



Este libro es el fruto de un esfuerzo conjunto desde la dirección de comunicaciones de l Instituto Milenio Centro de Regulación del Genoma (CRG), un proyecto financiado por la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID) y su fondo Proyección al Medio Externo (PME). Cada pregunta en sus páginas proviene de la curiosidad y la inquietud de niños escolares de San Pedro de Atacama, y cada respuesta fue elaborada cuidadosamente por un investigador de nuestro centro, especialista en su área, buscando dar respuestas comprensibles a los más pequeños y futuros científicos.

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a nuestro director, Miguel Allende, por su continuo apoyo y confianza; a Juliana Vianna, nuestra directora alterna, y a todos los investigadores del CRG por su compromiso y dedicación. Agradecemos, asimismo, a los y las estudiantes del CRG, quienes siempre están ahí para colaborar y aportar. Nuestro reconocimiento especial a Florencio, Víctor y Lorena, por el invaluable soporte administrativo que nos han brindado.

Milena Murillo

Directora de Comunicaciones IM-CRG

# Prólogo

En el árido Desierto de Atacama, donde las montañas de sal brillan bajo el sol y las estrellas parecen al alcance de la mano, se esconde un mundo lleno de misterios esperando ser descubierto. Este libro recoge las preguntas curiosas de niños y niñas, representados aquí por Ame y sus amigos, inspirados en los escolares de San Pedro de Atacama, quienes nos llevan a cuestionarnos sobre el ADN, la adaptación de las especies a condiciones extremas y los secretos que los genomas nos revelan sobre la vida.

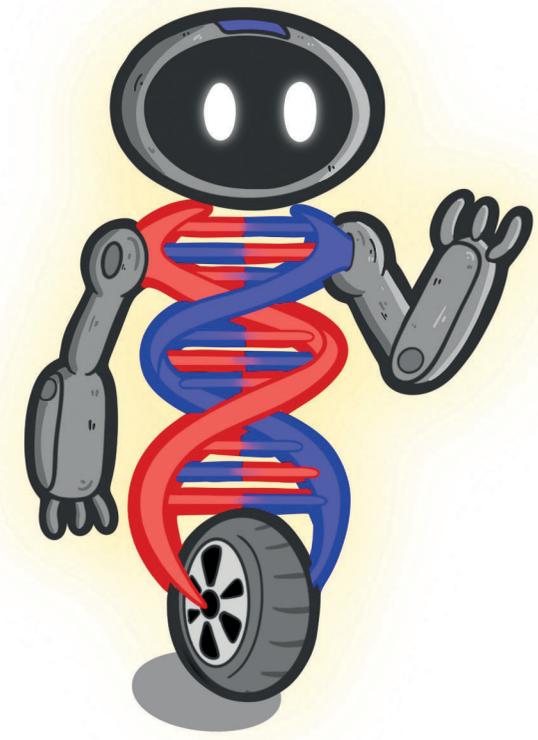
Guiados por científicos expertos y con la ayuda de Dino, un robot inteligente con forma de ADN, exploraremos cómo la ciencia ilumina los secretos de la naturaleza y nos permite comprender mejor el mundo que nos rodea. A través de cada pregunta y respuesta, nos acercaremos a la sorprendente biodiversidad del desierto y a los conocimientos que solo la ciencia puede ofrecer.

Este libro es una invitación a descubrir, preguntar y maravillarse. ¡Prepara tu curiosidad y sumérgete en el asombroso universo de la vida en uno de los lugares más extremos de la Tierra!

AME



DINO



RIPE



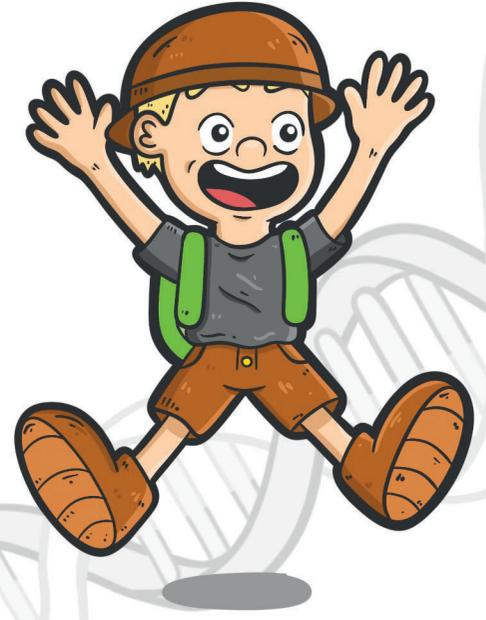
LOLO



TIN



DIDI



LILA



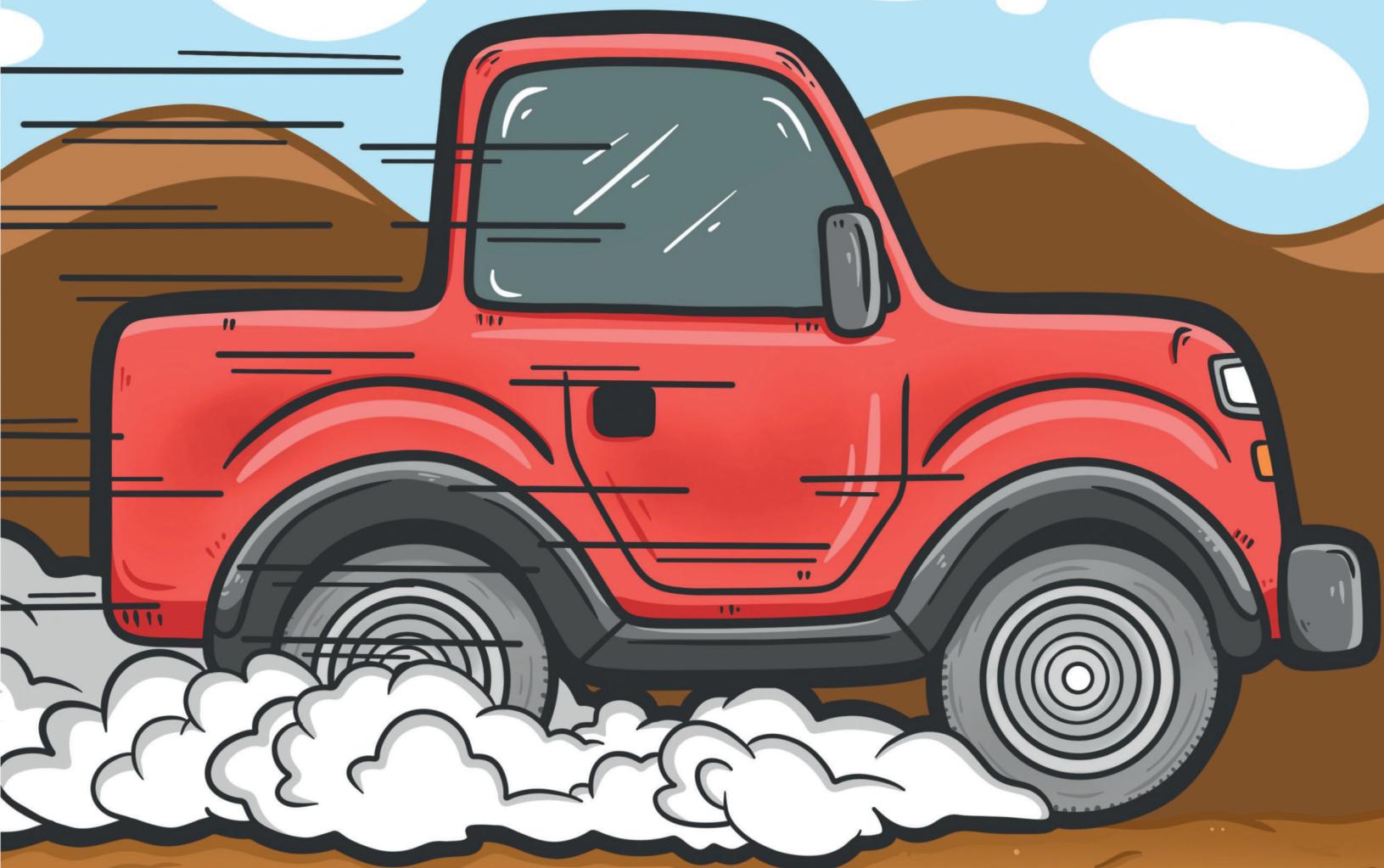
BEA



BETO



Ame y sus amigos, Tin, Lolo, Pipe y Didi, viajaban en una caravana a través del vasto y misterioso Desierto de Atacama. Guiados por Lila, la guardiana atacameña, y acompañados por los sabios científicos Beto y Bea, se adentraban cada vez más en el corazón de este fascinante lugar. Junto a ellos estaba Dino, un pequeño robot en forma de ADN, que brillaba con una luz cálida y transmitía curiosidad por aprender. El grupo sabía que su viaje estaba lleno de descubrimientos y que cada paso los acercaba más a entender los secretos de la vida.



Aquí, jóvenes aventureros, es donde comenzamos nuestro viaje. Este lugar es sagrado para mi gente, y es hogar de algunas de las formas de vida más extraordinarias de la Tierra.

¿Qué es lo que quieren aprender hoy?

¡Queremos aprender todo, Lila! Pero, ¿por qué no comenzamos desde el principio?



## ¿Qué es el ADN?

El ADN (ácido desoxirribonucleico) es el material con el cual se escriben las instrucciones contenidas en los genes de un genoma. El DNA contiene sólo tipos de letras conocidas como A, T, C y G, ordenadas en líneas que contienen varios millones de estas cuatro letras en un genoma.



## ¿Cómo se lee el ADN?

Las cuatro letras del ADN se leen en grupos de tres letras (llamados codones). Los codones sirven para ordenar en forma específica los bloques de construcción (aminoácidos) de las proteínas. Las combinaciones de estas tres letras permiten ordenar los codones en miles de formas, permitiendo la construcción de miles de proteínas. Como cuando leemos las palabras en un libro para entender una historia.



## ¿Qué es un genoma?

Un genoma es el conjunto completo de ADN de un organismo, incluyendo todos sus genes. Es como un libro de instrucciones que se hereda de padres a hijos con la información que se necesita para construir y hacer funcionar a los seres vivos.



## ¿Qué es la secuenciación?

Es una técnica que permite leer en qué orden se encuentran las letras A, T, C, y G en el ADN.

Si lo comparamos con un libro “sería como la herramienta que permite leer las letras de sus páginas para conocer la historia completa.”

## ¿Para qué sirve secuenciar un genoma?

Secuenciar un genoma es como leer el libro secreto que lleva todas las instrucciones para crear y hacer funcionar un ser vivo. Cuando los científicos secuencian un genoma, pueden descubrir qué “palabras” o genes están escritos en ese libro y qué hacen. Por ejemplo, pueden encontrar qué parte del genoma hace que una planta sea resistente al frío o qué genes nos dan el color de nuestros ojos.



## ¿Qué es un gen?

Un gen representa cada una de las secciones del ADN que contiene instrucciones específicas para construir las proteínas de las que se componen a un ser vivo.



Secuenciar genomas también ayuda a los científicos a entender por qué algunas personas o animales se enferman. Además, al comparar los genomas de diferentes animales y plantas, podemos aprender cómo han cambiado con el tiempo y cómo se han adaptado a vivir.

Todo esto es muy importante porque con esta información podemos mejorar cultivos para que crezcan mejor en diferentes climas, desarrollar medicinas especiales para tratar enfermedades, y proteger a los animales y plantas que están en peligro. Así que secuenciar un genoma es como tener una llave mágica que abre muchas puertas para descubrir los secretos de la vida y ayudar a cuidar nuestro mundo.





## ¿Cómo se secuencia un genoma?

Secuenciar un genoma es un proceso que parece sacado de una historia de detectives. Imagina que el ADN es un libro gigante con millones de páginas, y cada página está llena de letras que forman palabras y oraciones muy importantes. Para leer todo ese libro, primero los científicos lo cortan en pedacitos más pequeños, porque leer un libro tan grande de una sola vez sería muy complicado.

Después, usan instrumentos especiales, como si fueran lupas superpoderosas, que pueden leer las letras de cada pedacito de ADN. Estos instrumentos son muy rápidos y precisos, y son capaces de leer incluso las letras más diminutas. Cada pedacito de ADN tiene su propio mensaje, y el instrumento lo anota cuidadosamente.

Pero aquí viene la parte más complicada: esos pedacitos están todos mezclados, como si alguien hubiera desordenado las páginas del libro. Entonces, los científicos tienen que armar un gran puzzle. Usan computadoras muy inteligentes para juntar todos los pedacitos en el orden correcto, para que el libro vuelva a tener sentido.



## ¿Por qué es importante estudiar los genomas?

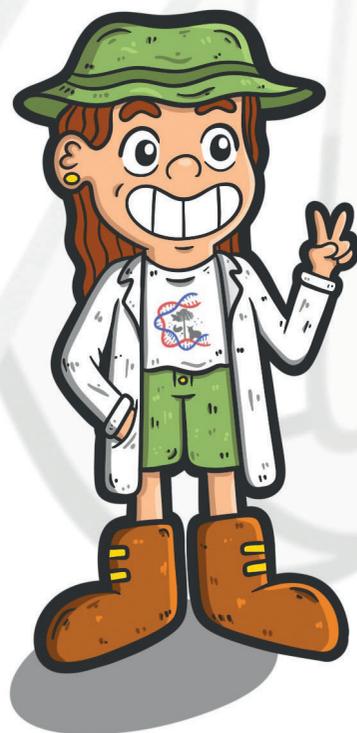
Porque nos ayuda a entender cómo funcionan los organismos, cómo se relacionan entre sí y cómo pueden adaptarse y evolucionar en diferentes ambientes. Cuando leemos diferentes libros, podemos aprender sobre distintas historias y culturas.



## ¿Todos los genomas son iguales?

No, no todos los genomas son iguales. Cada organismo tiene un genoma único con una secuencia de ADN diferente. Incluso entre individuos de la misma especie, como los humanos, hay pequeñas diferencias en sus genomas. Cada libro tiene una historia diferente, aunque algunos capítulos puedan ser parecidos.





## ¿Se puede ver el genoma?

No podemos verlo a simple vista porque está hecho de moléculas muy pequeñas de ADN dentro de las células. Sin embargo, los científicos pueden usar herramientas especiales, como microscopios y técnicas de secuenciación, para estudiar y leer el genoma.

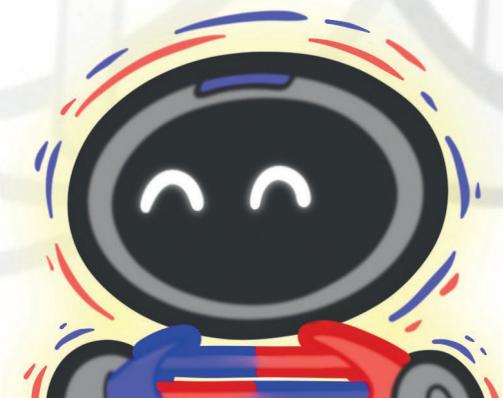
Se necesita una lupa muy poderosa para leer las palabras de un libro muy muy pequeño.



## ¿De qué tamaño es un genoma?

El tamaño de un genoma varía entre diferentes organismos. Por ejemplo, el genoma humano tiene alrededor de 3 mil millones de pares de bases, mientras que el genoma de una bacteria puede tener solo unos pocos millones. Sin embargo, el genoma de un helecho puede llegar a 148 mil millones de pares de bases, lo que es más de 40 veces mayor que el del genoma humano.

Es como comparar el tamaño de diferentes libros: algunos son muy largos y otros, muy cortos.



## ¿Cómo nos ayudan las matemáticas a entender el genoma?

Las matemáticas nos ayudan a entender cómo se organiza la información en un genoma, esto es, entender cómo los diferentes patrones en los genomas contienen informaciónes diferentes que estructuran lo que dicha especie es potencialmente capaz de hacer.



## ¿Qué es la Bioinformática?

La bioinformática es como un puente entre la biología y la computación, que se unen para ayudarnos a entender mejor la vida. Imagina que los científicos tienen toneladas de información sobre el ADN, los genes y las proteínas de diferentes seres vivos, pero esa información está en un “idioma” difícil y en enormes cantidades. Sería imposible comprenderla sin ayuda.

Aquí es donde entra la bioinformática: utiliza computadoras y programas especiales para organizar, analizar y darle sentido a toda esa información. Es como si los científicos tuvieran un equipo de ayudantes robots súper inteligentes que resuelven acertijos difíciles. Estos robots pueden leer genomas rápidamente, compararlos entre diferentes especies y encontrar patrones. Así, descubrimos cosas como cómo una planta sobrevive en el desierto o por qué ciertos animales tienen habilidades especiales.

Además, la bioinformática responde preguntas muy importantes, como cómo tratar enfermedades, mejorar la agricultura o proteger la biodiversidad. Es una herramienta poderosa que transforma datos complejos en descubrimientos que mejoran la vida de todos los seres vivos.

## ¿Qué es la evolución?

La evolución es un proceso que ha ocurrido en la Tierra durante millones de años y explica cómo los seres vivos han cambiado y se han adaptado para sobrevivir. Es como una gran historia en la que cada especie está formada por muchos individuos diversos, con diferentes formas, tamaños y características. A lo largo del tiempo, algunos individuos sobreviven mejor en su entorno, mientras que otros no.



Todo comienza con pequeños cambios en los genes, que son las instrucciones que cómo es un ser vivo. Algunos de estos cambios ayudan al organismo a sobrevivir mejor en su hábitat. Con el tiempo, los seres vivos que tienen estas ventajas sobreviven, se reproducen y transmiten esos cambios beneficiosos a sus crías. Esto hace que la especie cambie y se adapte mejor a su entorno.

La evolución también explica cómo han surgido nuevas especies. Es la gran aventura de la vida, donde organismos van diversificando, como las ramas de los árboles adaptándose en un mundo en constante cambio.

## **¿Qué es un ambiente extremo?**

Un ambiente extremo es un lugar donde las condiciones de vida son muy difíciles, como temperaturas muy altas o bajas, mucha sequedad, alta salinidad, o falta de oxígeno. Es la parte de la historia donde algunos pocos héroes poseen la variación en el ADN que permite enfrentarse a desafíos extremos para sobrevivir.



## **¿Por qué los científicos estudian la biodiversidad en ambientes extremos?**

Estudian la biodiversidad en ambientes extremos para entender cómo los organismos han adaptado, ya que posee variaciones en sus genes que se relaciona con funciones que permiten sobrevivir en condiciones difíciles. Algo así como descubrir secretos escondidos en las páginas más emocionantes de un libro de aventuras.

## ¿Hay vida en el desierto?

Sí, hay vida en el desierto. Aunque los desiertos son muy secos y calurosos, muchos organismos, como plantas, animales y microorganismos, poseen formas únicas de sobrevivir allí. Son los héroes del cómic que pueden enfrentar grandes desafíos.

## ¿Cómo las plantas sobreviven al desierto de Atacama?

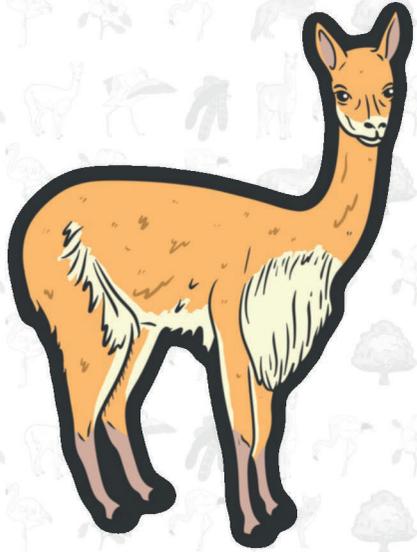
Sobreviven gracias a adaptaciones especiales como raíces profundas para buscar agua, hojas pequeñas o sin hojas para reducir la pérdida de agua, y la capacidad de almacenar agua en sus tejidos. Es como si tuvieran herramientas mágicas para vivir en un lugar tan difícil.

## ¿Las especies del desierto de Atacama pueden vivir en Santiago de Chile?

No todas las especies del desierto de Atacama pueden vivir en Santiago de Chile porque están adaptadas a las condiciones extremas del desierto. Sin embargo, algunas pueden adaptarse si encuentran un ambiente similar. Es como si ciertos personajes de un libro de fantasía solo pudieran vivir en su mundo mágico y no en uno diferente.



# Biodiversidad en el desierto de Atacama



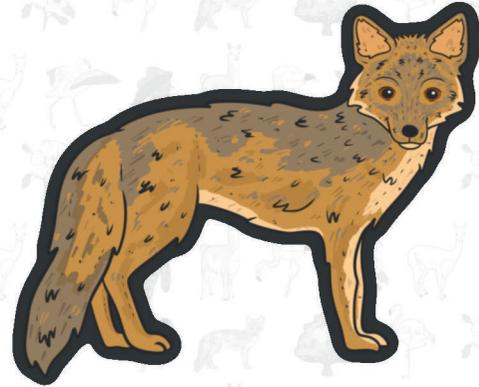
Vicuña  
*Vicugna vicugna*



Kulchao  
*Hoffmannseggia doellii*



Lagartija de Fabián  
*Liolaemus fabiani*



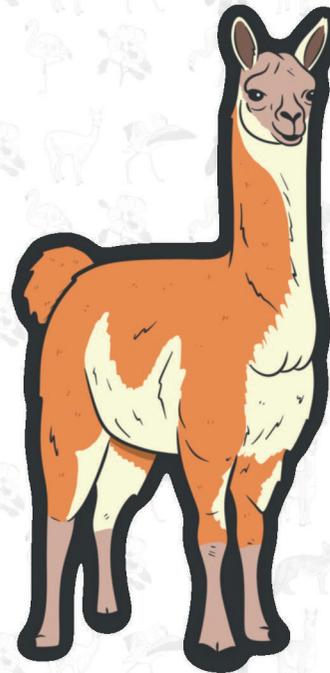
Zorro culpeo  
*Lycalopex culpaeus*



Flamenco Chileno  
*Phoenicoparrus chilensis*



Flamenco de James  
*Phoenicoparrus jamesi*



Guanaco  
*Lama guanicoe*



Arbol de Algarrobo  
*Cerotonia siliqua*



Arbol de Algarrobo  
*Cerotonia siliqua*



Flamenco andino  
*Phoenicoparrus andinus*

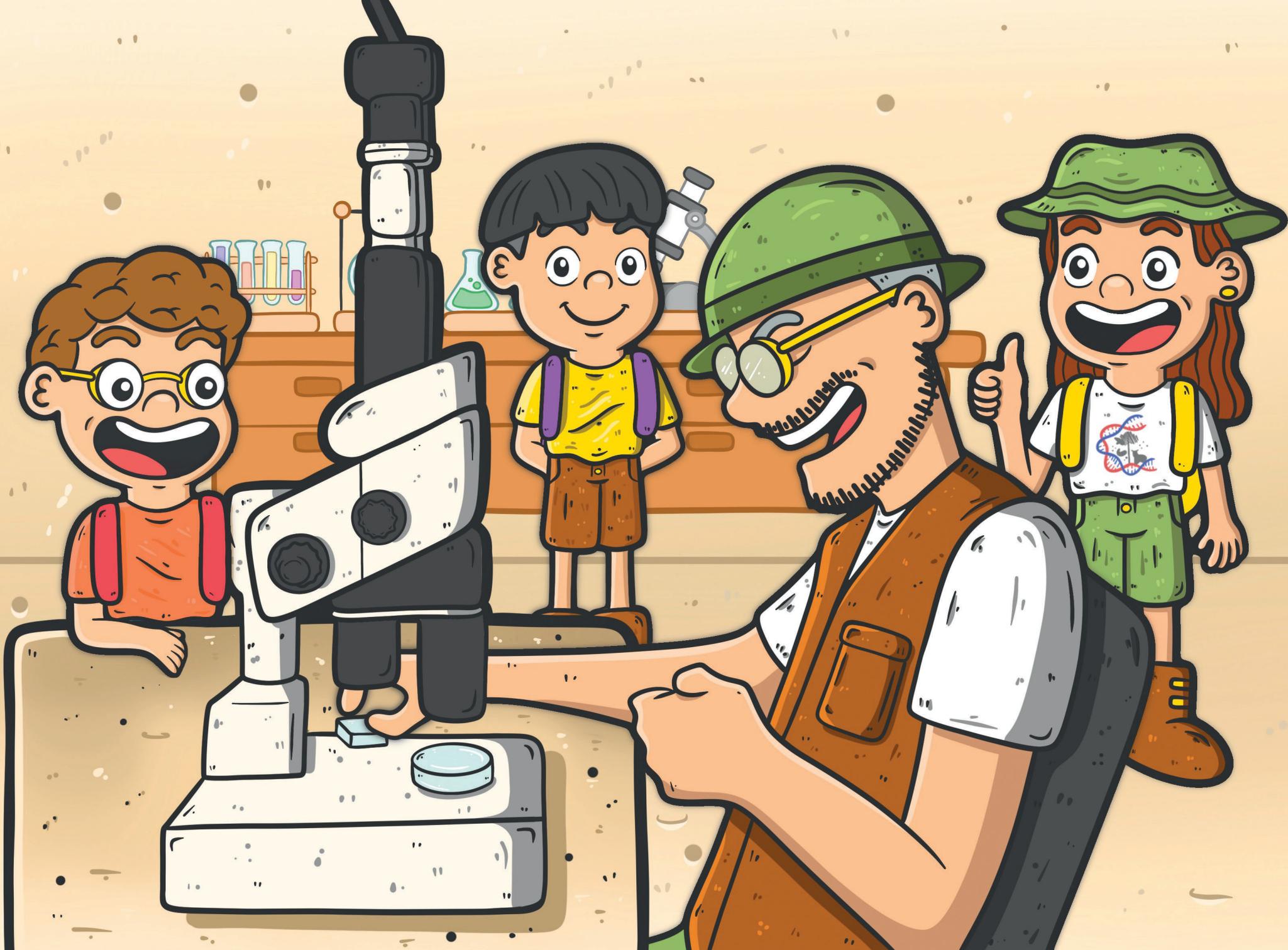
## ¿Qué es un microorganismo?

Es un ser vivo muy pequeño, como una bacteria, hongo, microalga o virus, que solo se puede ver con un microscopio. Es ese personaje diminuto en la historia que necesitamos una lupa especial para ver.

## ¿Está vivo un microorganismo?

Sí, un microorganismo está vivo. Crece, se reproduce y lleva a cabo muchas funciones vitales, igual que los organismos más grandes. Es un pequeño héroe de una historia que hacen muchas cosas importantes, aunque no podamos verlo a simple vista.



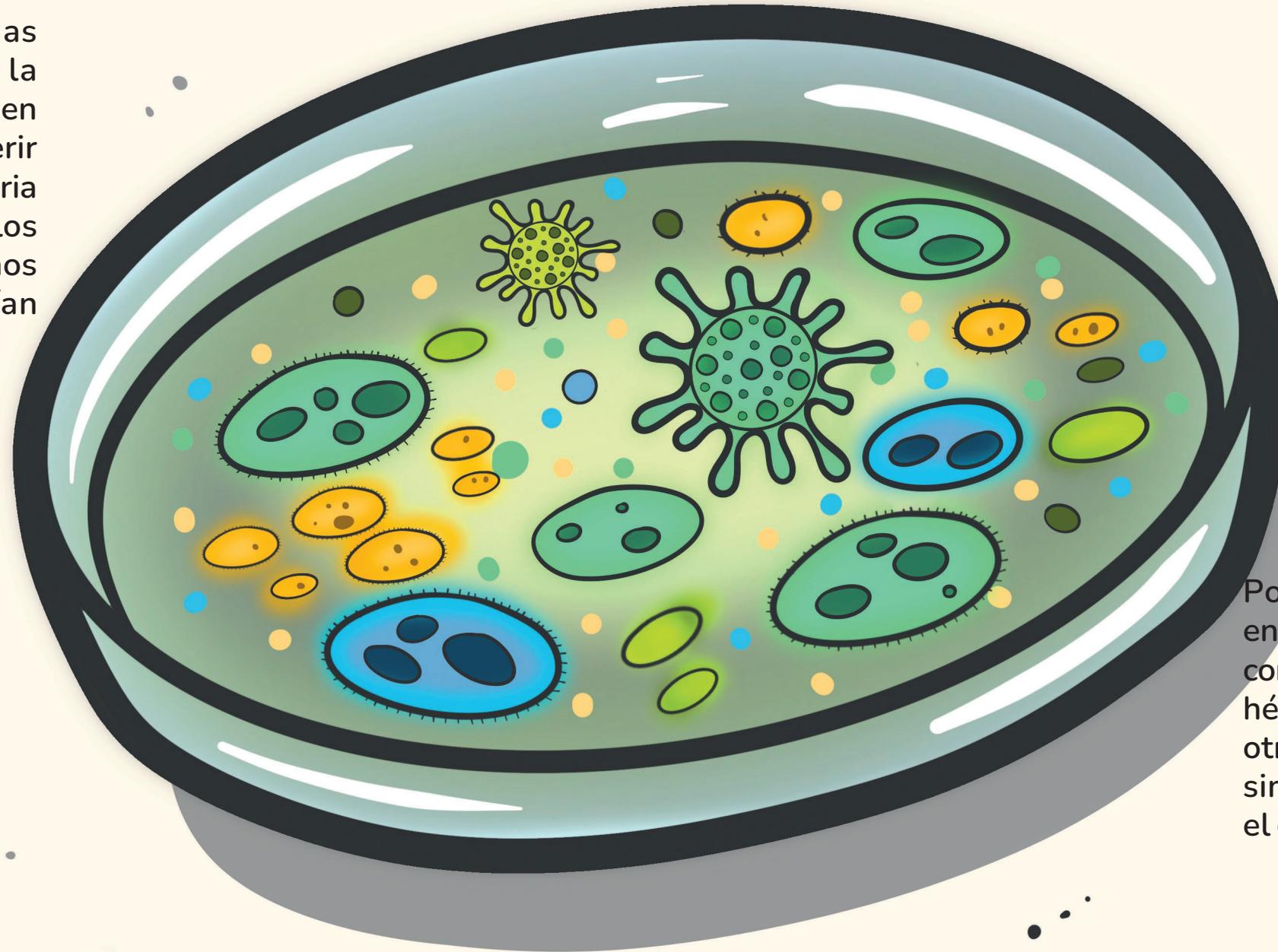


## ¿Qué es una bacteria?

Es un tipo de microorganismo muy pequeño que puede vivir en una gran variedad de ambientes, incluidos aquellos con condiciones extremas, donde otros organismos no podrían sobrevivir. Aunque algunas bacterias pueden causar enfermedades, muchas otras son beneficiosas para la agricultura, los procesos industriales, la producción de alimentos y la salud de los ecosistemas naturales. Es un personaje diminuto pero poderoso en la historia de la vida. ¡Podríamos decir que es una verdadera “Power bacteria”!.

## ¿Las bacterias son buenas o malas?

Pueden ser buenas y malas. Algunas bacterias son fundamentales para la biodiversidad, como aquellas que viven en nuestros intestinos y nos ayudan a digerir la comida, o las que descomponen materia orgánica en los suelos, enriqueciendo los ecosistemas naturales. Sin ellas, muchos procesos vitales para la vida no serían posibles.



Por otro lado, algunas bacterias pueden causar enfermedades en plantas, animales y humanos. Es como en una historia donde algunos personajes son héroes que protegen el equilibrio de la naturaleza, otros son villanos que pueden hacer daño, y otros simplemente cumplen un papel más discreto en el gran ciclo de la vida.

## ¿Qué es un extremófilo?

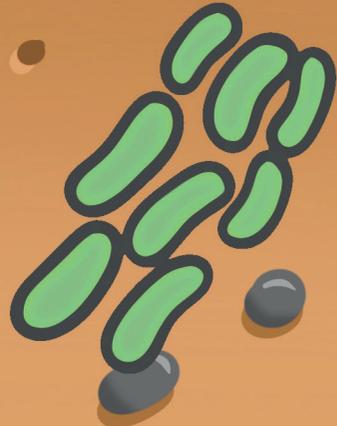
Es un tipo de microorganismo que vive en condiciones que serían muy difíciles o imposibles para otros seres vivos. Estos pequeños seres son como los superhéroes que pueden sobrevivir en lugares extremadamente calientes, fríos, salados, ácidos o incluso en ambientes con mucha radiación. Los extremófilos nos muestran cómo la vida puede adaptarse a los entornos más desafiantes del planeta.

## ¿Qué es un termófilo?

Es un tipo de extremófilo que ama el calor. Estos microorganismos viven en lugares muy calientes, como fuentes termales, volcanes submarinos, o géiseres. Para ellos, temperaturas que para nosotros serían insoportables, son el hogar perfecto. Es como si estos microorganismos tuvieran un traje especial que los protege y les permite prosperar en ambientes donde todo lo demás se cocinaría.

## ¿Qué es un psicrófilo?

Es un microorganismo que prefiere el frío extremo. Estos seres viven en lugares muy fríos, como las profundidades del océano, los glaciares, o el Ártico y la Antártida. Los psicrófilos han desarrollado trucos especiales para mantenerse activos y saludables a temperaturas donde casi todo se congelaría. Es como si llevaran un abrigo muy abrigador que les permite vivir cómodamente en los lugares más helados de la Tierra.



## El Viaje Concluye

Tras un día lleno de descubrimientos, Ame y sus amigos regresan al campamento. Han aprendido sobre el genoma, el ADN y cómo la vida se adapta para sobrevivir en el desierto.

Con la ayuda de Dino, Bea y Beto, los niños han dado un gran paso en su comprensión de la vida. Mientras el sol se oculta en el desierto de Atacama, sienten que su aventura apenas comienza, pues en cada rincón del planeta hay una nueva historia de ADN por descubrir.

Recuerden siempre respetar y cuidar este mundo. Ahora conocen algunos de sus secretos, y con ese conocimiento, pueden ayudar a protegerlo

¡Qué increíble es la naturaleza! Saber que todo está escrito en el ADN y que podemos leerlo como un libro me hace sentir como si fuéramos verdaderos exploradores.



Desde el 2011, el Centro de Regulación del Genoma (CRG) ha estado descubriendo los secretos del ADN y cómo los seres vivos, como plantas y animales, pueden adaptarse a vivir en lugares muy extremos, como desiertos o polos. Los científicos del CRG estudian cómo los genes ayudan a los organismos a sobrevivir en condiciones difíciles y como estos conocimientos pueden aplicarse para mejorar la agricultura, cuidar los océanos y proteger la naturaleza.

El Instituto del Milenio CRG usa estos descubrimientos para ayudar a crear soluciones que beneficien tanto a las personas como el medio ambiente, trabajando por un futuro más sostenible y saludable para todos.



Ilustrado por: Matías Chamorro

 @chaaaaaaammm



¿Qué es el ADN y por qué es tan importante para la vida?  
¿Cómo logran sobrevivir las plantas en el desierto? ¿Para qué sirve estudiar los genomas y qué misterios nos revelan?  
Este libro responde a estas y muchas otras preguntas que despiertan la curiosidad de niños y niñas sobre el fascinante mundo de la genética y la biodiversidad. A través de preguntas reales hechas por escolares de San Pedro de Atacama, científicos expertos en distintas áreas nos llevan a descubrir los secretos de la vida desde una perspectiva accesible y entretenida.  
Pensado para los pequeños exploradores del conocimiento, este libro busca responder, de forma clara y visual, a inquietudes sobre el ADN, el genoma, la adaptación de los seres vivos a ambientes extremos y el rol de la bioinformática en la ciencia.

