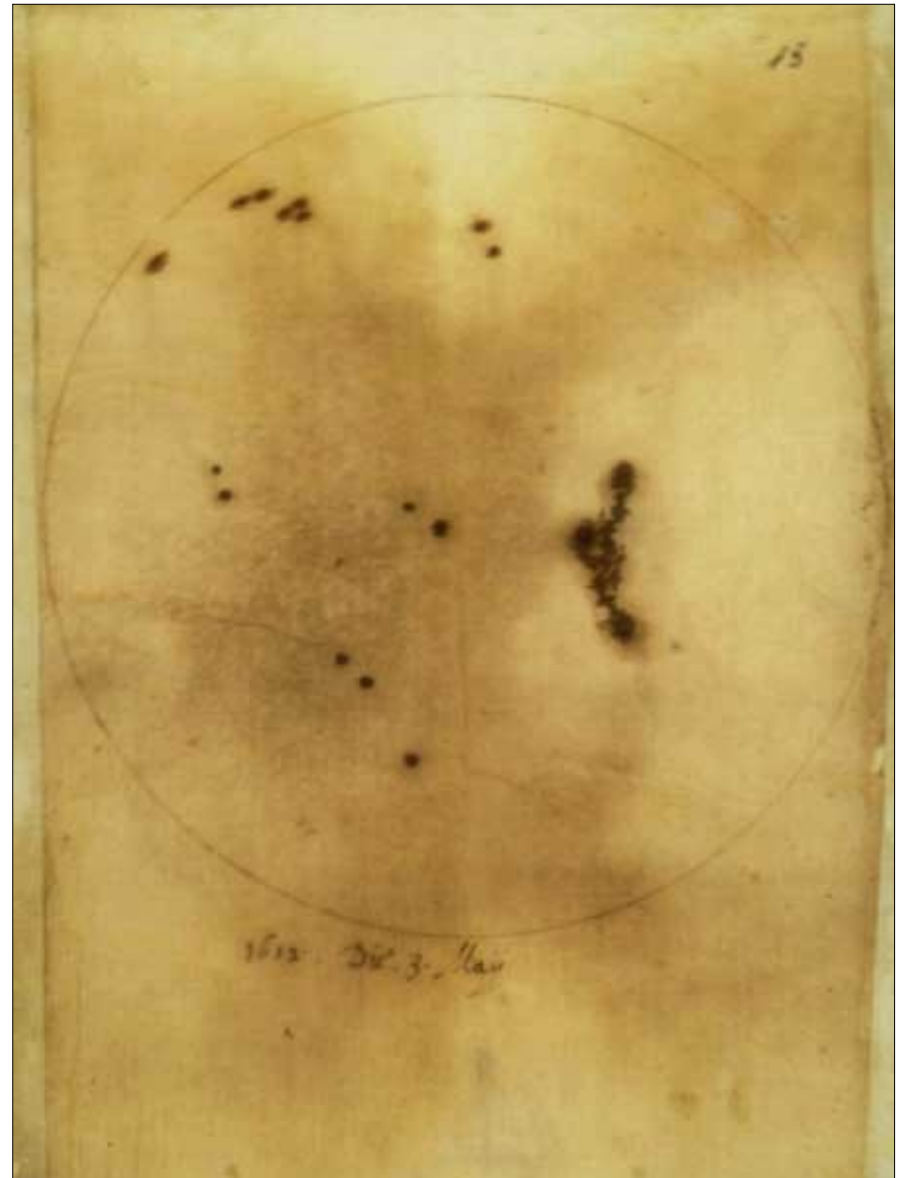
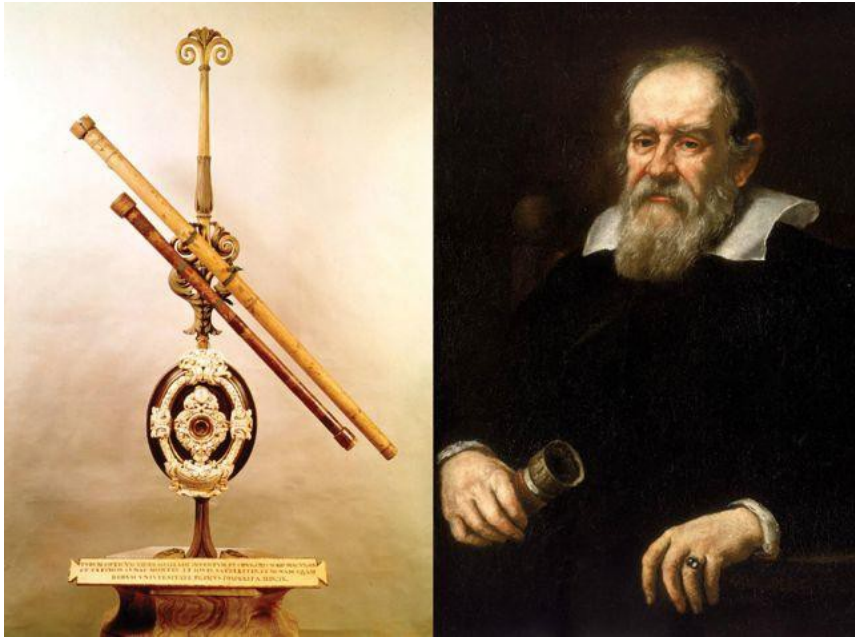
PARA AMPLIAR NUESTRA VISIÓN





# Galileo Galilei

1564 1642

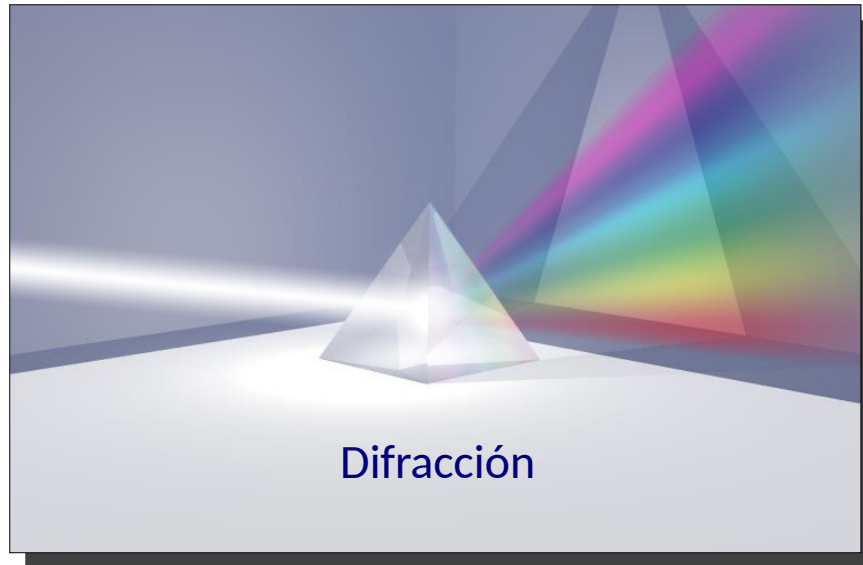


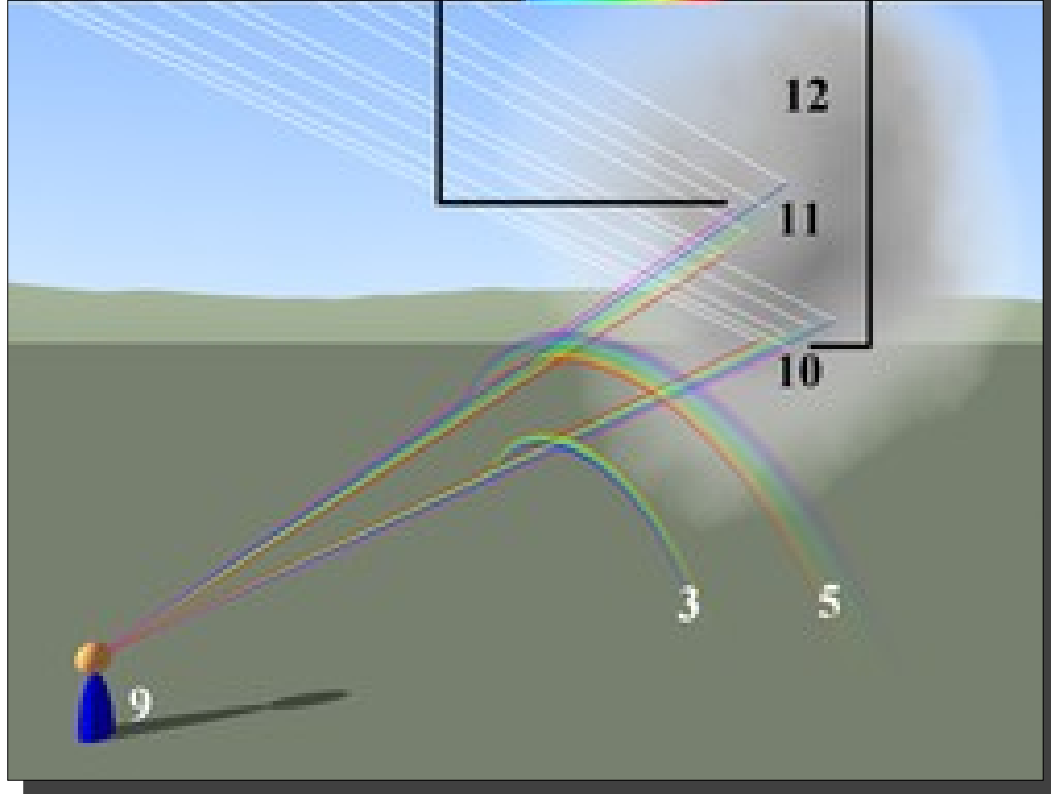
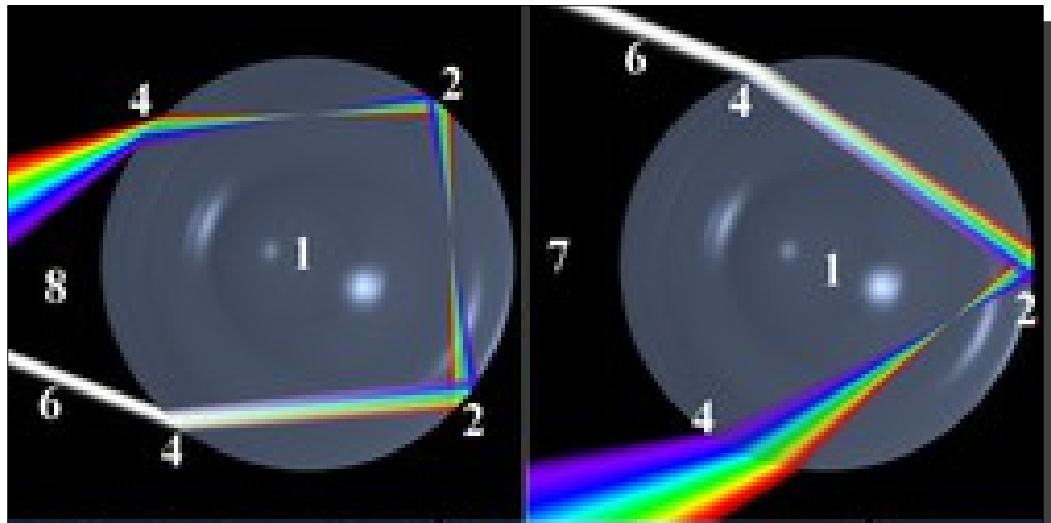


TODO ES SEGÚN EL CRISTAL CON QUE SE MIRA

Isaac Newton (1642-1727)  
Descomposición de la luz  
Leyes de la mecánica  
Ley de la Gravitación Universal  
Cálculo Diferencial e Integral







## LUZ ROJA (baja frecuencia)



## LUZ ULTRAVIOLETA (alta frecuencia)

