

La editorial agradece el apoyo  
de la Dutch Foundation for Literature.

Nederlands  
letterenfonds  
dutch foundation  
for literature

Todos los derechos reservados.

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública  
o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización  
de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO  
(Centro Español de Derechos Reprográficos, [www.cedro.org](http://www.cedro.org))  
si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.

Título original: *Palmen op de Noordpool*

© 2018 text Marc ter Horst

© 2018 illustrations Wendy Panders

Originally published under the title *Palmen op Noordpool*

by Uitgeverij J. H. Gottmer / H. J. W. Becht bv, Haarlem, The Netherlands;

a division of Gottmer Uitgeversgroep BV

© De la traducción, Gonzalo Fernández Gomez

Diseño de la colección: Gloria Gauger

© Ediciones Siruela, S. A., 2019

c/ Almagro 25, ppal. dcha.

28010 Madrid. Tel.: + 34 91 355 57 20

Fax: + 34 91 355 22 01

[www.siruela.com](http://www.siruela.com)

ISBN: 978-84-17860-93-6

Depósito legal: M-30.711-2019

Impreso en Unigraf

*Printed and made in Spain*

Papel 100% procedente de bosques bien gestionados  
de acuerdo con criterios de sostenibilidad

# Palmeras <sup>en el</sup> Polo Norte

TODO LO QUE NECESITAS SABER  
SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO



Traducción del neerlandés de  
Gonzalo Fernández Gómez

**Siruela**

Las Tres Edades **Nos Gusta Saber**

POLO NORTE



OCEANO PACIFICO

Shishmaref

Alaska

CANADA

AMERICA DEL NORTE

Los Angeles

MEXICO

Nueva York

Golfo de México

COSTA RICA

AMERICA DEL SUR

Amazonia

BRASIL

BOLIVIA

CHILE

HAWAI



ANTARTIDA



OCEANO ANTARTICO



OCEANO ARTICO

POLO NORTE

Spitsbergen

ISLANDIA

NORUEGA SUECIA

Róterdam

Alpes

ESPAÑA

Mar Mediterráneo

EUROPA

TURQUIA

ARABIA SAUDÍ

ETIOPÍA

Kilimanjaro

TANZANIA

MOZAMBIQUE

ISLAS MALDIVAS



OCEANO ANTARTICO



ISLANDIA

NORUEGA SUECIA

Róterdam

Alpes

ESPAÑA

Mar Mediterráneo

EUROPA

TURQUIA

ARABIA SAUDÍ

ETIOPÍA

Kilimanjaro

TANZANIA

MOZAMBIQUE

ISLAS MALDIVAS



OCEANO ANTARTICO



ISLANDIA

NORUEGA SUECIA

Róterdam

Alpes

ESPAÑA

Mar Mediterráneo

EUROPA

TURQUIA

ARABIA SAUDÍ

ETIOPÍA

Kilimanjaro

TANZANIA

MOZAMBIQUE

ISLAS MALDIVAS



OCEANO ANTARTICO



ISLANDIA

NORUEGA SUECIA

Róterdam

Alpes

ESPAÑA

Mar Mediterráneo

EUROPA

TURQUIA

ARABIA SAUDÍ

ETIOPÍA

Kilimanjaro

TANZANIA

MOZAMBIQUE

ISLAS MALDIVAS



OCEANO ANTARTICO



ISLANDIA

NORUEGA SUECIA

Róterdam

Alpes

ESPAÑA

Mar Mediterráneo

EUROPA

TURQUIA

ARABIA SAUDÍ

ETIOPÍA

Kilimanjaro

TANZANIA

MOZAMBIQUE

ISLAS MALDIVAS



OCEANO ANTARTICO



ISLANDIA

NORUEGA SUECIA

Róterdam

Alpes

ESPAÑA

Mar Mediterráneo

EUROPA

TURQUIA

ARABIA SAUDÍ

ETIOPÍA

Kilimanjaro

TANZANIA

MOZAMBIQUE

ISLAS MALDIVAS



OCEANO ANTARTICO



ISLANDIA

NORUEGA SUECIA

Róterdam

Alpes

ESPAÑA

Mar Mediterráneo

EUROPA

TURQUIA

ARABIA SAUDÍ

ETIOPÍA

Kilimanjaro

TANZANIA

MOZAMBIQUE

ISLAS MALDIVAS



OCEANO ANTARTICO



ISLANDIA

NORUEGA SUECIA

Róterdam

Alpes

ESPAÑA

Mar Mediterráneo

EUROPA

TURQUIA

ARABIA SAUDÍ

ETIOPÍA

Kilimanjaro

TANZANIA

MOZAMBIQUE

ISLAS MALDIVAS



OCEANO ANTARTICO



ISLANDIA

NORUEGA SUECIA

Róterdam

Alpes

ESPAÑA

Mar Mediterráneo

EUROPA

TURQUIA

ARABIA SAUDÍ

ETIOPÍA

Kilimanjaro

TANZANIA

MOZAMBIQUE

ISLAS MALDIVAS



OCEANO ANTARTICO



ISLANDIA

NORUEGA SUECIA

Róterdam

Alpes

ESPAÑA

Mar Mediterráneo

EUROPA

TURQUIA

ARABIA SAUDÍ

ETIOPÍA

Kilimanjaro

TANZANIA

MOZAMBIQUE

ISLAS MALDIVAS



OCEANO ANTARTICO



ISLANDIA

NORUEGA SUECIA

Róterdam

Alpes

ESPAÑA

Mar Mediterráneo

EUROPA

TURQUIA

ARABIA SAUDÍ

ETIOPÍA

Kilimanjaro

TANZANIA

MOZAMBIQUE

ISLAS MALDIVAS



OCEANO ANTARTICO



ISLANDIA

NORUEGA SUECIA

Róterdam

Alpes

ESPAÑA

Mar Mediterráneo

EUROPA

TURQUIA

ARABIA SAUDÍ

ETIOPÍA

Kilimanjaro

TANZANIA

MOZAMBIQUE

ISLAS MALDIVAS



OCEANO ANTARTICO



ISLANDIA

NORUEGA SUECIA

Róterdam

Alpes

ESPAÑA

Mar Mediterráneo

EUROPA

TURQUIA

ARABIA SAUDÍ

ETIOPÍA

Kilimanjaro

TANZANIA

MOZAMBIQUE

ISLAS MALDIVAS



OCEANO ANTARTICO



ISLANDIA

NORUEGA SUECIA

Róterdam

Alpes

ESPAÑA

Mar Mediterráneo

EUROPA

TURQUIA

ARABIA SAUDÍ

ETIOPÍA

Kilimanjaro

TANZANIA

MOZAMBIQUE

ISLAS MALDIVAS



OCEANO ANTARTICO



ISLANDIA

NORUEGA SUECIA

Róterdam

Alpes

ESPAÑA

Mar Mediterráneo

EUROPA

TURQUIA

ARABIA SAUDÍ

ETIOPÍA

Kilimanjaro

TANZANIA

MOZAMBIQUE

ISLAS MALDIVAS



OCEANO ANTARTICO



ISLANDIA

NORUEGA SUECIA

Róterdam

Alpes

ESPAÑA

Mar Mediterráneo

EUROPA

TURQUIA

ARABIA SAUDÍ

ETIOPÍA

Kilimanjaro

TANZANIA

MOZAMBIQUE

ISLAS MALDIVAS



OCEANO ANTARTICO



ISLANDIA

NORUEGA SUECIA

Róterdam

Alpes

ESPAÑA

Mar Mediterráneo

EUROPA

TURQUIA

ARABIA SAUDÍ

ETIOPÍA

Kilimanjaro

Antes de empezar convendría que leyeras esto 9

## 1 Bolas de nieve y volcanes

TODO SOBRE LA PREHISTORIA DEL CLIMA

- Nuestro viejo y querido planeta 12
- Los primeros dos mil millones de años 14
- El efecto bola de nieve 16
- ¡Viva el carbono! 18
- ¿Por qué desaparecieron los dinosaurios? 20
- El mar también se tira pedos 22



## 3 Burbujas y anillos de crecimiento

CÓMO SE INVESTIGA EL CAMBIO CLIMÁTICO

- Hora de ponerse a investigar 42
- Bloques erráticos 44
- Los descubridores del efecto invernadero 46
- La respiración del planeta 48
- El palo de *hockey* 50
- Cápsulas del tiempo congeladas 52
- La huella dactilar del CO<sub>2</sub> 54

## 5 Deshielo y olas de calor

TODO SOBRE LAS CONSECUENCIAS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

- Confusión climática 76
- Un grado más 78
- El deshielo 80
- Las cosas del agua 82
- Ríos en el mar 84
- Océanos ácidos 86
- Fenómenos atmosféricos extremos 88
- La pescadilla que se muerde la cola 90
- Puntos de inflexión 92



## 2 Lenguas de hielo y mamuts

COSAS SOBRE LAS GLACIACIONES Y MÁS

- Bienvenido a la edad de hielo 26
- El fondo del mar de Bering 28
- El fondo del mar del Coral 30
- El fondo del mar del Norte 32
- Invierno en verano 34
- Los ingredientes de una glaciación 36
- Ceniza volcánica y manchas solares 38



## 4 Chimeneas y pedos de vaca

TODO SOBRE LAS CAUSAS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

- Madera 58
- La máquina de vapor 60
- Plantas aplastadas 62
- Animales marinos aplastados 64
- Avalancha de nacimientos 66
- Chimeneas 68
- Tubos de escape 70
- Los eructos de las vacas 72



## 6 Catástrofes naturales y otras desgracias

TODO SOBRE LAS CONSECUENCIAS DE LAS CONSECUENCIAS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

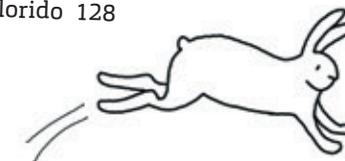
- Buenas noticias 96
- Islas con los días contados 98
- Ciudades amenazadas 100
- Queremos agua 102
- Los caprichos del monzón 104
- Garrapatas, mosquitos y polen 106
- Tormentas y olas de calor 108
- Comida para todo el mundo 110
- La lucha por el agua 112



## 7 Liebres silbadoras y calamares

LAS CONSECUENCIAS PARA LA NATURALEZA

- En busca de la liebre silbadora 116
- El detector de abejas 118
- Más allá del oso polar 120
- Kit de supervivencia 122
- El último sapo dorado 124
- Invasión de insectos 126
- Coral descolorido 128



## 8 Hidrógeno y hamburguesas de insectos

MEDIDAS CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO

- Esto es lo que sabemos hasta ahora 132
- Listos para el futuro 134
- Hazlo tú mismo 136
- La huella de carbono de la comida 138
- Freidoras volantes 140
- Coches a pilas 142



## 9 Agua, sol y viento

TODO SOBRE LA ENERGÍA DEL FUTURO

- Queridos carbón, gas natural y petróleo 146
- Candidato 1: el sol 148
- Candidato 2: el viento 150
- Candidato 3: el agua 152
- Candidato 4: la biomasa 154
- Candidato 5: la energía geotérmica 156
- Candidato 6: la energía nuclear 158
- Y el ganador es... 160



## 10 Tú dices que no, yo digo que sí

LA MATRACA DEL DEBATE SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO

- El oso Bogus 164
- No es para tanto 166
- Nosotros no tenemos la culpa 168
- Ya ha habido otros problemas similares 170
- Ya lo arreglará la tecnología 172
- Los aviones vuelan de todas formas 174
- No sirve de nada 176

Bingo climático 178  
Agradecimientos 180  
Índice temático 181

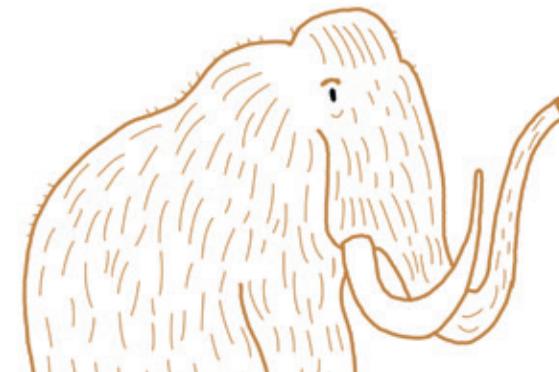
## Antes de empezar convendría que leyeras esto

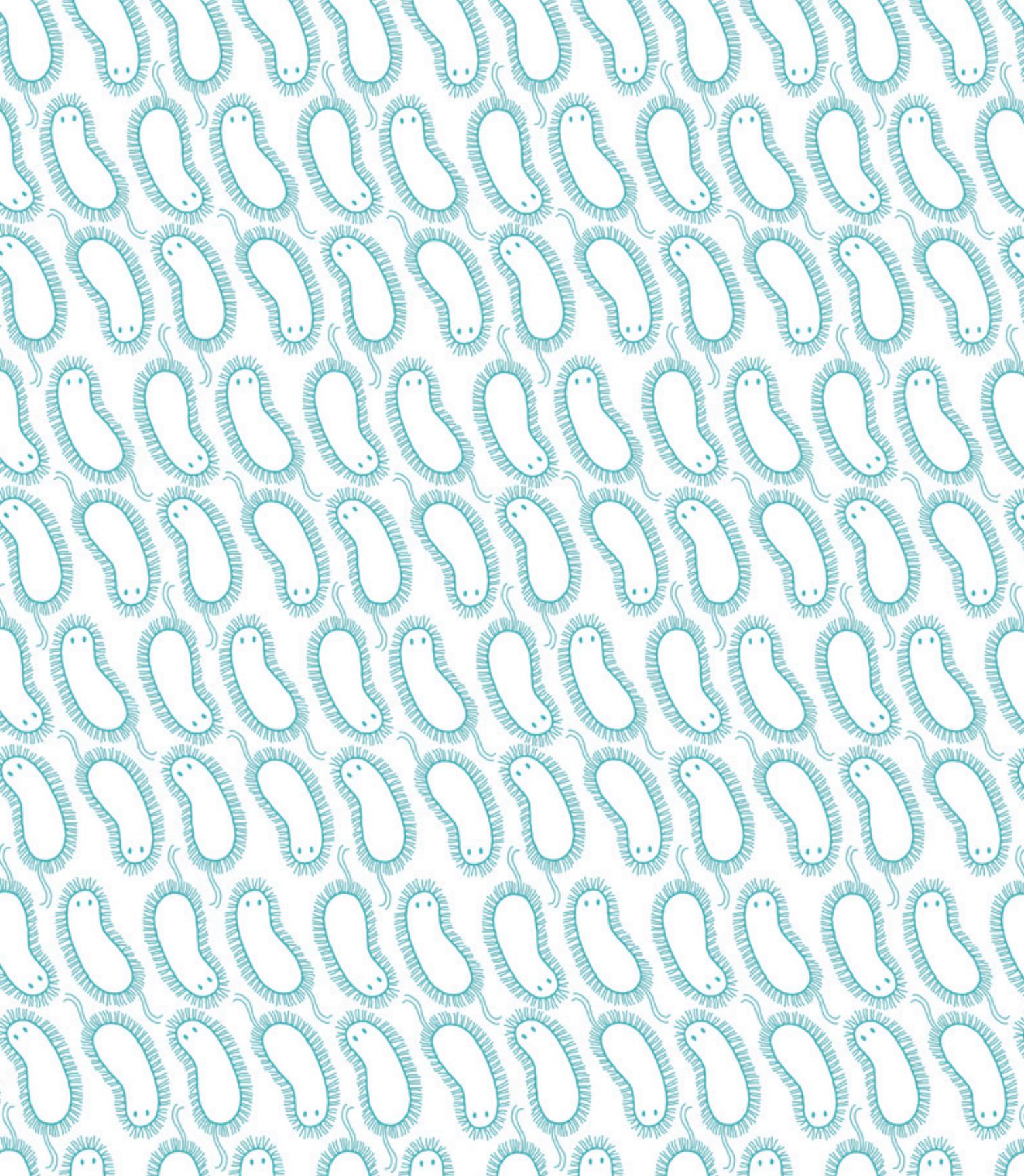
Hace mucho, mucho tiempo, había palmeras en el Polo Norte. ¿Te imaginas? El árbol tropical por excelencia en un lugar donde ahora no hay más que hielo y nieve. Y lo más curioso es que en un futuro podría volver a ocurrir, porque el clima cambia continuamente. Durante las glaciaciones, por ejemplo, hacía mucho más frío que ahora, y en la era de los dinosaurios, mucho más calor.

Pero en las últimas décadas el clima está cambiando más rápido de la cuenta. Por eso oyes hablar tanto de cambio climático. Todo el mundo parece tener una opinión al respecto, a pesar de la complejidad de un tema en el que intervienen cuestiones de física, química, geología, biología, meteorología... ¿Cómo podemos llegar a entender algo tan difícil unos aficionados como tú y yo? Porque, como es natural, todos queremos saber qué está pasando con los osos polares y por qué hay tantos huracanes y tantas inundaciones.

Por eso, durante unos años, me he dedicado a recopilar toda la información posible y he consultado todas las fuentes a mi disposición: internet, periódicos, libros, televisión y expertos en la materia. Luego lo he ordenado todo y lo he traducido a un lenguaje que tú y yo podamos entender o que, al menos, nos permita hacernos una idea. Y si hay algo que no entiendes, no te preocupes. Haz un esfuerzo y sigue leyendo, ya verás como al final lo entiendes todo.

Lo que vas a aprender aquí es que el cambio climático es mucho más que osos polares en peligro de extinción y coches contaminantes. De hecho, esas cosas tardan bastante en aparecer en el libro. Primero tenemos que hablar de volcanes, mamuts y científicos muertos de frío. Cuando hayamos visto todo eso, podemos empezar a hablar del cambio climático actual. ¿Qué cosas van a cambiar? ¿A quién van a afectar? ¿Dónde, cómo, por qué? ¿Es verdad que está cambiando el clima? ¿Y vas a poder seguir duchándote con agua caliente todos los días?





## 1 • Bolas de nieve y volcanes

En este capítulo voy a contarte... que la historia de la Tierra ha dado muchas vueltas • cómo se produjeron las primeras lluvias • cómo es posible que la Tierra se convirtiera en una bola de nieve gigante • qué bichos terroríficos correteaban entre las primeras plantas • por qué se extinguieron los dinosaurios • por qué se produjo una enorme ola de calor cuando el mar empezó a tirarse pedos.

En resumen: todo sobre la prehistoria del clima.

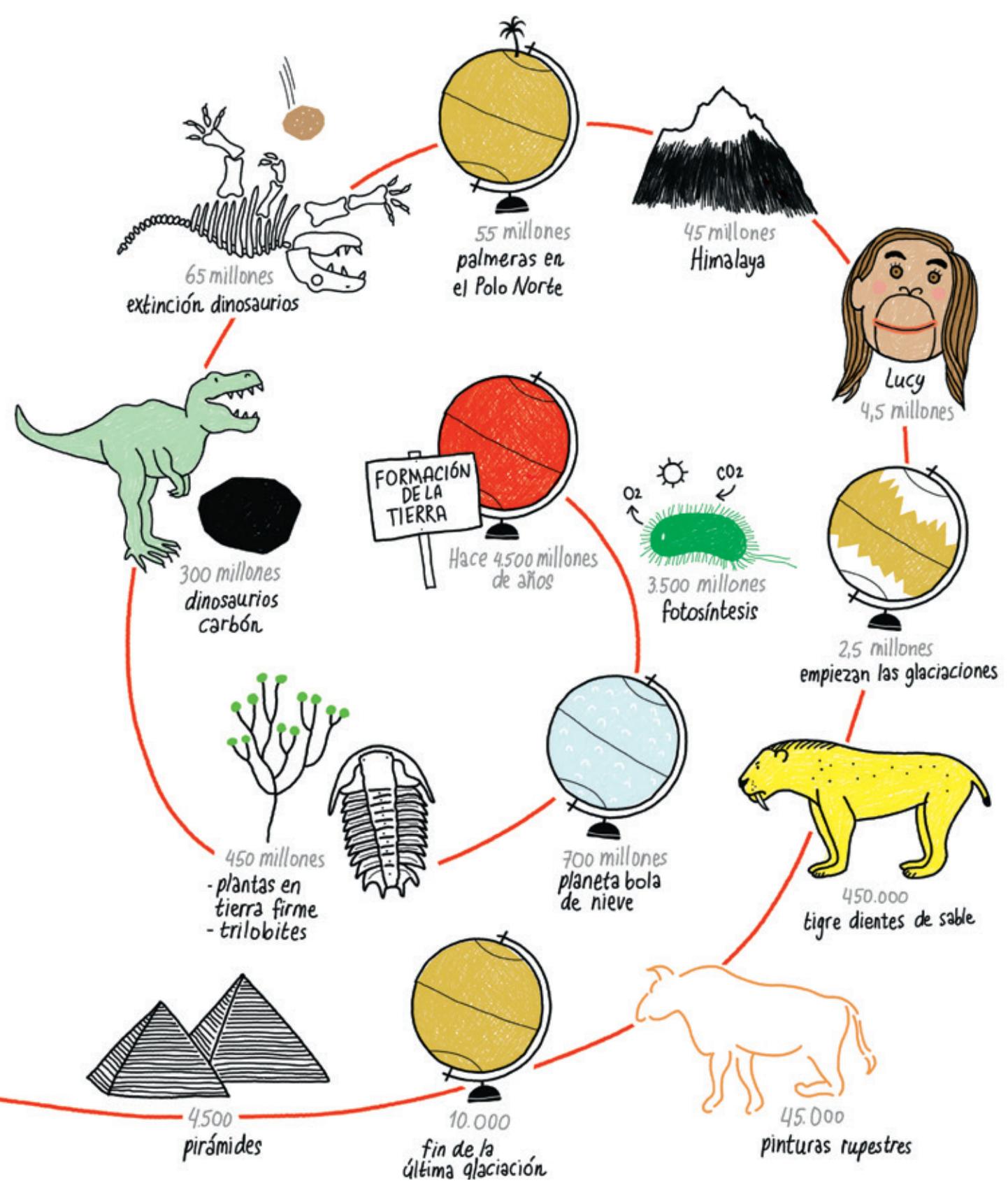
# Nuestro viejo y querido planeta

A lo mejor piensas que tus padres son muy mayores y que las pirámides de Egipto son muy viejas. Por no hablar de los dinosaurios que hay en los museos de ciencias naturales. Pero eso no es nada comparado con la Tierra. Nuestro planeta se formó hace más de 4.500 millones de años, lo cual quiere decir que es 10 veces más viejo que los primeros trilobites que habitaron el mar; 100 veces más viejo que la cordillera del Himalaya; 1.000 veces más viejo que Lucy, uno de los primeros homínidos; 10.000 veces más viejo que el tigre dientes de sable; 100.000 veces más viejo que las primeras pinturas rupestres; 1.000.000 de veces más viejo que las pirámides de Egipto; 10.000.000 de veces más viejo que la *Mona Lisa*; y aproximadamente 100.000.000 de veces más viejo que tus padres. ¡Eso sí que es viejo!

Seguro que tus padres han cambiado mucho durante los últimos años y apenas los reconoces en sus fotos de cuando eran niños. A través de los siglos, las pirámides de Egipto también se han erosionado considerablemente. De algunas no queda casi nada. El tigre dientes de sable se extinguió hace mucho tiempo, y los trilobites ni te cuento.

Lo que quiero decir con todo esto es que la Tierra no ha sido siempre como tú la conoces. A lo largo de muchos millones de años, ha ido evolucionando. Hace 100 millones de años, América y Europa estaban juntas. Por aquella época, India era una isla y Australia aún no se había desprendido de la Antártida. En todo ese tiempo se han formado y han vuelto a desaparecer infinidad de cordilleras. Durante muchos siglos, la Tierra estuvo completamente cubierta de lava y luego se convirtió en una enorme bola de nieve. El nivel del mar ha sido a veces más alto que ahora, y otras veces mucho más bajo.

Y la atmósfera, la capa de aire que envuelve el planeta, tampoco ha sido siempre igual. Hubo un tiempo en que había mucho más oxígeno que ahora, pero también otro en el que no había oxígeno en absoluto. Por eso, antes de meternos en materia, es importante saber que nuestro planeta cambia continuamente. Los continentes, el mar, la atmósfera... todo cambia. Y, por lo tanto, el clima también.

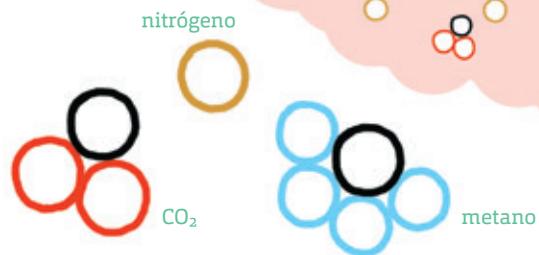
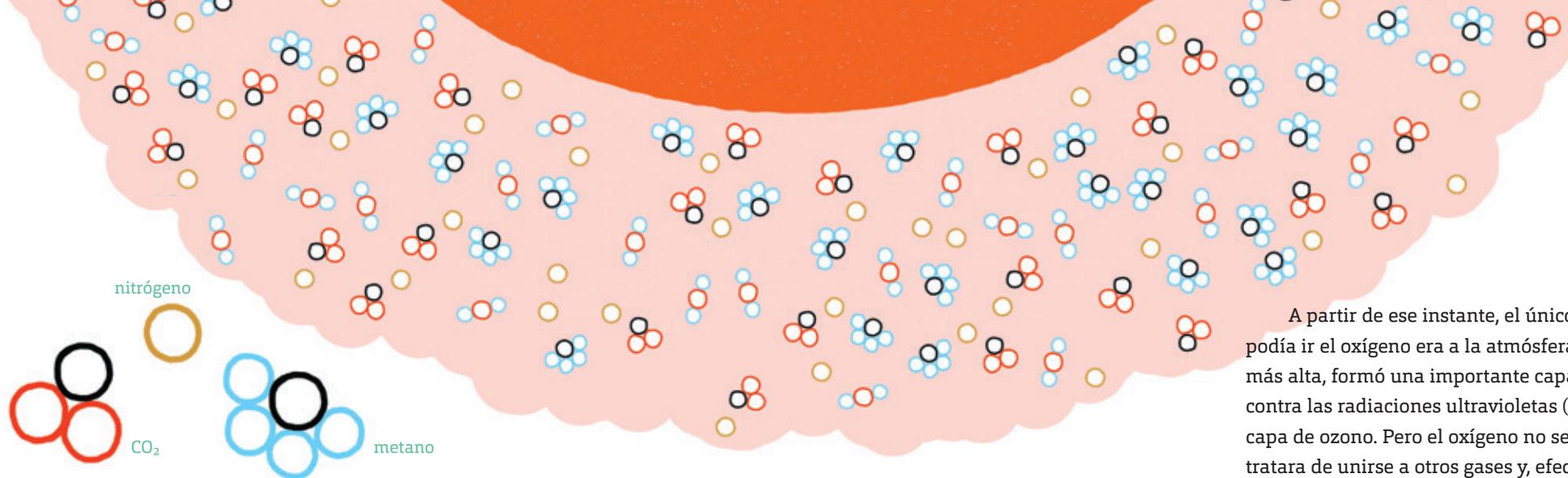


## Los primeros dos mil millones de años

Cuando la Tierra acababa de formarse, hacía un calor de mil demonios. Y aunque todavía no había termómetros ni noticias del tiempo, sabemos que se alcanzaban temperaturas de 2.000 grados. Hacía tantísimo calor que la capa exterior del planeta estaba fundida como el queso de una *pizza* en el horno. La Tierra era una enorme bola de lava.

En torno a la Tierra se formó una fina capa de aire, la atmósfera. Pero en esa atmósfera prehistórica aún no había oxígeno, el delicioso gas que inhalas hasta mil veces en una hora. Lo que había era nitrógeno, metano y dióxido de carbono. Este último gas tiene mucho protagonismo en la vida de nuestro planeta y, como su nombre es tan largo, para ahorrar saliva lo llamamos  $\text{CO}_2$ , como los químicos. Pronunciado *ce-o-dos*.

El metano y el  $\text{CO}_2$  retienen muy bien el calor, y por eso estaba tan caliente la superficie del planeta. La atmósfera funcionaba como un invernadero, ya sabes, esas construcciones de cristal o plástico para el cultivo de plantas. El cristal deja entrar la luz del sol y retiene el calor dentro durante mucho tiempo. El efecto invernadero, por tanto, hace que el planeta



esté bien calentito. Pero claro, a nadie le gusta vivir en un horno.

De modo que, como puedes ver, nuestro planeta no era especialmente acogedor durante sus primeros años de existencia: temperaturas de miles de grados, volcanes en erupción por todas partes, un mar de lava asfixiante y una atmósfera de gases venenosos e irrespirables. Pero lo peor estaba aún por llegar. Porque, poco después, la Tierra sufrió un bombardeo de meteoritos. Durante cientos de millones de años estuvieron cayendo sin parar desde el espacio enormes rocas y bloques de hielo. El hielo se derretía y se evaporaba al instante, y todo ese vapor de agua



—agua en forma de gas— se fue acumulando en la atmósfera. Ahora mismo, aunque no lo veas, en el aire que te rodea también hay vapor de agua.

A causa del agua, la temperatura en la superficie de la Tierra descendió hasta los 200 grados aproximadamente, que sigue siendo mucho calor, pero nada comparado con los miles de grados de antes. En muchos sitios, las capas de lava se empezaron a solidificar, y la lava sólida no es otra cosa que pura roca. Así fue como se formó la corteza

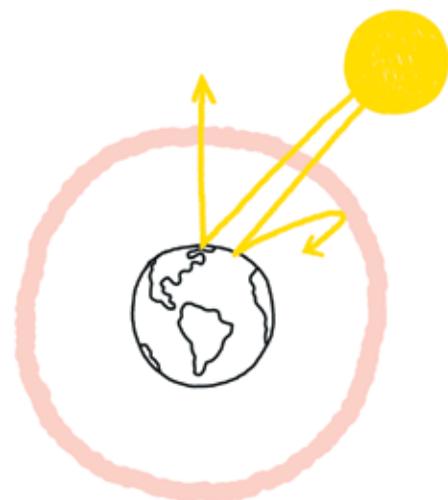
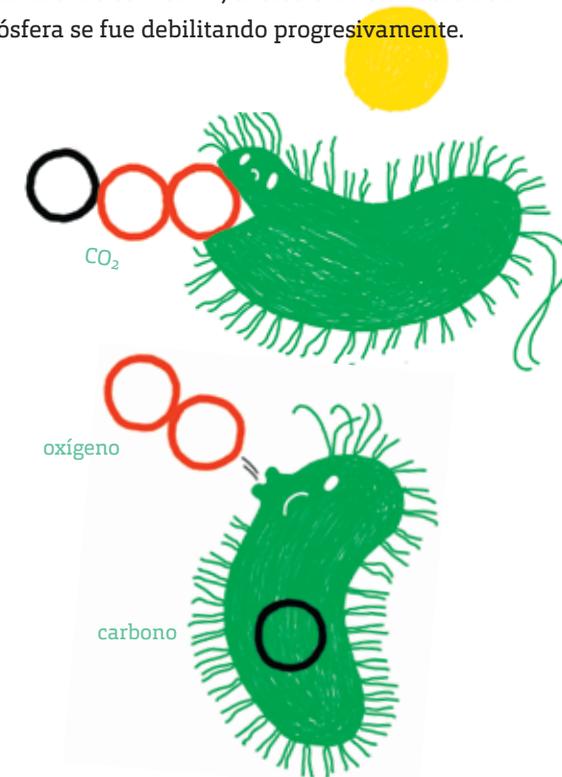
terrestre sobre la cual vivimos. El hielo de los meteoritos seguía derriéndose, pero ya no todo se evaporaba, de modo que el agua en estado líquido fue llenando los océanos y el vapor de agua acumulado en la atmósfera empezó a precipitarse de vez en cuando en forma de lluvia. Las primeras lluvias.

Pero entonces, ¿no había nada de oxígeno en la Tierra? Sí, sí había, pero estaba metido en el agua y las rocas. El oxígeno es un gas muy entrometido y tiene la costumbre de intentar unirse a todo lo que encuentra en su camino. Cuando se junta con el hidrógeno, forma agua. Con el hierro y el agua produce óxido, y en combinación con el metano forma agua y  $\text{CO}_2$ .

Por suerte, en un momento determinado aparecieron en el planeta bacterias que transformaban el  $\text{CO}_2$  en oxígeno. Ese proceso se llama fotosíntesis. Con ayuda de la luz del sol y el agua, las bacterias empezaron a separar los elementos del  $\text{CO}_2$ , obteniendo así carbono (C) y oxígeno ( $\text{O}_2$ ). El carbono lo retenían, porque era el elemento que necesitaban para desarrollar sus minúsculos cuerpos, y el oxígeno que expulsaban se ponía a buscar nuevos amigos a los que unirse. Al principio se unía al hierro y otros metales, pero llegó un momento en que los metales se saturaron de tanto oxígeno y ya no tenían sitio para más.

A partir de ese instante, el único lugar al que podía ir el oxígeno era a la atmósfera. Allí, en la zona más alta, formó una importante capa protectora contra las radiaciones ultravioletas (UV) del sol: la capa de ozono. Pero el oxígeno no sería oxígeno si no tratara de unirse a otros gases y, efectivamente, en la atmósfera empezó a perseguir al metano, del cual había cantidades industriales. De la reacción entre el oxígeno y el metano se produce  $\text{CO}_2$ , que tiene el inconveniente de producir un efecto invernadero, aunque mucho menos que el metano.

De modo que el oxígeno utilizaba el metano para producir  $\text{CO}_2$  y las bacterias, a continuación, extraían el carbono del  $\text{CO}_2$  y echaban el oxígeno otra vez al aire. De esa forma, el efecto invernadero de la atmósfera se fue debilitando progresivamente.



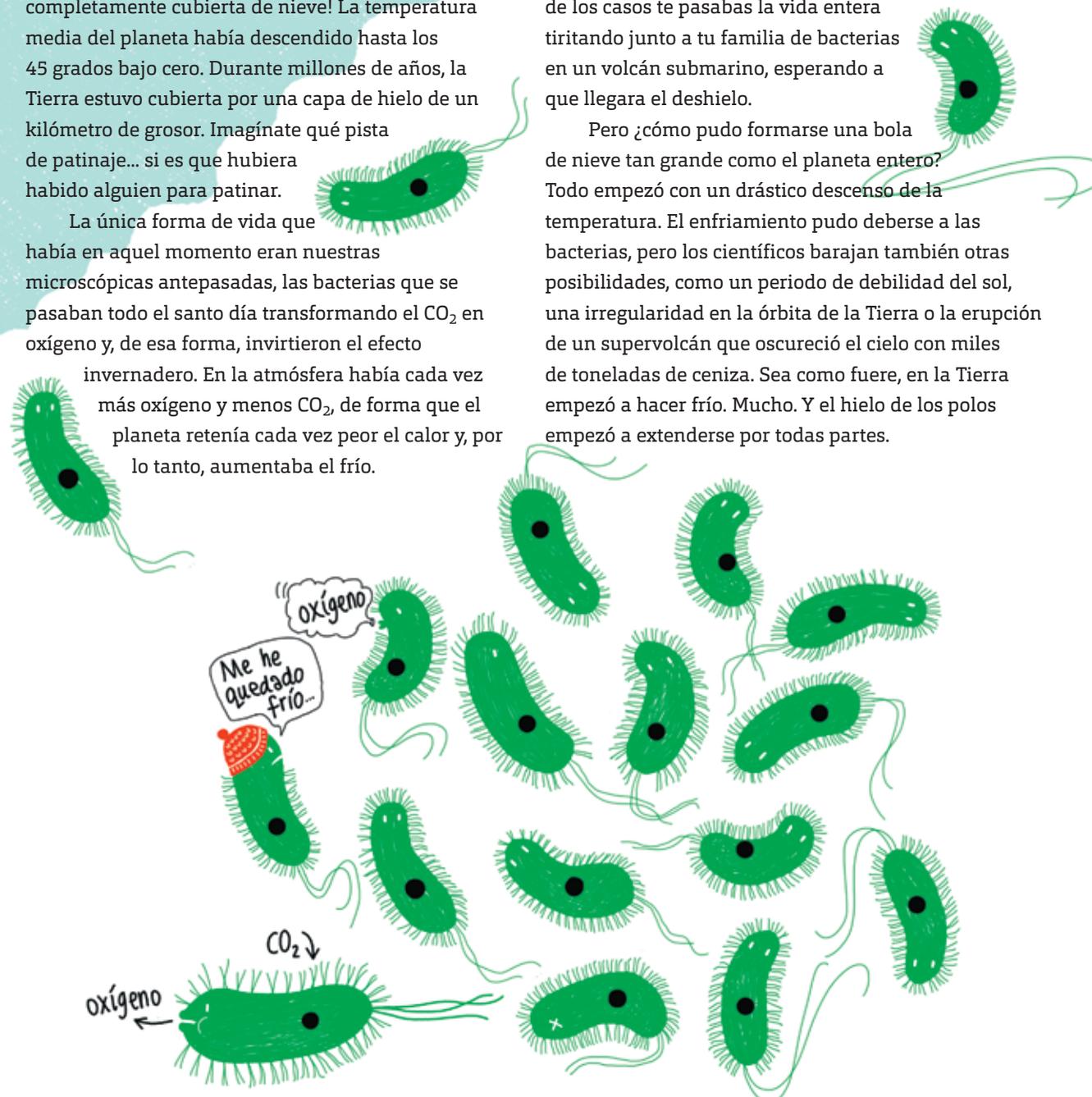
# El efecto bola de nieve

Hace aproximadamente 700 millones de años se formó la bola de nieve más grande del mundo. Era tan grande como la Tierra, porque... ¡era la Tierra completamente cubierta de nieve! La temperatura media del planeta había descendido hasta los 45 grados bajo cero. Durante millones de años, la Tierra estuvo cubierta por una capa de hielo de un kilómetro de grosor. Imagínate qué pista de patinaje... si es que hubiera habido alguien para patinar.

La única forma de vida que había en aquel momento eran nuestras microscópicas antepasadas, las bacterias que se pasaban todo el santo día transformando el CO<sub>2</sub> en oxígeno y, de esa forma, invirtieron el efecto invernadero. En la atmósfera había cada vez más oxígeno y menos CO<sub>2</sub>, de forma que el planeta retenía cada vez peor el calor y, por lo tanto, aumentaba el frío.

Con ello, las bacterias se buscaron un problema. Porque no creas que es fácil sobrevivir en un planeta que es como un congelador gigante. En el mejor de los casos te pasabas la vida entera tiritando junto a tu familia de bacterias en un volcán submarino, esperando a que llegara el deshielo.

Pero ¿cómo pudo formarse una bola de nieve tan grande como el planeta entero? Todo empezó con un drástico descenso de la temperatura. El enfriamiento pudo deberse a las bacterias, pero los científicos barajan también otras posibilidades, como un periodo de debilidad del sol, una irregularidad en la órbita de la Tierra o la erupción de un supervolcán que oscureció el cielo con miles de toneladas de ceniza. Sea como fuere, en la Tierra empezó a hacer frío. Mucho. Y el hielo de los polos empezó a extenderse por todas partes.



El hielo es blanco y refleja la luz del sol mejor que la tierra o el agua, de modo que, a medida que aumentaba la superficie de hielo, se perdía más calor en el espacio y el planeta estaba más frío. Como consecuencia de ello, la superficie de hielo seguía creciendo y reflejaba cada vez más luz solar. El color blanco del hielo reforzaba la tendencia climática: cuanto más frío hacía, más hielo había y más bajaban las temperaturas.

Los mares de todo el mundo se congelaron y todo quedó cubierto por una gruesa capa de hielo y nieve, incluso el ecuador, aunque algunos científicos dicen que allí como mucho había una papilla de nieve y el hielo se derretía fácilmente.

Durante millones de años, la Tierra estuvo viajando por el espacio transformada en una enorme bola blanca. La mayor parte de las bacterias perdieron la batalla contra el frío; solo sobrevivieron aquellas que se encontraban en el entorno de los volcanes, donde la temperatura era un poco más soportable. Lo más probable es que el deshielo se pusiera en marcha también a causa de los volcanes. El interior de la Tierra seguía siendo una masa de lava incandescente. Debajo del hielo había una enorme fragua y la lava encontraba cada vez más vías hacia la superficie del planeta. Pero lo que causó el deshielo no fue el calor, sino el metano y el CO<sub>2</sub> que los volcanes lanzaron a la atmósfera, gases con los que se reforzó de nuevo el efecto invernadero. La luz solar que reflejaba el hielo ya no se perdía tan fácilmente en el espacio y el hielo empezó a derretirse en cada vez más lugares. El blanco del hielo y la nieve dio paso a colores más oscuros que retienen mejor el calor. La temperatura volvió a subir y la bola de nieve se derritió en poco tiempo.

