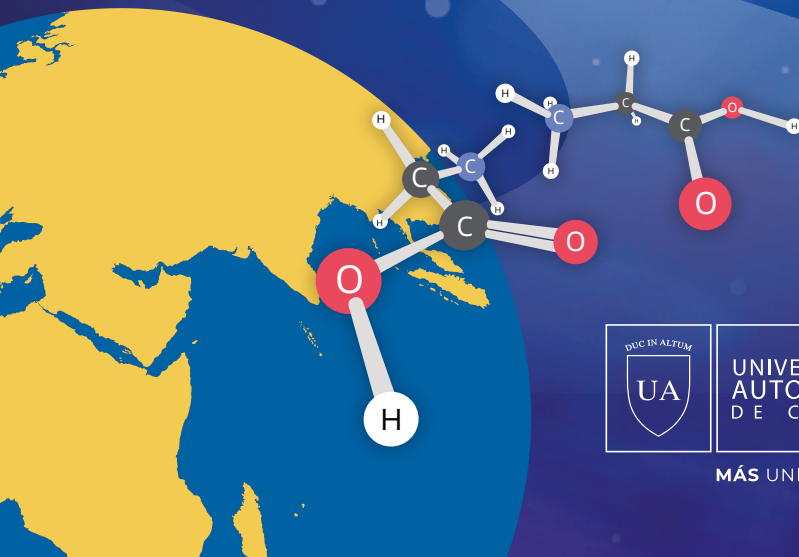


¿Y si somos ALIENÍGENAS?

Un viaje por la
química del universo

Natalia Inostroza Pino



UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
DE CHILE

MÁS UNIVERSIDAD



Y si somos **¡ALIENÍGENAS?**

Un viaje por la
química del universo

Natalia Inostroza Pino

¿Y si somos alienígenas?

Un viaje por la química del universo

Natalia Inostroza Pino

Primera edición: febrero, 2022
Santiago, Chile

© Natalia Inostroza Pino
Universidad Autónoma de Chile

Encargado de contenido: Desmond Macleod-Carey
Edición general: Marilin Yáñez e Isidora Sesnic
Diseño y diagramación: Claudia Yáñez y Pedro Díaz
Ilustraciones: Claudia Yáñez, Pedro Díaz y Matilda Botto

ISBN: 978-956-6109-82-2

Proyecto financiado por el programa Ciencia Pública del Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación



Centro de Comunicación
de las Ciencias
Universidad Autónoma de Chile



MÁS UNIVERSIDAD

Impreso en Chile | Printed in Chile

¿Y si somos ¡ALIENÍGENAS?

Un viaje por la
química del universo

Natalia Inostroza Pino



MÁS UNIVERSIDAD



Índice

Conoce a la tripulación	9
Estación 1	
¡Vamos por combustible a Titán!	23
Estación 2	
Jugando fútbol entre las estrellas	31
Estación 3	
¿Hay agua en el universo?	41
Estación 4	
¿Orina alienígena en la nebulosa Sagitario B2?	49
Estación 5	
Buscando azúcar galáctica	57
Estación 6	
¿Cómo se forman las biomoléculas?	67
Estación 7	
Una pausa para buscar pistas extraterrestres	75
Estación 8	
¿Somos alienígenas?	85
Bitácora de un viaje o un sueño	94
Agradecimientos	96
Biografía	98

Antes de partir

¿Te has preguntado si existe algo entre las estrellas o es un espacio vacío? Lo que hoy sabemos es que ese espacio no está vacío, sino que forma un medio interestelar. El medio interestelar, es el lugar donde se han identificado ya más de doscientas moléculas. Pero ¿cómo se forman estas especies químicas en el universo? Esa es una gran pregunta que la astroquímica, ciencia que estudia la composición química del universo, intenta a diario responder.

¿Y si somos alienígenas? es un libro que te invita a un pequeño viaje por la química del universo. Cada capítulo será una aventura donde conocerás cómo, a partir del estudio de átomos y moléculas, se ha logrado responder a grandes preguntas de la humanidad, mientras se sigue en búsqueda de respuestas sobre el origen de la vida.

Conoce a la tripulación



Natu Antu

Edad: 32 años
Origen: Melipeuco
(Región de La Araucanía, Chile)
Ocupación: doctora en
fisicoquímica molecular y
astroquímica
Hobby: coleccionar moléculas



Munata-imilla

Edad: 12 años
Origen: Putre (Región de Arica
y Parinacota, Chile)
Ocupación: investigadora
y viajera del cosmos
Hobby: buscar alienígenas



Novita

Edad: 8 años
Origen: una galaxia muy, muy lejana
Ocupación: piloto de naves
Hobby: comer dulces



Benito Kepler

Edad: 5 años
Origen: Santiago (Región Metropolitana, Chile)
Ocupación: guardián universal
Hobby: jugar a la pelota



Cándor Intergaláctico

Nave espacial de tecnología
futurista
Alcanza la velocidad de la luz
Toma atajos interestelares

La Dra. Natu Antu se encuentra en un observatorio recopilando datos para sus investigaciones. De pronto, algo extraño llama su atención. ¡Descubrió moléculas esenciales para la vida a distancias estelares! ¿Cómo llegaron ahí?



Inesperadamente, una nave espacial aterriza fuera del observatorio. Es una nave de tecnología avanzada y de su interior descienden una niña y un perro.



¿Qué cosa?

¡Oh no!, son solo
datos que tomará años
descifrar.

No
si tenemos al Cóndor
Intergaláctico, es mi nave espacial y
puede recorrer el universo para buscar
los datos que necesitas. Por eso
estamos aquí.

¿Así que ya lo
descubriste?

Pues, que hay
vida en otras partes del
universo.



Natu sube a la nave y, aunque todo parece una locura, no puede perderse la oportunidad de visitar lugares que hasta ahora solo ha visto a través de telescopios.

Ahora me presento, mi nombre es Munata-imilla que en aymara significa «querida niña».



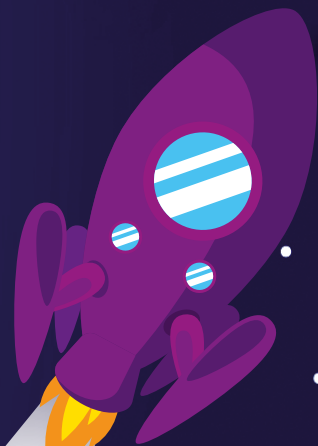
Y yo soy Benito Kepler.

#Kepler

Johannes Kepler fue un astrónomo y matemático alemán que pasó a la historia por descubrir las leyes que rigen el movimiento de los planetas alrededor del sol.



¿El perro puede
hablar? ¡Qué locura!
Aunque supongo que será lo
menos sorprendente que
veré en este viaje.

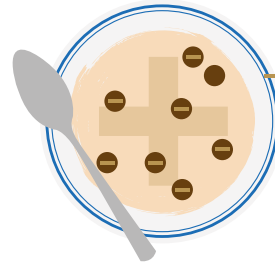


¿Qué es un átomo?

Átomo es la unidad más pequeña que compone la materia. La palabra átomo significa «sin división» y proviene de los vocablos griegos «a» = sin y «tomo» = división.

Sin embargo, en 1897, al descubrir los electrones, Joseph J. Thomson demostró que los átomos sí son divisibles. A través de su teoría conocida como «pudín (budín) de pasas» explicó que el átomo está compuesto por electrones de carga negativa incrustados en un átomo positivo, al igual que las pasas en un pastel.

Modelo del
«pudín de pasas»



⊕ Esfera de
carga positiva

⊖ Electrones de
carga negativa

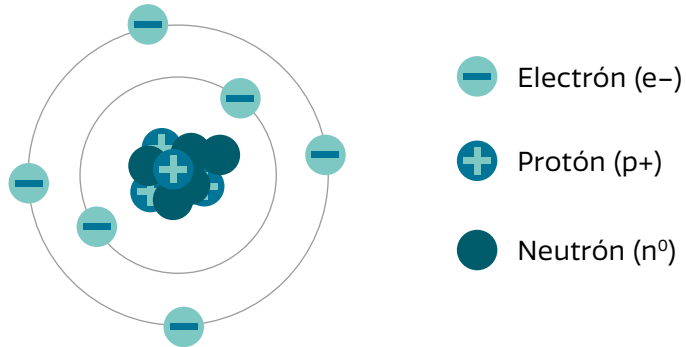




En el modelo actual, los átomos poseen un núcleo en su centro, formado por protones (p^+), con carga positiva, y neutrones (n^0), sin carga o neutros. Los electrones (e^-) orbitan rápidamente alrededor del núcleo. Todo esto es un átomo.

Sabemos que dos átomos son distintos si su cantidad de protones es diferente.

Representación simplificada de la estructura de un átomo



En ciencia todas y todos
aportamos al conocimiento.
Por ejemplo, Maria
Goeppert-Mayer fue quien
formuló el modelo de capas
nuclear que por fin permitió
entender cómo funciona el
núcleo de los átomos.

¿Y las moléculas?

Toda la materia está compuesta de moléculas. Una molécula es la unión de dos o más átomos iguales o distintos. Las moléculas pueden ser de diferentes tamaños y formas.

Las moléculas que nos constituyen como seres vivos son denominadas biomoléculas y están formadas por la combinación de átomos de carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, fósforo y azufre, elementos químicos que, por las iniciales de sus nombres en inglés, forman la famosa sigla CHONPS.

En química representamos los átomos con esferas de diversos colores.

	Carbono	
	Hidrógeno	
	Oxígeno	
	Nitrógeno	
	Fósforo	
	Azufre	

- Si el átomo fuera una bolita
- y unimos dos de ellas
- formaríamos una molécula de
- dos átomos o diatómica
- ($di = 2$). De este modo,
- si se unen tres bolitas,
- obtendríamos una molécula
- triatómica ($tri = 3$).

¡Aquí están las CHONPS!

C

Carbono

S

Azufre

H

Hidrógeno

P

Fósforo

O

Oxígeno

N

Nitrógeno

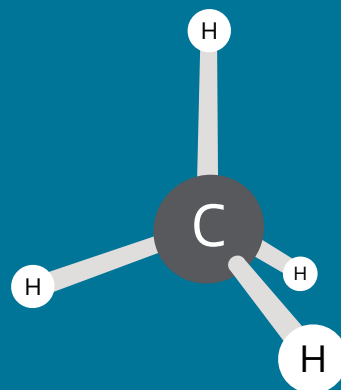
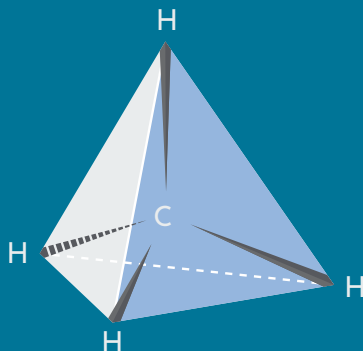
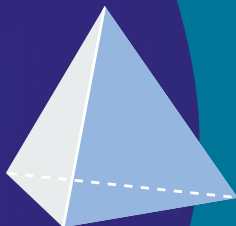
Las moléculas formadas por CHONPS están en todas partes.

En el aire que respiramos (O_2 y N_2 , más otros gases), en el agua (H_2O) y en alimentos como el azúcar ($C_{12}H_{22}O_{11}$).

Además, las moléculas tienen diversas formas o disposición en el espacio, por ejemplo, el dióxido de carbono (CO_2) es una especie lineal, el agua tiene forma angular y el metano (CH_4) tiene una geometría tetraédrica, lo que significa que el átomo de carbono —que es el átomo central— está unido a otros cuatro átomos que, en este caso, son hidrógenos. ¡Casi como una pirámide!

Si quieres ver en realidad aumentada la geometría de diversas moléculas, escanea este código QR con tu celular.





Metano

En 2015, el grupo de astroquímica liderado por Karin Öberg detectó la primera molécula de carbono compleja en un disco protoplanetario (el cianuro de metilo CH_3CN), que se cree que es importante para el origen de la vida porque contiene enlaces de carbono nitrógeno que forman los aminoácidos, componentes básicos de las proteínas.

#Cazadores de moléculas

Más de doscientas moléculas han sido detectadas, desde la Tierra, con radiotelescopios o a través de satélites que viajan por el universo.

Así, cada día se suman más y más detecciones gracias al trabajo de científicas y científicos, verdaderos cazadores de moléculas estelares.



Estación 1

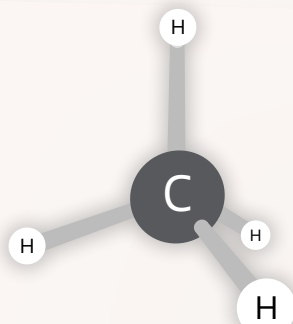
¡Vamos por combustible a Titán!

La tripulación se acerca a su primera parada:
Titán, la Luna más grande de las 82 lunas del planeta Saturno.



En la Tierra, el metano se encuentra en los yacimientos de combustibles fósiles. Se genera por descomposición de la materia orgánica, de organismos muertos hace millones de años. Hoy también se produce por la fermentación de estiércol o basura doméstica. Al metano lo conocemos como gas natural y es el mismo que usamos para cocinar o darnos un baño con agua caliente.

Gracias a la nave Cassini, misión del mismo nombre y que fue liderada por la científica planetaria Carolyn Porco, sabemos que Titán tiene grandes lagos y ríos de metano (CH_4).



Metano o CH_4



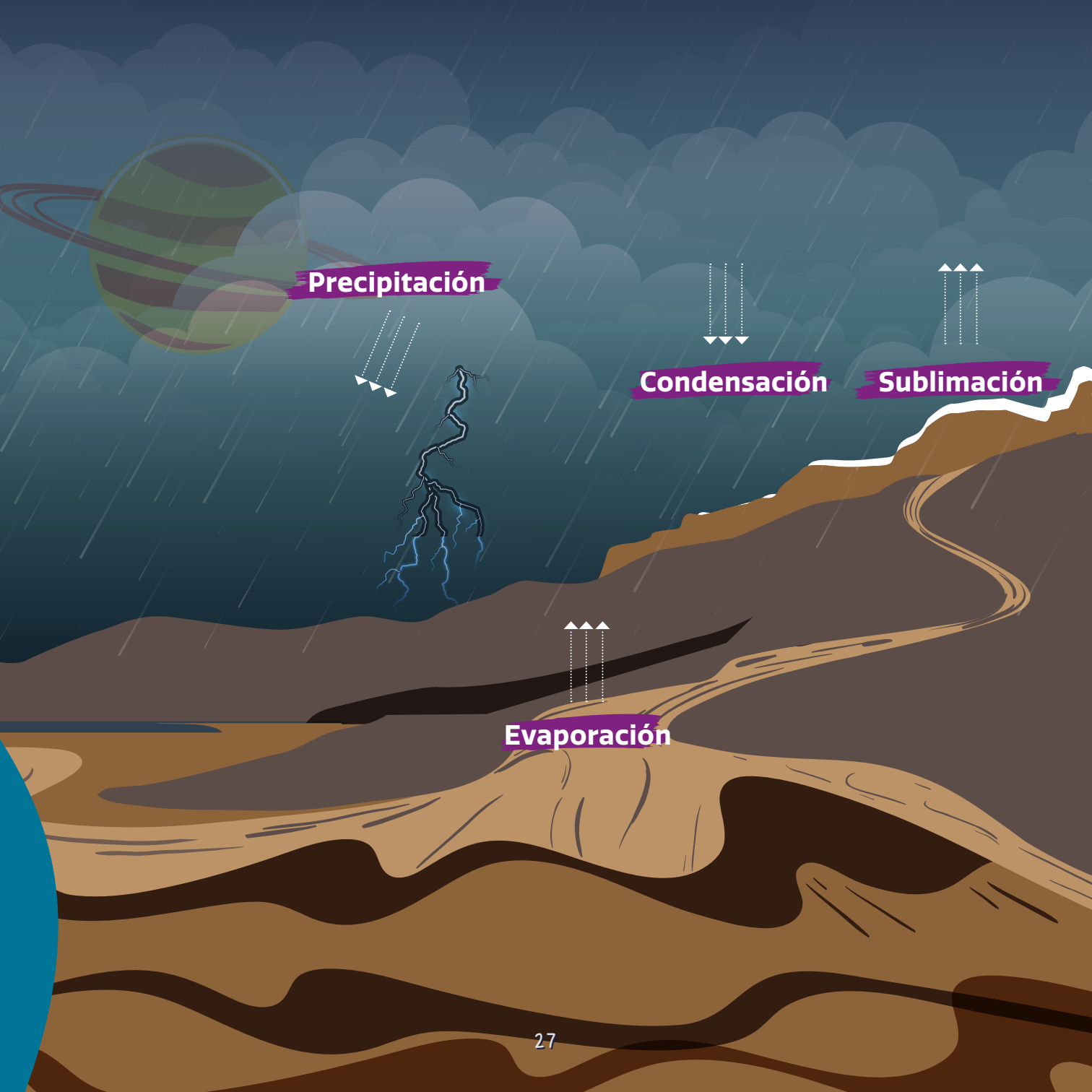
Escanea el código QR y observa las geometrías moleculares de tres importantes tipos de combustibles: el metano, el butano y el octano.



Titán es muy parecido a la Tierra, aunque mucho más frío, con temperaturas promedio de unos -180°C . Tiene montañas, volcanes, lagos y ríos de metano.

Se postula que en Titán existe el ciclo del metano. Esto significa que podemos observar una especie en estado líquido y luego, si aumenta la temperatura, esta podría pasar a fase gaseosa y si baja la temperatura podría pasar a estado sólido, como un hielo, por ejemplo.





Precipitación

Condensación

Sublimación

Evaporación

Viajando a la velocidad de la luz...



Venus

2 minutos luz

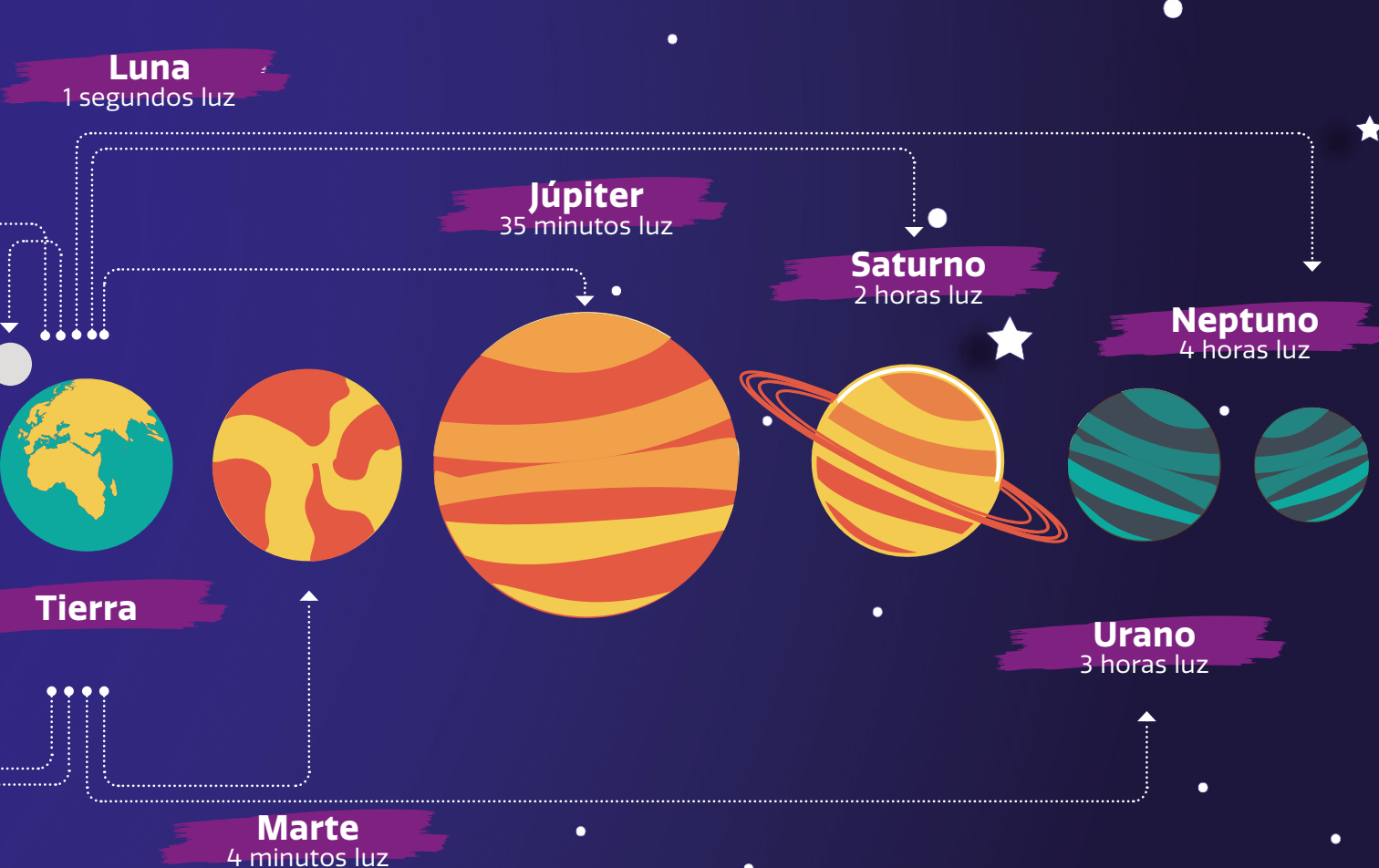
Mercurio

5 minutos luz

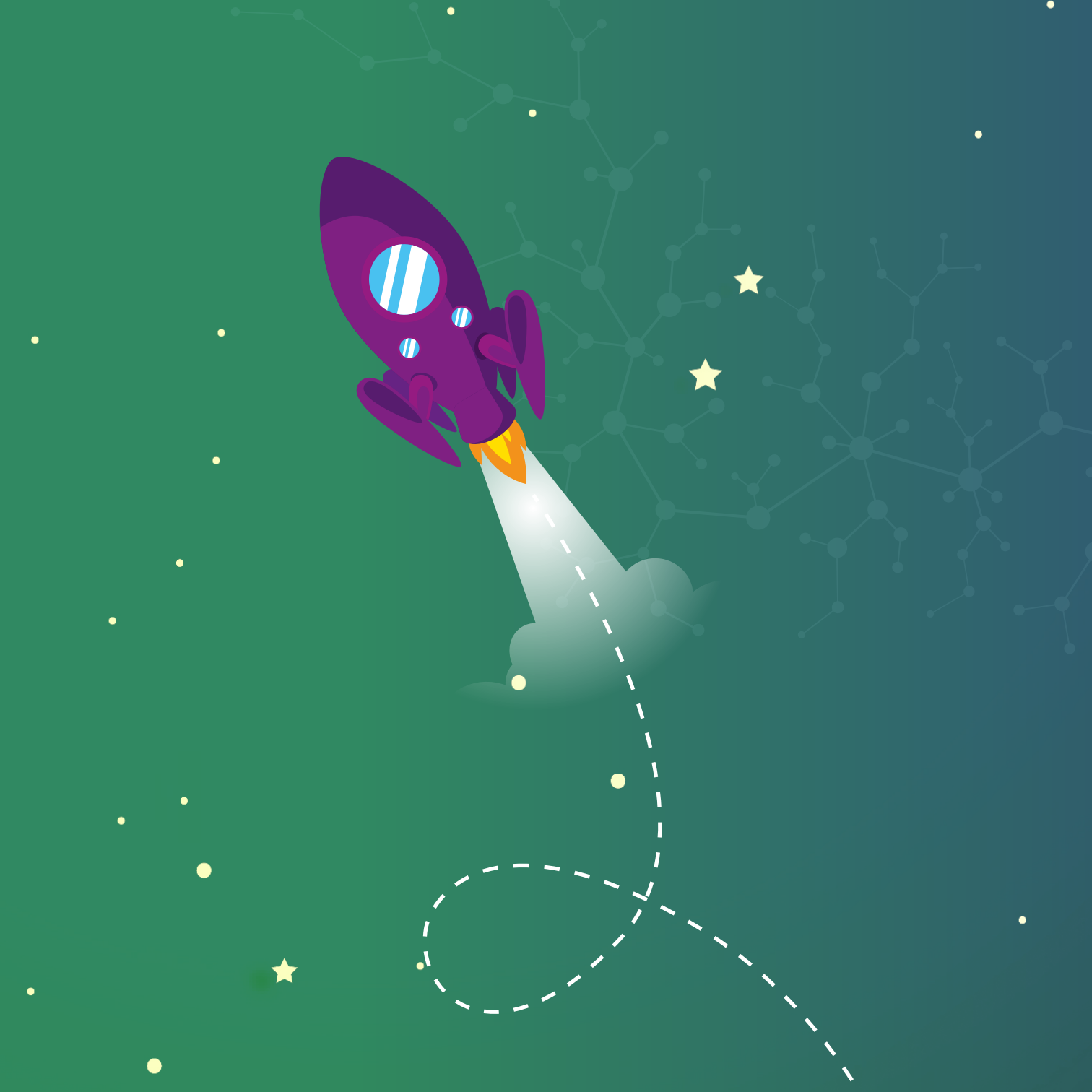
Sol

8,3 minutos luz

La tripulación lleva viajando mil años luz, pero ¿qué significa eso? Un año luz es una medida de distancia, no de tiempo. En un segundo, la luz recorre aproximadamente 300 mil kilómetros, es decir, alcanza a dar siete vueltas y media a la Tierra.



Nuestro Sol, por ejemplo, está lejos y su luz recorre 150 millones de kilómetros hasta llegar a la Tierra y eso tarda 8,3 minutos. O sea que, cada vez que vemos la luz del Sol, ese rayo salió de él 8,3 minutos antes.



Estación 2

Jugando fútbol entre las estrellas

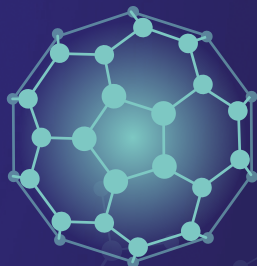
La nueva parada es la nebulosa planetaria TC1. Al llegar, los aventureros juegan a la pelota y encuentran una nueva amiga: Novita.



Hola a todos, mi nombre es Novita, soy una cazadora de moléculas ¿Y ustedes quiénes son, qué los trae por aquí?



Somos científicas
e investigamos la química
del universo. Benito, el perro, es
nuestro amigo.



En 2010, en la nebulosa TC1, gracias al uso del telescopio espacial Spitzer, científicas y científicos detectaron moléculas que parecían verdaderos balones de fútbol: los fulerenos. Estas moléculas están formadas únicamente por átomos de carbono (C_{60} y C_{70}).

Hay muchas señales en el universo que corresponden a este tipo de compuestos de carbono (fulerenos). Estos forman una especie de red entre sus átomos lo cual los hace muy resistentes a los rayos cósmicos.

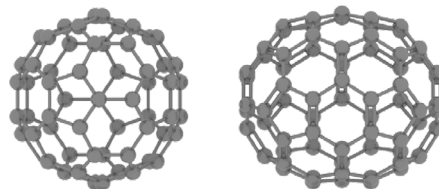


Con un celular escanea el código QR y observa en realidad aumentada a los fulerenos. Si observas con atención quizás puedas identificar cuál es la molécula que se parece a un balón de fútbol y cuál se asemeja a uno de rugby.



#Rayos cósmicos
Son rayos formados por partículas subatómicas que viajan por el espacio. Son de alta energía y se mueven a grandes velocidades.

Llevo varias muestras de moléculas para analizar en el laboratorio.



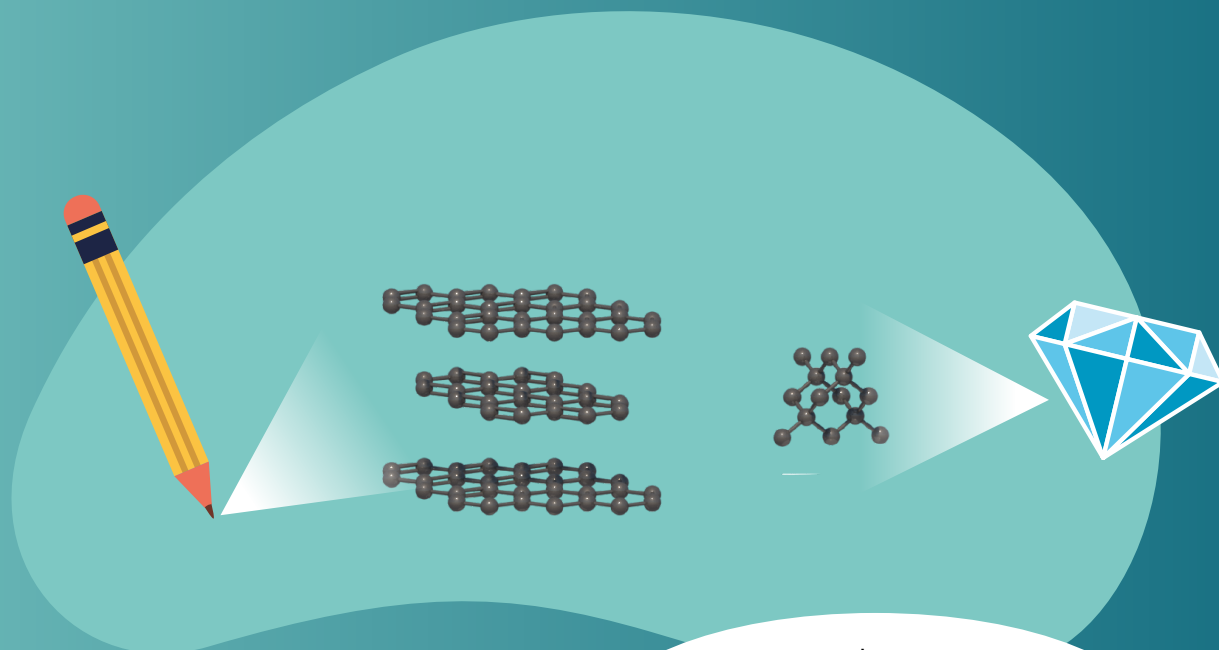
El C_{60} es el balón de fútbol
y C_{70} el de rugby.

En nuestro planeta Tierra también existen compuestos solo formados por átomos de carbono: el grafito y el diamante

Pero, aunque ambos están formados por átomos de carbono, la distribución de estos dentro de su estructura es muy distinta.

Observemos cómo es por dentro un lápiz mina y un diamante. Escanea el QR con un celular y nota la diferencia.





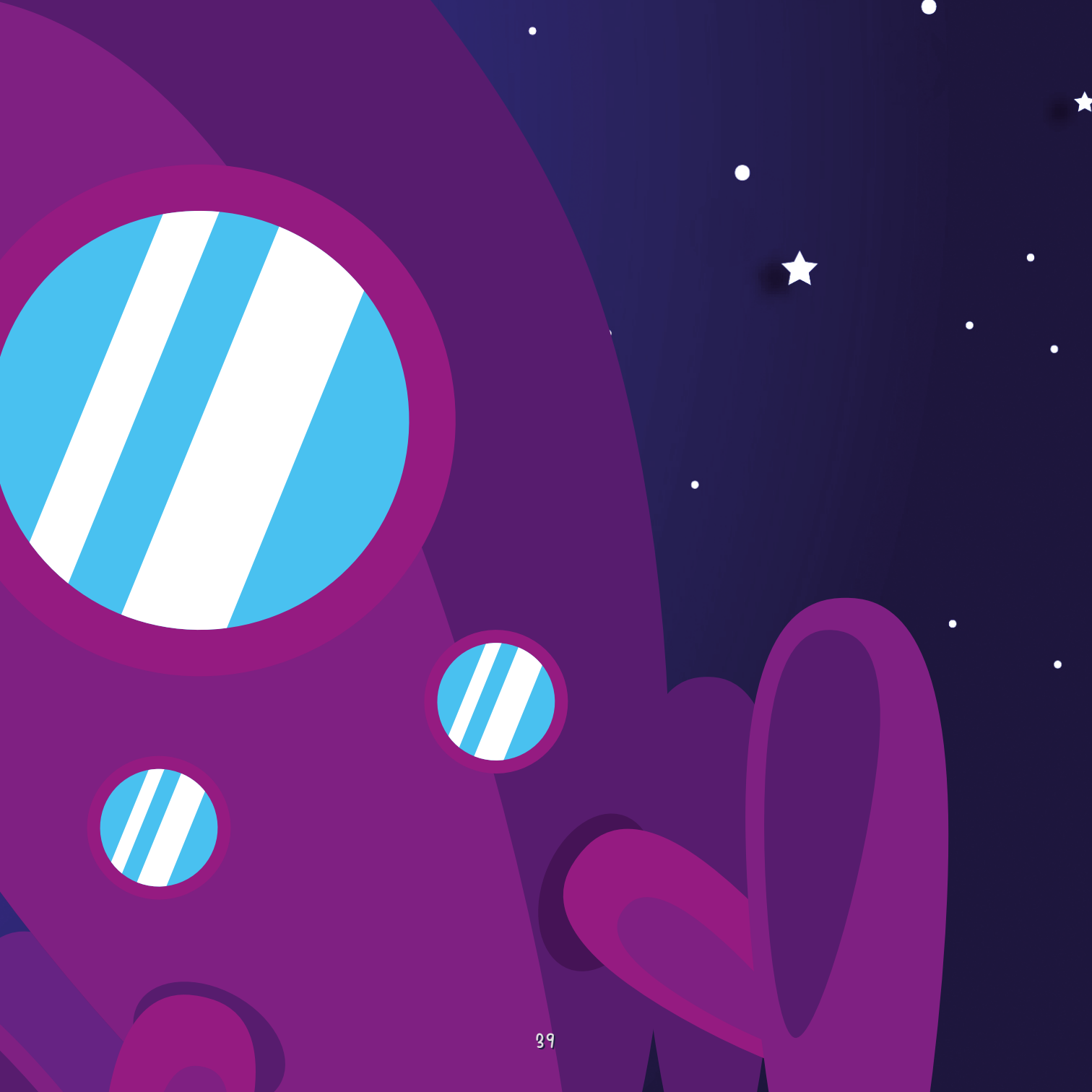
La geometría del grafito tiene varias láminas y son estructuras planas ¡Qué interesante!

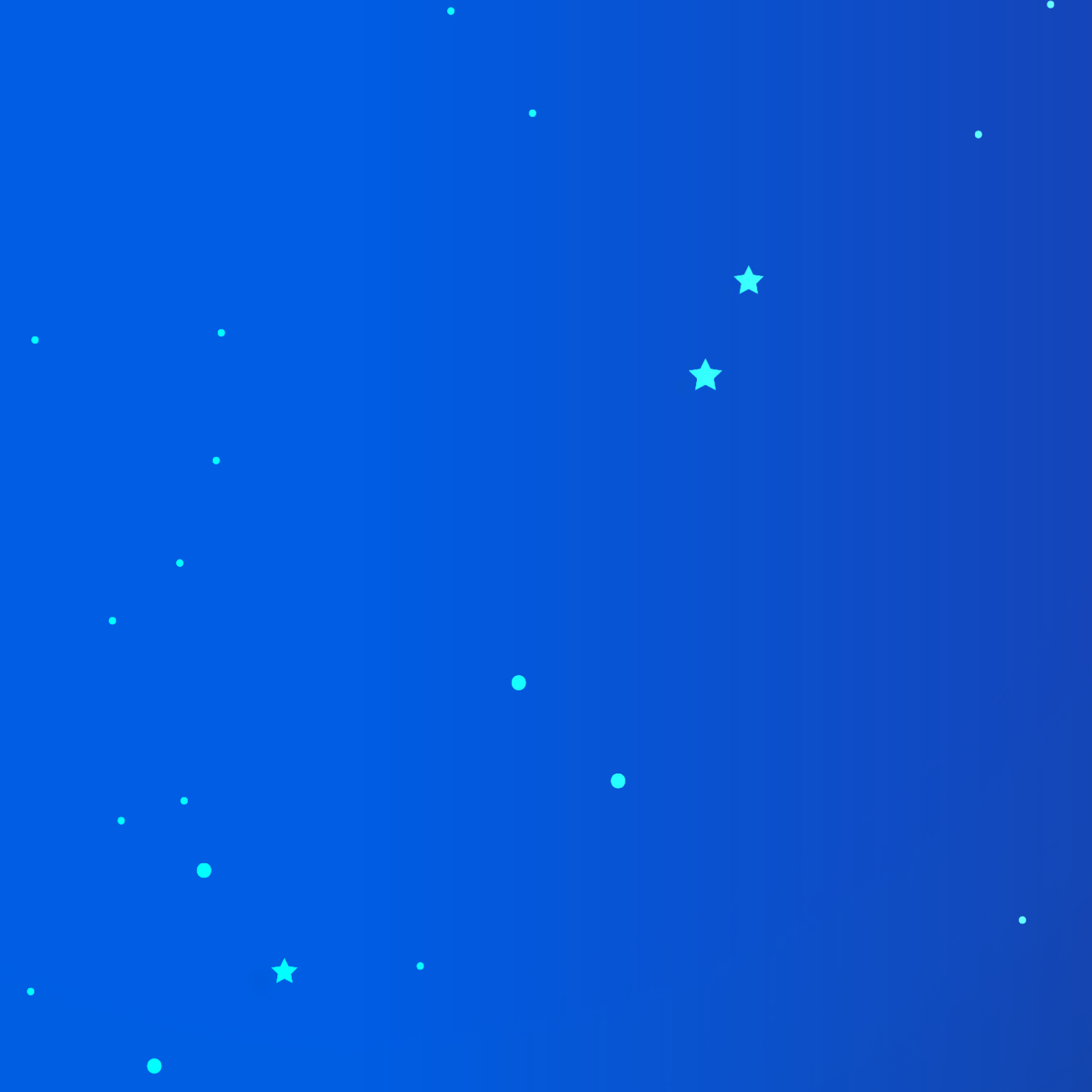


Novita, te
ves exhausta, necesitas
hidratarte.

Tranquilas, chicas, tenemos
muchas moléculas de agua, solo
hay que convertirlas al estado líquido.
¡Volemos rápido a la estación H₂O!







Estación 3

¿Hay agua en el universo?



En la Tierra, todo lo que nos rodea se encuentra en alguno de estos tres estados: sólido, líquido o gaseoso. El agua, por ejemplo, la podemos encontrar en estado sólido como nieve en las montañas o como grandes y milenarios glaciares, mientras que en ríos, lagos y océanos se nos presenta en estado líquido. El estado gaseoso, por su parte, lo observamos en las nubes donde también hay agua.

Para que el agua cambie de un estado a otro debemos romper sus uniones moleculares. Estas uniones se llaman puentes de hidrógeno.

Escanea con un celular el código QR y observa cómo se unen entre sí las moléculas de agua.



Representación simplificada del ciclo del agua



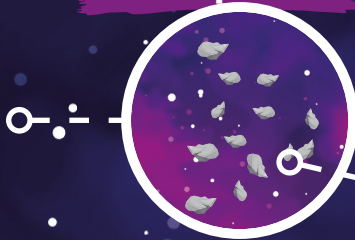
En la academia espacial
aprendí que hay regiones donde
las temperaturas son bajísimas y
pueden llegar hasta los -260°C .

¡Qué frío! Nunca
encontraremos agua
líquida en esas condiciones,
solo hielo.

Pero... el
hielo se derrite.

En el medio interestelar, como es tan frío, las moléculas de agua se congelan sobre la superficie de los pequeños granos de polvo estelar. A esos granos de polvo cubiertos por moléculas congeladas de agua los llamamos mantos de hielo.

**Granos
de polvo**



**AGUA EN
ESTADO SOLIDO**



**Polvo
estelar**

Si ese grano queda expuesto a procesos cósmicos (rayos cósmicos, vientos estelares) o se encuentra en una región donde hay mucha radiación ultravioleta, elevará su temperatura y pasará directo de un estado sólido al estado gaseoso, saltándose la fase líquida. Ese proceso se denomina sublimación.

Vientos

**Rayos
cósmicos**

**AGUA EN
FASE GASEOSA**

Sublimación

Radiación

Con tanto hablar de agua me
dieron ganas de ir al baño.





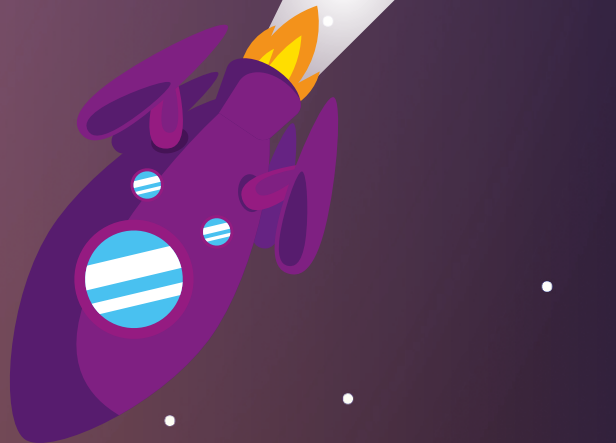
¿Están pensando lo mismo que yo?

No sé,
Novita, yo pienso en una de las
nubes moleculares más grandes de nuestra
galaxia. ¡Cóndor intergaláctico, llévanos a
la nebulosa Sagitario B2!



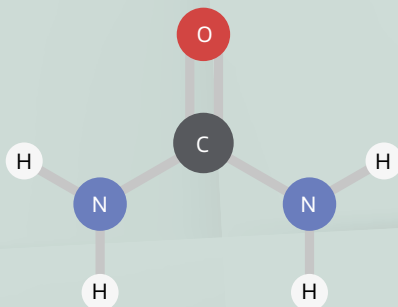
Estación 4

¿Orina alienígena en la nebulosa Sagitario B2?



La tripulación llega a la nebulosa de Sagitario B2 a 26 mil años luz de la Tierra aproximadamente.

En la nebulosa B2 existen varias moléculas orgánicas complejas que ya han sido detectadas por astroquímicos y astroquímicas. Una de ellas es la urea, compuesto químico formado por un átomo de carbono, un átomo de oxígeno, dos de nitrógeno y cuatro átomos de hidrógeno. Su fórmula es $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$.



Revisa este QR y observa cómo es la urea. Podrás contar sus átomos y su distribución en el espacio.





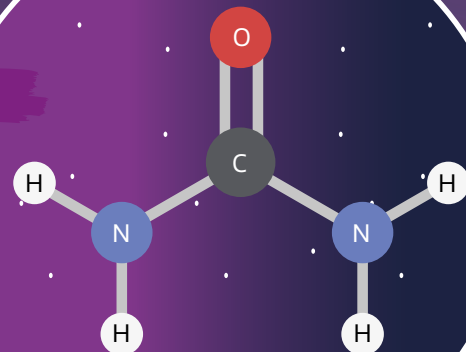
#Urea en la Tierra
En nuestro planeta la urea se encuentra en la orina y en el sudor. Nuestro cuerpo la produce principalmente cuando consumimos carnes, lácteos o legumbres.

¿Cómo la urea llegó tan lejos? Esta es una de las preguntas que se hicieron las y los científicos que detectaron señales de este compuesto en la nebulosa B2 utilizando el radiotelescopio ALMA, que se encuentra en el desierto de Atacama.

#ALMA

El radiotelescopio ALMA (por las iniciales de su nombre en inglés: Atacama Large Millimeter Array) está compuesto de 66 antenas de alta precisión y es, actualmente, el proyecto astronómico más grande del mundo. Está ubicado en el llano del cerro Chajnantor, al norte de Chile, a cinco mil metros de altura.

Urea



Junto a mi equipo
analizamos las señales de la urea,
pero aún nos queda explicar cómo llegó a
formarse esta molécula en condiciones extremas
de mucho frío y donde, además, hay muy
pocos átomos.

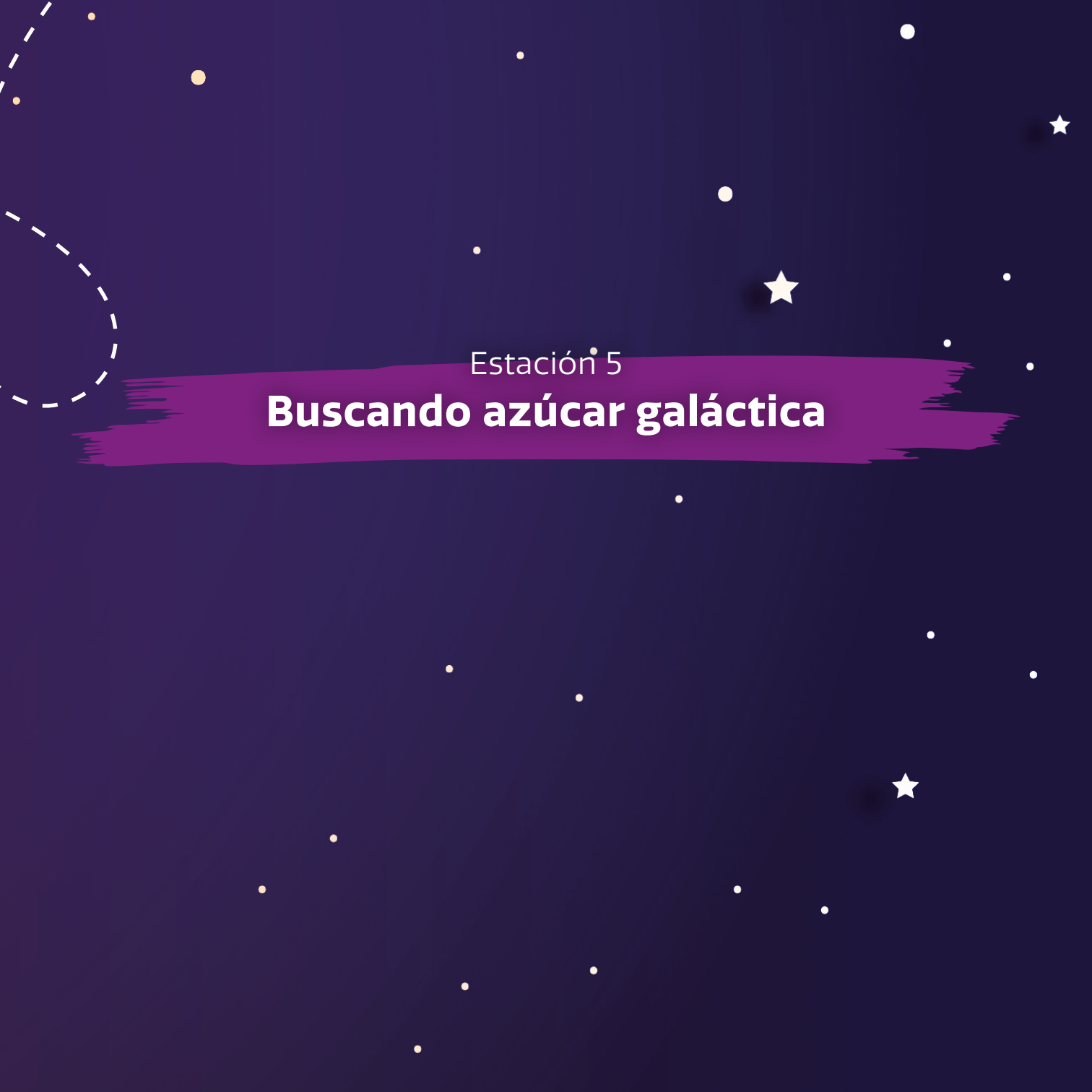
¿Acaso será pipí
de alien?



Novita, me encanta aprender,
pero... ¿no podríamos comer algo
mientras lo hacemos?

¡Claro que
sí, Benito! Yo quiero
unos dulces y conozco un
lugar perfecto para ir por
ellos.



The background is a dark purple night sky filled with various celestial elements. There are numerous small white dots representing distant stars. Several larger, five-pointed white stars are scattered across the field. In the upper left corner, there are two dashed white lines: one is a short segment, and the other is a larger arc. A horizontal, brush-stroke-like band of a lighter purple color stretches across the middle of the image, serving as a backdrop for the text.

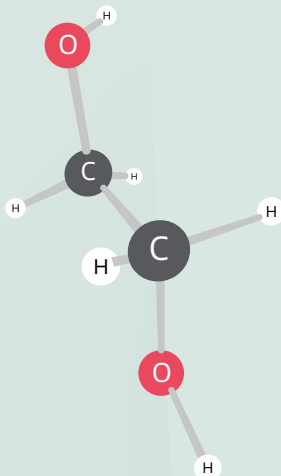
Estación 5

Buscando azúcar galáctica

Los aventureros se dirigen a la estrella
IRAS 16293-2422, ubicada a 400 años luz de la Tierra.

Observando la estrella IRAS 16293- 2422, gracias al uso del telescopio ALMA, los científicos y científicas encontraron en ella otra molécula orgánica compleja muy importante. Se trata del glicolaldehído, el miembro más simple de las moléculas que pertenecen a la familia de los azúcares, y que está compuesta de carbono, hidrógeno y oxígeno y tiene ocho átomos en total.

Recientemente también, analizando muestras de polvo obtenidas de dos tipos diferentes de meteoritos (el NWA 801 y el Murchison) se encontró otro tipo de azúcar esencial para la vida: el etilenglicol, una de las cinco moléculas más grandes descubiertas en el espacio.



Etilenglicol

Glicolaldehído

IRAS
16293- 2422
es una estrella rica en carbono,
que tiene una masa similar
a la del Sol.



Es importante resaltar que las cantidades de azúcar encontradas son muy pequeñas, es menos que una cucharadita de té, incluso menos que las moléculas en un solo grano de azúcar.

Son once partes por mil millones (ppm) en el meteorito NWA 801 y 180 ppm en Murchison, pero, aunque es casi ínfimo, abre un mar de conocimiento que nos remonta incluso a la pregunta por cómo se originó la vida.

#Murchison

En septiembre de 1969 cayó un meteorito en Australia, cerca de la ciudad de Murchison, Victoria. Este meteorito contenía una gran cantidad de moléculas orgánicas que han contribuido y abierto el debate en torno al origen extraterrestre de la vida.





El azúcar presente en la caña del azúcar se denomina glucosa, mientras que la molécula de azúcar que agregamos al té o al café se conoce como sacarosa y el azúcar de la leche se llama lactosa.

Químicamente todas estas moléculas se parecen al glicolaldehído, la especie detectada en la estrella IRAS.

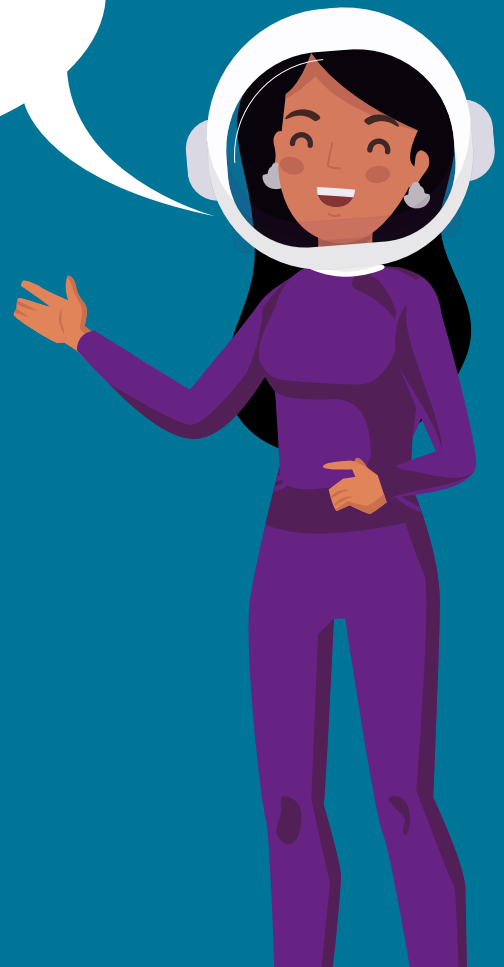
La glucosa es el azúcar más importante en el metabolismo humano. Esta proviene de los alimentos que consumimos y es la sangre la encargada de transportarla a todas las células del cuerpo para que sea usada como energía.



Escanea el
código QR y observa
cómo luce la glucosa y la
sacarosa.



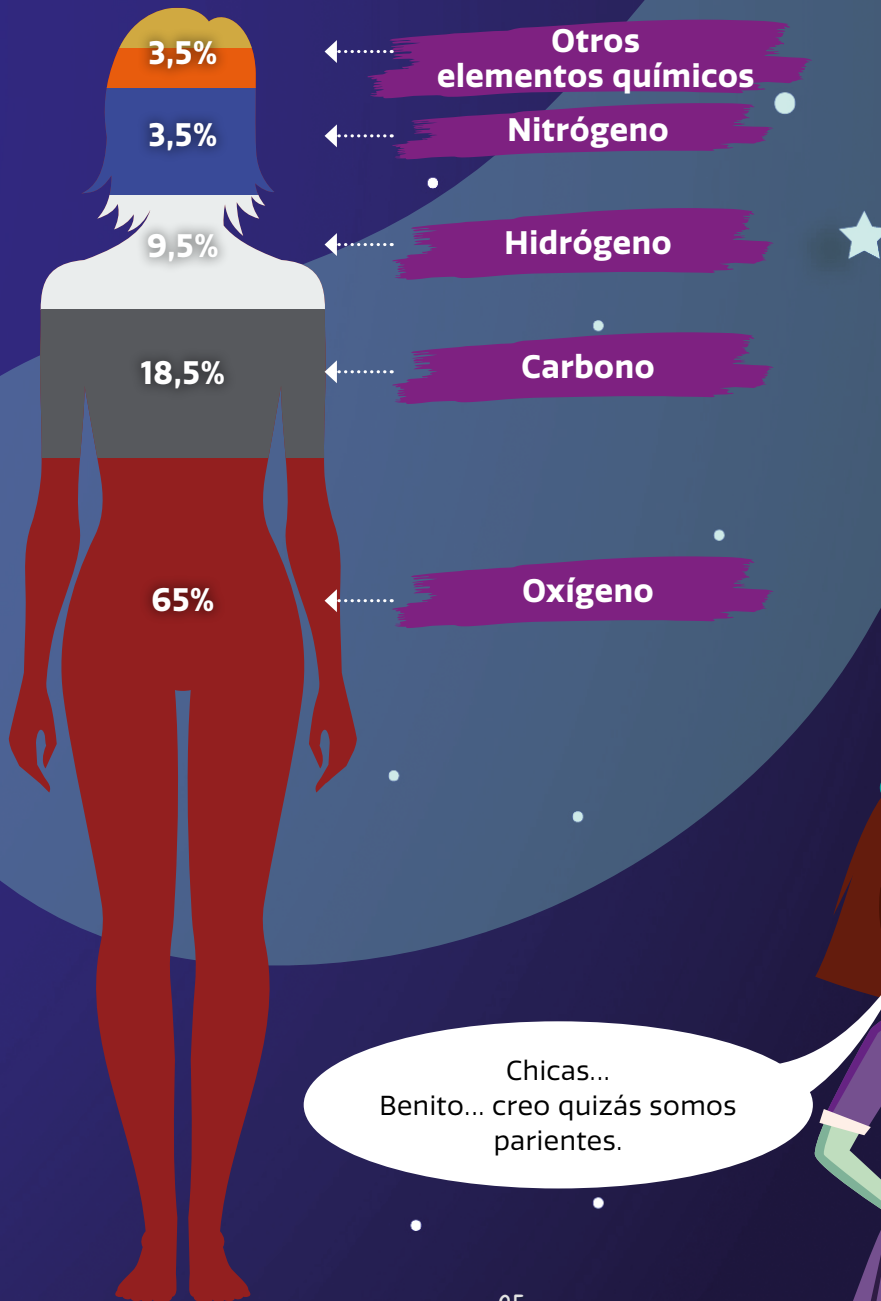
La ribosa también es una molécula de la familia de los azúcares y está formada por átomos de oxígeno (rojo), hidrógeno (blanco) y carbono (gris). Mira la molécula de ribosa en realidad aumentada



En nuestro cuerpo tenemos azúcares y son parte importante de nuestra composición. Estos azúcares tienen desde tres a siete átomos de carbono (por ejemplo, fructosa con seis carbonos o la eritrosa con cuatro carbonos).

Pero no estamos formados solo de azúcares. Tenemos muchos tipos de biomoléculas formados por las CHONPS que, como ya vimos, están presentes en todos los seres vivos que conocemos y eso nos incluye.





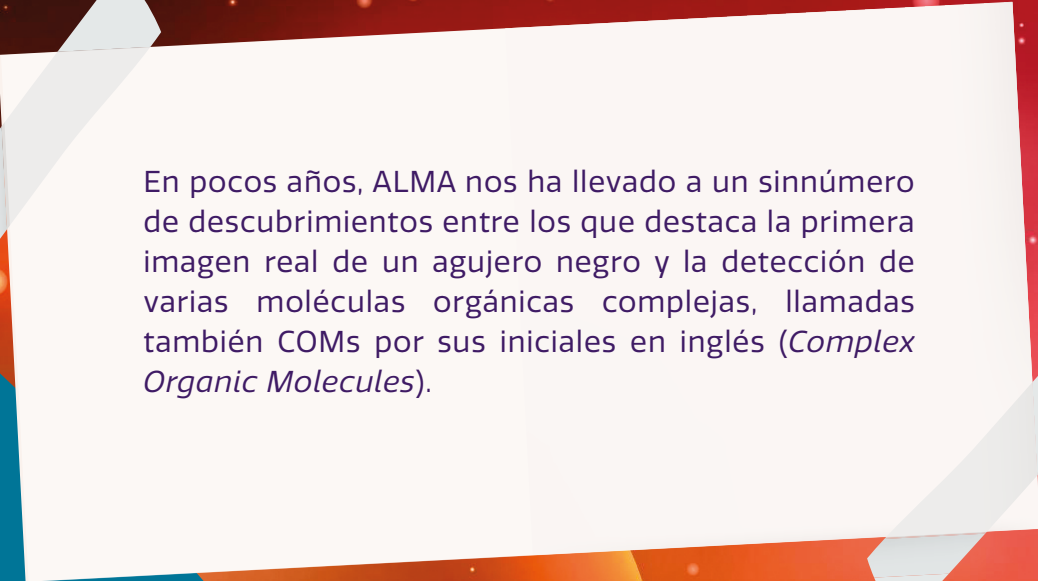
Chicas...
Benito... creo quizás somos
parientes.



Estación 6

¿Cómo se forman las biomoléculas?





En pocos años, ALMA nos ha llevado a un sinnúmero de descubrimientos entre los que destaca la primera imagen real de un agujero negro y la detección de varias moléculas orgánicas complejas, llamadas también COMs por sus iniciales en inglés (*Complex Organic Molecules*).



#Agujero negro

La primera fotografía de la sombra de un agujero negro fue posible gracias a Katie Bouman, una experta en ciencias de la computación quien, con tan solo 29 años, ayudó a crear el algoritmo con el que se creó la imagen del agujero.



Sin embargo, nuestro universo es muy frío
¿cómo se forman las moléculas complejas aquí?
Todo ocurre gracias al polvo estelar. Estos son pequeños
granitos que coexisten en el medio interestelar. Sobre su
superficie se adhieren átomos y moléculas simples que, al estar
expuestas a rayos cósmicos, reciben energía lo cual aumenta
su temperatura y provoca que estas especies reaccionen
entre sí formando las moléculas complejas o COMs.

Miremos en
realidad aumentada
cómo los átomos forman
moléculas sobre un grano de
polvo estelar. ¡Escanea el QR
usando un celular!



¿Cuánto mide el polvo estelar?



Grosor de cabello
50 a 70 μm
(micras de diámetro)



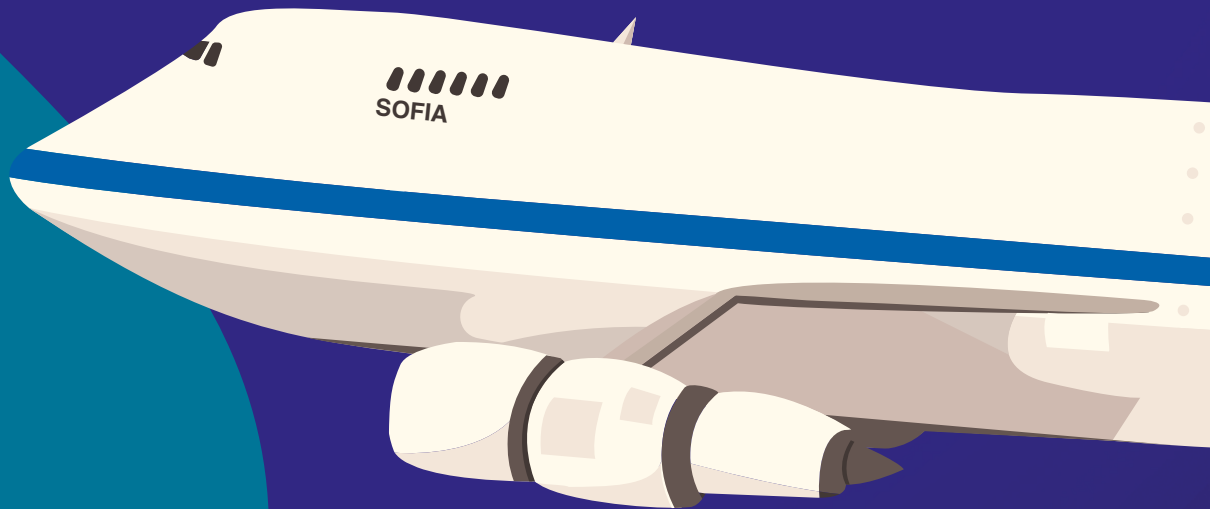
#Polvo estelar ampliado

El polvo estelar es cerca de un 1% de la materia entre las estrellas. El tamaño de un grano de polvo estelar es muy pequeño (0,0001 m), casi diez veces más pequeño que el diámetro de una de las fibras de un cabello.



El polvo estelar es esencial en la formación de moléculas y sin él muchas moléculas COMs no existirían.

Una vez que una nueva molécula se forma esta puede sublimarse -es decir, quedar en estado gaseoso- por miles de millones de años. Es en este estado gaseoso que pueden ser detectadas por diversos instrumentos astronómicos como ALMA, desde la Tierra, o desde el espacio a través de satélites como Hubble o el avión SOFIA.



#SOFIA

Es un proyecto desarrollado por la NASA en conjunto con el centro aeronáutico alemán y consiste en un avión modificado para llevar un telescopio de 2,70 metros de diámetro.

En cada vuelo a la estratósfera SOFIA puede recoger datos sin interferencias atmosféricas, algo imposible de lograr con los telescopios tradicionales ubicados en la Tierra.



Esperamos que las misiones a otros planetas nos permitan encontrar moléculas mucho más grandes y con una organización estructural más compleja. Sería maravilloso encontrar biomoléculas como los ácidos nucleicos ¿Lo intentamos? ¡Vamos por ellas!



Estación 7

Una pausa para buscar pistas extraterrestres

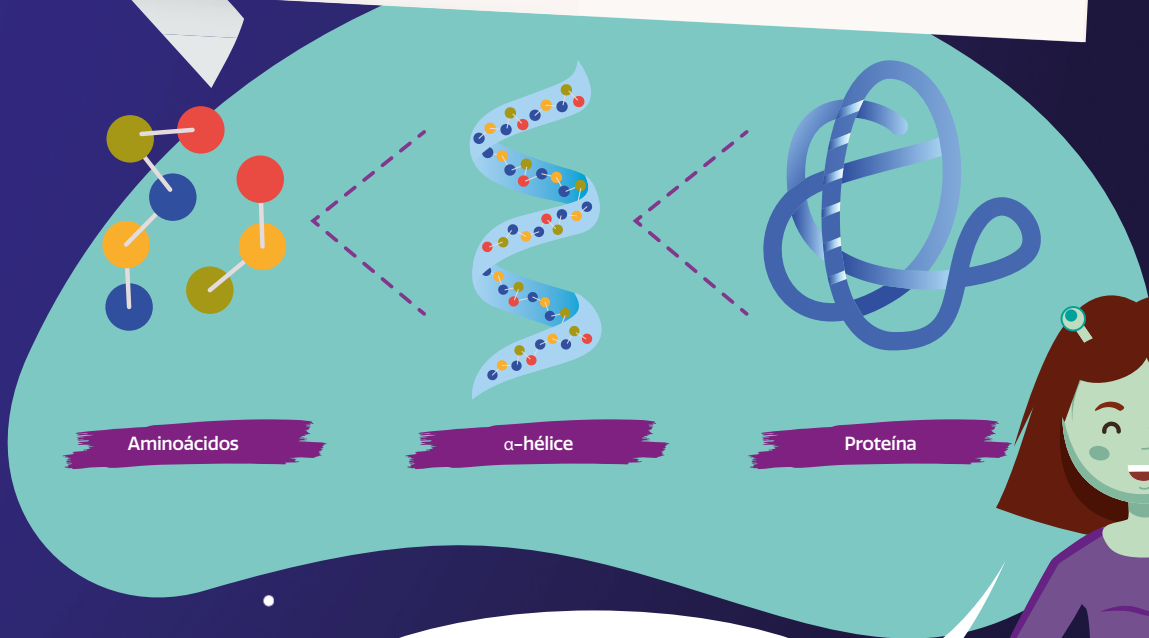
La tripulación se detiene a descansar, pero la Dra. Natu no quiere perder ningún segundo y sigue compartiendo más de sus conocimientos con Novita y Munata, que, junto a Benito, la escuchan atentamente.

Si hay moléculas esenciales para la vida en los lugares más increíbles ¿por qué no encontramos más seres vivos en el universo? La respuesta es que las moléculas son solo pequeñas pistas, mientras que las grandes señales son las biomoléculas, es decir, las moléculas constituyentes de los seres vivos.

Entre los tipos más importantes de biomoléculas están los azúcares, las proteínas y los ácidos nucleicos.



Las proteínas, por ejemplo, pueden estar formadas por 30 aminoácidos o miles de ellos. Estos se unen entre sí en una determinada secuencia y cada una de ellas genera una proteína diferente con una función específica. De este modo, dependiendo de su secuencia y conformación, nosotros y nosotras tenemos diferentes tipos de proteínas que nos permiten respirar, pensar, movernos y vivir.



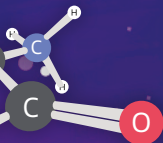
Las biomoléculas fueron fundamentales para que comenzara la vida en la Tierra hace más de cuatro mil millones de años.





Hasta ahora la evidencia indica que los elementos químicos y las diversas moléculas se encuentran esparcidos en el universo o lo que conocemos de él. Incluso, científicas y científicos han buscado en el medio interestelar el aminoácido más simple de todos: la glicina.

Lamentablemente, aún no se logra confirmar su detección. Hacerlo nos daría nueva información sobre el origen de la vida.



Escanea con un celular el código QR y mira la glicina. Si observas detenidamente verás que los átomos que la conforman tú ya los conoces: dos de oxígeno, cinco de hidrógeno, uno de nitrógeno y dos de carbono. ¡Recuerda fijarte en los colores!



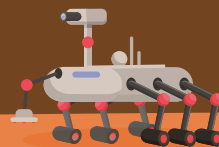
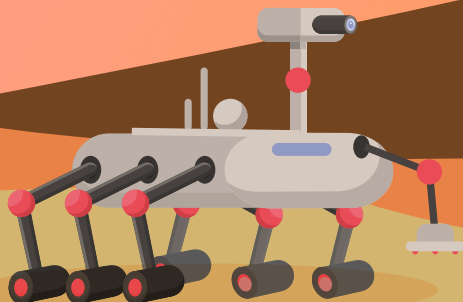
Actualmente, en Marte se están buscando pistas que nos ayuden a descifrar los misterios de nuestro origen utilizando dos pequeños astromóviles, los rovers Curiosity y Perseverance ¡Robots gemelos, pero con labores distintas! El Curiosity busca estudiar la evolución del clima marciano para determinar si Marte fue habitable en el pasado, mientras que el objetivo de Perseverance es encontrar las pruebas para afirmar que en algún momento existió vida en ese planeta.

En uno de los agujeros que hizo el Curiosity en la superficie de Marte se extrajo material sólido que luego fue mezclado con agua encontrándose moléculas orgánicas complejas. La presencia de estas moléculas en varias rocas hace suponer que Marte fue habitable y capaz de sostener vida. Este estudio ha sido liderado por la astrobióloga Maëva Millan del centro Goddard de la NASA.



El universo parece un rompecabezas infinito. Todo está perfectamente relacionado, pero no siempre sabemos cómo.

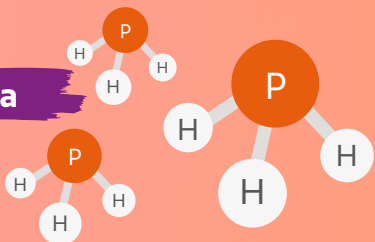
#Curiosity-Perseverance
Tanto el Curiosity como el Perseverance son vehículos de exploración espacial diseñados para moverse sobre la superficie de un objeto astronómico, en este caso el planeta Marte. Estos verdaderos laboratorios móviles envían datos a la Tierra fueron desarrollados y conducidos por la robotista espacial Vandani Varma.



Hace muy poco, en Venus se detectaron señales que podrían corresponder a fosfina (PH_3). Este hecho, se ha relacionado con la probable presencia de microorganismos que la puedan producir. En la Tierra la fosfina (PH_3) se encuentra en las entrañas de animales o en pantanos generando muy mal olor.



Fosfina

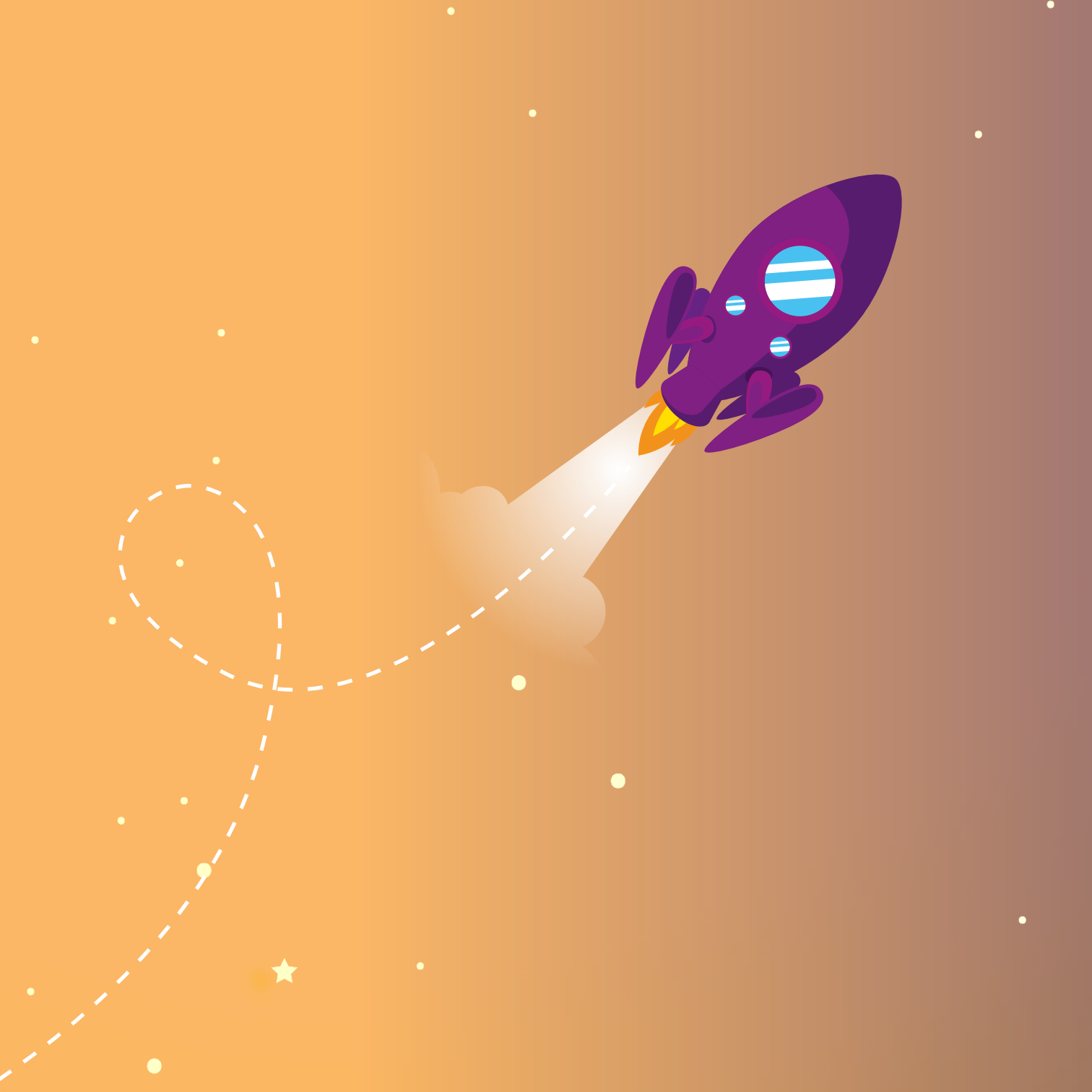


#Fosfina

La investigación que encontró la fosfina en Venus fue dirigida por la profesora Jane Greaves de la Universidad de Cardiff. Greaves descubrió la presencia de fosfina en la atmósfera de Venus al analizar el espectro de absorción e identificar una caída en su frecuencia, la cual solo podría ser causada por la fosfina.

De este modo, esta física británica no solo ha comenzado una de las primeras búsquedas plausibles de vida extraterrestre, sino que también ha puesto su nombre en el mapa como una mujer inspiradora en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. Actualmente sabemos que hubo un error en los datos y que estos se analizarán nuevamente. Sin embargo, no deja de sorprendernos.

¡La vida huele!



Estación 8

¿Somos alienígenas?

Como hemos aprendido ya, existen especies químicas (como la fosfina) que son generadas por algunos microorganismos. Otros organismos vivos producen biomoléculas, algunas tan dulces como el azúcar, pero, lo que es común en todos los organismos vivos que conocemos es que utilizan los ácidos nucleicos como material para el almacenamiento, traspaso y expresión de la información genética.



Existen de dos tipos de ácidos nucleicos: el ácido desoxirribonucleico (ADN) y el ácido ribonucleico (ARN). El ARN tiene cuatro bases nitrogenadas (guanina, citosina, adenina y uracilo) y el ADN también (guanina, citosina, adenina y timina).

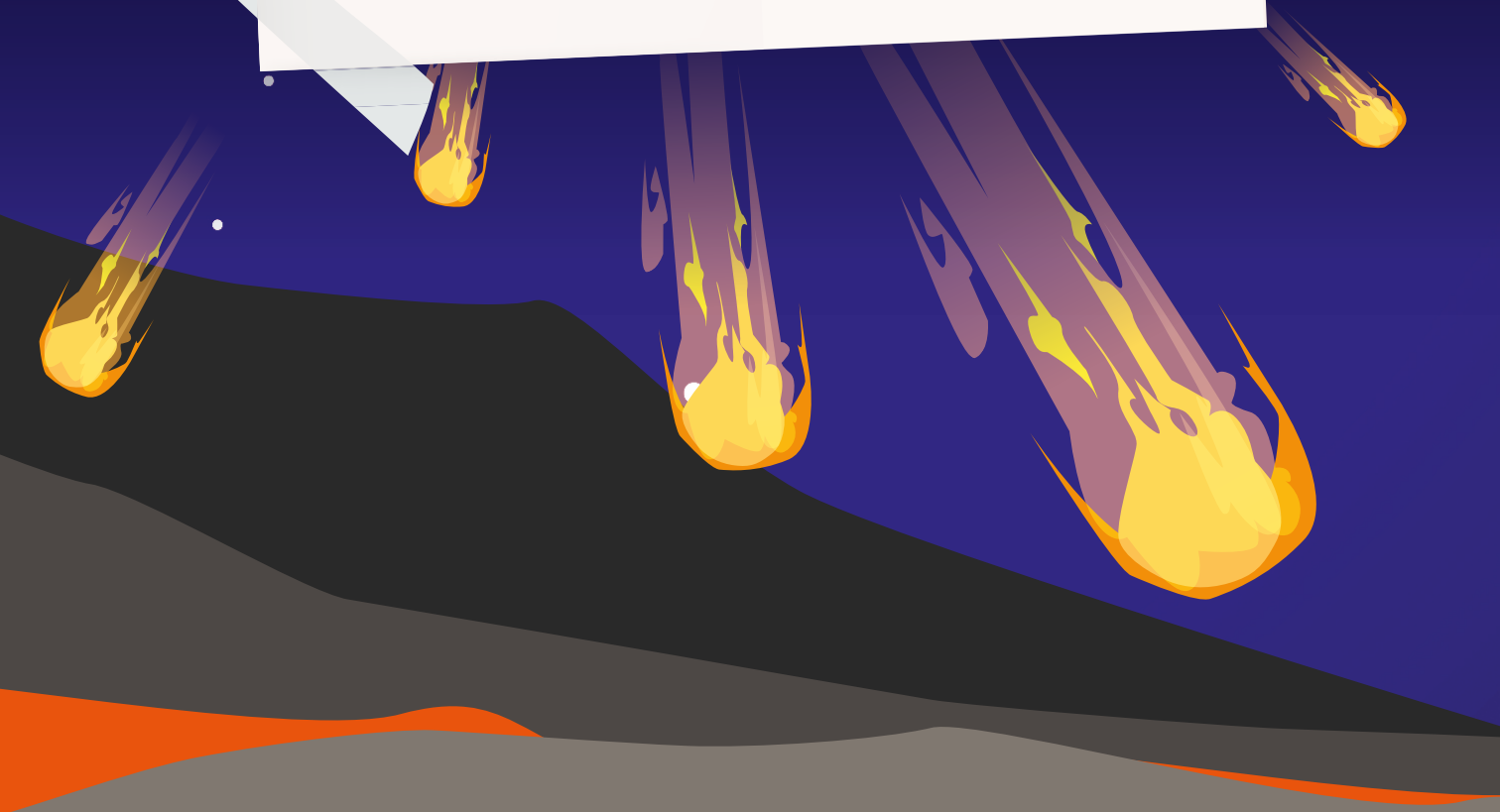
ADN

ARN

Escanea el código y
conoce con realidad aumentada
las cinco bases nitrogenadas del
ARN y ADN.



Diversas teorías postulan que especies químicas llegaron a la Tierra a través de intensos bombardeos de meteoritos cargados con química del universo (entre ellos azúcares, aminoácidos y bases nitrogenadas). Así, se formó una «sopa orgánica» que, con el paso del tiempo, fue generando estructuras cada vez más complejas. Esto, sumado a las maravillosas condiciones climáticas que se dieron en nuestro planeta, permitió dar paso a lo que hoy conocemos como vida.





La vida en mi planeta surgió de la misma forma.

¡Chicas! Frente a nosotras hay un meteorito donde detectamos moléculas de uracilo. ¿Si el uracilo es componente del ARN, saben qué significa este descubrimiento?

Que el material químico para la vida se encuentra repartido por todo el universo.

¡Sí, somos alienígenas!



Chocaremos
con el meteorito
¡¡¡VAMOS A MORIR!!!



San Pedro de Atacama, Chile, planeta Tierra.
Natu despierta de un largo y movido sueño...

¿Qué? ¡No! Estaba apunto de descubrir el origen de la vida en el universo, pero solo fue un sueño, aunque ¡Muy interesante!



¡Mamá, ya
es tarde!

Trabajas
mucho

¡Sí, Natu, te
ves muy, muy, muy
cansada.

Lo estoy niñas,
siento que recorrí miles de
años luz.

Guau,
guau

Bitácora de un viaje o un sueño

Por Natsu

Al conocer y estudiar la química del universo podemos acercarnos a cómo fue el origen de la vida hace unos cuatro mil millones de años. Hoy es posible decir que somos alienígenas en el sentido de que de todo lo que nos compone se ha formado en las estrellas.

Hemos aprendido que toda la materia, desde las ínfimas partículas subatómicas, pasando por elementos químicos como los CHONPS e incluso las moléculas orgánicas complejas, tienen un origen común: se formaron en el universo. De este modo, las moléculas que nos forman también están fuera de nuestro planeta, a miles de años luz.

Espero que niñas y niños se motiven a emprender viajes y aventuras en su imaginación. Si se inspiran con la evidencia científica estoy segura de que llegarán cada vez más lejos y no solo podrán aprender, sino también cuestionar e indagar sobre nuestro universo y toda la materia que nos rodea.

Yo empecé este viaje de niña, haciéndome preguntas, buscando respuestas y resolviendo misterios que las y los químicos aún no descubrían.

PD: Sigo pensando que Benito habla.



Agradecimientos

Quisiera agradecer a todas las y los estudiantes del colegio San José de la Familia de La Pintana, y del colegio Bernardo O'Higgins de Coquimbo, quienes participaron activamente en talleres de retroalimentación de contenidos de nuestro libro. Durante estas experiencias interactivas ellos disfrutaron de la realidad aumentada y compartieron sus dibujos sobre átomos y moléculas. Agradezco a las profesoras, Daniela Aránguiz, Claudia Budini y Marisol Wilson, por su invaluable apoyo y aportes.

Agradezco también a mis colegas y amig@s químic@s y astrónom@s por sus correcciones y aportes en este, el primer libro de astroquímica para niños y niñas.

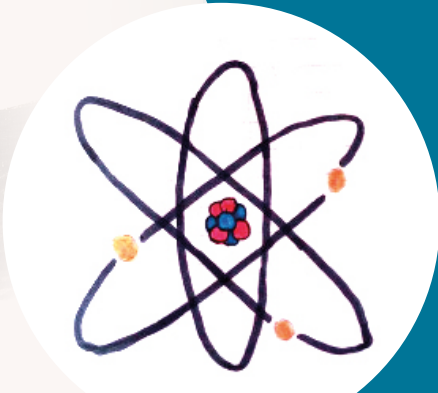
A Mirella, por llevar dibujos abstractos a ideas concretas, a Constanza, por sus aportes en el proceso de escritura y a quienes corrigieron voluntaria y anónimamente, infinitas gracias.

A la Universidad Autónoma de Chile y al vicerrector de Investigación y Doctorados Iván Suazo, por creer en el proyecto desde un comienzo y brindarme el apoyo en todo el desarrollo de este trabajo.

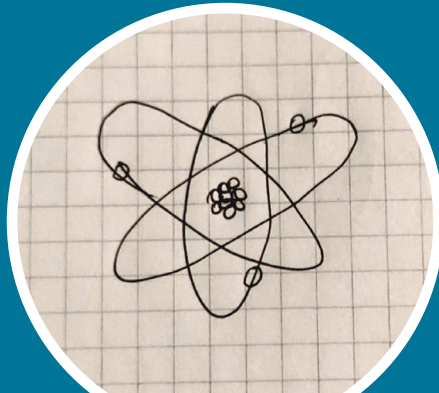
Agradezco al equipo de *¿Y si somos alienígenas?* que con esmero y poca experiencia desarrolló parte de lo que hoy está plasmado en el texto.

Y, por supuesto, al equipo del Centro de Comunicación de las Ciencias, por llevar a buen término este libro en tiempo récord.

Agradezco la paciencia de mis pequeñas, quienes inspiraron a Munata y Novita, y a Benjamín por su incondicional apoyo.



Florencia Ignacia Cifuentes



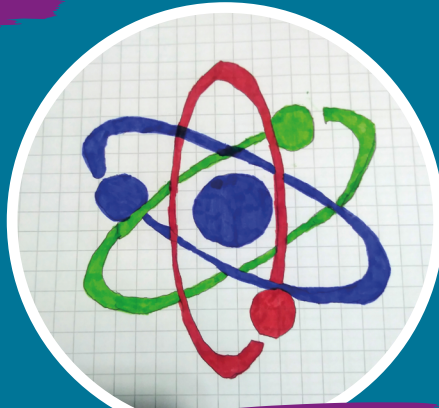
Gabriel Vicente Rojas Troncoso



Jaiko Devia Morales



Katherinne Huilipan



Mary Trini Curihuinca



Biografía

Natalia Inostroza Pino, doctora en Fisicoquímica Molecular y Astroquímica, nació en Santiago de Chile. Desde pequeña cultivó una gran curiosidad por la ciencia y desarrolló habilidades en la química, haciendo extracciones a las flores más coloridas de su jardín, que luego convertía en jugos.

Estudió en el Liceo Betzabé Hormazábal. Más tarde se licenció en Ciencias con mención en Química en la Universidad de Chile y luego se doctoró en Fisicoquímica Molecular en la Universidad Nacional Andrés Bello. Finalmente realizó un postdoctorado en el Centro de Investigación AMES de la NASA, en Estados Unidos, y en el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) en España.

En Chile creó el Núcleo de Astroquímica y Astrofísica (NAQAF) que pretende desarrollar un hito en la investigación científica nacional.



Natalia ha dedicado su vida a estudiar ciencias y con ello a aportar un grano de arena al desarrollo del país a través de la educación, la divulgación y la difusión de la ciencia para la comunidad, donde busca incentivar a niñas, niños y jóvenes a cumplir sus sueños. Una de sus motivaciones es despertarles el interés en las ciencias STEM y, por supuesto, disminuir las brechas de género en estas áreas.

En 2020 su historia protagonizó el cortometraje *Retribución y Desarrollo*, que obtuvo el primer lugar del jurado y también fue el favorito del público, en el Concurso Nacional de Videos de Mujeres Científicas.

En la actualidad se desempeña como académica de la Universidad Autónoma de Chile donde dirige el grupo NAQAF. En sus investigaciones utiliza herramientas de la mecánica cuántica para el modelamiento de especies y continúa con proyectos y colaboraciones con el Instituto Max Planck y la NASA, así como con otras instituciones de nivel mundial. Además, dicta clases a diversas carreras de pregrado en las áreas de fisicoquímica y pertenece al claustro del doctorado en Ciencias Aplicadas de la misma casa de estudios.

¿Y si somos alienígenas?

es un libro que te invita a un pequeño viaje por la química del universo. Cada capítulo será una aventura donde conocerás cómo, a partir del estudio de átomos y moléculas, se ha logrado responder a grandes preguntas de la humanidad, mientras se sigue en búsqueda de respuestas sobre el origen de la vida.



MÁS UNIVERSIDAD