

Elementos de Astrobiología

Rosa M. Ros, Beatriz García, Alexandre Costa,
Florian Seitz, Ana Villaescusa, Madelaine Rojas,
Juan Ángel Vaquerizo, Ricardo Moreno

*International Astronomical Union, Technical University of
Catalonia, Spain, ITeDA and National Technological University,
Argentina, Escola Secundária de Faro, Portugal, Heidelberg
Astronomy House, Germany, Diverciencia, Spain, SENACYT,
Panama, Center for Astrobiology (CAB, CSIC-INTA), Spain,
Colegio Retamar, Spain.*



Objetivos

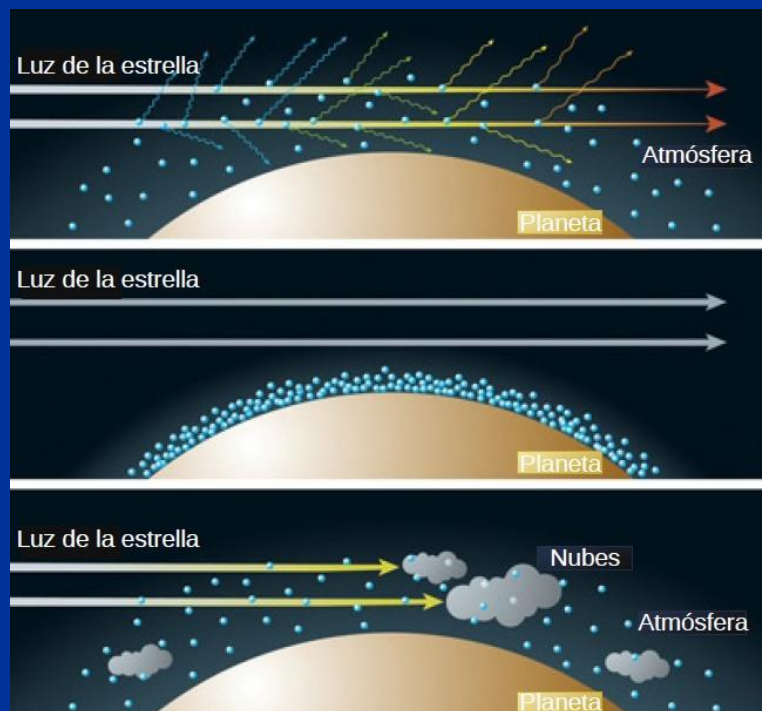
- Comprender las condiciones de habitabilidad necesarias para el desarrollo de la vida
- Comprender donde surgen los diferentes elementos de la tabla periódica
- Manejar las directrices mínimas de la vida fuera de la Tierra.



Formación de sistemas planetarios

Durante la formación de una estrella se constituye también su sistema planetario con los restos de material próximo a la estrella.

Se usa espectroscopia para conocer la composición de la estrella y también se usa para conocer la atmósfera de los exoplanetas.



Actividad 1: Formación de sistema planetario a partir de gas y polvo

Se divide el grupo en dos:

chicas (gas) y chicos (polvo)

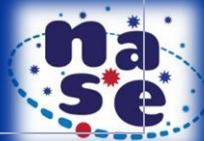
p.e. (Si hay una diferencia sustancial en la cantidad de participantes de un grupo y otro, se recomienda que el grupo que representa al gas sea el más numeroso, ya que en un sistema planetario en formación la masa del gas es 100 veces la masa del polvo).

Los participantes a medida que van escuchando el relato van haciendo una dinámica de actuación sobre lo que escuchan, por ejemplo:



Actividad 1: Formación de sistema planetario a partir de gas y polvo

Texto del relato:	Actuación de los participantes:
Había una vez una nube de mucho gas y algo menos de polvo.	Todos están mezclados en una nube. Hay mayor cantidad de participantes que representan al gas. En la nube se agarran de las manos todos los participantes de manera aleatoria, formando como una red.
Entonces el gas comenzó a juntarse en el centro de la nube y a su alrededor el polvo.	Comienzan a separarse. Los participantes que representan al gas se acumulan en el centro y los que representan al polvo se agarran de las manos alrededor de los otros.



Actividad 1: Formación de sistema planetario a partir de gas y polvo

Texto del relato:

Había mucho movimiento, las partículas de gas atraían gas y las partículas de polvo atraían polvo.

En el centro se formó un núcleo opaco denso rodeado de un disco de polvo y gas.

Actuación de los participantes:

Comienzan a rotar, moverse, chocar, vibrar, saltar. Algunos salen disparados como resultado de tanto movimiento y otros “rescatan”, atrapan, abrazan a esas partículas juntándose por identificación (gas con gas y polvo con polvo)

Los del centro (gas) se acumulan y a su alrededor se toman de la mano los participantes que representan al polvo en una especie de círculo.

Aclaración: no todo el gas está en el centro, hay gas alejado, fuera del círculo.



Actividad 1: Formación de sistema planetario a partir de gas y polvo



Actividad 1: Formación de sistema planetario a partir de gas y polvo

Texto del relato:

Este núcleo es el que finalmente daría origen al Sol o a la estrella anfitriona de un sistema extrasolar.

Algunos planetas pequeños se formaron por la unión de granos de polvo cada vez más y más grande, después rocas y así hasta que se hicieron planetas terrestres.

Actuación de los participantes:

El Sol o la estrella anfitriona comienza a brillar por lo que sus rayos deben de salir disparados hacia todas las direcciones.
Aclaración: Al momento que el Sol o la estrella anfitriona comienza a brillar el gas “suelto” comienza a alejarse.

Comienzan a agruparse los participantes que representan el polvo que forma los planetas terrestres.
Aclaración: no todo el polvo se queda en los planetas terrestres, debe haber algo de polvo en las regiones más alejadas.



Actividad 1: Formación de sistema planetario a partir de gas y polvo

Texto del relato:

Los planetas gigantes se formaron lejos del calor del Sol o la estrella anfitriona dónde el gas pudo reunirse sin inconvenientes.

Actuación de los participantes:

El resto, los planetas gigantes, comienza a juntarse: mucho gas y algo de polvo.

Aclaración: La disminución de la temperatura producto de la mayor distancia respecto al Sol o a la estrella anfitriona fue la causante de las diferencias principales entre los planetas rocosos internos y los gigantes externos.



Actividad 1: Formación de sistema planetario a partir de gas y polvo



Actividad 2: Espectro de emisión

La espectroscopia nos permite conocer algunos datos de la composición química de los exoplanetas y sus atmósferas. Podemos visualizar el espectro de una bombilla con un DVD (vemos las líneas de los gases que contiene en su interior)



Aspectos químicos de la evolución estelar

	Elementos producidos en los primeros minutos después del Big Bang
	Elements forjados dentro de las estrellas
	Elements que aparecieron en las explosiones de supernovas
	Elementos generados por el hombre en el laboratorio

Elementos generados por el hombre en el laboratorio																	
1 H																	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba		72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra		104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og
			57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
			89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr



Actividad 3: Clasificación tabla periódica

Colocar en cada cesto (azul, amarillo y rojo) cada objeto

Anillo: Oro Au	Broca de taladro recubierta con: Titanio Ti	Gas del interior de un globo de niño: Helio He	Limpiador de cacerolas: Nickel Ni
Batería botón/móvil: Litio Li	Bujías de coche: Platino Pt	Hilo de cobre eléctrico: Cobre Cu	Solución de Yodo: Yodo I
Botella de agua H ₂ O: Hidrógeno H	Cacerola antigua: Aluminio Al	Mina de lápiz negro: Carbón C	Azufre en agricultura: Azufre S
Lata de Refresco: Aluminio Al	Reloj de muñeca de Titanio Ti	Medalla: Plata Ag	Tubería: Plomo Pb
Maquinilla de Zinc: Zinc Zn	Clavo viejo oxidado: Hierro Fe	Termómetro: Galio Ga	Caja de cerillas: Fósforo P

Elementos generados en los minutos después del Big Bang (azul)

Elementos forjados dentro de las estrellas (amarillo)

Elementos que aparecen en las explosiones de supernovas (rojo)



Actividad 3: Clasificación tabla periódica

Anillo: Oro Au	Broca de taladro recubierta con: Titanio Ti	Gas del interior de un globo de niño: Helio He	Limpiador de cacerolas: Nickel Ni
Batería botón/móvil: Litio Li	Bujías de coche: Platino Pt	Hilo de cobre eléctrico: Cobre Cu	Solución de Yodo: Yodo I
Botella de agua H ₂ O: Hidrogeno H	Cacerola antigua: Aluminio Al	Mina de lápiz negro: Carbón C	Azufre en agricultura: Azufre S
Lata de Refresco: Aluminio Al	Reloj de muñeca de Titanio Ti	Medalla: Plata Ag	Tubería vieja: Plomo Pb
Maquinilla de Zinc: Zinc Zn	Clavo viejo oxidado: Hierro Fe	Termómetro: Galio Ga	Caja de cerillas: Fósforo P



Elementos del Big Bang (azul)

Elementos dentro de las estrellas (amarillo)

Elementos en supernovas (rojo)



Actividad 4: Hijos de las estrellas

En el cuerpo humano,

Elementos abundantes: **Oxígeno**, **Carbono**, **Hidrógeno**, **Nitrógeno**, **Calcio**, **Fósforo**, **Potasio**, **Azufre**, **Sodio**, **Cloro**, **Hierro** y **Magnesio**

Elementos traza: **Flúor**, **Zinc**, **Cobre**, **Silicio**, **Vanadio**, **Manganeso**, **Yodo**, **Níquel**, **Molibdeno**, **Cromo** y **Cobalto**

Elementos esenciales: **Litio**, **Cadmio**, **Arsenico** y **Estaño**

Elementos producidos en los primeros minutos después del Big Bang Elements forjados dentro de las estrellas Elements que aparecieron en las explosiones de supernovas Elementos generados por el hombre en el laboratorio																					
1																	2				
H																	He				
3	4															5	6	7	8	9	10
Li	Be															B	C	N	O	F	Ne
11	12															13	14	15	16	17	18
Na	Mg															Al	Si	P	S	Cl	Ar
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36				
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Cb	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr				
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54				
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe				
55	56															61	62	63	64	65	66
Cs	Ba															Hf	Ta	W	Re	Os	Ir
87	88															72	73	74	75	76	77
Fr	Ra															104	105	106	107	108	109
																Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt
																57	58	59	60	61	62
																La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm
																89	90	91	92	93	94
																Ac	Th	Pa	U	Np	Pu
																63	64	65	66	67	68
																Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm
																95	96	97	98	99	100
																Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm
																101	102	103	104	105	106
																Lu	Yb	Tm	Er	Ho	La
																107	108	109	110	111	112
																Lr	No	Md	Fm	Es	Cf
																113	114	115	116	117	118
																Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts
																119	120	121	122	123	124
																Og	11	12	13	14	15

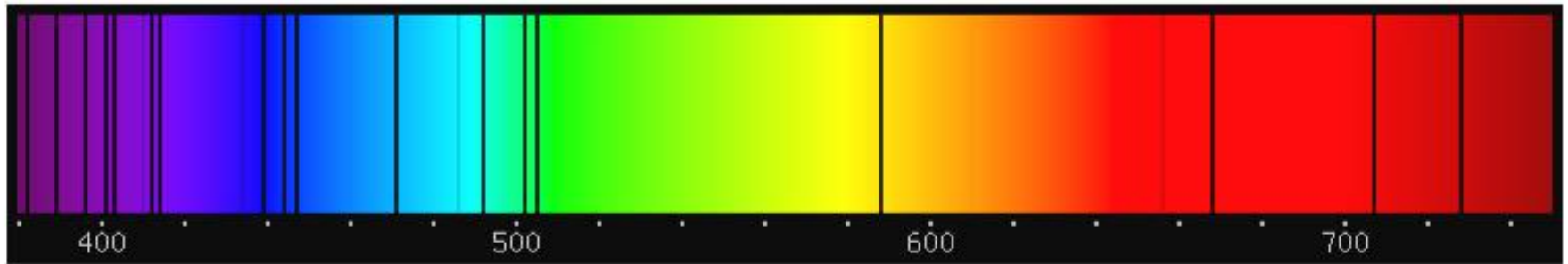
Todos los elementos abundantes (salvo H) se han producido dentro de las estrellas

Somos hijos de las estrellas!!!!



El Sol no es 1ª generación

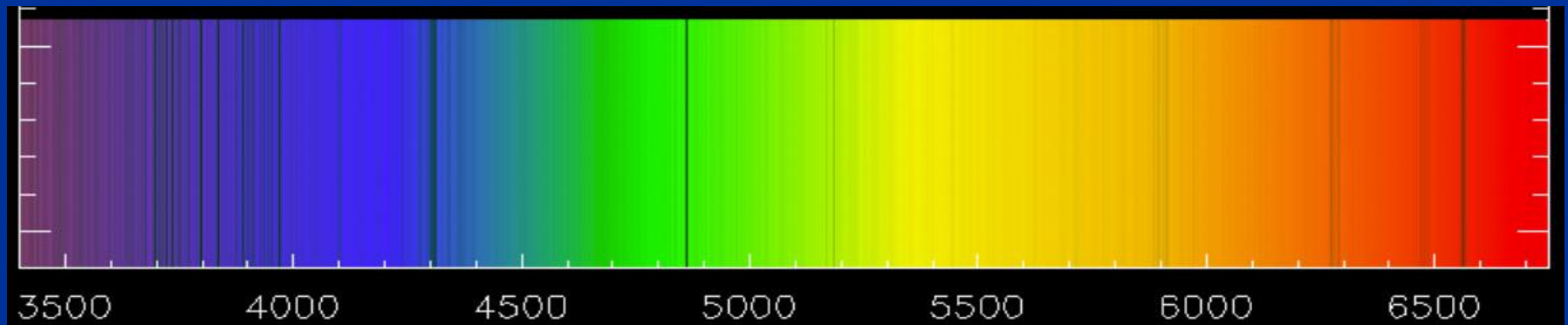
Las estrellas de primera generación vivieron rápido, murieron jóvenes y no han sobrevivido hasta nuestros días. Solo con líneas de Hidrógeno, Helio y quizás Litio.



Espectro de estrella de 1ª generación (impresión de artista).

El Sol no es 1ª generación

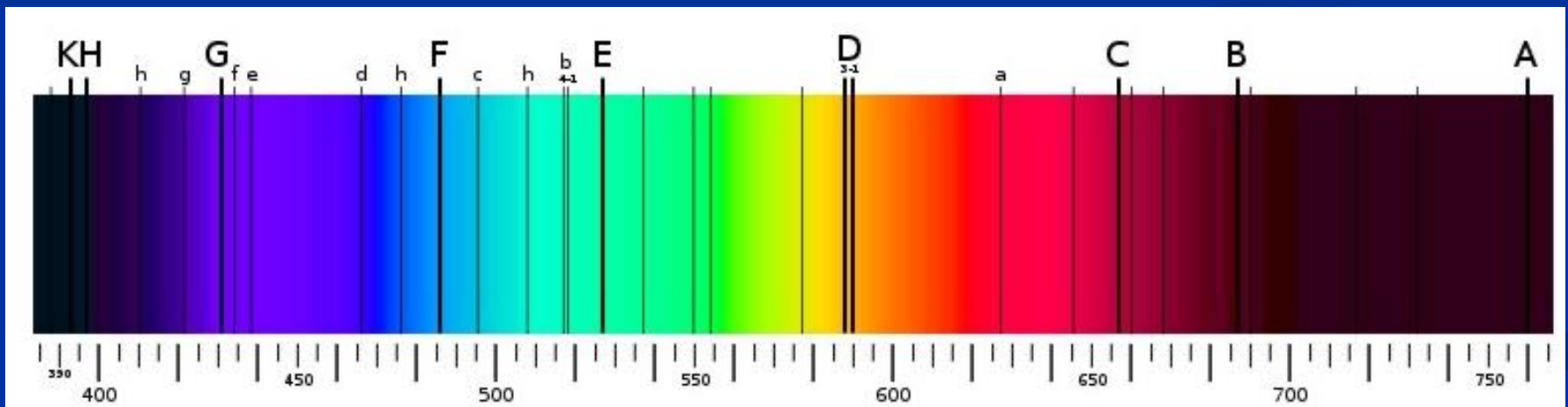
Las estrellas con elementos más elaborados significa que su nube inicial parte de los restos de la explosión de una supernova.



Espectro de estrella de 2ª generación SMSS J031300.36-670839.3 con líneas de Hidrogeno y Carbón

El Sol no es 1ª generación

En el sistema solar se detectan multitud de elementos que surgen después de una explosión de supernova, por tanto posiblemente el Sol se formó a partir de una nube inicial que correspondía a los restos al menos de dos explosiones de supernovas, o sea es una estrella de 3ª generación.

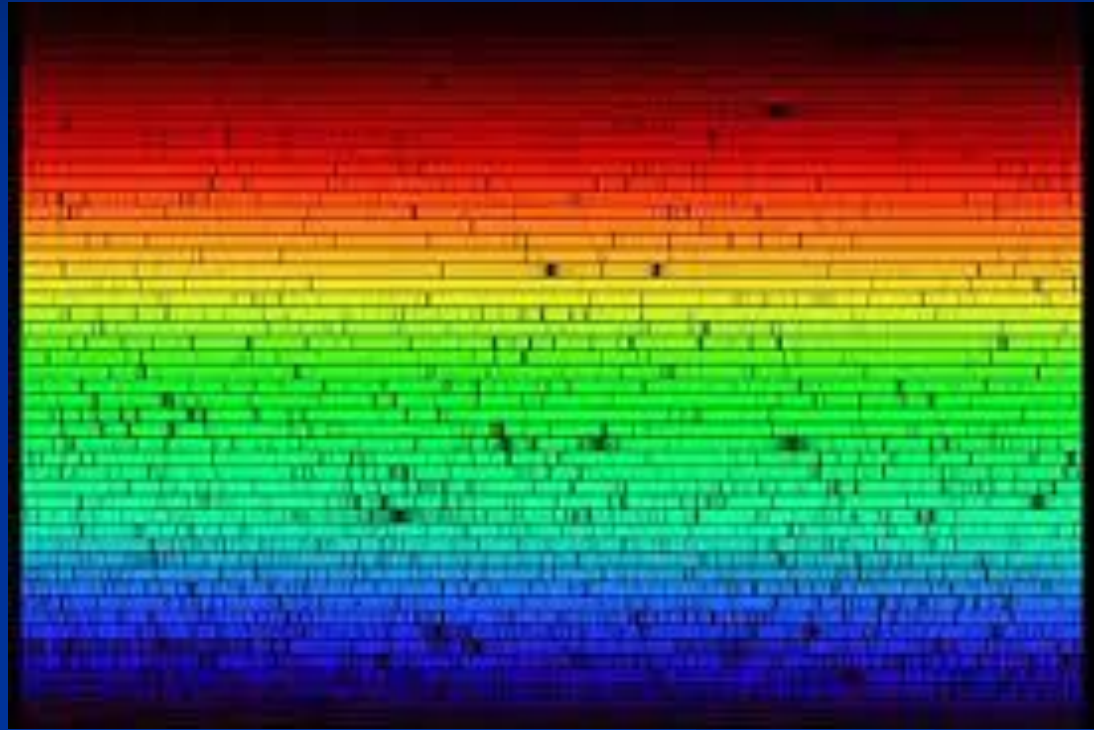


Espectro del Sol con diversas líneas espectrales y entre ellas del Sodio



Actividad 5: Líneas de Fraunhofer del Sol

El espectro del Sol es continuo, con unas líneas oscuras llamadas líneas de Fraunhofer, que corresponden a los elementos químicos que contiene su atmósfera. Se pueden ver a simple vista en la reflexión de la luz solar en un DVD.

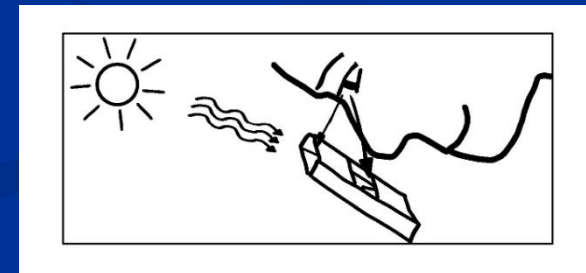
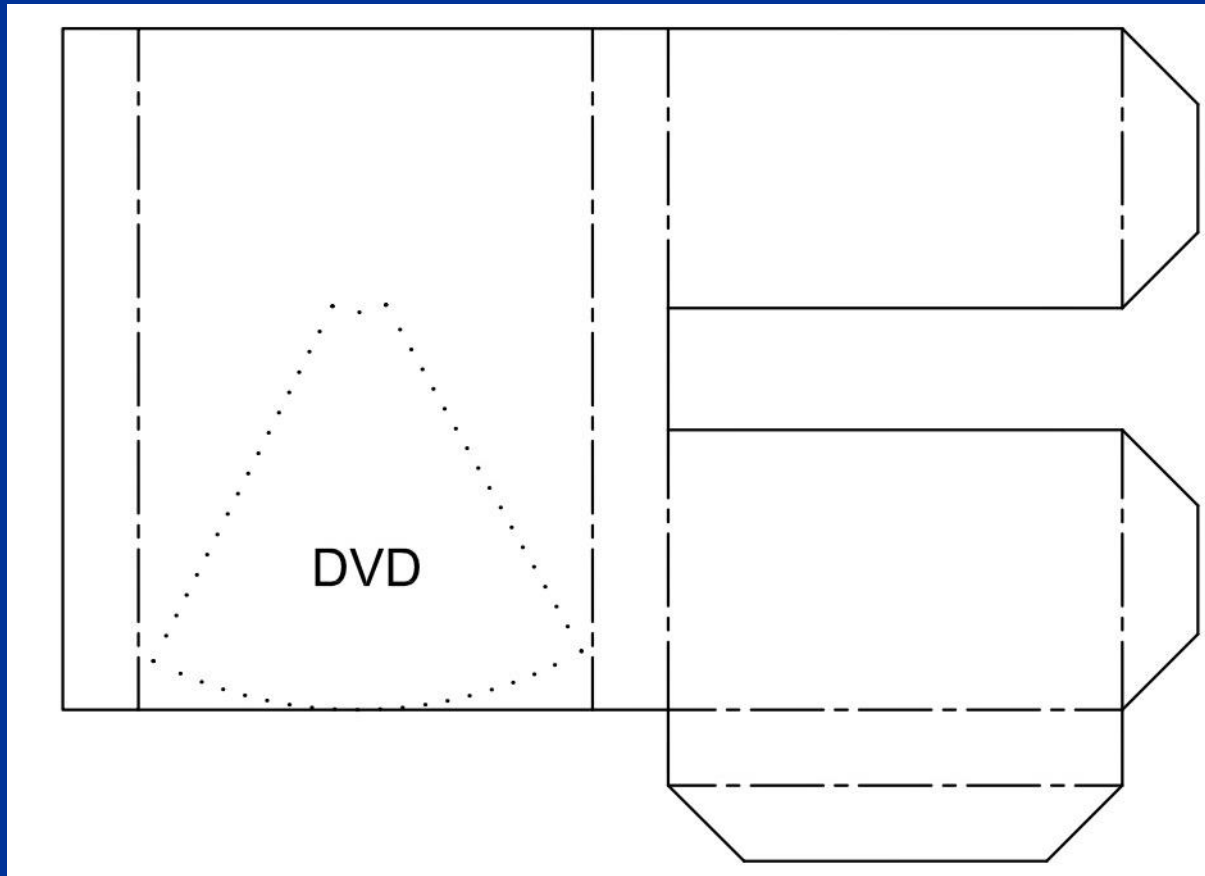


(Crédito: NOAO)

Se observan muchas líneas del Fe, el triplete del Mg (en el verde), el doblete del Na (en el amarillo)

Actividad 5: Líneas de Fraunhofer del Sol

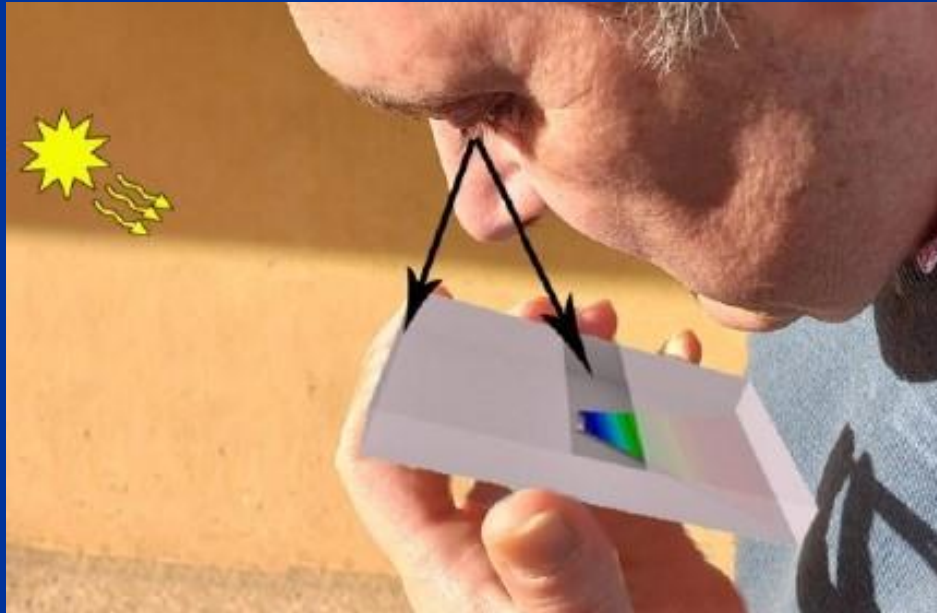
Recortar la plantilla, pegar 1/8 de DVD y armar la cajita con el DVD dentro, doblando por las líneas de puntos.



Actividad 5: Líneas de Fraunhofer del Sol

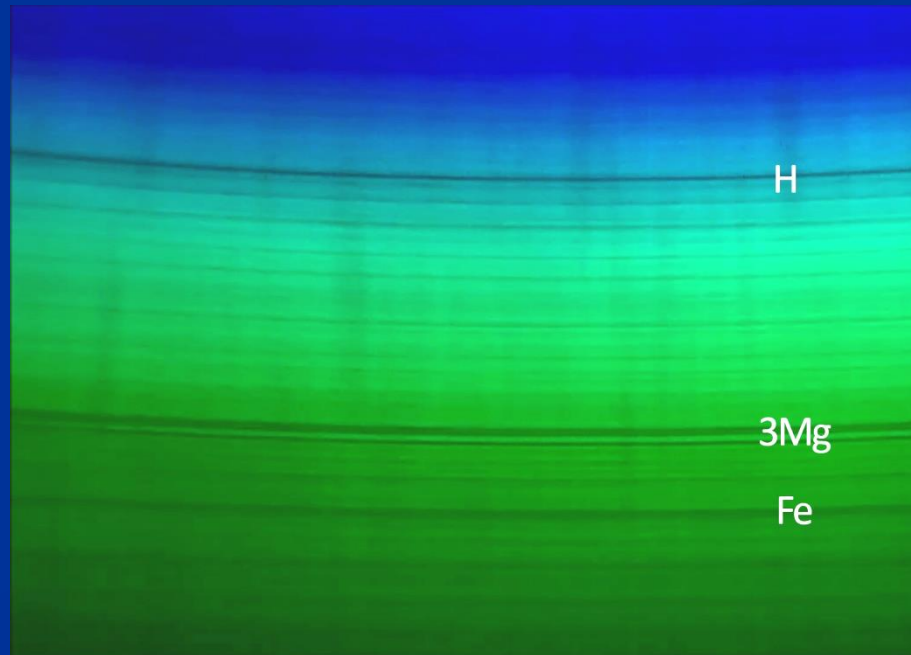
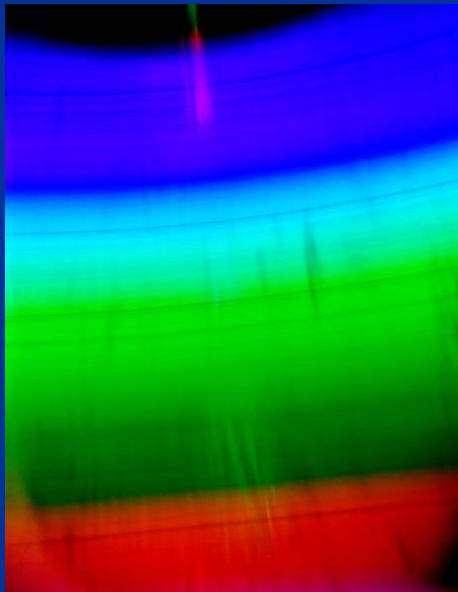
Sal al exterior un día soleado y ponte frente al Sol.

Pon la cajita frente a tu cara, con el borde superior a la altura de tus ojos, como se ve en la foto. Mirando hacia el DVD de dentro, muévete despacio hasta que veas en el DVD el reflejo radial multicolor y brillante del Sol.

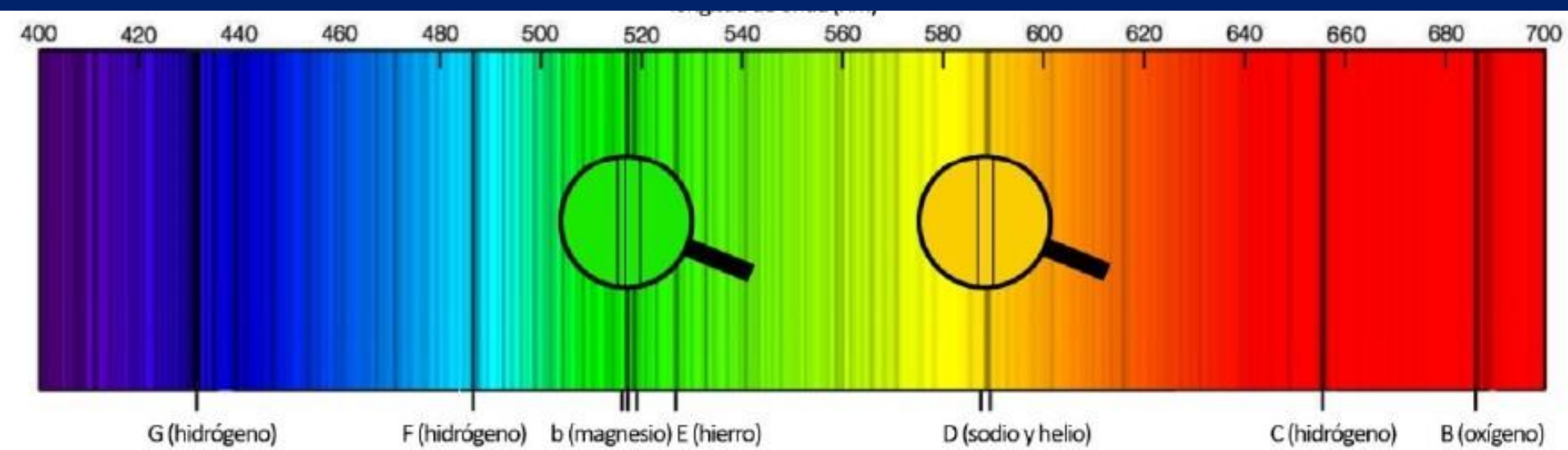


Actividad 5: Líneas de Fraunhofer del Sol

Acercas tu cara a la cajita, mirando siempre al reflejo, que se irá viendo más ancho. Cuando estés con el ojo casi tocando la ventana, verás en la zona de los colores unas líneas negras finas y nítidas. Son las líneas espectrales de los elementos químicos que hay en el Sol.



Actividad 5: Líneas de Fraunhofer del Sol



Se ven muchas líneas, unas más intensas que otras. La principal que se ve en el azul proviene del Hidrógeno, en el verde se ven muy bien tres rayas muy juntas, que es el triplete del Magnesio, y otra separada que procede del Hierro. En la parte del amarillo se ve una raya doble, que es del Helio y del Sodio. En la parte roja se ve una intensa, del Hidrógeno.

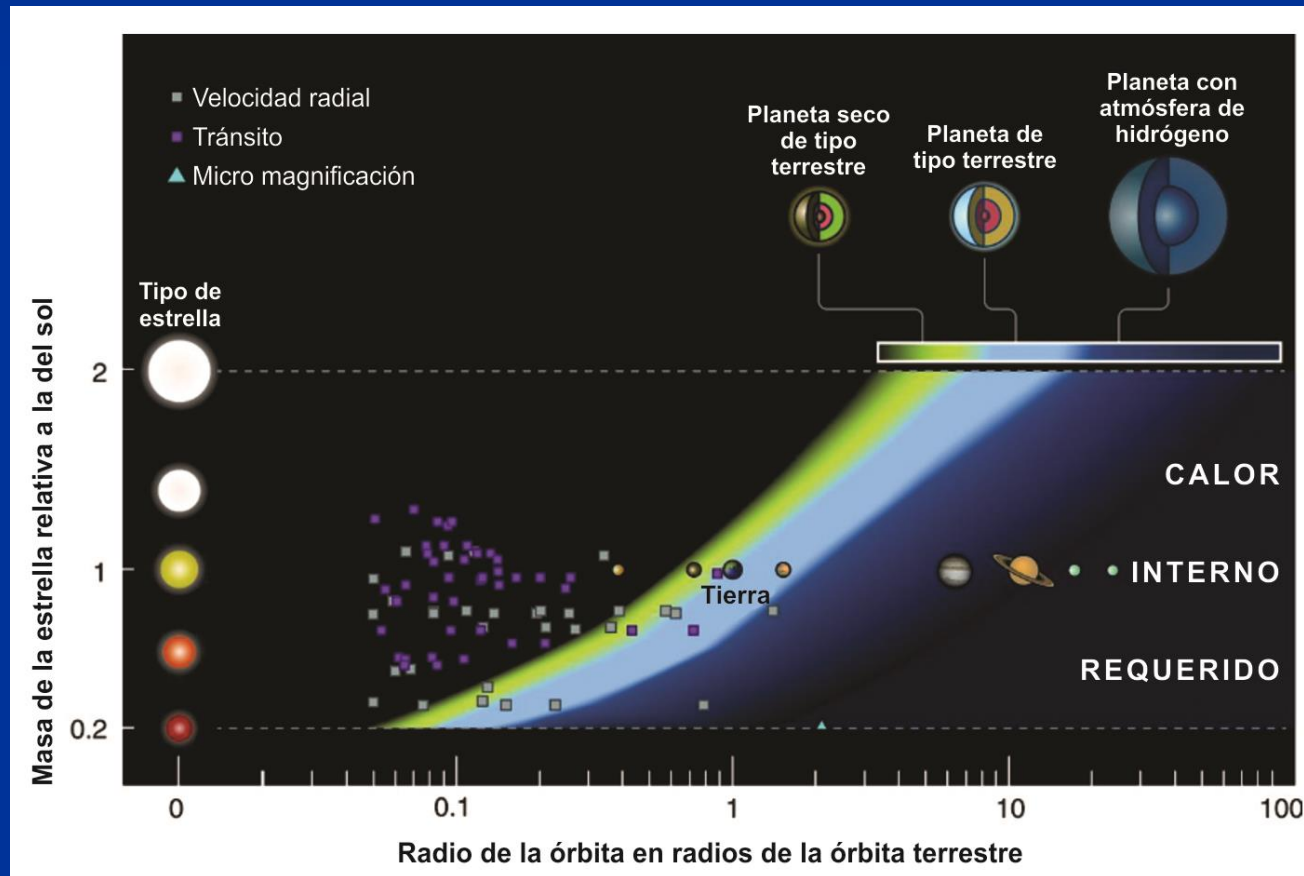
Zona de Habitabilidad

Zona de habitabilidad es la región alrededor de una estrella en la que el flujo de radiación sobre la superficie de un planeta rocoso permitiría la presencia de agua líquida. (se asume vida basada en el carbono y como criterio central es la presencia de agua líquida.)

Suele darse en cuerpos de masa comprendida entre 0,5 y 10 M_t y una presión atmosférica superior a 6,1 mbar, correspondiente al punto triple del agua a una temperatura de 273,16 K (cuando coexiste agua en forma de hielo, líquido y vapor).

Zona de Habitabilidad

La zona de habitabilidad **depende de la masa de la estrella**. Si aumenta la masa entonces su temperatura y brillo aumentan y en consecuencia la zona de habitabilidad es cada vez más lejana



Otras condiciones para Habitabilidad

La distancia orbital del planeta que lo sitúe en la zona habitable es una condición necesaria, pero no suficiente para que un planeta acoja la vida. Ejemplo: Venus y Marte.

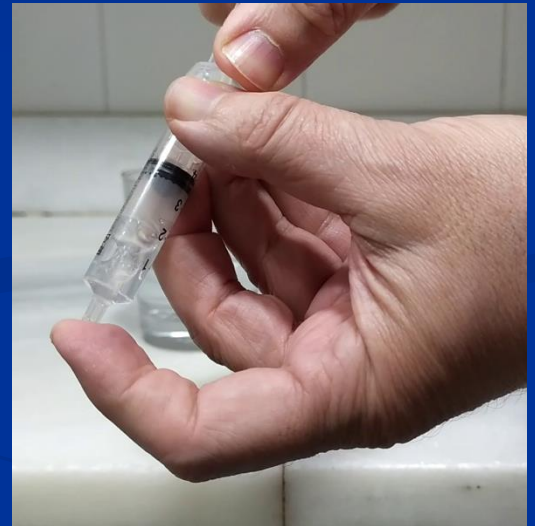


La masa del planeta debe ser lo suficientemente grande para que su gravedad sea capaz de retener la atmósfera. Es el razón principal por lo cual Marte no es habitable en el presente, ya que perdió el mayor parte de su atmósfera y todo el agua superficial, que tenía en sus primeros mil millones de años.

Actividad 6: ¿Agua líquida en Marte?

La presión atmosférica en Marte es débil (0,7% de la terrestre). A pesar de la baja presión, en Marte se forman nubes de agua en los polos del planeta. Porque no hay agua líquida en superficie?

Ponemos agua caliente próxima a hervir dentro de jeringuilla.



Al tirar del embolo baja la presión y el agua comienza a hervir y pasa a vapor y poco a poco desaparece. Para simular la presión marciana deberíamos tirar del embolo hasta 9 m.

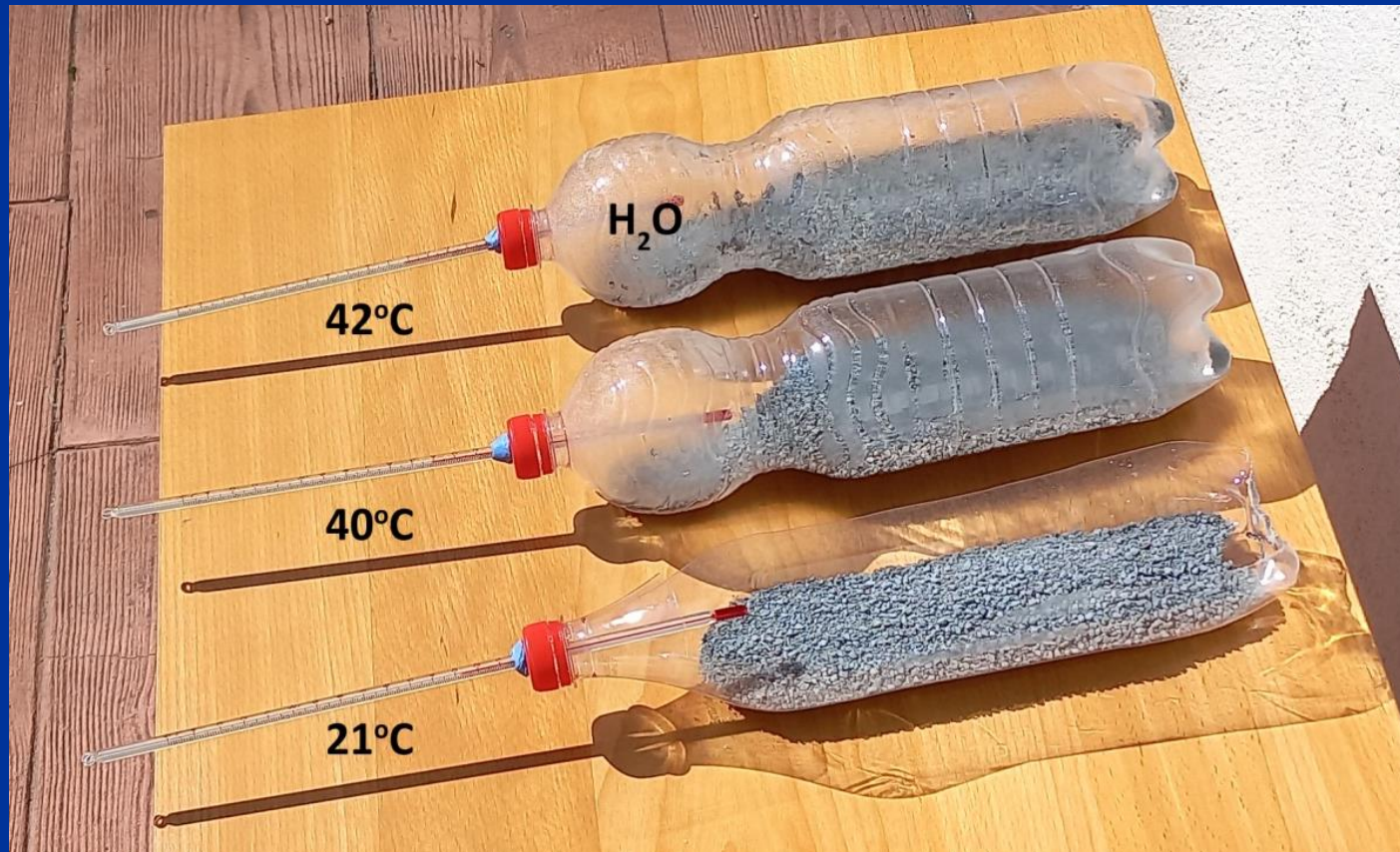
Actividad 7: Efecto invernadero

Ponemos tierra oscura en el interior de 2 botellas de plástico vacías, y en una tercera recortada a lo largo por la mitad. Insertamos un termómetro en el tapón de cada botella. La botella recortada simula al planeta sin nubes, la primera botella entera simula el planeta con nubes, y en la última, ponemos unas gotas de agua en su interior, para simular atmósfera con vapor de agua.



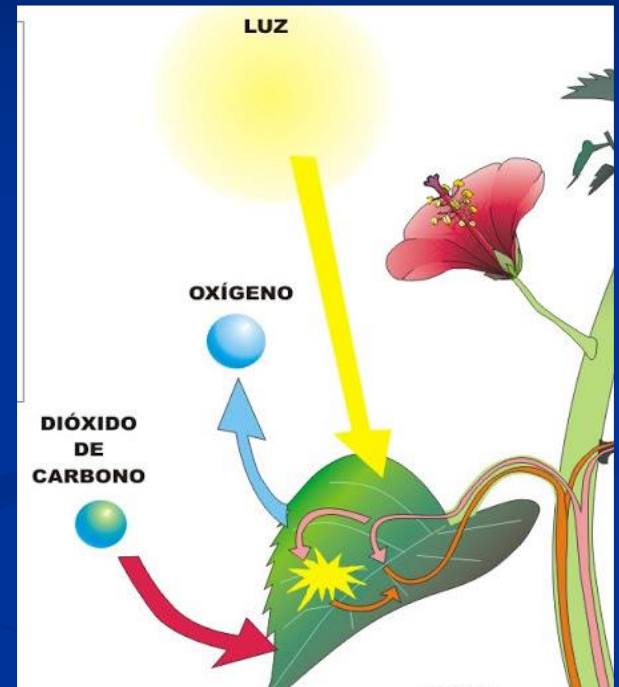
Actividad 7: Efecto invernadero

Ponemos las botellas al sol y medimos la temperatura del interior cada 5 minutos. Anotamos las mediciones para determinar cómo influye el efecto invernadero.



Fotosíntesis: Producción de Oxígeno

La fotosíntesis es el proceso por el cual las plantas y algunas bacterias utilizan la luz solar para **producir glucosa, Hidratos de Carbono y Oxígeno** a partir de dióxido de Carbono y agua.



Las moléculas llamadas **pigmentos fotosintéticos** **convierten la energía lumínica en energía química**

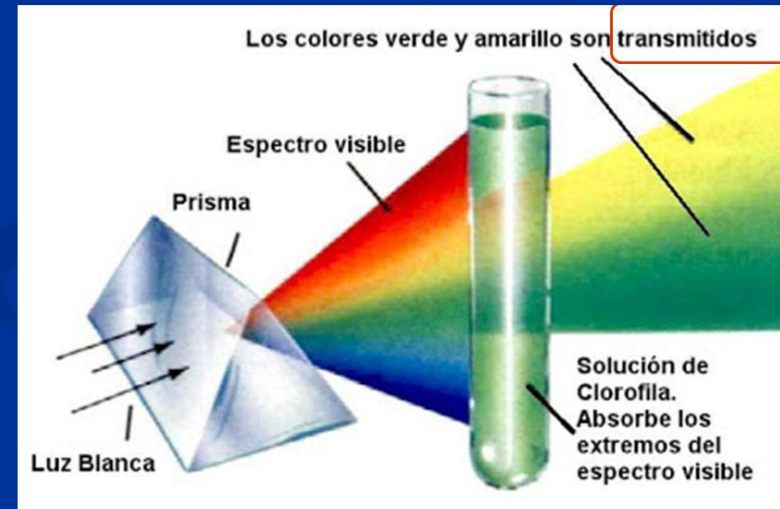


Fotosíntesis: por qué son verdes las hojas?

La luz que es absorbida puede ser utilizada por la planta en diferentes reacciones químicas, **mientras que las longitudes de onda reflejadas de la luz determinan el color del pigmento que aparecerá a la vista**

Uno de los pigmentos fotosintéticos son las clorofilas que tienen típicamente dos tipos de absorción en el espectro visible, uno en la región azul (400-500 nm), y otro en la zona roja (600-700 nm).

Sin embargo reflejan la parte media del espectro, que corresponde al color verde (500-600 nm)



Fotosíntesis: Producción de Oxígeno

Los pigmentos se agrupan y transfieren finalmente sus electrones que se excitan con luz. El agua es donante de electrones que van saltando de una molécula a otra y el resultado final es la producción de Oxígeno al romperse las moléculas de agua. Esto es la fase luminosa de la fotosíntesis.

En la fase oscura se producen hidratos de Carbono o azúcares, para ello no es necesaria la luz.



Actividad 8: Producción de Oxígeno por fotosíntesis



Usar 2 frascos de vidrio transparente y sobre ellos colocar al final del proceso papel de celofán azul y rojo.

Actividad 8: Producción de Oxígeno por fotosíntesis



Con ayuda de una perforadora, cortar discos de hojas uniformes (espinacas o acelgas evitando los nervios). Poned 10 discos en cada frasco después de impregnarlos con la solución de bicarbonato.

Actividad 8: Producción de Oxígeno por fotosíntesis



Preparar una solución de bicarbonato de sodio de 25 g por 1 litro de agua. Colocar 20 ml de ella en cada frasco. Impregnar los discos de hojas con la solución de bicarbonato. Ubicar los discos dentro de una jeringa descartable de 10 ml y succionar la solución de bicarbonato hasta que los discos queden suspendidos.



Actividad 8: Producción de Oxígeno por fotosíntesis

Para eliminar al máximo el aire que haya entrado, dejando solo discos suspendidos en bicarbonato obturar el extremo de la jeringa con un dedo y succionar fuertemente, procurando hacer el vacío, así en los espacios internos del tejido vegetal se reemplaza aire por solución de bicarbonato que será una fuente de Carbono extra disponible, próxima a las estructuras fotosintéticas de la hoja.



Actividad 8: Producción de Oxígeno por fotosíntesis

Colocar los discos de hoja impregnados de la solución de bicarbonato, en cada frasco. Recubrir con papel celofán de colores rojo y azul cada uno de los frascos (el papel debe tener 3 ó 4 pliegues para obtener rojo medio y azul medio).

Poner sobre cada frasco (con el papel cubriéndolo) un foco de luz individual (no menos de 70W) sobre la muestra a tratar. Ambos focos deben estar a igual distancia de los frascos.

Mejor una fuente de luz LED pues otras pierden energía como calor.



Actividad 8: Producción de Oxígeno por fotosíntesis

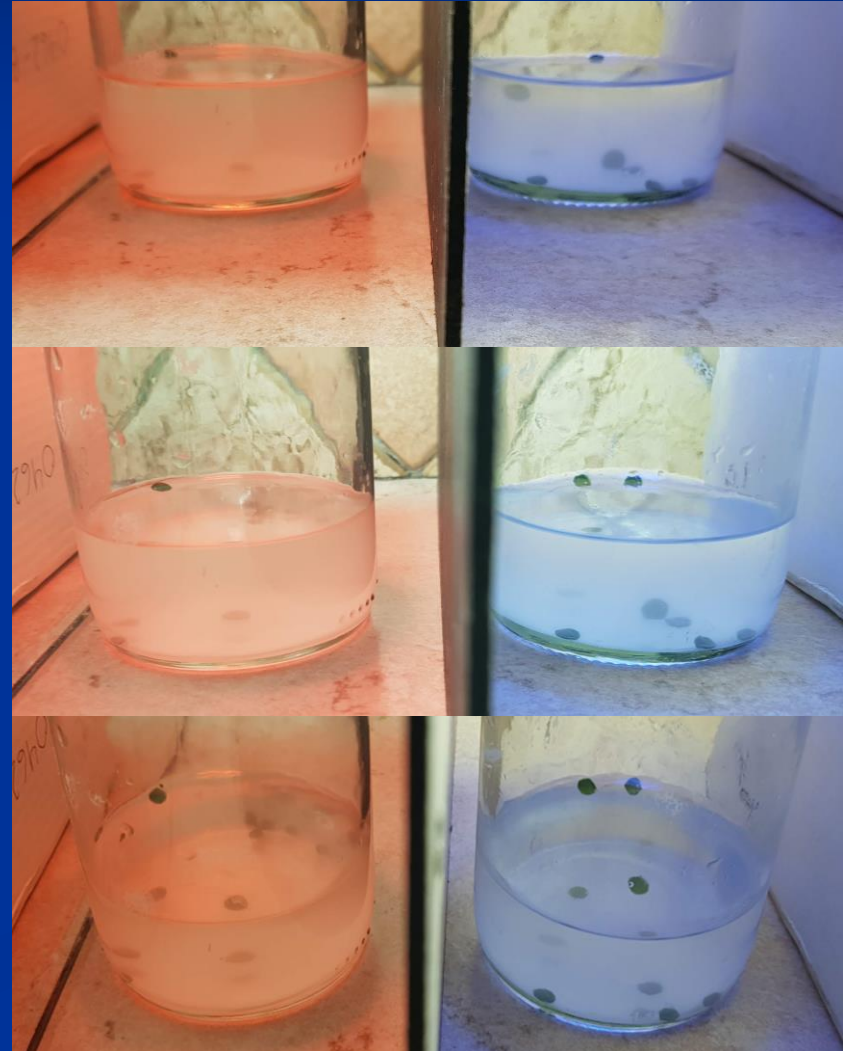
Al encender la luz, comenzar a registrar el tiempo para que los discos floten

Es tiempo es una medida indirecta de la tasa de fotosíntesis



Actividad 8: Producción de Oxígeno por fotosíntesis

Esperar unos 5 minutos y los discos empiezan a ascender (según las potencias de las luces y la distancia a que están).



Actividad 8: Producción de Oxígeno por fotosíntesis

Los discos comienzan a flotar al ir liberando Oxígeno en forma de burbujas, que ayudan en la ascensión.

Los tiempos son diferentes, según el color de luz: resulta más rápido para la luz azul (es la componente de alta energía de la radiación electromagnética y es la más eficiente en el proceso)



Actividad 9: Vida en condiciones extremas

Las levaduras (hongos) transforman el azúcar (glucosa) en Alcohol Etílico o Etanol, y Dióxido de Carbono.

La fermentación es un proceso de rendimiento energético bajo, mientras que respirar es mucho mas rentable y mas reciente desde el punto de vista evolutivo.



Actividad 9: Vida en condiciones extremas

Si se observa la presencia Dióxido de Carbono sabremos que ha habido fermentación y por lo tanto se ha probado la posibilidad de vida.

En todos los casos de nuestro experimento partimos de un cultivo en el que el agua está presente.



Actividad 9: Vida en condiciones extremas

Usaremos:

1 cucharada de **levadura** (de hacer pan), **es un microorganismo vivo fácil de conseguir,**

1 vaso de agua tibia (algo más de medio vaso entre 22° y 27°C),

1 cucharada de azúcar que puedan consumir los microorganismos.

Se sigue el mismo procediendo en el experimento de control y en los otros experimentos desarrollados en condiciones extremas.



Actividad 9: Vida en condiciones extremas

Experimento de control:

En un vaso de vidrio se disuelve la levadura y el azúcar en el agua tibia. Se coloca la mezcla obtenida en una bolsita plástica hermética extrayendo todo el aire del interior antes de cerrarla.

Importante no dejar nada de aire dentro de la bolsa.



Actividad 9: Vida en condiciones extremas

Experimento de control

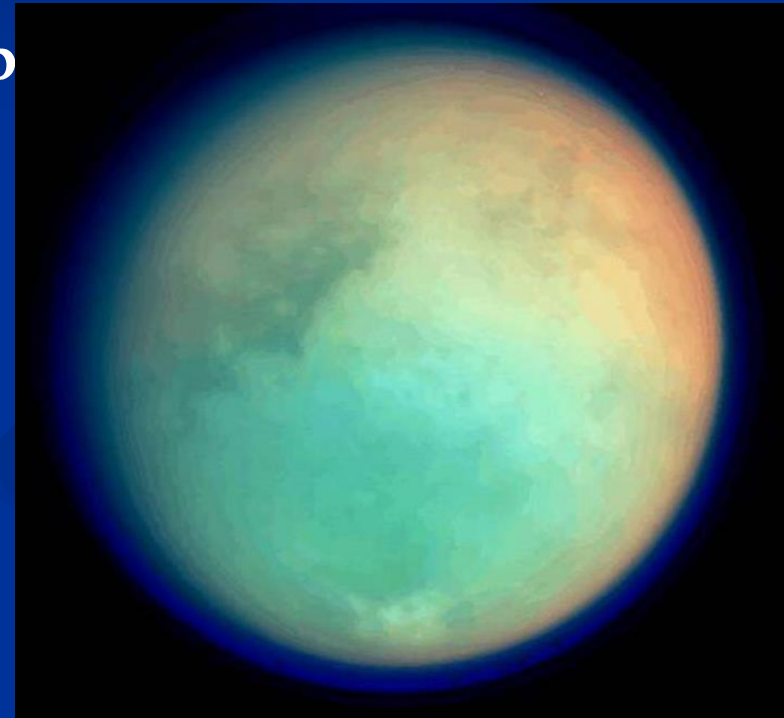
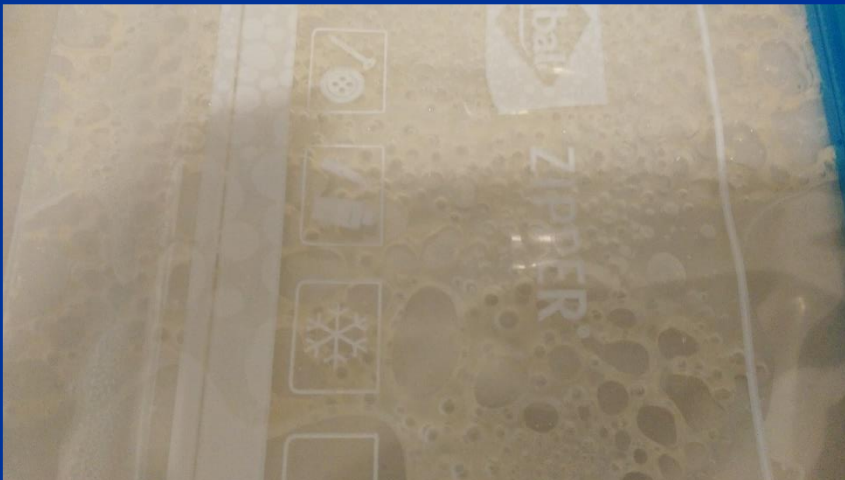
A los 15-20 minutos se ven las burbujas de dióxido de carbono en la bolsa que se va hinchando

La presencia de burbujas de Dióxido de Carbono demuestra que los micro organismos están vivos.



Actividad 9: Vida en condiciones extremas

En un “planeta alcalino”
(p.ej. Neptuno o Titán o GJ 1132b
con amoníaco): Repetir la experiencia
con Bicarbonato Sódico o Amoníaco
Escalas de Ph **ALCALINO**:
Bicarbonato Sódico: Ph 8,4
Amoníaco casero: Ph 11



Titán, Crédito NASA

Si hay burbujas hay vida

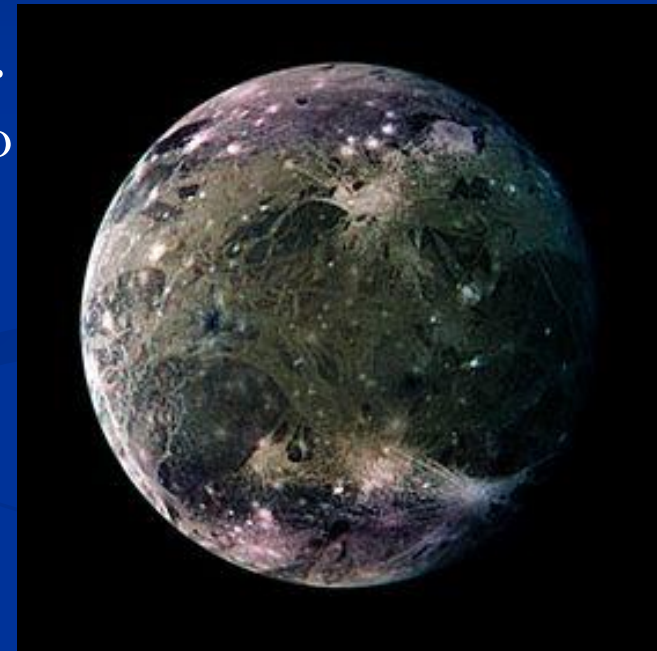


Actividad 9: Vida en condiciones extremas

En un “planeta salino”

p.ej. Marte o Ganimedes o WAPS 96b).

Repetir la experiencia disolviendo Cloruro Sódico en el agua (sal común).



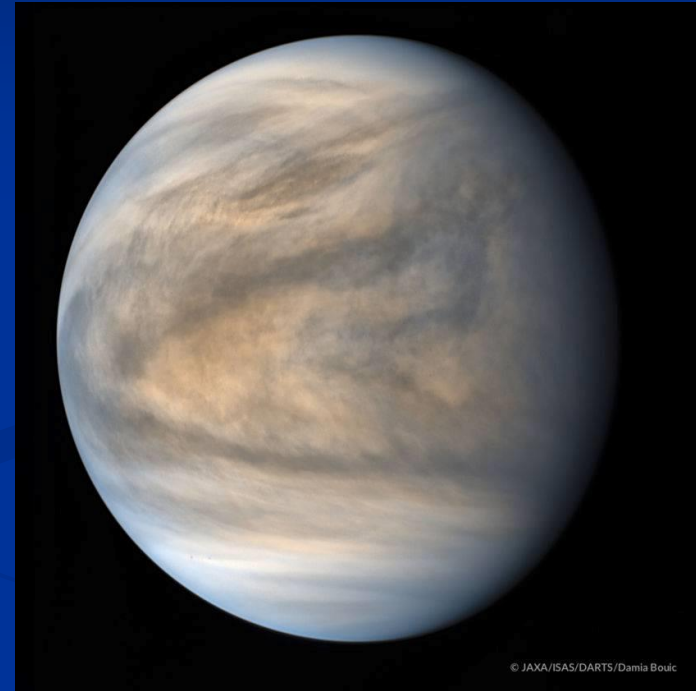
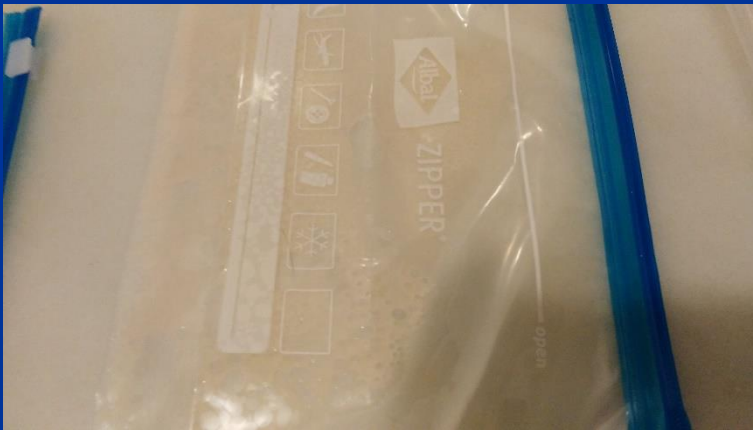
Ganimedes, Crédito NASA

Si hay burbujas hay vida



Actividad 9: Vida en condiciones extremas

En un “planeta ácido”
(p.ej. Venus que tiene lluvias de sulfúrico o Ío o WAPS 39b)
Repetir disolviendo vinagre o limón en el agua de cultivo.
Escalas de Ph **ACIDO**:
Vinagre: Ph 2,9 y Limón: Ph 2,3



Venus, Crédito NASA

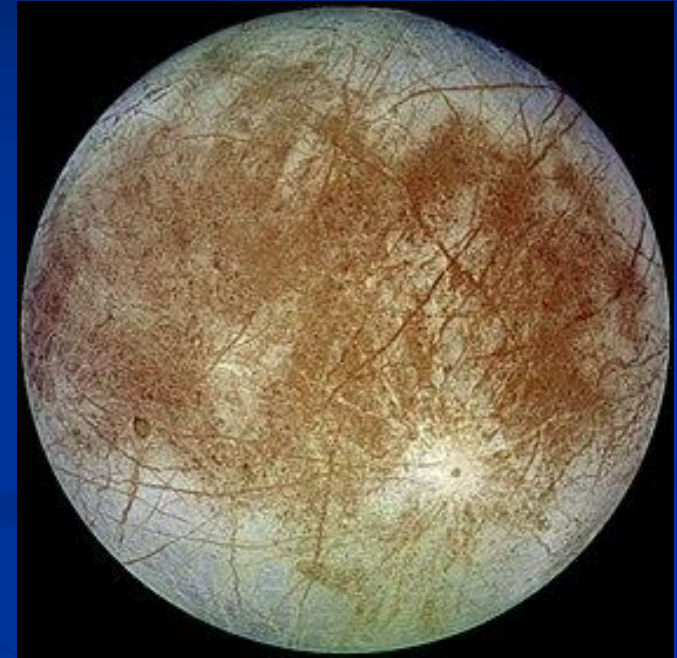
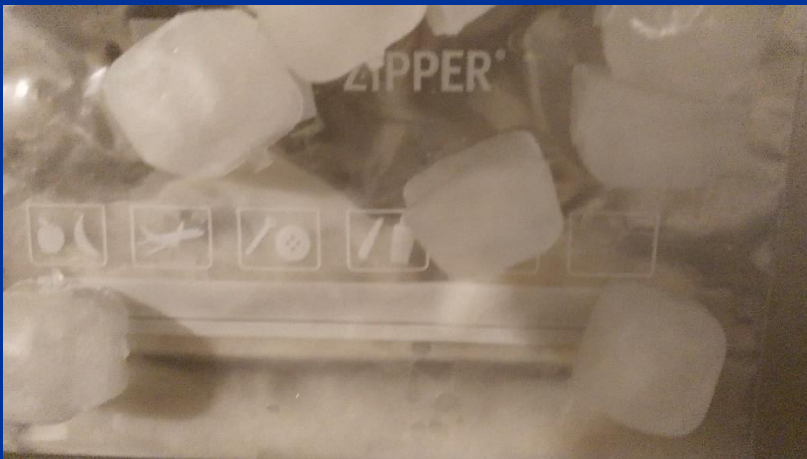
Si hay burbujas hay vida



Actividad 9: Vida en condiciones extremas

En un “planeta helado”
(p.ej. Europa o Gliese 667 C d
o Barnard b)

Colocar la bolsa en un recipiente lleno
de hielo o utilizarse un congelador



Europa, (Crédito NASA)

Si no hay burbujas no hay vida



Actividad 9: Vida en condiciones extremas

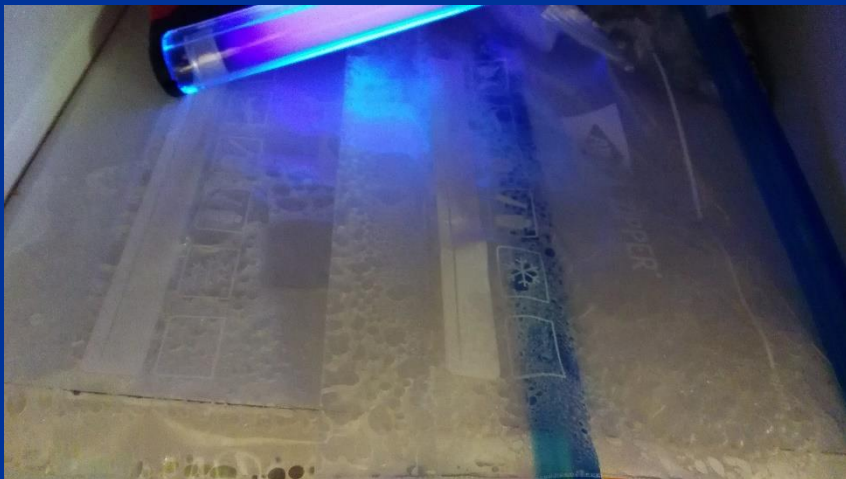
En un “planeta con incidencia de UV en superficie”

(p.ej. Marte o Trappist-1 e, f y g)

Realizar experimento pero con la bolsa bajo la luz UV



Marte, (Crédito iStock)



Si no hay burbujas no hay vida



Actividad 10: Buscando una segunda Tierra

La Tierra es el único planeta conocido con vida.
Busquemos un exoplaneta en condiciones similares.
¿Pero qué parámetros son importantes?

- Radio y Masa del exoplaneta
- Zona de habitabilidad
- Masa Estrella anfitriona



Radio y Masa (exoplaneta)

Hay que considerar el radio y la masa del planeta para valorar una densidad adecuada.

Utilizando los criterios de la Misión Kepler:

- los planetas de tipo terrestre deben tener un radio inferior a 2 radios terrestres. $R < 2R_t$
- 10 masas de Tierra se consideran un límite superior para planetas de tamaño súper terrestre $M < 10M_t$

Zona de Habitabilidad

Las estrellas de secuencia principal tienen una correlación directa entre brillo y temperatura. Cuanto más caliente es la temperatura superficial, más brillante es la estrella y más lejos está la zona de habitabilidad.

Tipo Espectral	Temperatura K	Zona de Habitabilidad AU
O6V	41 000	450-900
B5V	15 400	20-40
A5V	8 200	2,6-5,2
F5V	6 400	1,3-2,5
G5V	5 800	0,7-1,4
K5V	4 400	0,3-0,5
M5V	3 200	0,07-0,15



Masa de la Estrella Anfitriona

La evolución y vida de una estrella depende de su masa. La energía que una estrella puede producir por fusión del H es proporcional a su masa. El tiempo en la secuencia principal se obtiene dividiendo la masa por la luminosidad. Usando el Sol como referencia, la vida de una estrella en la secuencia principal es

$$t^*/t_s = (M^*/M_s)/(L^*/L_s)$$

Para la secuencia principal, la luminosidad es proporcional a la masa según la relación $L \propto M^{3.5}$

Reemplazando en la expresión para la permanencia en secuencia principal, resulta:

$$t^*/t_s = (M^*/M_s)/(M^{3.5}/M_s^{3.5}) = (M^*/M_s)^{-2.5}$$

Masa de la Estrella Anfitriona

Entonces: $t^* / t_s = (M_s / M^*)^{2.5}$

Como la vida útil del Sol es $t_s = 10^{10}$ años, la vida útil de una estrella es: $t^* \sim 10^{10} \cdot (M_s / M^*)^{2.5}$ años

Calculemos el límite superior para la masa de la estrella para que el tiempo de permanencia en la secuencia principal sea al menos de $3 \cdot 10^9$ de años para dar tiempo a que la vida evolucione:

$$M^* = (10^{-10} \cdot t)^{-0.4} M_s$$

$$M^* = (10^{-10} \cdot 3\,000\,000\,000)^{-0.4} M_s$$

$$M^* = < 1.6 M_s$$

Actividad 10: Candidatos a Segunda Tierra

Nombre del exoplaneta	Masa del exoplaneta M_t	Radio del exoplaneta R_t	Distancia a la estrella UA	Masa de la estrella M_s	Tipo espectral de la estrella / temp sup.
Beta Pic b	4100	18.5	11.8	1.73	A6V
HD 209458 b	219.00	15.10	0.05	1.10	G0V
HR8799 b	2226	14.20	68.0	1.56	A5V
Kepler-452 b	desconocido	1.59	1.05	1.04	G2V
Kepler-78 b	1.69	1.20	0.01	0.81	G
Luyten b	2.19	desconocido	0.09	0.29	M3.5V
Tau Cet c	3.11	desconocido	0.20	0.78	G8.5V
TOI 163 b	387	16.34	0.06	1.43	F
Trappist-1 b	0.86	1.09	0.01	0.08	M8
TW Hya d (yet unconfirmed)	4	desconocido	24	0.7	K8V
HD 10613 b	12.60	2.39	0.09	1.07	F5V
Kepler-138c	1.97	1.20	0.09	0.57	M1V
Kepler-62f	2.80	1.41	0.72	0.69	K2V
Proxima Centauri b	1.30	1.10	0.05	0.12	M5V
HD 10613 b	12.60	2.39	0.09	1.07	F5V

Actividad 10: Candidatos a Segunda Tierra

Nombre del exoplaneta	Masa del exoplaneta M_t	Radio del exoplaneta R_t	Distancia a la estrella UA	Masa de la estrella M_s	Tipo espectral de la estrella / temp sup.
Beta Pic b	4100	18.5	11.8	1.73	A6V
HD 209458 b	219.00	15.10	0.05	1.10	G0V
HR8799 b	2226	14.20	68.0	1.56	A5V
Kepler-452 b	desconocido	1.59	1.05	1.04	G2V
Kepler-78 b	1.69	1.20	0.01	0.81	G
Luyten b	2.19	desconocido	0.09	0.29	M3.5V
Tau Cet c	3.11	desconocido	0.20	0.78	G8.5V
TOI 163 b	387	16.34	0.06	1.43	F
Trappist-1 b	0.86	1.09	0.01	0.08	M8
TW Hya d (yet unconfirmed)	4	desconocido	24	0.7	K8V
HD 10613 b	12.60	2.39	0.09	1.07	F5V
Kepler-138c	1.97	1.20	0.09	0.57	M1V
Kepler-62f	2.80	1.41	0.72	0.69	K2V
Proxima Centauri b	1.30	1.10	0.05	0.12	M5V
HD 10613 b	12.60	2.39	0.09	1.07	F5V

Conclusiones

- Se introdujeron los conceptos básicos de astrobiología.
- Se ha descrito el concepto de zona de habitabilidad.
- Se mostró de qué manera es posible la vida y cuando no.
- Se analizó el procedimiento para localizar una segunda Tierra



¡Muchas gracias
por su atención!

