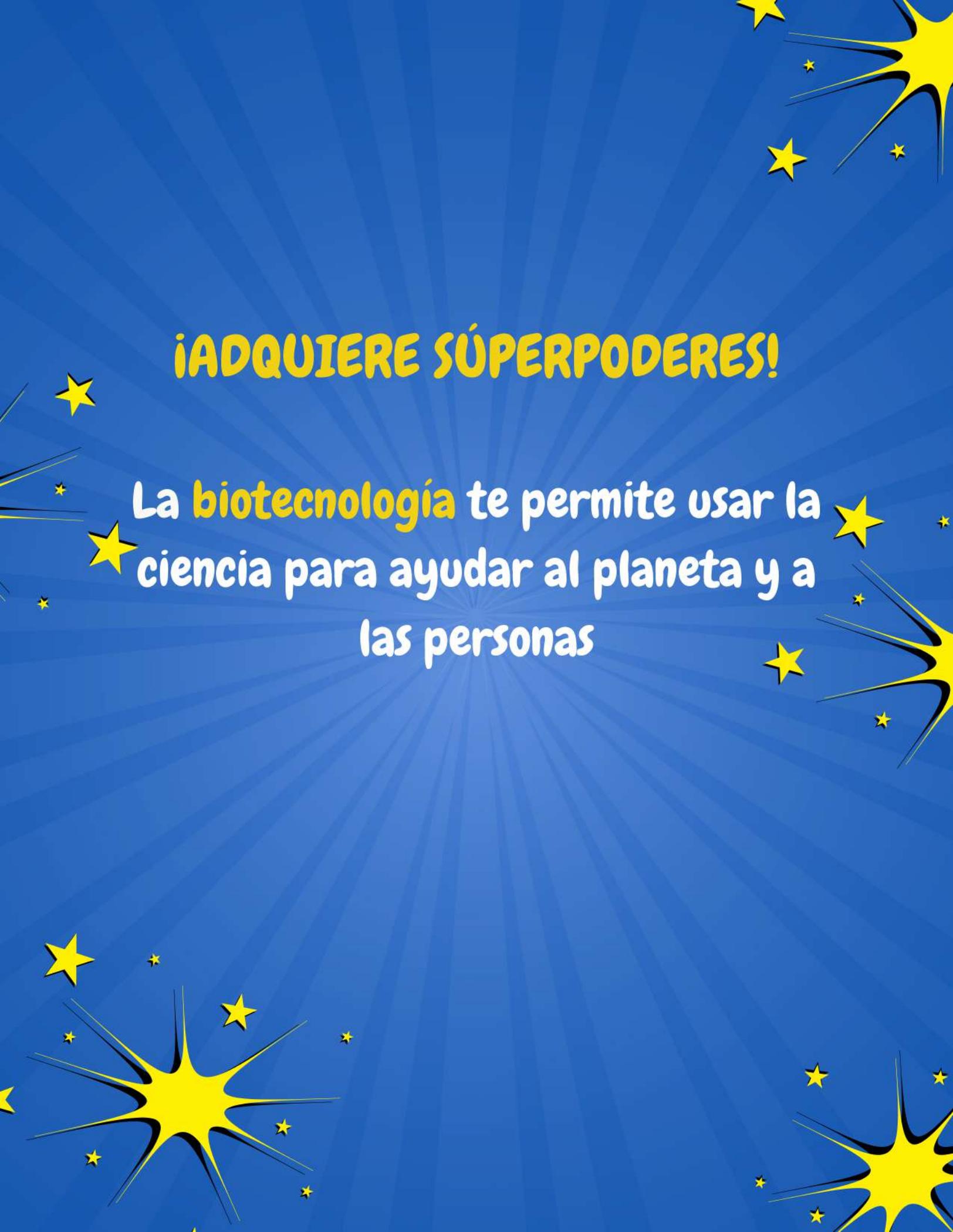


# HEROES MOLECULARES





**¡ADQUIERE SÚPERPODERES!**

La **biotecnología** te permite usar la  
ciencia para ayudar al planeta y a  
las personas



**Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco.  
Av. Normalistas 800, Colinas de La Normal, 44270, Guadalajara, Jalisco.**

**Conceptualización:** Dra. Mirna Burciaga Flores.

**Diseño editorial:** Lic. Enrique Rentería Méndez,  
Lic. Jesús Fuentes González.

**Revisión y Edición:** Dra. Tanya A. Camacho Villegas, Dr. Sergio Águila Puentes,  
Dr. Pavel H. Lugo Fabres.

**Ilustraciones y diseño gráfico:** Dra. Mirna Burciaga Flores,  
Lic. Nayeli Citlalli Vallarta Díaz

**Diseño gráfico:** Canva Pro (Licencia iAGXzh7Mz4Q), **No. de factura** (04349-79033294)

Este libro surge de la colaboración entre el Departamento de Modelación de Nanomateriales del Centro de Nanociencias y Nanotecnología (CNyN-UNAM) con la Unidad de Biotecnología Médica y Farmacéutica del CIATEJ A.C.

ISBN: 978-607-8734-84-9

**Junio de 2025  
Guadalajara, Jalisco**



**Ciencia y Tecnología**  
Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación



# ÍNDICE

- 01** INTRODUCCIÓN
- 02** LA LIGA DEL ADN
- 03** LOS GUERREROS INMUNOLÓGICOS
- 04** LOS ALIADOS INESPERADOS
- 05** EL DESCUBRIMIENTO DE UN NUEVO FÁRMACO



# ÍNDICE

- 06** EL ENTRENAMIENTO DEL SÚPER HEROE
- 07** LA TRANSFORMACIÓN DEL HÉROE
- 08** LA PRUEBA DEL ENCUENTRO
- 09** LA CÁMARA DE ENTRENAMIENTO INTENSO
- 10** LA FÁBRICA DE SUPERHÉROES EN MINIATURA



## **¡Bienvenidos al fascinante universo de los héroes moleculares!**

**En lo profundo de cada célula, más allá de lo que nuestros ojos pueden ver, existe un mundo lleno de acción y aventuras. Es un universo microscópico donde las moléculas trabajan incansablemente para mantenernos vivos y saludables. Entre ellas, destacan los héroes moleculares: genes, proteínas, anticuerpos y otras estructuras que, como valientes guardianes, protegen nuestro cuerpo y nos ayudan a combatir amenazas invisibles.**

**En este libro, exploraremos cómo la biotecnología ha aprendido a inspirarse en estos héroes naturales para diseñar herramientas poderosas contra enfermedades como el cáncer, los virus y las bacterias. Veremos cómo, con creatividad y precisión, los científicos transforman a estos héroes moleculares en fármacos biológicos innovadores que revolucionan la medicina.**

**Acompáñanos en esta aventura, donde la ciencia y la imaginación se unen para descubrir cómo pequeños héroes en el mundo molecular están cambiando vidas y enfrentándose a los villanos más temibles.**

**¡Prepárate para conocer a los héroes moleculares y sus increíbles misiones!**

# LA LIGA DEL ADN



# La Liga del ADN

En el núcleo de cada célula existe una poderosa liga de héroes. Las instrucciones de esta liga de héroes se encuentra en el ADN.

**HMMMM**

**WOW!**

Soy el líder de esta liga.  
En mi ADN de doble hebra guardo las claves de la vida.

**ADNix**

Yo, el gen, soy la voz de ADNix.  
Cada uno de nosotros lleva una instrucción para crear herramientas esenciales llamadas proteínas.

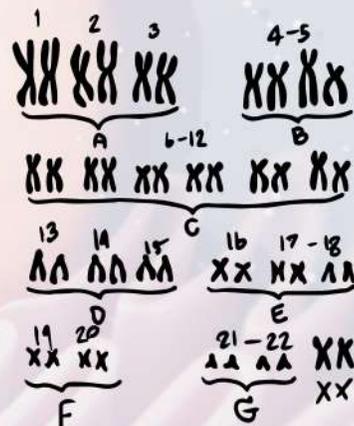
**Geniux**

# La Ciudad del Núcleo y los Cromosomas

Desde esta ciudad se envían los mensajes al resto para construir proteínas y otros héroes esenciales.

¡Atención! Para que todo funcione correctamente, debemos organizarnos en "maletas" llamadas cromosomas.

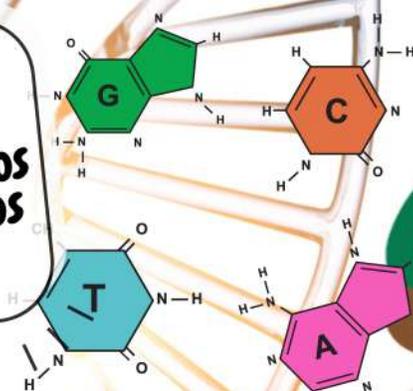
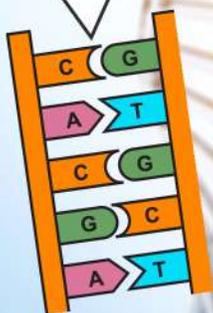
Somos 23 pares, cada uno heredado de nuestros héroes fundadores: Mamá y Papá.



Cromo

# El Código de la Vida

Así se emparejan las bases nitrogenadas, creando mensajes claros para que otros equipos sepan qué hacer.



Nitro

Yo me encargo de escribir las instrucciones en un código secreto.



¿Cómo ayudan estas instrucciones al sistema inmunológico?



Sofia

Desde nuestras instrucciones se producen los principales defensores inmunológicos.



# Conexión con los Defensores

Los héroes del ADN no luchan directamente; operan detrás de escena, elaborando planes que el sistema inmunológico ejecute en la batalla.

Uno de mis genes tiene instrucciones para crear anticuerpos, proteínas que reconocen y neutralizan enemigos.

Pero no olvidemos: sin nosotros, las bases nitrogenadas, nada podría fabricarse.



OH!

# Los Héroes Fundamentales



Pronto descubrirás cómo se usan nuestras instrucciones



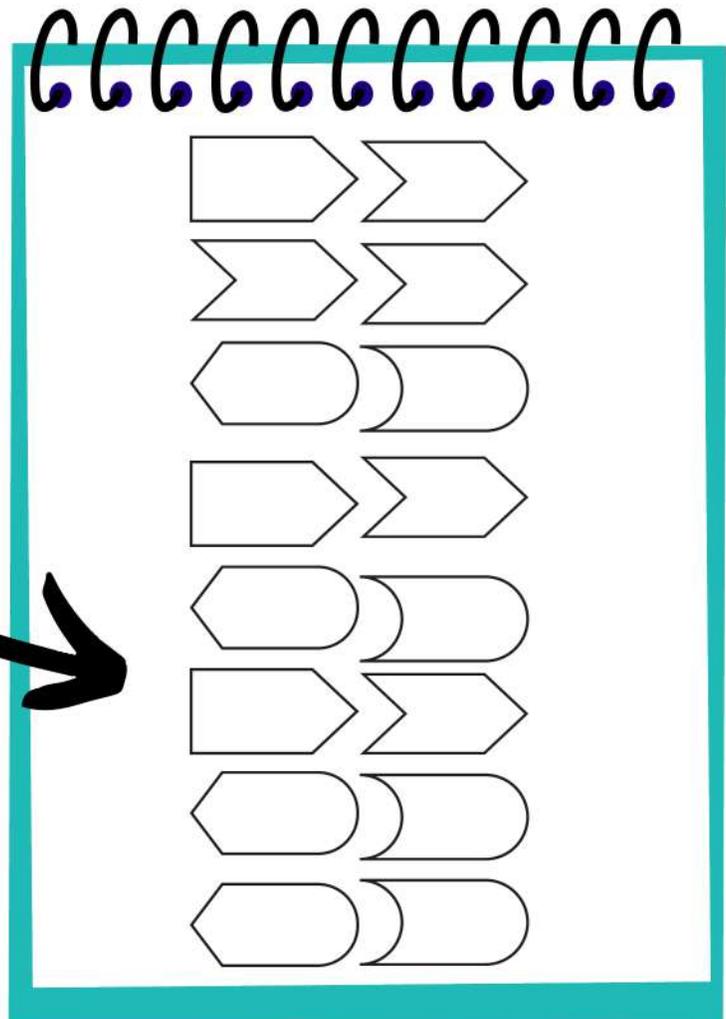
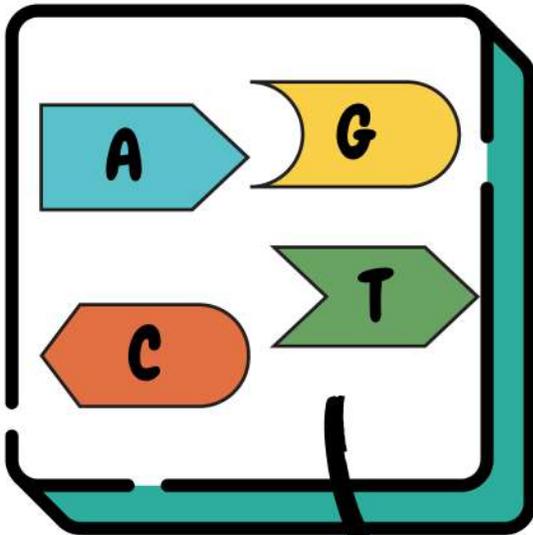
¡Entonces, somos como el equipo de soporte para "Los Guerreros Inmunológicos"!



¡Exactamente, Geny! Somos el origen de cada héroe en el cuerpo, trabajando en armonía para mantener la salud.

# Construye un gen con Sofía

Selecciona las bases nitrogenadas de la caja y coloréalas para construir tu gen



# Glosario



Hemos aprendido  
diferentes conceptos.  
¡Te ayudo a  
recordarlos!



**GEN:** Unidad básica de la herencia que contiene las instrucciones para construir proteínas: los héroes funcionales del cuerpo.



**ADN:** Molécula que almacena la información genética en un código único de cuatro letras: A, T, C y G.



**CROMOSOMA:** Estructura que organiza y empaqueta el ADN, como un archivo que guarda miles de genes.



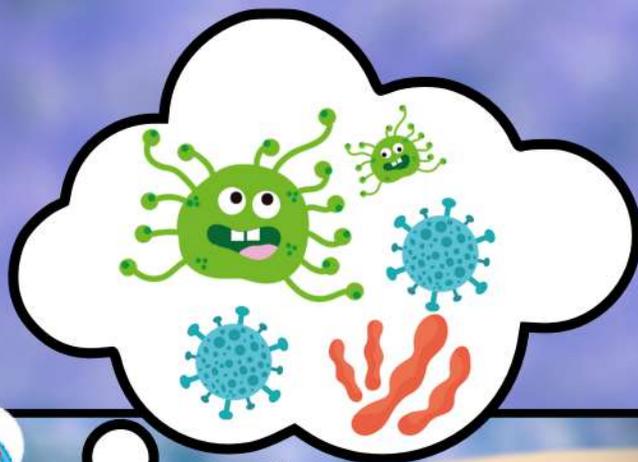
**BASES NITROGENADAS:** Componentes del ADN que forman "escalones" en la doble hélice, esenciales para la codificación genética.

# LOS GUERREROS INMUNOLOGICOS



# La Amenaza Invisible

¿Qué pasa si algo malo, como un virus, entra en el cuerpo?



¡Ah, ese es mi trabajo!  
Yo patrullo constantemente  
en busca de intrusos.



Capitán Macrófago

Existen muchos intrusos como  
proteína extrañas, virus y  
bacterias, todos estos son  
llamados antígenos.



¿Y qué haces  
cuando encuentras  
a un antígeno?

¡Cuando los  
encuentro, los  
devoro y analizo  
para avisar al  
resto del equipo!



Llamo a Dendri,  
nuestro espía.  
¡Dendri, ven aquí!

# T-Líder Diseña la Estrategia

**Dendri**

¡Aquí estoy!

Cuando el Capitán Macrófago me llama, yo tomo una muestra del antígeno.

¿Qué haces con la muestra?

En el cuartel general se la mostro a los linfocitos T.

¡Gracias, Dendri! Ahora, organizaremos una estrategia de ataque.

Algunos de nosotros, los linfocitos T citotóxicos, destruirán las células infectadas.

**T-Líder**

Otros, como yo, dirigiremos el ataque y pediremos refuerzos a B-Fabricante.

# El Creador de Armas: B-Fabricante

¡Ese soy yo! Una vez que T-Líder me da la señal, fabrico armas especiales llamadas anticuerpos..

¿Quién es el B-Fabricante?



B-Fabricante

Estos anticuerpo se pegan al antígeno y lo marcan para que sea eliminado más rápido.

¡Eso me encanta! Sin las instrucciones que te damos en el ADN, no podrías fabricar esos anticuerpos. ¡Somos un gran equipo!



# Equipo de Defensores Increíblemente Coordinado

Entonces, ¿todos  
trabajan juntos para  
protegernos?

Sí, desde los primeros  
defensores como yo,  
hasta los estrategas y  
fabricantes, todos  
tenemos un rol crucial.



Capitán Macrófago

Y cuando terminamos, algunas  
células se convierten en  
células de memoria, para  
recordar cómo vencer a ese  
enemigo en el futuro.

¡Qué increíble  
equipo!

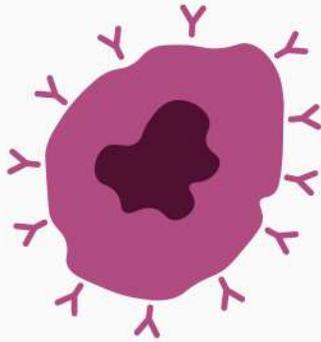


# JUEGO DE MEMORIA

Recorta conmigo las  
tarjetas para armar  
un juego de memoria



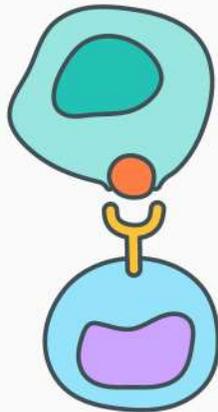
# GUERREROS INMUNOLÓGICOS



**Linfocito B**

Célula del sistema inmune que, como un valiente guardián, produce anticuerpos para protegernos de los astutos virus y las peligrosas bacterias.

**Linfocitos B**



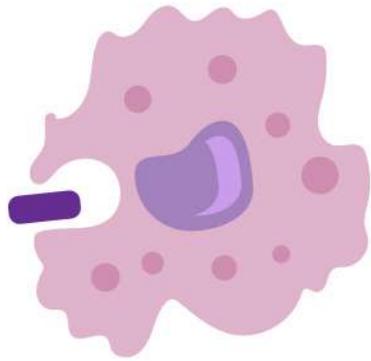
**Linfocitos T**

Célula del sistema inmune que, como guardián del sistema inmune, asiste en la erradicación de células infectadas o deterioradas.

**Linfocitos T**



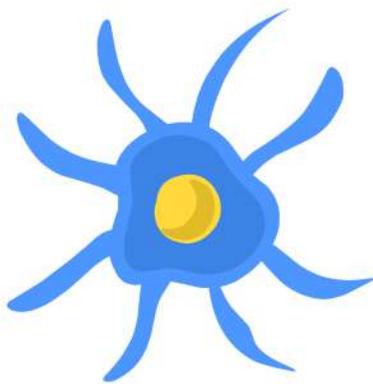
# GUERREROS INMUNOLÓGICOS



**Macrófagos**

Célula del sistema inmune que "come" bacterias, virus y células muertas para protegernos.

**Macrófagos**



**Asesinas Naturales**

Asesinas naturales, son células del sistema inmune que identifican y destruyen células infectadas o cancerígenas.

**Asesinas Naturales**



# ALGUNOS VILLANOS



**Veneno**



**Células cancerígenas**

Sustancia que puede dañar o matar células y organismos si se ingiere o entra al cuerpo.

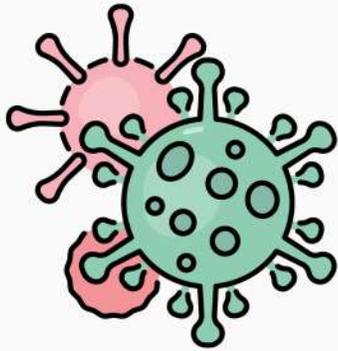
**Veneno**

Células que crecen y se dividen sin control, formando tumores y afectando el funcionamiento del cuerpo.

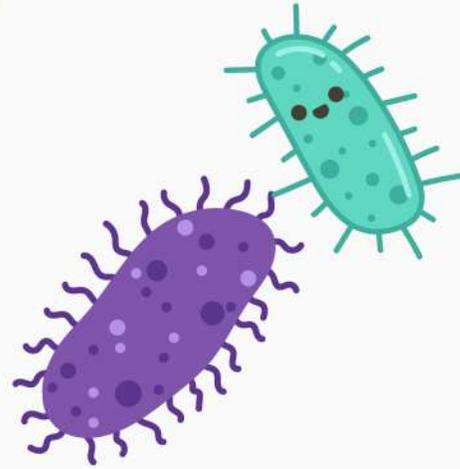
**Células cancerígenas**



# ALGUNOS VILLANOS



**Virus**



**Bacterias**

Agente infeccioso muy pequeño, compuesto de material genético y una capa de proteínas. Necesitan infectar a una célula para reproducirse y pueden causar enfermedades.

**Virus**

Microorganismos que están en todas partes; algunas nos ayudan y otras pueden causar enfermedades.

**Bacterias**



# Glosario



Hemos aprendido  
diferentes conceptos.  
¿Te ayudo a  
recordarlos!



**ANTIGENO:** Molécula extraña, como una proteína en un virus o bacteria, que activa una respuesta inmune.



**ANTICUERPO:** Proteína producida por el sistema inmunológico que actúa como un escudo contra patógenos específicos.



**LINFOCITOS:** Células clave del sistema inmunológico que identifican y atacan amenazas.



**INMUNIDAD:** Capacidad del cuerpo para recordar y defenderse de patógenos previamente encontrados.

# LOS ALIADOS INESPERADOS

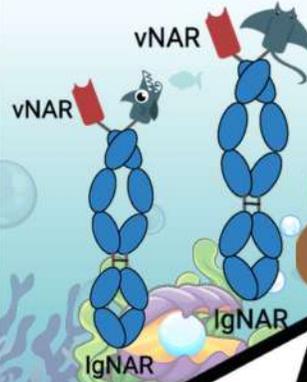


# Los Aliados Inesperados

Al pensar en tiburones y rayas, imaginamos océanos vastos y criaturas poderosas, pero estos animales poseen un secreto que los convierte en aliados clave en la lucha contra enfermedades.



¿Aliados? ¿Cómo pueden ayudarnos animales del océano?



Todo está en su ADN, Sofía. Estos animales poseen anticuerpos especiales. Estos se usan para aislar una versión más pequeña y versátil, la cual llamamos vNAR.

Y al ser tan pequeños, pueden alcanzar rincones donde los anticuerpos humanos no llegan, como tumores difíciles de tratar.



# Los Superpoderes de los vNARs

Los **vNARs** o dominios sencillos de anticuerpos son más estables; resisten ambientes extremos y son muy específicos en su objetivo.

¿Y cómo los usamos para ayudar a las personas?

¿Y cómo los obtienen?

Primero, aislamos estos anticuerpos de tiburones o rayas.

Luego, usamos herramientas de biotecnología para adaptarlos a nuestras necesidades.

Por ejemplo, podemos diseñarlos para atacar células cancerígenas sin dañar células sanas

Anticuerpo

Célula cancerígena



VS

Células sanas



X

## vNAR: Sus Aplicaciones Médicas y Farmacéuticas

Estos aliados están revolucionando áreas clave de la biotecnología médica y farmacéutica.

Los podemos usar en dispositivos de diagnóstico rápidos para detectar enfermedades como el Zika o la tuberculosis.



Pueden ser diseñados para identificar tumores y llevar medicamentos, reduciendo efectos secundarios de las terapias convencionales.

Algunos se están diseñando para neutralizar virus como el **SARS-CoV-2** o bloquear bacterias resistentes a antibióticos.



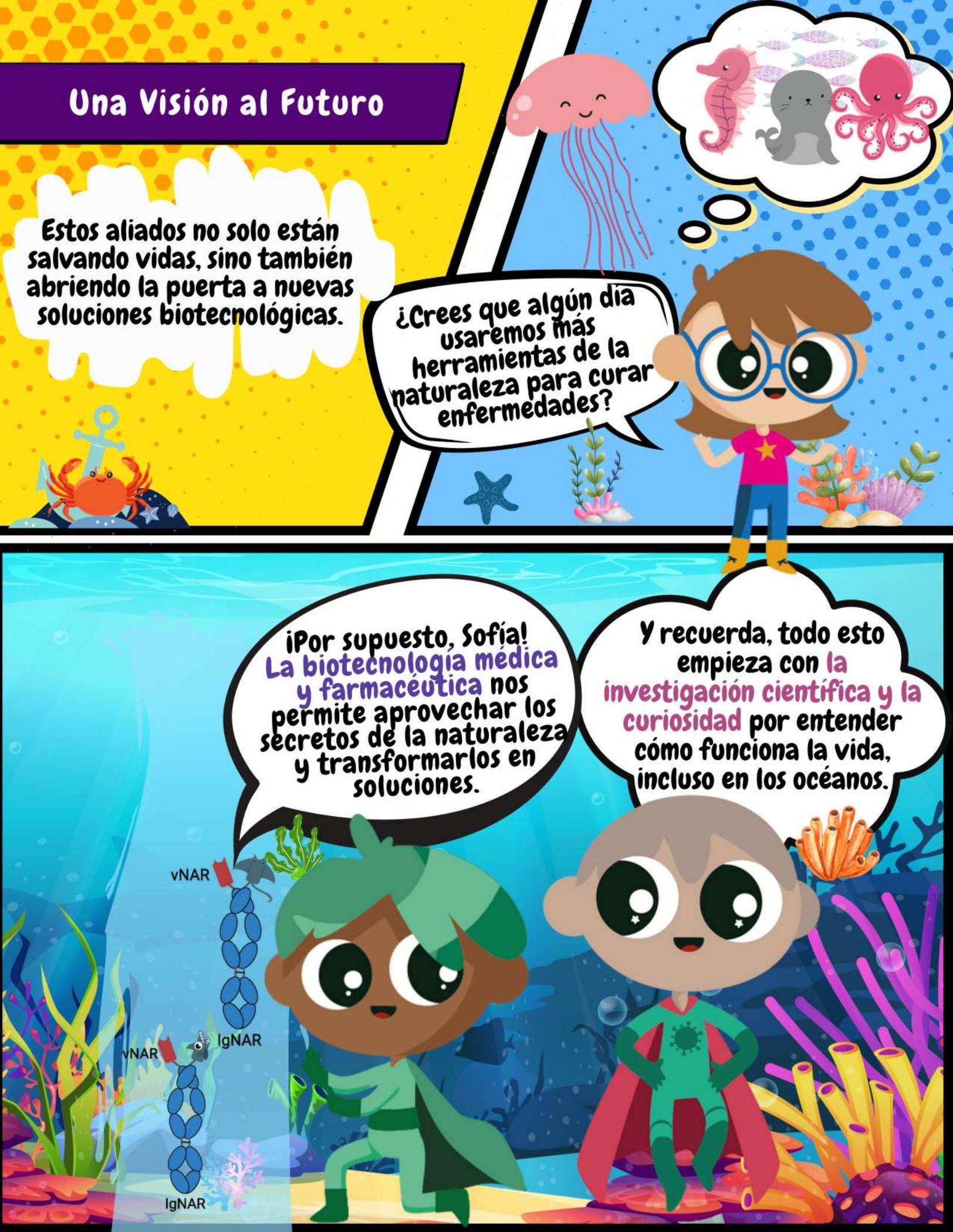
# Una Visión al Futuro

Estos aliados no solo están salvando vidas, sino también abriendo la puerta a nuevas soluciones biotecnológicas.

¿Crees que algún día usaremos más herramientas de la naturaleza para curar enfermedades?

¡Por supuesto, Sofia!  
La **biotecnología médica y farmacéutica** nos permite aprovechar los secretos de la naturaleza y transformarlos en soluciones.

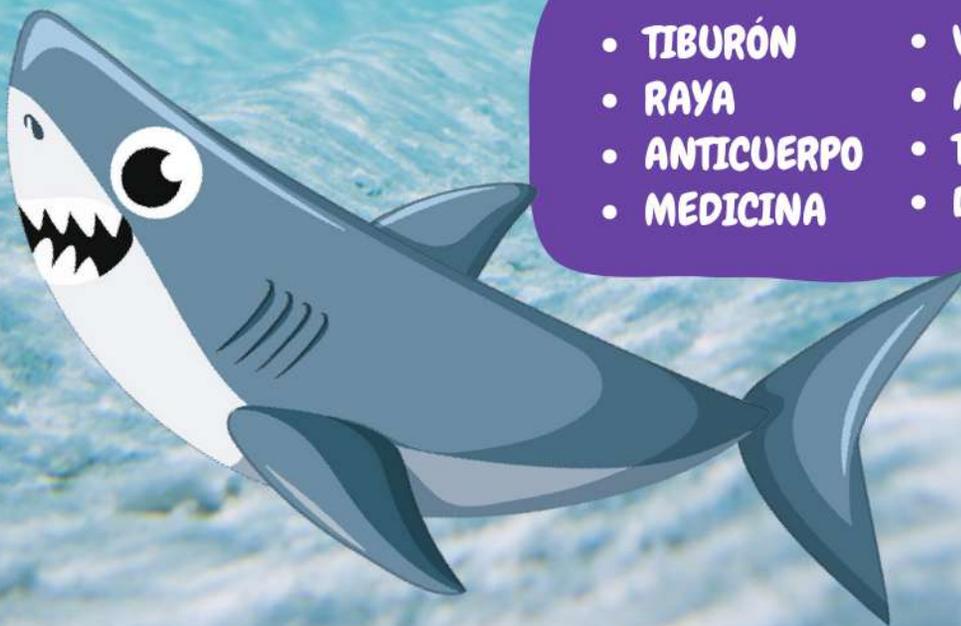
Y recuerda, todo esto empieza con la **investigación científica y la curiosidad** por entender cómo funciona la vida, incluso en los océanos.





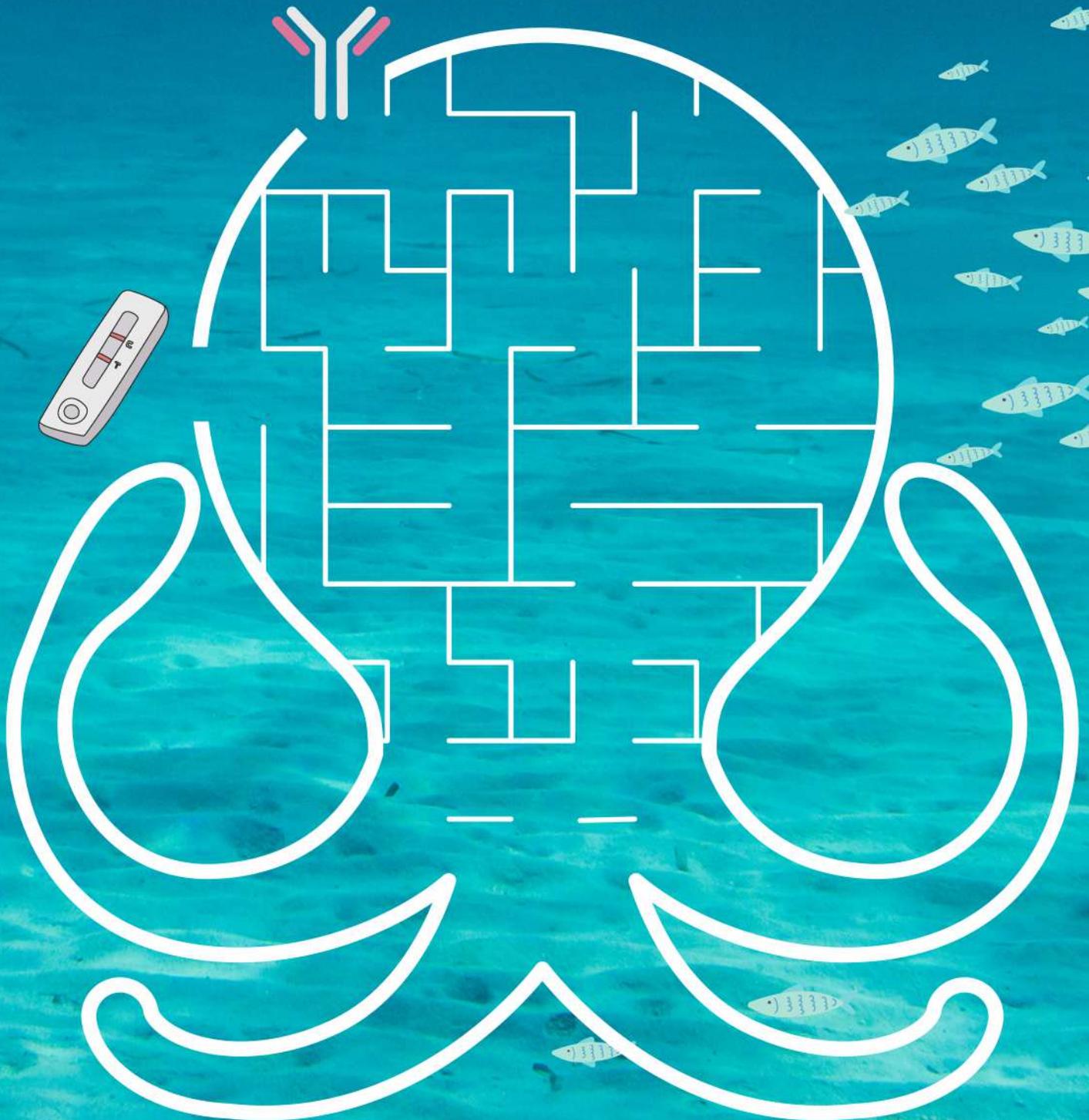
Sumérgete en esta aventura conmigo y encuentra las palabras

B I O F A R M A C O I L K Q W T  
I T H B L A L G C U T I E A C C  
B Y E D I A G N O S T I C O A H  
I J K R N A M I O K R F M U D R  
C Z M T A C L D Z I Y O E A R N  
F G N I U P C O Y G O C Q N Z O  
C A V D N L I A G D W I R T P N  
O S Z C O U O A N I R T U I J S  
H A N T I G E N O E A I V C C A  
W B H A O A B R L T S B A U N V  
T K K T A S T E Y O C U U E E N  
W Y Y Y I J C D D I O R K R W A  
C A A E A K D N T T N O L P Y R  
U R W N K O K N U M X N C O A V  
L S A T Y I A M E D I C I N A I



- TIBURÓN
- RAYA
- ANTICUERPO
- MEDICINA
- VNAR
- ANTIÍGENO
- TERAPIA
- DIAGNÓSTICO

# DIRIGE AL ANTICUERPO HACIA EL DISPOSITIVO DE DIAGNÓSTICO



# Glosario



Hemos aprendido diferentes conceptos. ¡Te ayudo a recordarlos!



**VNAR:** Anticuerpos de tiburones y rayas usados como herramientas moleculares con alta especificidad y estabilidad para tratar enfermedades.



**APLICACIONES TERAPÉUTICAS:** Uso de anticuerpos para combatir cáncer, virus, bacterias y más.



**DIAGNÓSTICO MOLECULAR:** Uso de anticuerpos para detectar enfermedades con precisión.



**IMPACTO BIOTECNOLÓGICO:** Se refiere a los beneficios que la biotecnología ha generado en la medicina, por ejemplo los fármacos avanzados.

# EL DESCUBRIMIENTO DE UN NUEVO FARMACO



# Las fases del desarrollo de un nuevo fármaco

**WOW!**

**¡Acompáñanos a  
explorar el proceso!**



# 1

## Descubrimiento y Diseño

Imagina que las células cancerígenas son enemigos que se ocultan entre las células sanas, pero pueden ser identificados por señales únicas.

¡Para localizarlas, necesitamos un héroe molecular que las reconozca!

¡Exacto Sofia!, esto se logra mediante una potente estrategia biotecnológica: **el uso de bacteriófagos.**

¿Bacteriófagos?  
¿Qué son?

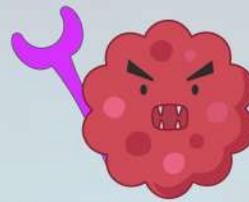
Son virus que infectan bacterias, pero aquí los usamos como herramientas.

Actúan como soldados que despliegan en su superficie muchas proteínas, buscando cuál puede reconocer esa bandera en las células cancerígenas.

# La Búsqueda del Héroe Perfecto

Primero, identificamos la bandera o antígeno.

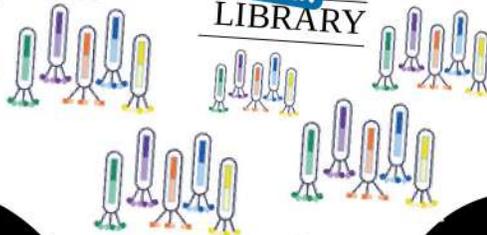
Antígeno



Célula cancerígena

Luego, diseñamos una biblioteca de fagos.

OPEN LIBRARY



Es como tener un ejército con millones de soldados, cada uno con un radar distinto

¡Estos entran en un emocionante combate!

¿Y cómo encontramos al héroe indicado?



# El Combate

**DESPLIEGUE EN FAGOS**

**¡El combate se repite 3 o 4 veces!**

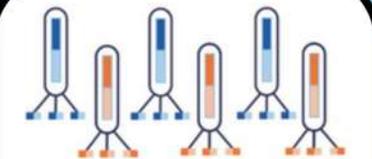
**VS**



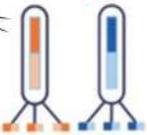
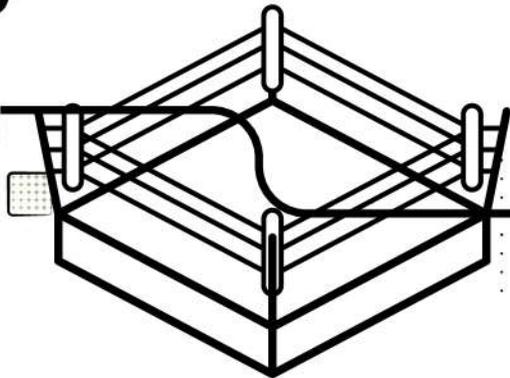
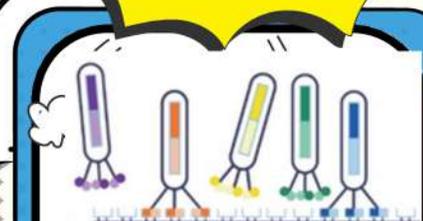
**Biblioteca de fagos**

**INICIO**

**¡Los fagos se retan con el antígeno!**



**Se preparan para la siguiente eliminatoria mediante la amplificación**



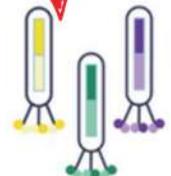
**¡Pasan a la siguiente etapa! Por ahora salen del campo de batalla mediante la elución.**

**Solo avanzan los que se quedan unidos**

**¿No pueden reconocer?**

**Se unen por afinidad**

**Reconocen al antígeno de la célula cancerígena  
¡Reto superado!**



**¡Descalificados mediante un lavado!**

**¡VEAH!**

**OH!**

# EL SÚPERHÉROE

Después de 4 combates, el campeón es:

Raya Guard  
R4-26



DIRIGE AL RAYA GUARD R4-26 PARA  
LOCALIZAR A LA CÉLULA CANCERÍGENA



# Glosario



Hemos aprendido diferentes conceptos. ¡Te ayudo a recordarlos!



**FAGOS (BACTERIÓFAGOS):** Virus que infectan bacterias y sirven como herramientas biotecnológicas al mostrar proteínas o péptidos en su superficie.



**BIBLIOTECA DE FAGOS:** Colección de fagos genéticamente modificados que despliegan péptidos o vNAR en sus superficies, sirviendo como un "catálogo" para identificar moléculas que se unen a objetivos específicos.



**TAMIZAJE DE FAGOS:** Evaluación de los fagos seleccionados para identificar a los que presentan las mejores características, como afinidad, especificidad y estabilidad.



**AFINIDAD:** Medida de la fuerza de interacción entre el fago seleccionado y su proteína diana. Los fagos con mayor afinidad tienen un mejor desempeño en aplicaciones terapéuticas o diagnósticas.

# 2

## Optimización del Raya Guard

Una vez que encontramos a Raya Guard R4-26, analizamos sus características.



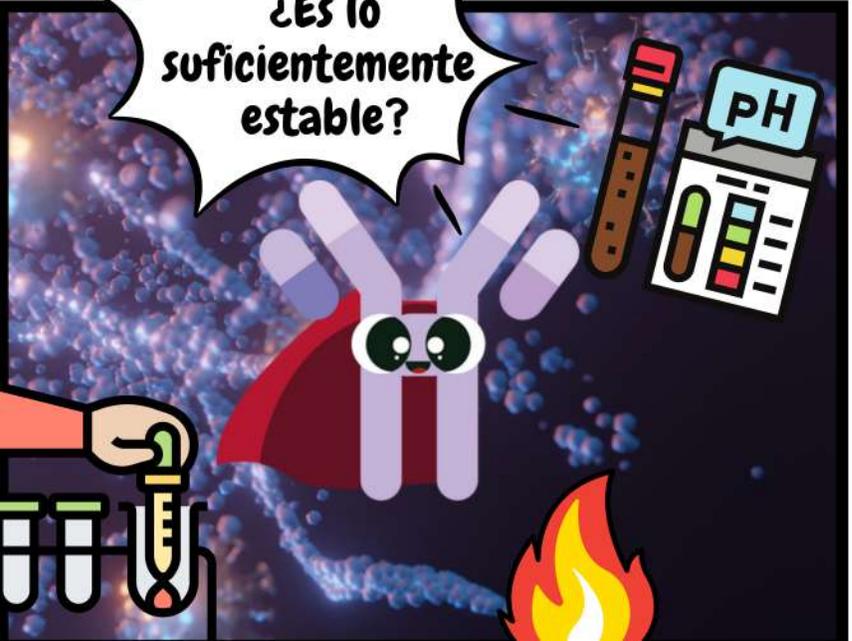
¿Reconoce a las células cancerígenas?

Sí, lo hace a través de la región determinante de complementariedad, CDR3

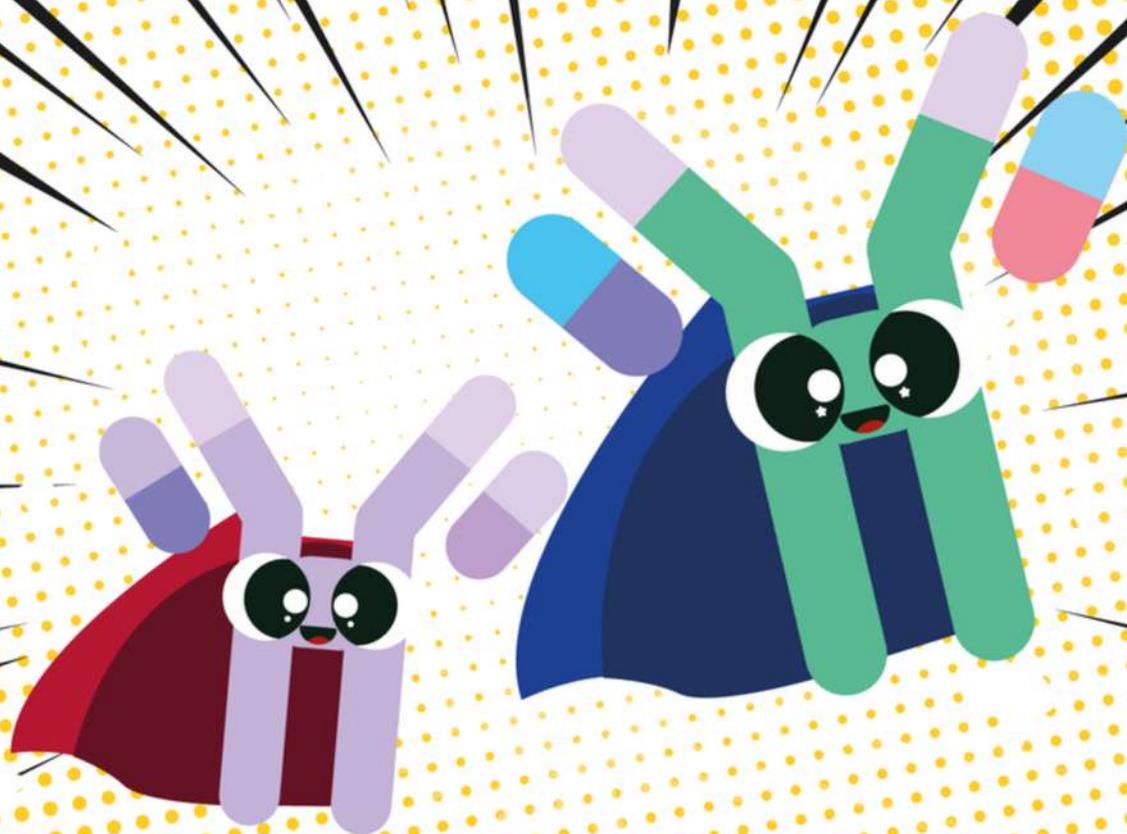


Si encontramos imperfecciones, podemos mejorarlas con ingeniería molecular.

¿Es lo suficientemente estable?

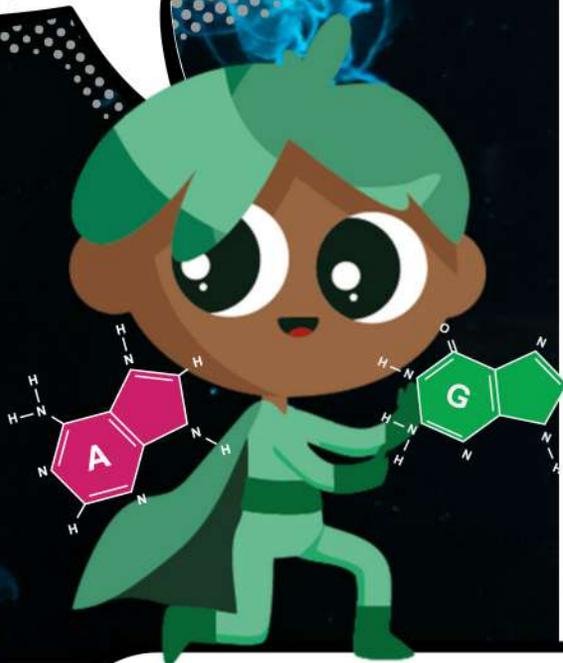


# LA TRANSFORMACIÓN DEL HÉROE



# La Transformación del Héroe

Es momento de transformar a **Raya Guard R4-26** en "**El Agente R4-26**".  
¡Vámos a humanizarlo!



¿Qué significa eso de humanizar un anticuerpo? ¿No son todos iguales?



Para que Raya Guard R4-26 pueda combatir en el cuerpo humano, los científicos le diseñan un "traje especial"

**SUPER!**

Trajes especiales

Ideal para Ciudad Oceanix

Ideal para Ciudad Cuerpo

# La Transformación del Héroe

Ah, ya entiendo.  
¿Y cómo saben qué partes cambiar?

Usamos herramientas computacionales para identificar las partes que podrían causar rechazo en el cuerpo humano, y las sustituimos por versiones humanas.

**SUPER!**

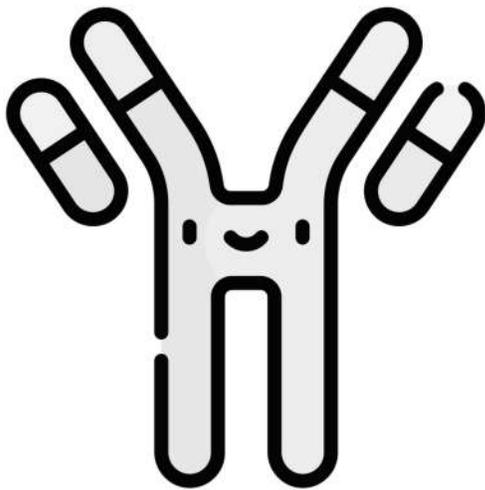
**SUPER!**

Ahora, **El Agente R4-26** está listo para su misión en "Ciudad Cuerpo" sin ser detectado como extranjero por el sistema inmune.



# DISEÑA TU HÉROE ANTICUERPO

## INSTRUCCIONES



**Nombre:**

\_\_\_\_\_

**Poderes:**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Habilidades:**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



# Glosario



Hemos aprendido diferentes conceptos. ¡Te ayudo a recordarlos!



**ANTICUERPO MONOCLONAL:** Un anticuerpo producido en el laboratorio que se dirige específicamente contra un antígeno.



**ANTICUERPO HUMANIZADO:** Un anticuerpo modificado para que sea compatible con el sistema inmunológico humano, reduciendo el riesgo de rechazo o reacciones adversas.



**CDR (Región Determinante de Complementariedad):** Área del anticuerpo responsable de interactuar con el antígeno. Son el enfoque principal en la humanización.



**INJERTO DE CDR:** Técnica utilizada para transferir las regiones específicas de unión de un anticuerpo no humano a una estructura humana.

# LA PRUEBA DEL ENCUETRO



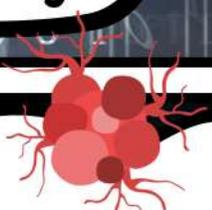
# La Prueba de Encuentro

¡Hola equipo!  
¿Qué están  
analizando hoy?

Antes de lanzarlo a  
la misión necesitamos  
conocer cómo  
interaccionará con  
la célula cancerosa.



El docking es una  
prueba en la que el  
Agente R4-26 enfrenta  
y "acopla" al antígeno  
específico en la  
superficie del enemigo.



Es como si encontrara el  
"punto débil" del villano,  
aprendiendo a acercarse  
y atacar justo donde  
más le duele



Este paso le enseña a los  
científicos como interactúa  
el **Agente R4-26** de forma  
precisa y efectiva con las  
células de cáncer .



# La Prueba de Encuentro

¿cómo es esa prueba de encuentro?

Primero, colocamos el antígeno y el anticuerpo en una simulación computacional.



Aquí el programa prueba miles de posiciones posibles, buscando la mejor forma de unión.



# La Prueba de Encuentro

¿Cómo saben cuál es la mejor?

Analizamos la energía de unión. Cuanto más baja sea, más fuerte y estable será la interacción entre R4-26 y el receptor.

**BANG!**

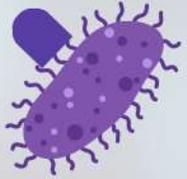
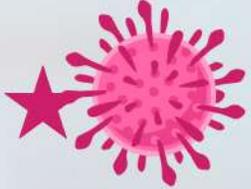
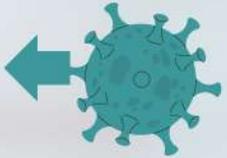
También revisamos qué partes del receptor y el anticuerpo se unen.

¿Y qué pasa si el acoplamiento no es bueno?

Entonces ajustamos algunas de sus partes hasta que logremos un ajuste perfecto.

# DOCKING: PRUEBA DE ENCUENTRO

Une al anticuerpo con el antígeno



# Glosario



Hemos aprendido diferentes conceptos. ¡Te ayudo a recordarlos!



## **MODELADO ESTRUCTURAL:**

Representación tridimensional de un anticuerpo que ayuda a visualizar cómo interactúa con el antígeno y permite planificar su modificación.



## **DOCKING MOLECULAR:**

Método computacional que predice cómo una molécula, como un anticuerpo, interactúa con su objetivo (por ejemplo: un antígeno o receptor).



**INTERACCIÓN ANTIGENO-ANTICUERPO:** Contacto entre moléculas que determina la eficacia del anticuerpo.



**AFINIDAD DE UNIÓN:** La fuerza con la que un anticuerpo o ligando se une a su objetivo.

# LA CÁMARA DE ENTRENAMIENTO INTENSO



**WOW!**

# La Cámara de Entrenamiento Intenso

Ahora que sabemos cómo ataca el Agente R4-26, pasa a una cámara de entrenamiento intensa: **la dinámica molecular**

**CRASH!**

Aquí entreno en un entorno simulado que imita condiciones reales de "Ciudad Cuerpo".



Durante este entrenamiento aprendo a moverme y adaptarme en un entorno en constante cambio.

¡Moléculas que chocan, fuerzas que empujan y temperaturas que me desafían!



Esto me ayuda a ajustar habilidades, mejorar precisión y aumentar resistencia, preparándome para una batalla real en "Ciudad Cuerpo".

**CRASH!**

# La Cámara de Entrenamiento Intenso

¿Y cómo funciona esta simulación?

Primero, construimos un modelo computacional de R4-26 y el receptor.

**CRASH!**

**BANG!**

Después, añadimos un entorno acuoso, como si estuviera flotando en el cuerpo humano.

**BOOM!**

# La Cámara de Entrenamiento Intenso

Luego, aplicamos las leyes de la física.

La simulación calcula cómo las moléculas se mueven, vibran e interactúan entre sí en escalas de tiempo muy pequeñas, como nanosegundos.

**CRASH!**

¿Qué cosas revisan durante este entrenamiento?

1. Estabilidad: ¿Mantiene su forma o se desarma?

2. Afinidad: ¿Sigue unido al receptor durante el tiempo de simulación?

3. Flexibilidad: ¿Puede adaptarse a los pequeños cambios en el receptor?

# La Prueba de Encuentro

¿Y qué pasa si el Agente R4-26 no pasa las pruebas?

¡Entonces volvemos al diseño!

**KABOOM!**

**COOL!**

Ajustamos su estructura, cambiamos aminoácidos específicos y lo regresamos a la cámara para una nueva simulación.

**WOW**

Es un ciclo de mejora continua: probamos, ajustamos y probamos de nuevo hasta que R4-26 esté listo.





¿Y cómo saben que las simulaciones son confiables?



Comparamos los resultados de las simulaciones con experimentos en el laboratorio.



Si coinciden, podemos confiar en que la dinámica molecular predice con precisión lo que ocurrirá en el cuerpo.



Es como entrenar a R4-26 en un gimnasio virtual. Si supera las pruebas aquí, tiene altas probabilidades de triunfar.



¡Es fascinante! Entonces, esta cámara no solo entrena al **Agente R4-26**, sino que también asegura que esté preparado para el mundo real.

**CRASH!**



Así es, Sofía. La dinámica molecular nos da una ventaja invaluable para diseñar héroes moleculares.

¡El esfuerzo vale la pena cuando el resultado es un héroe listo para proteger el cuerpo humano!

**DISEÑA EL  
CAMPO DE  
ENTRENAMIENTO**



## **INSTRUCCIONES**

**Nombre del Súperheroe:**

---

**Su villano es:**

---

---

**Estrategia de ataque:**

---

---

**¡Dibuja la escena en el campo de  
entrenamiento!**



# Glosario



Hemos aprendido  
diferentes conceptos.  
¿Te ayudo a  
recordarlos!



**DINÁMICA MOLECULAR (MD):**  
Simulación computacional que  
estudia cómo las moléculas se  
mueven y se comportan en el  
tiempo bajo condiciones específicas.



**CAJA DE SIMULACIÓN:**  
Entorno computacional que  
representa las condiciones donde  
interactúan las moléculas, como  
un anticuerpo y un antígeno.



**ESTABILIDAD ESTRUCTURAL:**  
Evaluación que determina si una  
molécula mantiene su forma y  
función bajo diferentes condiciones.



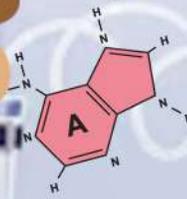
**ENERGÍA DE INTERACCIÓN:**  
Medida de la fuerza y  
estabilidad de unión entre  
anticuerpo y antígeno.

# 3

## Fase 3: Producción

¡Tenemos que producir a R426 en cantidades suficientes para continuar con las pruebas! Pero, ¿Cómo lo hacemos? ¿Clonamos más rayas?

No exactamente, Sofia. En lugar de depender de rayas, usamos una fábrica biológica increíble: las bacterias E. coli.



Son como pequeños trabajadores que producen proteínas a partir de las instrucciones que les damos.



# La Fábrica de Superhéroes en Miniatura

Gracias a la biotecnología podemos transformar bacterias comunes en fábricas vivientes capaces de producir herramientas poderosas como "El Agente R4-26".

¡Increíble!  
¿Cómo es eso?



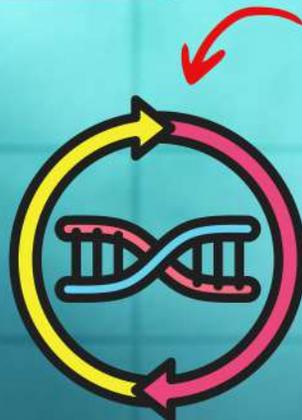
Gen

Primero, diseñamos el gen que codifica R4-26. Esto incluye optimizar el código genético para que sea fácil de leer y eficiente para E. coli. Es como traducir las instrucciones de construcción al idioma de las bacterias.

YEAH!!

Luego, insertamos ese gen en un vector que también tiene señales para que las células sepan cuándo y cuánto producir.

Un vector es como un paquete de entrega para introducir el ADN en las bacterias.





¿Cómo hacemos que las bacterias acepten ese vector recombinante?



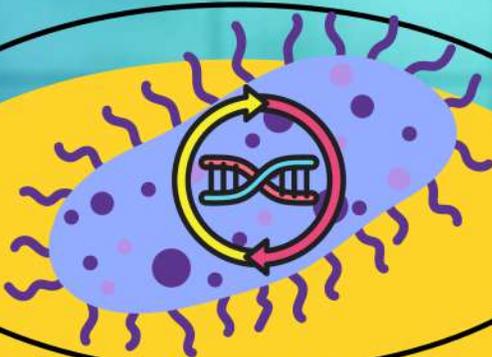
¡Gran pregunta! Usamos un proceso llamado transformación.



Hacemos que las bacterias sean más 'permeables' para que absorban el vector.

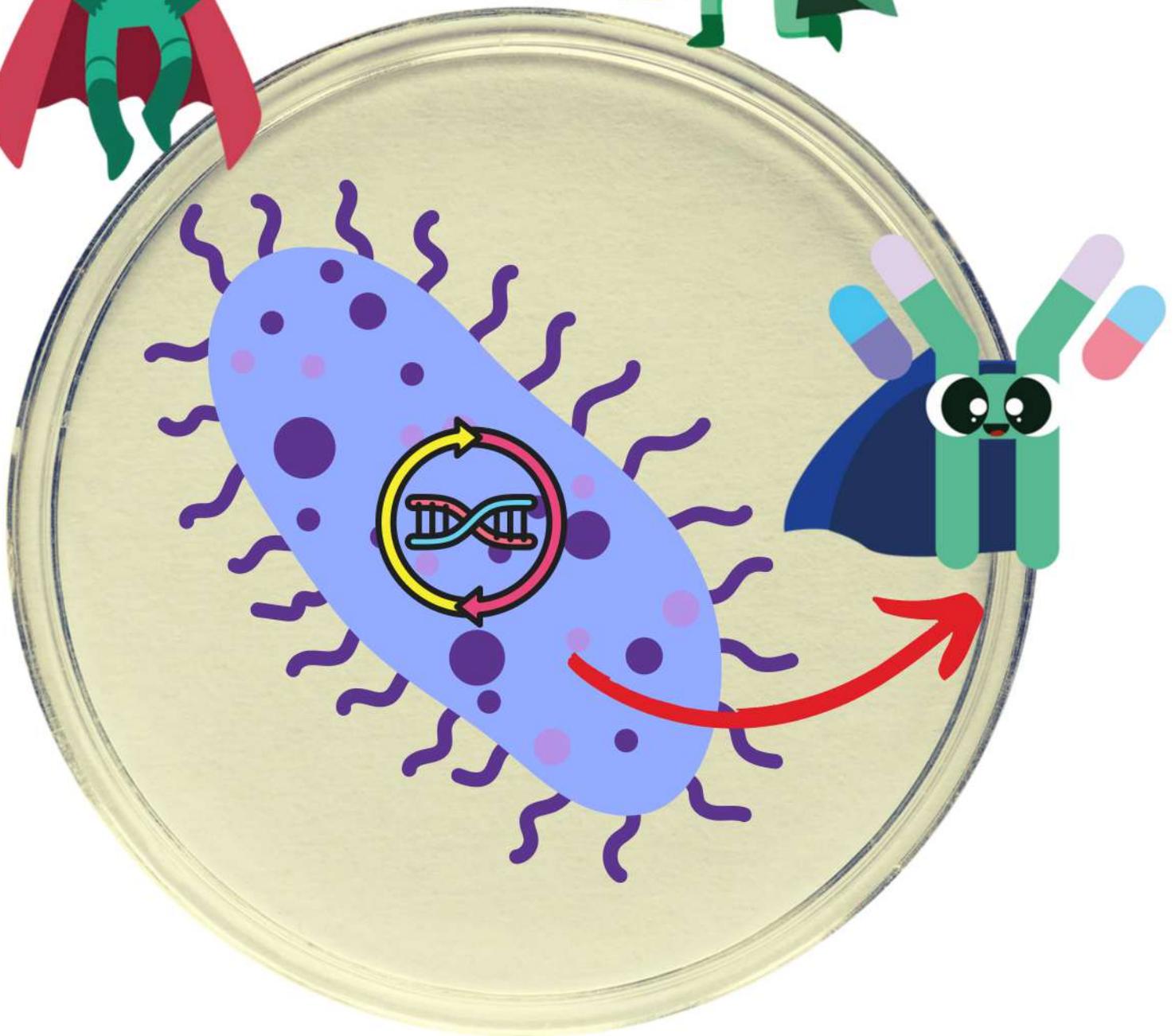


Es como abrir sus puertas para aceptar el paquete.



Una vez dentro, las bacterias leen las instrucciones del vector y comienzan a producir al **Agente R4-26**.

Les damos un 'interruptor' químico que activa el proceso, asegurándonos de que trabajen al máximo.







¿Y qué pasos siguen?



Después de que las bacterias producen al Agente R4-26, lo extraemos y lo purificamos



Esto implica separar el anticuerpo de otros componentes bacterianos usando métodos como cromatografía.



Es como filtrar el oro de una mezcla de minerales. Al final, nos quedamos con el tesoro: el Agente el R4-26 listo para su misión.

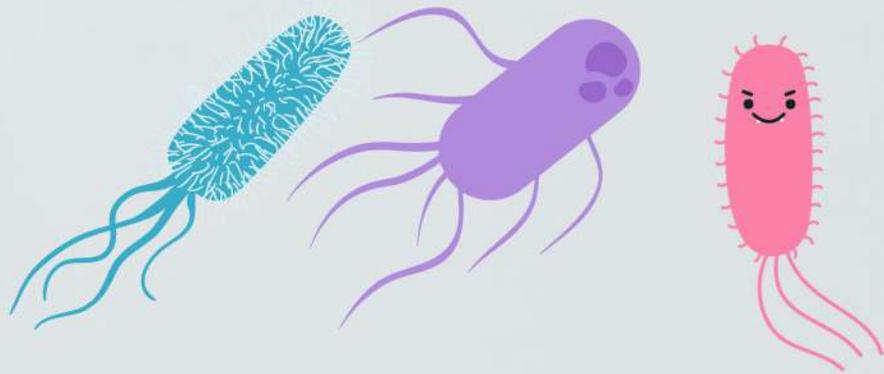


Queremos un producto puro y funcional.

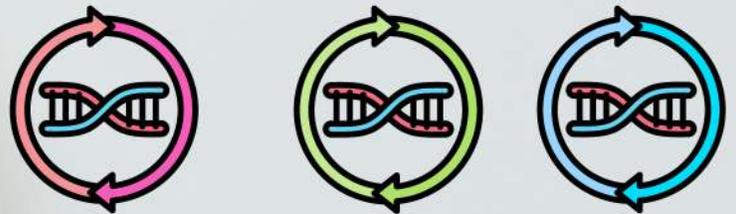
# MINI FÁBRICA DE HÉROES

## INSTRUCCIONES

1. Selecciona la bacteria que usarás como minifábrica



2. Entrena a la bacteria con las instrucciones (el ADN) para producir al miniheroe: el anticuerpo



3. Dibuja en la placa la minifábrica de súperheroes



# Glosario



Hemos aprendido  
diferentes conceptos.  
¡Te ayudo a  
recordarlos!



## **INGENIERÍA GENÉTICA:**

Técnica para insertar genes de interés en microorganismos como *E. coli* para producir proteínas terapéuticas.



## **VECTOR:**

Vehículo molecular utilizado para introducir ADN en células anfitrionas.



## **EXPRESIÓN DE PROTEÍNAS:**

Proceso mediante el cual las células producen proteínas a partir de genes modificados.



## **PURIFICACIÓN:**

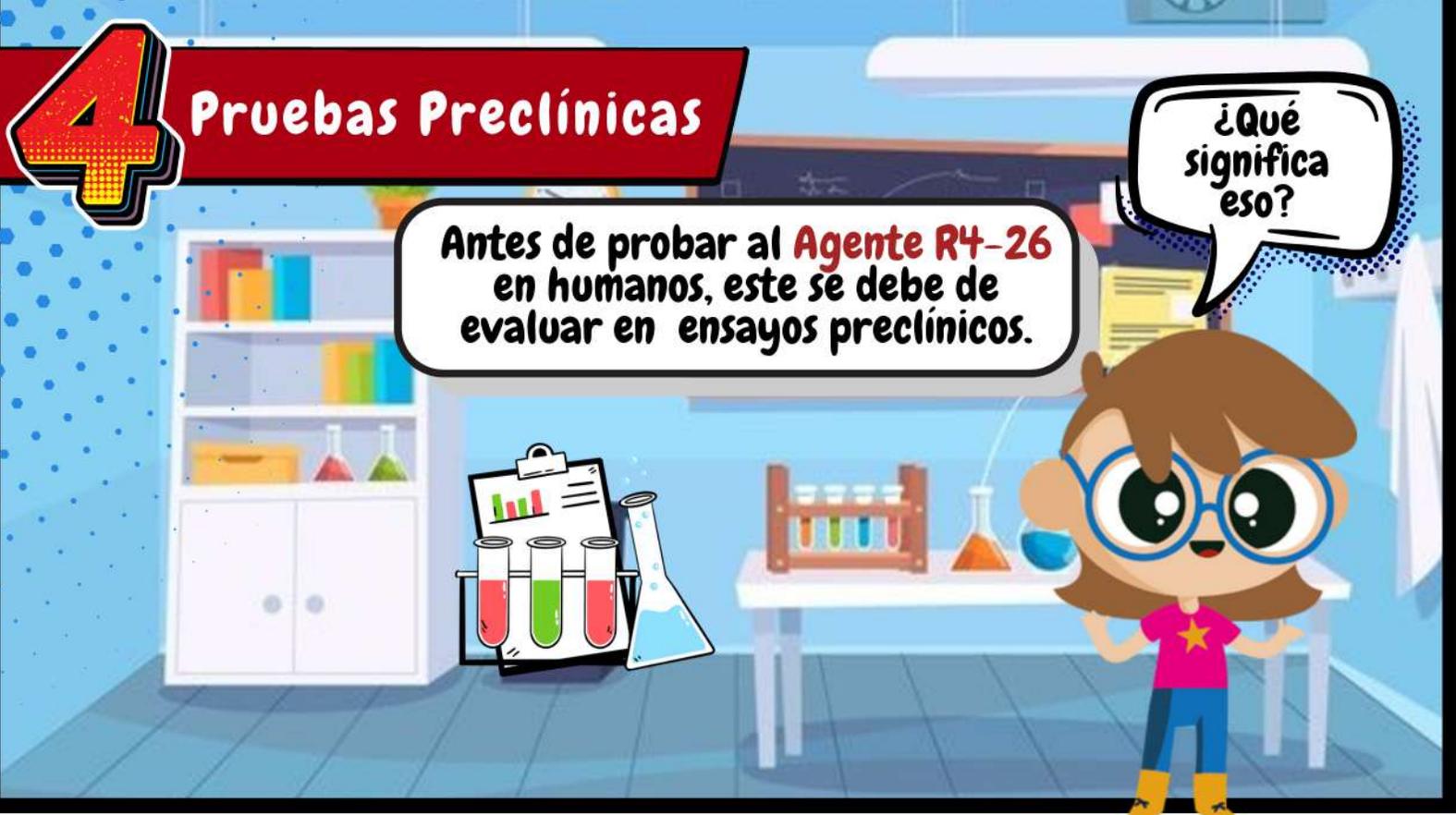
Método para aislar y obtener anticuerpos funcionales y libres de impurezas.

# 4

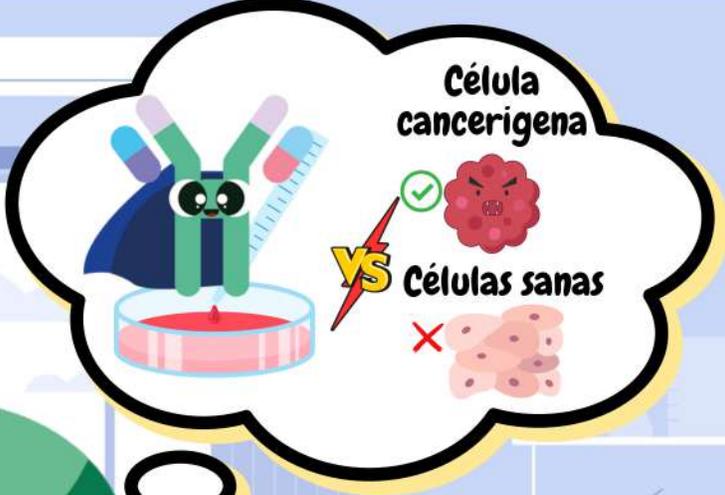
## Pruebas Preclínicas

Antes de probar al **Agente R4-26** en humanos, este se debe de evaluar en ensayos preclínicos.

¿Qué significa eso?



Primero, lo probamos en células aisladas en el laboratorio.



Es como un enfrentamiento controlado entre el agente R4-26 y las células cancerígenas.



Observamos su unión al receptor y si logra neutralizar la amenaza.

Luego, avanzamos a modelos animales

**OOPS!**

**AHHH!!**



Usamos organismos que simulan el comportamiento de las enfermedades humanas, como ratones.

¿Qué cosas buscan en estas pruebas?



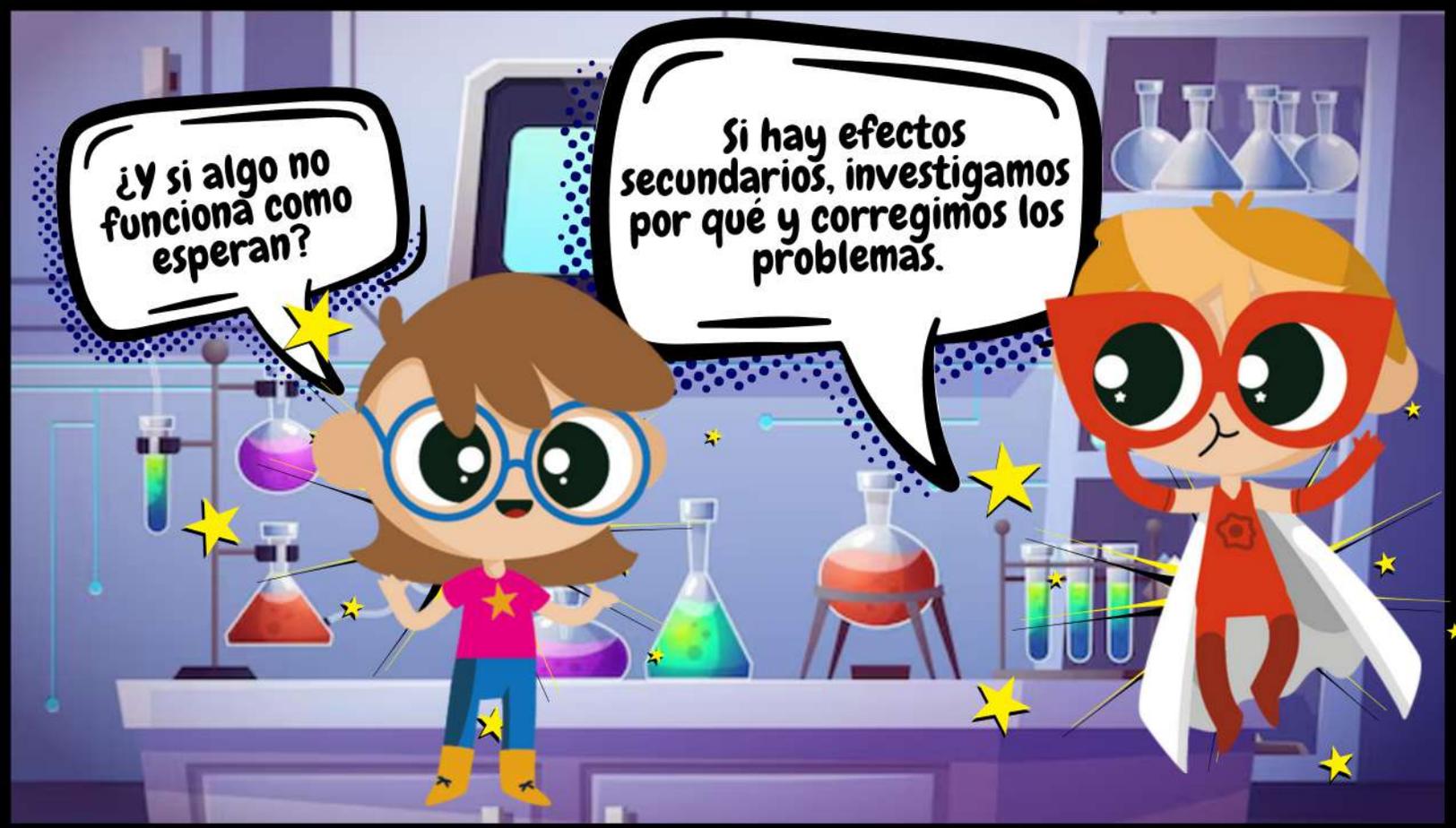


Principalmente  
tres cosas:

1. **Eficacia:** ¿Cumple su misión?  
¿Reconoce y ataca solo a las células malignas?
2. **Seguridad:** ¿Es tóxico? ¿Afecta células sanas?
3. **Distribución:** ¿Llega al lugar correcto en el cuerpo?



También medimos cuánto tiempo permanece activo en el cuerpo, lo que nos ayuda a planear la dosis y frecuencia para futuros tratamientos.



¿Y si algo no funciona como esperan?

Si hay efectos secundarios, investigamos por qué y corregimos los problemas.

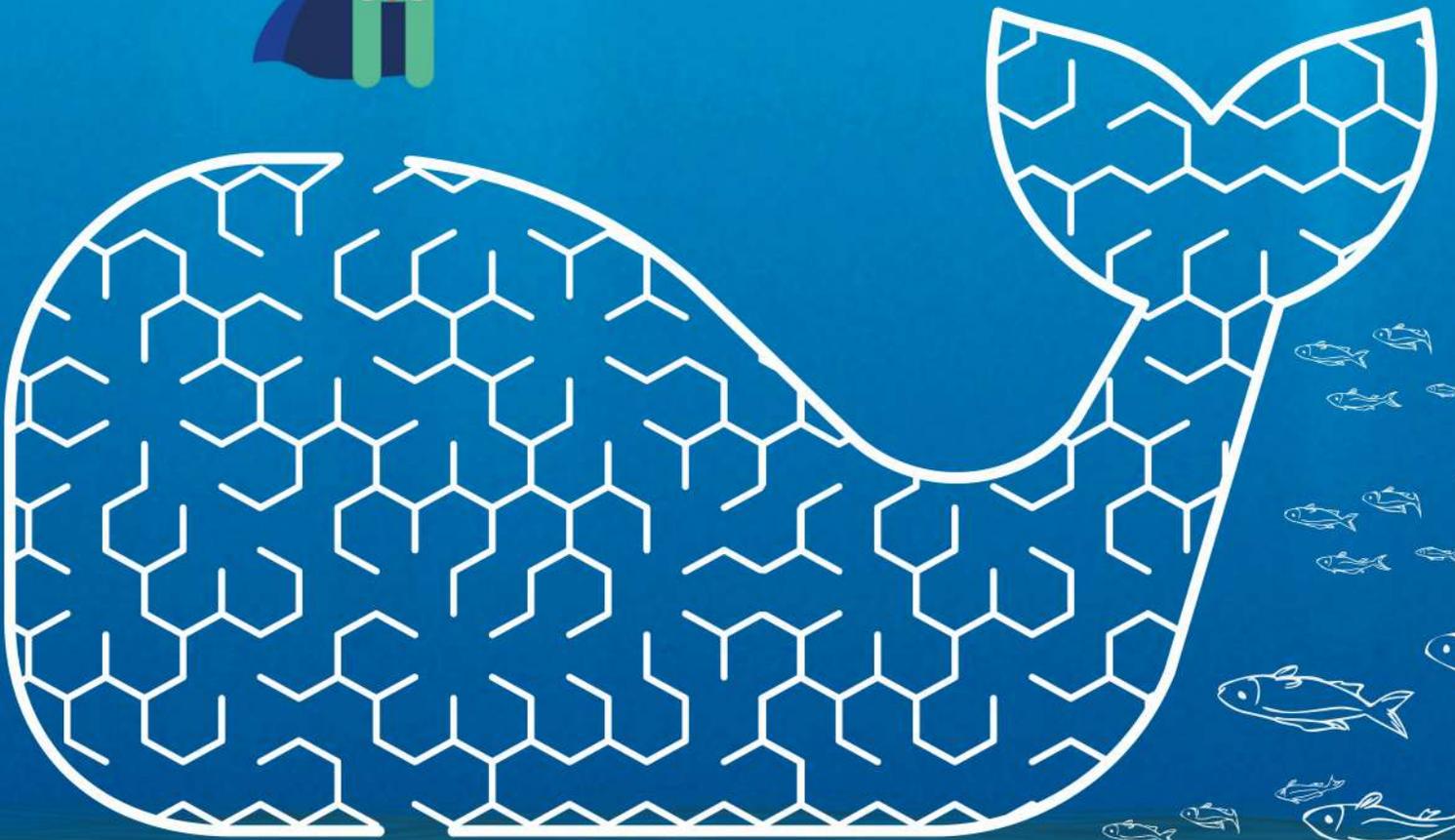


¡Podemos aplicar las técnicas que ya comentamos o algunas nuevas!

¡Si pasa todas las pruebas preclínicas, entonces solicitamos autorización para probarlo en humanos!

Pero esto es solo el comienzo de un largo camino.

DIRIGE AL ANTICUERPO PARA LLEGAR  
HASTA SU APLICACIÓN FINAL



# Glosario



Hemos aprendido  
diferentes conceptos.  
¡Te ayudo a  
recordarlos!



**MODELOS CELULARES:**  
Ensayos en células para  
evaluar la eficacia inicial del  
anticuerpo.



**MODELOS ANIMALES:**  
Pruebas en organismos vivos  
para estudiar la seguridad y  
biodistribución del fármaco.



**TOXICIDAD:**  
Evaluación de posibles efectos  
adversos del tratamiento.



**DOSIS ÓPTIMA:**  
Determinación de la cantidad  
adecuada del anticuerpo para  
lograr el efecto terapéutico  
deseado.

# 5

## Ensayos Clínicos



**Fase I: Seguridad.**  
Evaluamos su seguridad en un grupo pequeño de personas.



¡Hola, equipo! Escuché que el **Agente R4-26** está listo para los ensayos clínicos. ¿Qué significa eso?

Significa que es el momento de probarlo en humanos. Es un paso emocionante, pero también muy delicado.

El objetivo principal es verificar que sea seguro y determinar la dosis correcta.



**Fase II: ¿Funciona Realmente?**  
Probamos su eficacia en un grupo mayor de pacientes.

Aquí probamos en un grupo más grande de pacientes, entre 100 y 300, que tienen la enfermedad que queremos tratar.

**Fase III: Comparando con los Mejores.** Lo comparamos con tratamientos existentes en un grupo aún más amplio.



Aquí probamos al R4-26 en miles de pacientes, comparándolo con tratamientos estándar o placebos.



# 5

## Ensayos Clínicos

¿No te parece emocionante?

Así es, B-Fabricante.  
¿Qué ocurre después?

Solo si pasa todas estas pruebas puede ser aprobado por agencias regulatorias como la **FDA** o **EMA**.



**¡Héroe listo para la Acción!**

**AGENTE  
R4-26**

**ACTION!**



**WOW!**

# Reflexión final

La creación de un fármaco biotecnológico, como el **Agente R4-26**, es un viaje largo y desafiante, lleno de ciencia, innovación y colaboración. Desde las primeras ideas en el laboratorio hasta los ensayos clínicos finales, cada paso refleja el compromiso por mejorar la vida de las personas.

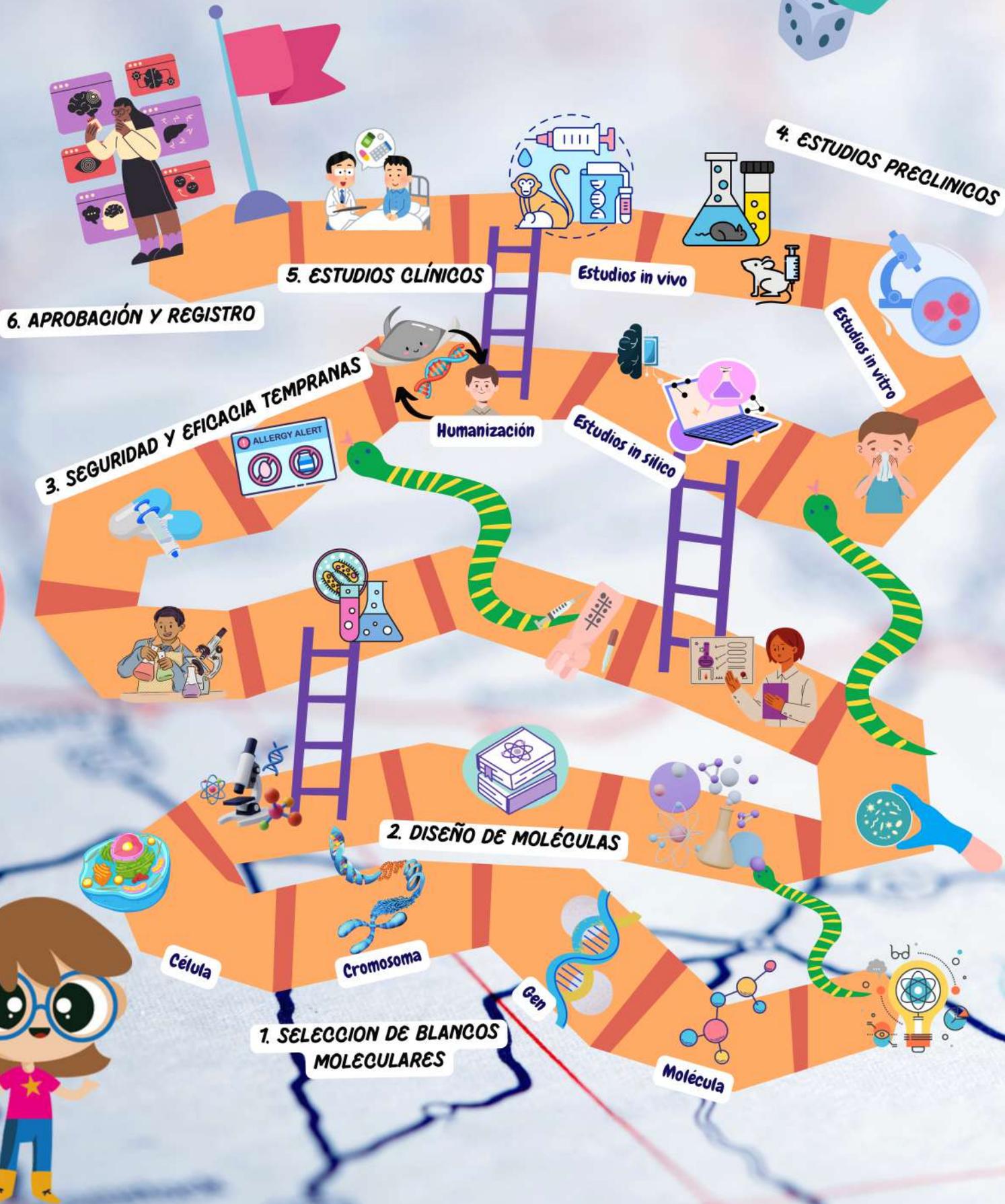
Es un recordatorio de que, en la biotecnología, cada molécula puede convertirse en un héroe, cada célula es un aliado y cada investigador es parte de una misión global: combatir enfermedades, salvar vidas y abrir nuevas fronteras en la medicina.

Al final, la ciencia no solo crea soluciones, inspira esperanza y construye un futuro donde los héroes moleculares se convierten en guardianes de la humanidad.



**Esta historia continuará...**

# AYUDA AL RAYA GUARD R4-26 A LLEGAR A LA META



# Glosario



Hemos aprendido diferentes conceptos. ¡Te ayudo a recordarlos!



## **FASE I:**

Ensayos en pequeños grupos de humanos para probar seguridad y determinar la dosis.



## **FASE II:**

Evaluación en pacientes para medir eficacia y posibles efectos secundarios.



## **FASE III:**

Pruebas masivas que comparan el tratamiento con alternativas existentes o placebos.



## **APROBACIÓN REGULATORIA:**

Proceso final para certificar el tratamiento como seguro y efectivo.



La ciencia es como un  
superpoder:  
te permite entender y cambiar  
el mundo que te rodea.

¡Ahora tú compartes este superpoder!



¡Gracias!

# Equipo de trabajo



**DRA. MIRNA BURCIAGA FLORES**

CENTRO DE NANOCIENCIAS Y  
NANOTECNOLOGÍA-UNAM.



**DRA. TANYA A. CAMACHO VILLEGAS**

UNIDAD DE BIOTECNOLOGÍA MÉDICA Y  
FARMACÉUTICA-CIATEJ.



**DR. SERGIO AGUILA PUENTES**

CENTRO DE NANOCIENCIAS Y  
NANOTECNOLOGÍA-UNAM.



**DR. PAVEL H. LUGO FABRES**

SECIHTI-UNIDAD DE BIOTECNOLOGÍA  
MÉDICA Y FARMACÉUTICA-CIATEJ.





**Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño  
del Estado de Jalisco.**

**Av. Normalistas 800, Colinas de La Normal, 44270,  
Guadalajara, Jalisco.**

**Informes:**



**[www.ciatej.mx](http://www.ciatej.mx)**



**Ciencia y Tecnología**  
Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación

