



El infocito

*Donde tus dudas encuentran respuesta
y se despierta tu curiosidad*

Número 12
Marzo, 2026



Revista de Divulgación
de la Sociedad Mexicana
de Inmunología



El infocito

*Donde tus dudas encuentran respuesta
y se despierta tu curiosidad*

Número 12
Marzo, 2026



Revista de Divulgación
de la Sociedad Mexicana
de Inmunología

Descripción de la portada

La portada de este número presenta una escena dominada por la figura de un dragón que, más que una criatura fantástica, se revela como un alebrije biológico. Su cuerpo, construido a partir de formas y estructuras que evocan proteínas, se extiende a lo largo de la composición, conectando lo imaginario con los procesos microscópicos que sostienen la vida. Alrededor del dragón flotan esferas que representan células, algunas aparentemente “secuestradas”, sugiriendo interacciones complejas dentro del organismo.

En el diseño convergen referencias mitológicas, moleculares y culturales. Como un guiño narrativo, un personaje inspirado en figuras legendarias aparece integrado en la escena, reinterpretado con rasgos propios que lo acercan a un contexto más local y contemporáneo.

En conjunto, la portada propone una metáfora visual donde la ciencia y la imaginación se entrelazan, recordándonos que incluso los procesos más invisibles pueden adquirir formas sorprendentes cuando se observan desde nuevas perspectivas.

Este trabajo fue realizado por Felipe G. Serrano, biólogo e ilustrador científico. Para más información sobre su proyecto y obra puedes visitar su sitio web, Ilustra Scilab, y su cuenta de Instagram, [@biologo_ilustrador](https://www.instagram.com/biologo_ilustrador).

Felipe G. Serrano

Ilustra Scilab y Proyecto Biólogo Ilustrador.
Valdivia, Chile.





SOCIEDAD MEXICANA
DE INMUNOLOGÍA

En la lucha contra las enfermedades
infecciosas, autoinmunes, alergias y el cáncer

Presidenta
Eva María Salinas Miralles

Vicepresidenta
Paula Licona Limón

Secretaria
Marion E. G. Brunck

Prosecretario
José Luis Maravillas Montero



Editora en jefe
Jessica Lakshmi Prieto Chávez

Editora ejecutiva
Graciela Libier Cabrera Rivera

Comité editorial
**Ana Tapia, Cindell Celaya,
Daniel Rivera, Dhamar Venteño,
Diana Villalpando, Gladys Toledo**

El infocito. Año 3, número 12, Enero-Marzo 2026,
es una publicación trimestral, editada por la Sociedad
Mexicana de Inmunología, A.C. Av. Álvaro Obregón
No. 151, Desp. 1301, Of. 5, C.P. 06700, Cuauhtémoc,
CDMX, México. Tel. (+52) 55 7162 2116 Ext. 105.

Página electrónica de la revista:
sociedadmexicanadeinmunologia.org/el-infocito

Correo electrónico:
elinfocito@sociedadmexicanadeinmunologia.org

Editora responsable: Jessica Lakshmi Prieto Chávez.
Certificado de Reserva de Derechos al Uso Exclusivo
No. 04-2026-051119033400-102, e-ISSN: (en trámite),
ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho
de Autor. Responsable de la última actualización de
este número: Jessica Lakshmi Prieto Chávez, Av.
Álvaro Obregón No. 151, C.P. 06700, Cuauhtémoc,
CDMX, México. Fecha de la última modificación: 18 de
marzo de 2026. Tamaño del archivo: 25,278 KB.

El contenido de los artículos publicados en *El infocito*
es responsabilidad exclusiva de las y los autores, por
lo que esta revista se deslinda de cualquier situación
legal derivada por plagios, copias parciales o totales
de artículos ya publicados y la responsabilidad legal
recaerá directamente en las y los autores del artículo.
Asimismo, los artículos no reflejan necesariamente el
punto de vista de la SMI. Se autoriza la reproducción
de los contenidos de esta revista siempre y cuando se
cite explícitamente la fuente y se solicite vía correo
electrónico la autorización correspondiente.

05 Editorial
Marvin Rivera



Índice

06 Los alebrijes del sistema inmune
Diana Vega Balderrama y Julio Enrique Castañeda Delgado

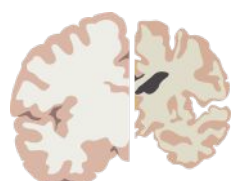


**12 El Súper Saiyajin legendario:
"CAR-T"**
Gonzalo González Domínguez

16 El viento divino: La piroptosis
María Fernanda Ruffiar Vanegas y Aracely López Monteón



20 El mundo de Caperucita Blanca - Capítulo 11
Marion Brunck, Jessica Lakshmi. Ilustración: Felipe Serrano.



**22 Alzheimer:
Cuando el cerebro se inflama**
Diana Amihel Santiago Guevara y Fernando Rivera Sánchez

26 El Carlo Ancelotti inmunológico
Edgar Iván Hernández Martínez y Julio César Flores González



30 Glosario



32 Boletín



34 Agradecimientos



Editorial

¡La fantástica aventura va a empezar!

¡Hola, todo el mundo! Con este 2026 un poco recorrido y con la primavera a la vuelta de la esquina, llega un nuevo número de *El infocito*, recién salido del horno.

¿Cuál ha sido tu sueño más raro? El mío, una persecución de dinosaurios, que más que una pesadilla, era como estar en un videojuego. Bajo esa premisa, Diana y Julio Enrique nos presentan a Pedro Linares, quien tras un sueño febril creó los alebrijes, y nos permiten comparar a estas criaturas con los péptidos antimicrobianos de nuestro cuerpo.

Y hablando de historias fantásticas, Gonzalo nos transporta a la infancia con el anime Dragon Ball y nos platica sobre una herramienta tecnológica innovadora. Exploraremos la evolución de las células CAR-T y su papel en la lucha contra enfermedades como el cáncer.

Siguiendo con la cultura japonesa, analizaremos el sacrificio de la Unidad Especial Shinpu, conocidos popularmente como "kamikazes", durante la Segunda Guerra Mundial. María Fernanda y Aracely utilizan este paralelismo para explicar la piroptosis, un mecanismo inmunológico donde ciertas células se sacrifican por el bien común, así como los héroes más importantes del anime.

Así como los japoneses defendían a su nación, en una nueva aventura de Caperucita Blanca veremos a los Guerreros-T en acción y descubriremos si son realmente los "súper guerreros legendarios" de la inmunología frente al caos que están por enfrentar.

Pasamos de la emoción japonesa al gran evento que se avecina este año: el mundial de fútbol. Para los entusiastas, Edgar Iván y Julio César nos cuentan sobre Carlo Ancelotti. Al igual que el exitoso entrenador, conoceremos una molécula capaz de guiar al sistema inmune para "anotar goles" contra enemigos como la tuberculosis.

Finalmente, y antes de que se me olvide, Diana Amiel y Fernando nos presentan a Alois, un psiquiatra que demostró los cambios cerebrales que ocurren en el deterioro cognitivo, y cuyo apellido dio nombre a la enfermedad de Alzheimer. Veremos por qué es una causa importante, aunque no la única, de que olvidemos ciertas cosas.

Pero si hay algo que nunca voy a olvidar, son estos 12 números que he podido compartir con ustedes. Hemos descubierto muchas cosas, de la mano de Caperucita, y de las mentes creativas que han permitido que *El infocito* siga creciendo. Y claro que también, gracias al equipo que durante estos años han trabajado para que cada número llegue a sus manos (y sus pantallas): Libi, Dianis, Dan, el equipo de revisión, Felipe con sus increíbles ilustraciones, las mesas directivas de la SMI, y particularmente a Marion y Jess, por haberme permitido formar parte de este proyecto desde su inicio. Pero sobre todo, gracias a ustedes que nos leen, y que son el motivo de ser de este proyecto. Y demos la bienvenida también a las nuevas integrantes del comité editorial, que no me queda duda que darán lo mejor de sí para ustedes.

Les quiere siempre,

Marv

J. Marvin Rivera J.

~~Editor Ejecutivo~~

Coordinador del Comité de Educación, SMI
Facultad de Medicina, UNAM
Ciudad de México, México



Los alebrijes del sistema inmune: Péptidos antimicrobianos

DIANA VEGA BALDERRAMA Y JULIO ENRIQUE CASTAÑEDA DELGADO

Pedro Linares soñó con alebrijes y luego, los volvió esculturas. La biología, años después, describió otras criaturas coloridas e invisibles que también salvaguardan nuestra vida.
La coincidencia es pura imaginación... ¿o no?

En 1936, el cartonista Pedro Linares López cayó enfermo. Una grave fiebre lo hizo delirar y tener sueños bizarros. En sus sueños, caminaba por un paisaje extraño, donde criaturas de formas imposibles lo observaban. Tenían alas de águila, cuerpo de dragón y colas que parecían serpientes. Todas repetían una palabra:

—“¡Alebrijes, alebrijes!”—.

Algunas de ellas no parecían salvajes, sino que, al contrario, caminaban a su lado como si hubieran estado esperándolo por mucho tiempo. Una criatura de curvas elegantes apoyó el hocico en su pecho; donde su corazón latía apresurado. Sin embargo, no sentía miedo. De alguna manera, Pedro lo reconoció. Estaba seguro de que este animal era aquel guardián antiguo, protagonista de múltiples historias narradas por sus abuelos, de raíces zapotecas. Aquel animal sin sentido era su alebrije toná, vinculado a su alma desde su

nacimiento. Era la más bella representación de su fuerza a lo largo de su vida.

Pedro continuó avanzando por un paisaje que comenzaba a transformarse, más crudo, más humano. Aunque sus manos llevaban mucho tiempo moldeando figuras de papel, nunca había visto algo similar. En el panorama comenzaban a emerger ríos color rojo carmesí y las criaturas que lo acompañaban ya no caminaban: flotaban. Se deslizaban como si el agua fuera su hogar natural.

El hombre confundido siguió caminando. ¿De dónde provenían tantas criaturas?... El suelo antes húmedo, comenzó a alisarse bajo sus pies. El aire olía a madera recién cortada y a pintura fresca. De fondo, se escuchaban exclamaciones que revelaban una ardua jornada de trabajo. Era un taller, no cabía duda. Era imposible no reconocer aquella atmósfera donde había pasado tantas tardes de su infancia.

Fuera de su mente, Pedro tiritaba en su cama y continuaba con estas vívidas y disparatadas ensoñaciones. Seguía dormido.

El cartonista notó entonces que los alebrijes no nacían del suelo, sino que eran contruidos en una amplia mesa. Pedro trató de recordar de dónde conocía este taller. Sabía que lo había visto en algún lugar...

—Piensa, piensa... ¡Ah sí, de las clases de biología en la escuela!—

Se dijo a sí mismo. En su momento, había pensado que el maestro estaba loco por platicarles cosas tan inútiles como una célula. Ahora que veía una de cerca, con artesanos regordetes que trabajaban afanosos, no le parecían tan feas (ni tan inútiles). Estas cosas diminutas que conformaban todos sus órganos y tejidos no solo existían, también producían cosas. Funcionaban exactamente como un taller.

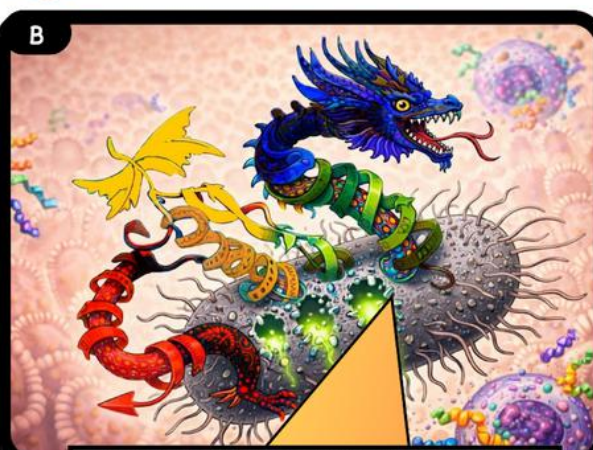
Las figuras eran construidas con bloques de madera, que eran ensamblados uno a uno como una cadena, hasta darles su forma final.



PEDRO LINARES LÓPEZ
Creador de los alebrijes mexicanos



UN ACERCAMIENTO AL ALEBRIJE ANTIMICROBIANO...



UN ACERCAMIENTO A LA MEMBRANA BACTERIANA...



- (A) En la imagen se representa un péptido antimicrobiano (PAM) como un alebrije producido en talleres celulares y formado por aminoácidos como materia prima. Posee regiones afines al aceite (grasas) y otras afines al agua.
- (B) El PAM es representado como un alebrije dragón que forma poros en la membrana bacteriana a través de su región compatible con la grasa.

Imágenes realizadas y modificadas por los autores con apoyo de ChatGPT (OpenAI).

Al parecer, cada bloque se llamaba “**aminoácido**”, pues los artesanos no paraban de repetirlo cuando hablaban de la materia prima con la que estaban hechos. Mientras tanto, en las paredes del taller, había todo tipo de planos y prototipos. Podía leerse en caligrafía descuidada: “¿Cómo hacer un **péptido** antimicrobiano?”. En la mente de Pedro sonó:

“¡Con qué así se llaman las criaturas!”.

El ensamble de las piezas continuaba sin ser interrumpido por su presencia, por lo que Pedro se animó a echar un vistazo de cerca. Un péptido antimicrobiano con forma de un dragón estaba siendo construido y comenzaba a tomar forma en tercera dimensión. Algunas partes de su estructura tenían forma de láminas mientras que otras adoptaban forma de rizos, como el cabello ondulado de su abuela. Tomó la figura en sus manos y de cerca, era aún más interesante. Estaba claro que estas criaturas no eran construidas al azar, pues cada pieza era colocada siguiendo un patrón invisible. Como si se tratara de un programa o código especializado, las cabezas de inicio siempre eran pintadas de color azul mientras que la parte final siempre era roja.

Al voltear a su alrededor, todo parecía seguir una lógica, pero el cartonista aún no averiguaba cuál era ni con qué propósito eran realizadas estas figuras. En una especie de control de calidad, observó que la figura que antes había sostenido en sus manos era puesta en contacto con el agua, pero también en aceite. Pero si el aceite y el agua no se mezclan, ¿cómo es posible? — pensó Pedro. Con una lupa, notó que algunas regiones del dragón estaban diseñadas para repeler el contacto con lo acuoso; sin embargo, interaccionaban perfectamente con las grasas.

Por otro lado, otras secciones eran felices en el agua, tanto que sus patas parecían niños contentos brincando en un charco. Solo una vez que los artesanos comprobaban que el dragón cumplía con ambos elementos, era despachado fuera del taller.

Pedro observó cómo el péptido antimicrobiano en forma de dragón era puesto en marcha por los ríos rojos nuevamente. Enseguida notó que eran las partes afines al agua las que permitían que el alebrije flotara y fluyera con la corriente. A lo largo del viaje, Pedro iba observando órganos como el corazón y los pulmones. ¡Pronto cayó en cuenta de que estaba dentro de un cuerpo humano! Y no había una, sino cientos de células con forma de taller como las que había visto. En cada una de ellas se producían cientos de sustancias. Sin embargo... aún había algo extraño. El alebrije se movía por los ríos como si buscara algo en particular.

Abruptamente, el péptido se detuvo en el intestino. El dragón parecía tener un objetivo: a lo lejos, se veía una muralla flexible, brillante, aceitosa, con una especie de pelos incrustados. Su forma era extrañamente conocida, —*¡Una bacteria!*— Exclamó Pedro. Una vez más, sus clases de biología parecían ser de utilidad.

Como por inercia, el péptido antimicrobiano alcanzó la muralla grasosa de la bacteria y haciendo uso de sus regiones afines a las grasas, insertó sus garras causando poros en ella. La bacteria derramaba su contenido sin remedio alguno. Poco a poco fueron llegando más y más péptidos que aterrizaban en la superficie bacteriana. No parecían actuar individualmente, sino en conjunto. La bacteria comenzaba a morir, pues había sido derribada incluso antes del primer intento de daño.

Fue entonces que el adjetivo antimicrobiano hizo sentido en Pedro y entendió que aquellas criaturas no solo lo acompañaban: defendían aquel territorio.

No podía explicar en palabras la belleza de lo visto, pues era biología hecha arte. No eran criaturas enormes ni estruendosas. Eran pequeñas, casi invisibles, pero estaban hechas de piezas que les permitían convivir con dos mundos: podían viajar por las corrientes acuosas y, al mismo tiempo, aferrarse a aquellas murallas brillantes. Aquella forma y composición no solo hacían encantadora su figura, sino que era precisamente la clave de su función.

Pedro despertó intranquilo, respiró profundamente y al abrir los ojos, la habitación estaba en silencio. Estaba solo y ninguna criatura imposible lo rodeaba. Inmediatamente pensó que tenía que inmortalizar en madera de copal aquellas figuras. Y ponerle colores, muchos colores. Además, se prometió no olvidar agregarle algunas regiones brincacharcos y algunas que tuvieran horror por el agua.

Años después, era mediodía en la Ciudad de México y Pedro Linares estaba sentado en su taller, tallando en madera de copal un alebrije dragón. Ahora eran artesanías populares no solo en el barrio ni en la ciudad, sino también eran elaboradas en otros estados como Oaxaca. De fondo sonaba un programa de noticias en la televisión, cuyo conductor anunciaba que el microbiólogo francés René Dubos había descubierto la "Gramicidina": un nuevo tipo de "péptido antimicrobiano". Pedro saltó de su silla y observó cómo el hombre describía su fascinante capacidad para matar bacterias en cuestión de segundos.

Además, al parecer no solo se encontraban en humanos, sino también en la piel de muchos animales. Pedro miró fijamente la pantalla, intrigado. El presentador de noticias mostraba una ilustración de estas sustancias; parecía una simple cadena de colores. Pedro miró la figura, pues guardaba un gran parecido con el alebrije que sostenía en las manos. Pero, todo había sido solo un sueño... ¿O no?



PARA SABER MÁS

- Ramirez-Ledesma M. G. et. al. "Péptidos antimicrobianos: moléculas pequeñas pero efectivas". *Revista Avance y Perspectiva* (2023). Consúltalo en: <https://ayp.cinvestav.mx/peptidos-antimicrobianos-moleculas-pequenas-pero-efectivas/>
- Rietmann, Á. "Secreciones naturales de anfibios: nuevas estrategias terapéuticas para enfermedades neurodegenerativas". *Revista BIOIKA* (2024). Consúltalo en: <https://revistabioika.org/assets/multimedia/docs/es/revisiones/angela.gutierrez@revistabioika.org/20241012091720-ecovoces-anuros-es.pdf>
- Corzo G. et. al. "Péptidos antimicrobianos: una alternativa al uso de antibióticos convencionales". *Revista Biotecnología en Movimiento* (2019). Consúltalo en: <https://puiree.cic.unam.mx/divulgacion/docs/2019pucraBiotec.pdf>

LAS MENTES CREATIVAS

Diana Vega Balderrama

Unidad de Investigación Biomédica de Zacatecas (IMSS), Zacatecas, México.



Julio Enrique Castañeda Delgado

Unidad de Investigación Biomédica de Zacatecas (IMSS) - SECIHTI. Zacatecas, México.

Contacto: julioenriquecastaneda@gmail.com



REFERENCIAS

1. Bahar, A., & Ren, D. (2013). Antimicrobial Peptides. *Pharmaceuticals*, 6(12), 1543-1575. <https://doi.org/10.3390/ph6121543>
2. Talapko, J., Meštrović, T., Juzbašić, M., Tomas, M., Erić, S., Horvat Aleksijević, L., Bekić, S., Schwarz, D., Matić, S., Neuberg, M., & Škrlec, I. (2022). Antimicrobial Peptides—Mechanisms of Action, Antimicrobial Effects and Clinical Applications. *Antibiotics*, 11(10), 1417. <https://doi.org/10.3390/antibiotics11101417>
3. Zhang, L., & Gallo, R. L. (2016). Antimicrobial peptides. *Current Biology*, 26(1), R14-R19. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2015.11.017>





*Aunque existen
muchas bacterias que
nos pueden hacer daño, no
todas son malas. Algunas
incluso mantienen a nuestro
sistema inmune contento.
Da clic aquí si quieres
conocerlas.*



El Súper Saiyajin legendario: “CAR-T”

GONZALO GONZÁLEZ DOMÍNGUEZ

Haya formado parte de nuestra infancia o no, al menos una vez hemos escuchado hablar sobre *Dragon Ball*, la famosa serie de animación japonesa en la que sus personajes se vuelven cada vez más poderosos gracias a nuevas transformaciones. Algo parecido ocurre hoy en los laboratorios con una prometedora herramienta contra el cáncer: las células CAR-T. Científicas y científicos trabajan para hacerlas cada vez más fuertes y resistentes, casi como si se tratara de un Súper Saiyajin capaz de reconocer y eliminar células cancerosas.

Cuando era un chiquillo y llegaba a casa después de la escuela, me emocionaba mucho encender la televisión, ver el canal 5 y disfrutar del capítulo de *Dragon Ball Z* que se transmitía todos los días alrededor de las cuatro de la tarde. Muchos disfrutábamos de aquel momento, incluso si ya habíamos visto la serie miles de veces. ¡Y cómo olvidar esa enorme decepción cuando justo antes de terminar la saga de Cell volvían a poner la de Raditz!

Hoy, ya como adulto trabajador, responsable y lleno de deudas, sigo disfrutando de algún capítulo de *Dragon Ball*, y de sus continuaciones, gracias al internet. Pero, además de entretenimiento, el acceso a la red también me ha permitido leer artículos científicos y, en una ocasión, uno de ellos me hizo recordar algunas escenas del anime.

Me refiero al artículo de la revista “El infocito”, [donde se hablaba de las CAR-T](#), esas células del sistema inmunológico que han sido modificadas genéticamente para reconocer de manera específica a células cancerosas.

Sin embargo, en algunos casos las células cancerosas pueden desarrollar resistencia a la terapia, lo que reduce la eficacia de estas terapias. Podríamos decir que las células se vuelven más difíciles de erradicar. Entonces, las células CART-s deben volverse más fuertes para enfrentarse a sus adversarias cancerígenas, similar a cuando Goku y Vegeta entrenaban arduamente para enfrentarse a enemigos que se fortalecían. Esto se logra en el laboratorio, donde es posible diseñar nuevas versiones de CAR-T, casi como si adquirieran distintas “transformaciones”, similares a las de la raza de los saiyajin.

Quizá no todas las personas estén familiarizadas con esta serie. En términos generales, *Dragon Ball* es una serie animada protagonizada por Goku, un extraterrestre —o saiyajin— con fuerza superior a la humana, que es enviado a la Tierra cuando aún es un bebé. Aunque al inicio su misión era conquistarla, un afortunado golpe en la cabeza lo “desprograma” de su objetivo, volviéndolo un niño inocente y amable, con el único deseo de ser cada vez más fuerte.

A lo largo de su vida, dicha motivación lo lleva a lograr diversas transformaciones que lo convierten en una especie de protector de la Tierra y hasta del universo. Sin embargo, con cada aumento de poder aparece un nuevo contrincante más difícil de derrotar; entre los más conocidos están Freezer, Cell o Majin Boo.

Durante la saga de Freezer, por ejemplo, Goku entrena de manera tan intensa que finalmente se transforma en el legendario Súper Saiyajin. En la saga de Cell, después de su muerte, continúa entrenando en el Otro Mundo y alcanza una nueva transformación: el Súper Saiyajin Fase III.

Estas escenas son las que me hicieron imaginar que las CAR-T podrían ser similares a los saiyajin. Así como la raza de Goku incrementa sus capacidades con entrenamiento y transformaciones, en el laboratorio también es posible desarrollar versiones más eficientes de estas “células guerreras”.

Aunque esta terapia ha mostrado resultados prometedores en muchos pacientes, aún existen casos en los que no funciona como se espera. Por eso es importante seguir investigando cómo hacer que estas células sean cada vez más poderosas, tal como Goku se vuelve más fuerte a lo largo de la serie.

De Súper Saiyajin hasta Dios Súper Saiyajin

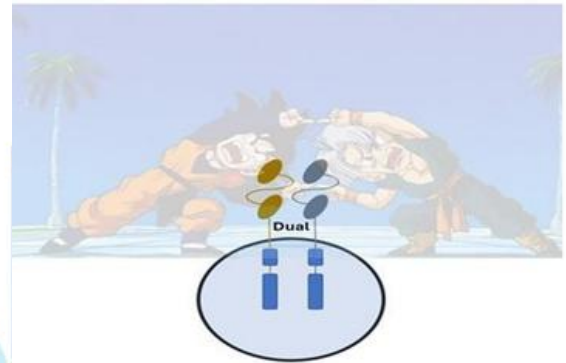
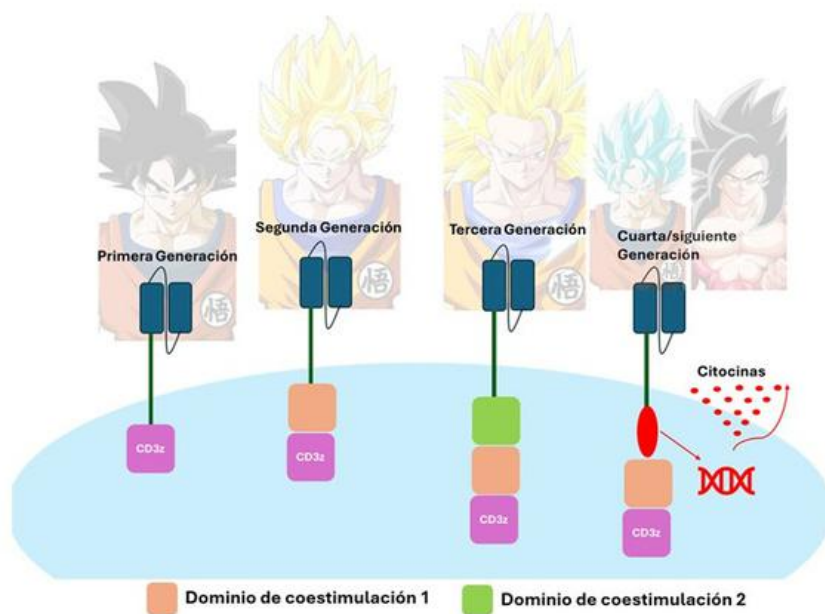
Imaginemos que una CAR-T tradicional es como un saiyajin en su estado normal: es fuerte en comparación con un terrícola, pero todavía no lo suficiente como para enfrentarse a múltiples adversarios poderosos. Por ello, con el tiempo se han realizado diversas mejoras a las CAR-T, dando lugar a diferentes generaciones que se distinguen por el número de [dominios de coestimulación](#), partes de proteínas que ayudan a activar la respuesta inmune y que colaboran a que estas células persistan dentro del paciente y sean más eficaces.

Siguiendo con la analogía de Dragon Ball, estos dominios podrían compararse con el Agua Ultradivina que Goku bebió durante su entrenamiento cuando era niño, la cual aumentó considerablemente su fuerza con tan sólo un sorbo.

Cuando una CAR-T carece de dominios de coestimulación, se clasifica como de primera generación; si tiene un sólo dominio, será de segunda generación; y si posee dos dominios, se considera de tercera. Existen también CAR-T de cuarta generación en adelante, que aún se encuentran en fases de investigación.

En estas, más que el número de dominios, las mejoras tienen que ver con la capacidad de las propias CAR-T para producir y liberar citocinas, pequeñas proteínas que funcionan como mensajeros y que, al llegar a otras células, pueden hacer que se dividan o que se desplacen hacia lugares de difícil acceso; de esta manera las CAR-T aumentan su persistencia y actividad terapéutica.

Cada una de estas generaciones podría compararse con las distintas transformaciones de los saiyajin: por ejemplo, unas CAR-T



Las generaciones de CAR-T se pueden comparar con las transformaciones de un saiyajin: dependen del número de dominios de coestimulación o de la presencia de otros elementos que les permiten liberar citocinas. Incluso es posible atacar distintos blancos del enemigo de forma simultánea, lo que haría esta CAR-T comparable con la técnica de la fusión. Imagen creada con Power Point.

Los personajes representados en esta imagen pertenecen a la obra *Dragon Ball* creada por Akira Toriyama. Su uso en esta ilustración se realiza únicamente con fines de divulgación científica.

mejoradas de segunda generación podrían asemejarse al Súper Saiyajin II, mientras que una CAR-T de tercera generación podría compararse con el Súper Saiyajin III. En ese mismo sentido, las CAR-T de cuarta generación en adelante tendrían su equivalente en el Súper Saiyajin 4 o el Dios Súper Saiyajin.

Las mejoras que se les aplican a las CAR-T las vuelven más fuertes y resistentes, pero también pueden causar daño al paciente, ya que el poder que liberan llega a ser tan grande que incluso podría provocar su muerte. Otra alternativa para fortalecer a las CAR-T es diseñarlas para que reconozcan simultáneamente dos partes del contrincante. Esta mejora podría compararse con la técnica de la fusión.

En *Dragon Ball*, esa unión de dos seres para aumentar su fuerza y habilidades se logra mediante dos formas.

La primera consiste en una curiosa (por no decir ridícula) danza que Goku aprendió mientras entrenaba en el Otro Mundo. La segunda utiliza unos poderosos aretes pertenecientes a una raza de deidades: los Supremos Kaiosamas. En el caso de las CAR-T, obviamente no hay aretes ni poses extrañas, pero sí se han desarrollado diferentes estrategias para atacar múltiples blancos.

Objetivo final: una transformación que supera los límites

Las CAR-T mejoradas aún siguen en etapa de investigación, por lo que aún no pueden aplicarse como tratamiento en pacientes. Si viviéramos en el mundo de Goku, quizá podríamos contar con la ayuda de su amiga Bulma, una científica capaz de crear grandiosos inventos más rápido que lo que un saiyajin alcanza otro nivel de poder.

Pero en el mundo real nos preguntamos: ¿hasta dónde llegarán las transformaciones de las CAR-T? Tal vez algún día puedan superar sus propios límites, igual que Goku alcanzó su máximo potencial con el **Ultra Instinto**.

Estaríamos hablando de CAR-T extremadamente poderosas y precisas, capaces de acabar con las células cancerígenas sin esfuerzo y sin causar daño al paciente. Porque tampoco queremos un poder imparable que destruya todo a su paso. Sí, hay un personaje que representa muy bien esa idea... pero por ahora dejemos descansar a Goku, a sus amigos y, por qué no, también a sus enemigos.

Después de todo, tanto en el mundo de la ciencia como en el entrenamiento de un saiyajin, el progreso requiere paciencia, tiempo y equilibrio. Como bien decía su primer mentor: "Para tener una buena condición física y mental, hay que trabajar, aprender, comer, descansar y también jugar. Es el equilibrio perfecto para entrenar duro y vivir sanamente".

PARA SABER MÁS

- Olaya A, et. al. "Una lucha microscópica: Las células CAR-T vs. Las Rudas Células Cancerosas". El infocito (2024). Consúltalo en: <https://sociedadmexicanadeinmunologia.org/revista-edicion-6/>.
- Dorantes S, et. al. "¿Listos? ¡Ataquen! CAR-T: Un ejército viviente contra el cáncer". Ciencia y más (2024). Consúltalo en: <https://online.fliphtml5.com/funrr/xfoa/#p=20>

REFERENCIAS

1. Tomasik, J., Jasiński, M., & Basak, G. W. (2022). Next generations of CAR-T cells - new therapeutic opportunities in hematology? *Frontiers In Immunology*, 13, 1034707. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2022.1034707>
2. Bruno, B., Wäsch, R., Engelhardt, M., Gay, F., Giaccone, L., D'Agostino, M., Rodríguez-Lobato, L., Danhof, S., Gagelmann, N., Kröger, N., Popat, R., Van de Donk, N. W., Terpos, E., Dimopoulos, M. A., Sonneveld, P., Einsele, H., & Boccadoro, M. (2021). European Myeloma Network perspective on CAR T-Cell therapies for multiple myeloma. *Haematologica*, 106(8), 2054-2065. <https://doi.org/10.3324/haematol.2020.276402>

LA MENTE CREATIVA

Gonzalo González Domínguez

Universidad Nacional Autónoma de México.
Ciudad de México, México.

Contacto: gonzalo030793@gmail.com



El viento divino: la piroptosis

MARÍA FERNANDA RUFFIAR VANEGAS Y ARACELY LÓPEZ MONTEON

En el Japón en guerra, los *kamikazes* debían ir hasta el final con tal de proteger a su país. Esta filosofía de sacrificio no es exclusiva de la historia humana: algo parecido podría estar ocurriendo dentro de tu cuerpo. Conoce al inflammasoma, un estratega que habita en tus células y dirige la piroptosis, una táctica defensiva que destruye el escondite de los intrusos, los deja vulnerables y convoca refuerzos para eliminarlos. Un gesto que, en esencia, puede ser heroico, pero que al repetirse sin control podría consumir la misma paz que intenta defender.

El término *kamikaze* (“viento divino”) nació en el Japón antiguo, cuando un tifón hundió la flota de los invasores mongoles, salvando al país de la conquista. Siglos después, durante la Segunda Guerra Mundial y ante la pérdida del 75% de sus tropas aéreas, la Armada Imperial Japonesa formó la Unidad Especial de Ataque Shinpu (conocida popularmente como *kamikaze*). En un acto desesperado de defensa, utilizaron aviones averiados en batalla para estrellarlos contra la flota estadounidense, buscando frenar el avance enemigo, evitar la captura e incluso provocar daños al objetivo. Así, a través del sacrificio, los pilotos se convirtieron en ese “viento” protector que intentaba impedir la invasión de su nación.

De manera similar, ciertas células de tu cuerpo actúan ante el peligro. Los macrófagos, centinelas que patrullan y

devoran intrusos, funcionan como ciudades-fortaleza; sin embargo, algunos invasores logran burlar su artillería convencional. Es entonces cuando tu cuerpo opta por activar una táctica especializada: la piroptosis. Al detectar daño interno causado por invasores, los soldados de la ciudad activan su fuerza aérea para estrellarse contra la frontera celular. Esta explosión provoca un colapso total que expone a los intrusos y los deja vulnerables.

Esta explosión no es un accidente ni un error, es una estrategia de defensa especializada que, además de defender, también envía señales inflamatorias. En nuestra narrativa, podrían visualizarse como bengalas de auxilio que se elevan por la ciudad y salen de la célula para alertar al organismo y llamar a otras células al campo de batalla.

La última opción: el sacrificio

En el contexto histórico de la guerra, Estados Unidos amenazaba con tomar Filipinas y cortar el suministro de combustible de Japón, dejando a toda su flota inmóvil. Ante esto, el vicealmirante Takijiro, el capitán Asaiki y el almirante Soemu propusieron que la única forma de detener el ataque enemigo era estrellar aviones contra sus barcos.

En el contexto biológico, el inflammasoma — una estructura celular que genera **inflamación** — está integrado por diversas proteínas que, en nuestra narrativa, actúan como los altos mandos japoneses encargados de reconocer tanto intrusos peligrosos como el daño causado por enfermedades. Ensambla la estrategia, da la orden y dirige el destino de la célula hacia la piroptosis.

El inflammasoma porta un uniforme y armamento específicos, fundamentales para generar inflamación. Está compuesto por tres componentes clave que le permiten desarrollar su misión: un casco “sensor”, que ayuda a identificar las señales de peligro; un chaleco lleno de conectores, cuyo objetivo es enlazar el casco sensor y servir como plataforma para el tercer componente; y una tijera multiusos llamada caspasa-1, que utiliza para cortar proteínas que están “dormidas” y así activarlas.

La gasdermina D es una proteína formadora de poros que es cortada por la caspasa-1 para iniciar la piroptosis. Una vez activa, los fragmentos resultantes se incrustan en la frontera celular, generando su ruptura y permitiendo la entrada de agua al interior de la célula; así, la célula se hincha y finalmente estalla cuando rebasa su capacidad. Este proceso se asemeja a los aviones que se estrellaban contra el enemigo: la gasdermina D sería el avión impactando en los límites de la ciudad.

La señal de alarma

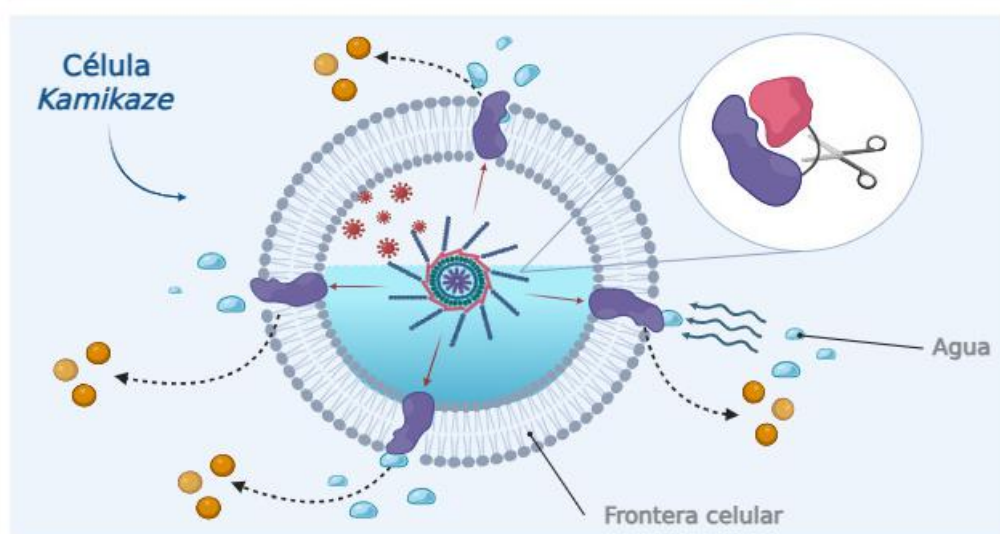
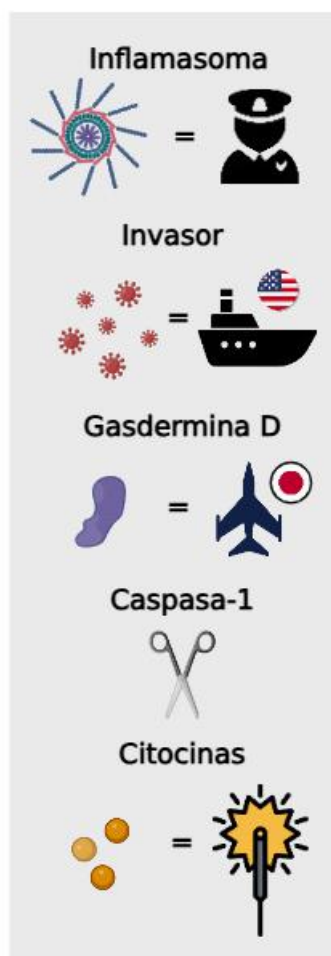
Tras el impacto de los aviones, el fuego y el humo resultantes funcionaban como una señal de alarma detectable desde la base militar, marcando el sitio específico desde el cual otras unidades debían actuar contra las flotillas enemigas. En la piroptosis sucede algo similar. Para comunicar a las células vecinas que existe peligro y solicitar refuerzos en el sitio dañado, se liberan citocinas, pequeñas proteínas que funcionan como indicadores de que la amenaza persiste.

Estas señales estimulan a los tejidos del cuerpo para que permitan el paso rápido de células de defensa hacia el sitio de batalla, coordinando así una respuesta inflamatoria destinada a contener a los invasores.

¿Para qué sirve este sacrificio?

Invasores infecciosos como bacterias, virus y **parásitos** cuentan con tácticas ingeniosas de supervivencia dentro de tu cuerpo. Muchos optan por esconderse dentro de las células para pasar desapercibidos y replicarse, infectando poco a poco a más tejidos. La piroptosis es una respuesta extrema frente a esta estrategia de evasión: respondiendo a *“algo extraño entró, debo exterminarlo”*.

Por otra parte, en enfermedades crónicas como el cáncer o la diabetes, el proceso de piroptosis no se activa por un intruso externo. Lo que cambia es el detonante: no hay un invasor peligroso, pero sí existe daño porque estas enfermedades, a su manera, lesionan al organismo conforme progresan. En este caso, la piroptosis responde a *“algo se dañó, debo alertar a los demás y limpiar lo que ya ha sido dañado”*.



El inflamasoma detecta señales de peligro con su “casco sensor” y actúa como el capitán que da la orden ante la presencia de invasores. Este comandante activa a las “fuerzas aéreas”: la proteína gasdermina D, que se pone en marcha cuando es cortada por la caspasa-1. Sus fragmentos se incrustan en la frontera celular y la perforan, permitiendo la entrada masiva de agua. Al mismo tiempo, se liberan citocinas, que funcionan como bengalas de alarma para alertar a las células vecinas del ataque. Finalmente, la célula se hincha, explota y muere, dejando al enemigo expuesto y cumpliendo así su misión *kamikaze*. Imagen creada en BioRender®.

Cuando los *kamikazes* se salen de control...

En la guerra, la táctica *kamikaze* no fue suficiente para que la armada japonesa recuperara el control del enfrentamiento contra Estados Unidos. Si bien lograron contener el avance enemigo y postergar una invasión fatídica, el costo fue devastador: una pérdida masiva de soldados y recursos que dejó a su propia nación exhausta.

En tu cuerpo podría ocurrir algo similar. Si este mecanismo de “sacrificio” se activa de

forma excesiva, como ocurre en algunas enfermedades crónicas, se establece un escenario en el que miles de células explotan al mismo tiempo. Esto ocasiona una inflamación intensa y descontrolada que puede afectar órganos importantes, sumándose al daño propio de la enfermedad. Lo que comenzó como una defensa estratégica puede convertirse en una herida autoinducida.

En estas condiciones, la piroptosis entra en un ciclo repetitivo: “algo se dañó, debo alertar a los demás y limpiar... alertar y limpiar...”

alertar y limpiar". Este ciclo vicioso amplifica la inflamación. La inflamación lenta y persistente que caracteriza a muchas enfermedades crónicas daña de forma constante a los tejidos, lo que vuelve a ser detectado por el inflammasoma y activa nuevamente la piroptosis. Así se establece una respuesta inflamatoria magnificada que termina dañando al propio organismo sin un propósito defensivo claro.

De esta manera, demasiadas células *kamikaze* explotando al mismo tiempo no solo aumentan la inflamación, sino que también destruyen el campo de batalla.

Hoy en día, científicas y científicos estudian cómo frenar estas explosiones cuando causan daño excesivo y cómo potenciarlas cuando podrían ser útiles. Sin embargo, también se sabe que mantener buenos hábitos —una alimentación equilibrada, actividad física regular y descanso adecuado— ayuda a contener la inflamación excesiva y a favorecer la recuperación del organismo. Adoptar este estilo de vida puede ser el primer paso para evitar la destrucción masiva de células *kamikaze*.

Las tácticas *kamikaze* fueron el reflejo del sacrificio de soldados que ofrecieron sus vidas en defensa de su país, una decisión que en ningún caso fue sencilla y que representaba el último recurso ante la derrota. De forma similar, la piroptosis muestra que, en ciertas ocasiones, la muerte de una célula puede convertirse en una estrategia para proteger al organismo. A nivel celular, incluso el final de una vida puede ser una herramienta de defensa: una táctica radical de las células "*kamikaze*" que, con su explosión, cooperan en beneficio de tu salud... al menos, en algunas ocasiones.

PARA SABER MÁS

- Chávez L. et.al. "Cuando el Jefe Final es la Inflamación". *El infocito* (2024). Consúltalo en: <https://sociedadmexicanadeinmunologia.org/revista-edicion-7/>
- Surat P. "¿Qué es el inflammasoma?". *News Medical Life Sciences* (2022). Consúltalo en: <https://www.news-medical.net/life-sciences/What-is-the-Inflammasome.aspx>
- "Inflamación: Causas, tipos y patologías asociadas". *MI sistema inmune* (2025). Consúltalo en: <https://www.misistemaimmune.es/enfermedades-sistema-inmunitario/inflamatorias/inflamacion-tipos-y-patologias-asociadas>

REFERENCIAS

1. Broz, P. (2025). Pyroptosis: molecular mechanisms and roles in disease. *Cell Research*, 35(5), 334-344. <https://doi.org/10.1038/s41422-025-01107-6>
2. Burdette, B. E., Esparza, A. N., Zhu, H., & Wang, S. (2021). Gasdermin D in pyroptosis. *Acta Pharmaceutica Sinica B*, 11(9), 2768–2782. <https://doi.org/10.1016/j.apsb.2021.02.006>
3. Wei, Y., Yang, L., Pandeya, A., Cui, J., Zhang, Y., & Li, Z. (2021). Pyroptosis-Induced inflammation and tissue damage. *Journal of Molecular Biology*, 434(4), 167301. <https://doi.org/10.1016/j.jmb.2021.167301>

LAS MENTES CREATIVAS

María Fernanda Ruffiar Vanegas

Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Veracruzana, Orizaba, Veracruz, México.

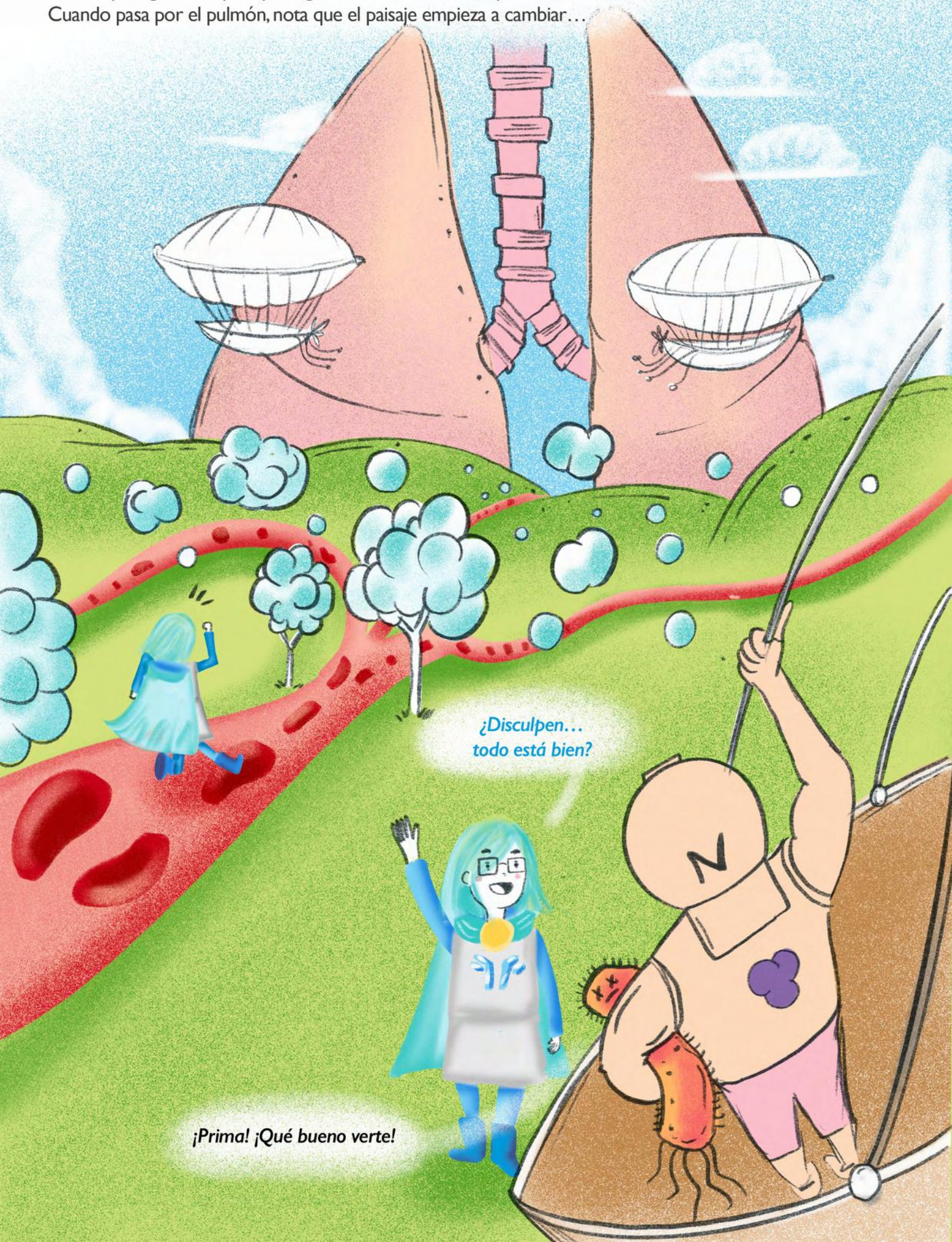


Aracely López Monteon

Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Veracruzana, Orizaba, Veracruz, México.
Contacto: aralopez@uv.mx



Después de tantas emociones fuertes, Caperucita Blanca retomó su camino. Con sus nuevas armas en mente, emprende el regreso a casa para fabricar muchos anticuerpos IgA, listos para proteger las entradas del cuerpo. Cuando pasa por el pulmón, nota que el paisaje empieza a cambiar...



¿Disculpen...
todo está bien?

¡Prima! ¡Qué bueno verte!

Un virus entró al Pulmón y ha infectado a estas células —explica el neutrófilo—. Estamos intentando detenerlo.

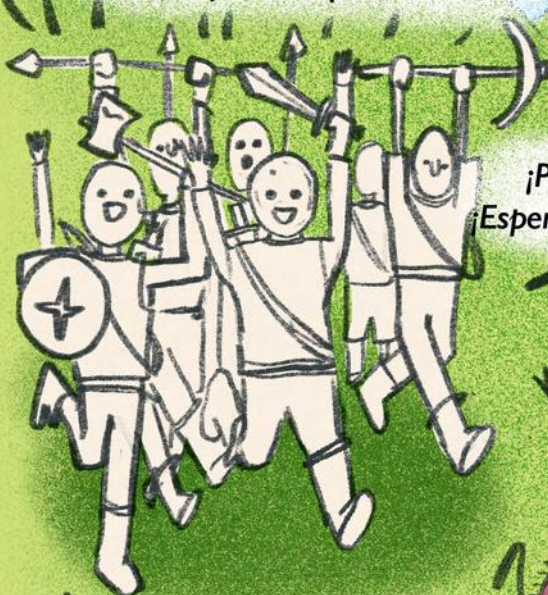


Nosotros limpiamos el desastre



¡Miren!.
¡Llegaron los Linfocitos T!

Pueden reconocer y eliminar células infectadas por virus.



¡Perfecto, prima!.
¡Esperaremos el refuerzo!

¡Volveré a casa lo más rápido posible!.
¡Enviaré muchos anticuerpos IgA para ayudar!



¡El Cuerpo necesita ayuda!



Continuará...

Alzheimer: Cuando el cerebro se inflama

DIANA AMIHEL SANTIAGO GUEVARA Y FERNANDO RIVERA SÁNCHEZ

“Todo se te olvida, seguro tienes Alzheimer” es una expresión que suele decirse de manera humorística, sin entender del todo en qué consiste esta enfermedad. El Alzheimer es un trastorno muy común causado por alteraciones en el cerebro que provocan el deterioro de la memoria, el lenguaje y el comportamiento, hasta el punto de interferir con la vida diaria.

Lo interesante es que cada vez hay más evidencia de que un proceso inflamatorio silencioso podría ser el responsable.

Cuando Alois Alzheimer examinó a una paciente de 51 años, llamada Auguste Deter, observó síntomas inusuales para alguien de su edad: pérdida de memoria, confusión, cambios de personalidad, problemas de lenguaje y desorientación. En esa época, estos signos se asociaban al envejecimiento. El caso llamó su atención y, sin saberlo, Alois estaba frente a una condición desconocida, que hoy se sabe está relacionada con un proceso inflamatorio crónico en el cerebro.

Durante años siguió la evolución clínica de la paciente, registrando cuidadosamente sus síntomas. Al fallecer, examinó su cerebro y observó una pérdida significativa de [neuronas](#) y una marcada atrofia cerebral. Estas observaciones indicaban que la enfermedad no se trataba sólo de simples “olvidos”, sino de una alteración en la que las células encargadas de mantener un entorno adecuado en el sistema nervioso entran en un

estado de activación sostenida: liberan continuamente sustancias que normalmente responden a agresiones puntuales. Cuando esta respuesta se prolonga indefinidamente, el propio entorno del sistema nervioso se vuelve perjudicial para las neuronas, porque la respuesta inflamatoria pierde su capacidad de regulación.

Nuestro cerebro tiene unas células especiales, presentes exclusivamente en el sistema nervioso central, llamadas microglía. Cumplen funciones análogas a las de otras células del sistema inmune en el resto del cuerpo: eliminar desechos, responder ante posibles amenazas y mantener el entorno neuronal.

Cuando todo funciona con normalidad, la microglía ayuda a mantener condiciones adecuadas para el funcionamiento neuronal: los desechos son eliminados y las posibles alteraciones son detectadas y controladas.

El problema comienza cuando aparecen las placas amiloides: cúmulos de fragmentos de una proteína, la beta-amiloide. Esta proteína es necesaria en nuestro cerebro, cumpliendo funciones que protegen a las neuronas. Sin embargo, en condiciones de enfermedad, forman acumulaciones que no se eliminan correctamente y se depositan entre las neuronas.

La presencia de las placas amiloides interfiere con el funcionamiento de la microglía. Cuando su acumulación supera la capacidad de respuesta de estas células, la microglía permanece activa de forma continua. De esta manera, en lugar de proteger, termina generando un entorno perjudicial. Como resultado, la microglía libera sustancias inflamatorias de forma sostenida que terminan dañando a las propias neuronas.

Al estado de activación sostenida de la microglía, acompañado de la liberación continua de sustancias inflamatorias en el sistema nervioso, se le conoce como neuroinflamación. A diferencia de la inflamación en otras partes del cuerpo, que suele ser visible y resolverse en días, la neuroinflamación es imperceptible desde el exterior y puede prolongarse durante años, dañando progresivamente el funcionamiento del cerebro.

Después de examinar el cerebro de Auguste, Alois observó numerosas aglomeraciones de placas amiloides y otras estructuras anormales, que ahora conocemos como ovillos neurofibrilares. Estos están formados por una proteína llamada tau, cuya función normal es mantener estables las estructuras internas que permiten transportar sustancias a lo largo de las neuronas. Cuando esta proteína comienza a agruparse, formando filamentos enredados, el sistema de transporte interno de la neurona se desorganiza y su función se ve

afectado. Hoy en día, estas placas y ovillos se consideran entre las principales características de la enfermedad.

El daño en la memoria

En la vida diaria, todas las personas experimentamos pequeños olvidos: no recordar dónde dejamos las llaves, repetir una pregunta o tardar en encontrar una palabra que “tenemos en la punta de la lengua”. Sin embargo, nuestras actividades cotidianas dependen de redes de neuronas que trabajan de manera coordinada para reconocer rostros, recordar cómo se hace nuestro trabajo o seguir una conversación.

Cuando estas redes comienzan a deteriorarse, no sólo cambia la memoria, sino también la manera en que nos relacionamos con el entorno.

La neuroinflamación no sólo daña a las neuronas; también altera la sinapsis —el proceso químico mediante el cual se comunican entre sí—. Cuando la sinapsis funciona con dificultad, la transmisión de señales entre neuronas se vuelve menos eficiente. Esto afecta los procesos cerebrales que dependen de la comunicación coordinada entre múltiples redes neuronales, como la consolidación y recuperación de recuerdos.

El resultado es que la persona puede tener dificultades para mantener una conversación, recordar hechos recientes o encontrar las palabras que busca. Estas son manifestaciones concretas del deterioro en la comunicación entre las redes neuronales implicadas en la memoria y el lenguaje. Además, las neuronas también transmiten señales desde el cerebro hacia los músculos y órganos del cuerpo, por lo que su deterioro puede causar otras afectaciones.

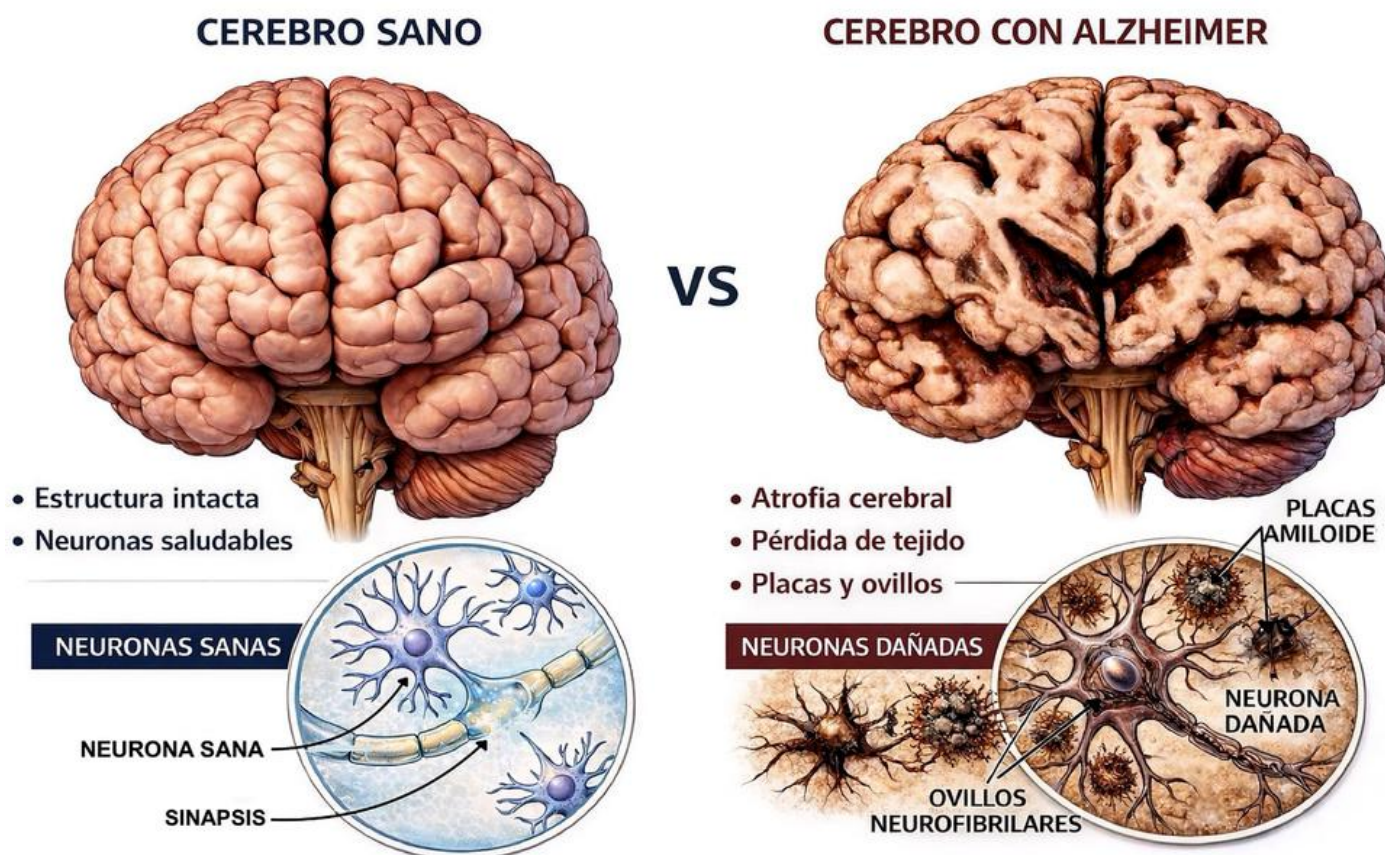
La esperanza: evitar la inflamación

El descubrimiento de Alois Alzheimer marcó un punto de inflexión en la historia de la medicina. Por primera vez se estableció una relación directa entre síntomas mentales y cambios estructurales específicos en el cerebro. Esto sentó las bases para la neurociencia moderna, la investigación sobre la degeneración cerebral y, más recientemente, para el estudio del papel de la neuroinflamación en la enfermedad.

Algunas estrategias terapéuticas actuales buscan modular la activación sostenida de la microglía, es decir, regular la producción de sustancias inflamatorias que afectan el entorno neuronal.

Otros enfoques buscan modular la manera en que la microglía reacciona ante determinadas condiciones bioquímicas. Al modificar las señales que recibe o la forma en que las procesa, se intenta que su respuesta inflamatoria sea menos intensa o más limitada en el tiempo, reduciendo el daño al entorno neuronal.

Comprender y abordar el Alzheimer implica centrarse en restablecer el equilibrio de la respuesta inflamatoria del cerebro. Si logramos detener la neuroinflamación, las redes neuronales implicadas en los procesos de memoria tendrán una oportunidad de mantenerse activas y funcionales por más tiempo.



Comparación entre un cerebro sano y un cerebro con Alzheimer, junto con una representación de la sinapsis entre neuronas sanas y neuronas dañadas por la presencia de placas amiloides y ovillos neurofibrilares.
 Imagen generada con ChatGPT, Open AI.

Los tratamientos actuales se centran en ayudar a las personas a mantener la función mental, controlar los síntomas conductuales y retrasar la aparición o progresión de la enfermedad. Aunque todavía no es posible detener completamente su avance, el progreso en la comprensión del Alzheimer abre posibilidades para el desarrollo de intervenciones más efectivas.

Se me olvidó algo, ¿un simple olvido o es algo más?

Es normal hacerse esta pregunta, pero no es posible distinguir por cuenta propia entre un olvido cotidiano y una enfermedad **neurodegenerativa** como el Alzheimer. Esta enfermedad implica cambios en la estructura del cerebro y la aparición de diversos síntomas. Además, el proceso inflamatorio en el cerebro puede ocurrir años o incluso décadas antes de que aparezcan manifestaciones observables; por lo que los olvidos comunes no indican necesariamente que esté ocurriendo este proceso.

El Alzheimer requiere una evaluación clínica completa, ya que se trata de una enfermedad compleja. Una de las estrategias más importantes es informarse a fondo sobre ella. Comprender la enfermedad de Alzheimer nos ayuda a conectar y comunicarnos mejor con las personas que la padecen, lo que puede hacer que la convivencia sea más significativa y menos desafiante.

PARA SABER MÁS

- Guerrero V, "El aroma del recuerdo" ¿Cómo ves? (2008). Consúltalo en: <https://www.comoves.unam.mx/numeros/articulo/112/el-aroma-del-recuerdo>
- Alcántara D, et. al. "La enfermedad de Alzheimer y su impacto en la percepción". *Ciencia* (2020). Consúltalo en: <https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/index.php/vol-75-numero-1/365-neurobiologia-de-los-sentidos/1076-la-enfermedad-de-alzheimer-y-su-impacto-en-la-percepcion>

REFERENCIAS

1. Twarowski, B., & Herbet, M. (2023). Inflammatory processes in Alzheimer's Disease-pathomechanism, diagnosis and treatment: A review. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(7), 6518. <https://doi.org/10.3390/ijms24076518>
2. Irwin, M. R., & Vitiello, M. V. (2019). Implications of sleep disturbance and inflammation for Alzheimer's disease dementia. *The Lancet Neurology*, 18(3), 296–306. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(18\)30450-2](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(18)30450-2)
3. Lee, Y. J., Han, S. B., Nam, S. Y., Oh, K. W., & Hong, J. T. (2010). Inflammation and Alzheimer's disease. *Archives of Pharmacal Research*, 33(10), 1539–1556. <https://doi.org/10.1007/s12272-010-1006-7>

LAS MENTES CREATIVAS

Diana Amihel Santiago Guevara

Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM.
Ciudad de México, México.



Fernando Rivera Sánchez

Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM.
Ciudad de México, México.
Contacto: fernando.riveraschz@gmail.com



El Carlo Ancelotti inmunológico

EDGAR IVÁN HERNÁNDEZ MARTÍNEZ Y JULIO CÉSAR FLORES GONZÁLEZ

En 2013, el Real Madrid no necesitaba más promesas: necesitaba resultados. Por eso apostó por Carlo Ancelotti. Un entrenador capaz de reorganizar el equipo, devolver la confianza y exprimir el talento en el momento decisivo. Algo similar podría hacer una molécula, la IL-15 en nuestro sistema inmunológico: actuar como un entrenador de élite que reactiva las células defensivas e impulsarlas a luchar con fuerza frente a la tuberculosis. ¿Entramos al partido?

En el mundo del fútbol, Carlo Ancelotti, exfutbolista y entrenador italiano, ha sido el único en ganar cinco ediciones de la *Champions League* con cinco equipos de distintos países. Su estilo se caracteriza por la calma, la lectura estratégica del juego y la capacidad de sacar lo mejor de cada jugador incluso en momentos difíciles.

Algo parecido ocurre en nuestro sistema inmune. Allí también existen “entrenadores” que coordinan a las células cuando aparece un rival. Uno de ellos es la interleucina-15 (IL-15), una citocina —es decir, una señal que utilizan las células para comunicarse entre sí— que favorece la supervivencia, la multiplicación celular (proliferación) y la activación de varias células inmunitarias.

Por eso podríamos decir que la IL-15 es el Carlo Ancelotti del sistema inmune: una molécula que organiza al equipo defensivo para que responda mejor cuando el cuerpo enfrenta una amenaza.

En medicina, esta citocina ha despertado gran interés porque puede potenciar a las células asesinas naturales (NK), capaces de reconocer y eliminar células infectadas o tumorales. Esto abre nuevos horizontes y ha hecho pensar a distintos grupos de investigación si este “Carlo Ancelotti inmunológico” podría utilizarse reactivar a células citotóxicas —que reconocen y eliminan a células infectadas o dañadas— para fortalecer respuestas inmunitarias debilitadas en otras enfermedades.

¿Quién le devuelve el ánimo a un equipo agotado?

Una enfermedad en la que el sistema inmunitario enfrenta justamente ese tipo de desgaste es la tuberculosis, causada por la bacteria *Mycobacterium tuberculosis*. Esta infección afecta principalmente a los pulmones y se transmite por el aire cuando una persona enferma tose o estornuda.

La bacteria tiene una ventaja estratégica: puede infectar células del sistema inmune y permanecer dentro de ellas durante largos periodos. Cuando factores como la pobreza, el hacinamiento o la desnutrición deterioran el estado general de salud, aumentan las probabilidades de que la enfermedad se desarrolle. Además, el tratamiento es largo y, cuando se interrumpe, pueden aparecer variantes de la bacteria resistentes a los medicamentos.

Desde el punto de vista inmunológico, la tuberculosis puede convertirse en un partido muy exigente.

La infección desgasta al sistema inmune como el Barcelona de Pep Guardiola desgastó al Real Madrid durante las temporadas 2008-2010, obligándolo a correr detrás del balón durante largos periodos. Con el paso del tiempo, algunas células defensivas empiezan a perder eficacia. Las células citotóxicas —como los linfocitos T CD8 y las **células NK**— pierden fuerza y dejan de responder eficazmente, como un equipo que acumula minutos y empieza a sentir el cansancio.

En esta especie de Inmuno-Champions, el organismo envía a sus principales jugadores al campo. Los **macrófagos** intentan contener a la bacteria, mientras los linfocitos T CD8 y las células NK buscan eliminar a las células infectadas. Sin embargo, *Mycobacterium tuberculosis* sabe evadir las jugadas defensivas y prolonga el partido.

Cuando la infección se mantiene durante mucho tiempo, algunas células del sistema inmune entran en un estado conocido como agotamiento inmunológico. Siguen presentes, pero ya no responden con la misma intensidad, lo que permite que la bacteria gane terreno.

Un juego agotador, pero no todo está perdido

Diversos estudios han mostrado que la IL-15 puede estimular y fortalecer a células inmunitarias clave, como las células NK y ciertos linfocitos T. Siguiendo la analogía futbolística, sería como si el sistema inmunitario contratara a un entrenador experimentado para reorganizar al equipo en medio de un partido complicado.

Este “Ancelotti inmunológico” no juega directamente el partido, pero coordina a los jugadores, refuerza su resistencia y mejora la comunicación entre ellos, ayudando a que el equipo vuelva a presionar al rival.

En esta *Inmuno-Champions*, cada jugador tiene su papel. Podríamos imaginar la defensa liderada por Rafael, el CD8+ Márquez, mientras que en el ataque aparece CR7, “el comandante NK”, listo para eliminar células infectadas. En este escenario, la IL-15 funciona como ese entrenador que entra al vestidor, reúne al equipo y ajusta la estrategia:

—“¡Despierten, que el rival nos está ganando el marcador!”—.

Señala jugada por jugada y coordina a las células que deben entrar en acción.

Algo similar ocurre en el organismo cuando se detecta una infección. La IL-15 ayuda a activar y fortalecer a células como las NK y los linfocitos T CD8, dándoles la señal para multiplicarse, comunicarse mejor y responder con más eficacia frente al enemigo.

Por esta razón, algunas investigaciones exploran si la IL-15 podría contribuir a reactivar células inmunitarias debilitadas durante infecciones persistentes, como ocurre en la tuberculosis. Sin embargo, es importante aclarar que aún no se trata de un



(a) Durante la tuberculosis, las células del sistema inmune (azules) disputan un partido contra la bacteria *Mycobacterium tuberculosis* (roja). (b) En los primeros encuentros, la bacteria logra imponerse y el equipo inmunológico comienza a desgastarse. (c) Con la llegada del nuevo entrenador (IL-15), el equipo reorganiza su estrategia y fortalece a jugadores clave, especialmente en la defensa y el ataque. (d) El resultado es un partido en el que la bacteria pierde la final y la copa es levantada por el equipo inmunológico dirigido por la IL-15. Imágenes realizadas con apoyo de ChatGPT (OpenAI) y modificadas por los autores usando Canva.

tratamiento aprobado para esta enfermedad, y el trabajo científico continúa para entender mejor cómo podría utilizarse de forma segura y efectiva.

En lo que esto pasa, hay algo que sí sabemos: el rendimiento del sistema inmune depende en gran medida de las condiciones en las que juega el “equipo”.

Dormir bien, mantener una alimentación equilibrada y realizar actividad física de

manera regular —esa que te hace chorrear el sudor, como un buen partido de fútbol—, ayudan a que el organismo funcione mejor y a que las defensas respondan con mayor eficacia frente a distintos desafíos. No se trata de una jugada milagrosa, sino de darle al equipo las mejores condiciones posibles para enfrentar el partido.

PARA SABER MÁS

- Montoya R, et. al. "Tuberculosis extrapulmonar: más allá de un pulmón". *CIENCIA UANL* (2024). Consúltalo en: <https://doi.org/10.29105/cienciauanl27.123-5>
- Peregrino S, et. al. "Tuberculosis: Una sombra del pasado que sigue vigente a través del tiempo". *El infocito* (2024). Consúltalo en: <https://sociedadmexicanadeinmunologia.org/revista-edicion-4/>

LAS MENTES CREATIVAS

Edgar Iván Hernández Martínez

Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias
"Ismael Cosío Villegas". Ciudad de México, México.



Julio César Flores González

Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias
"Ismael Cosío Villegas". Ciudad de México, México.
Contacto: julio.flores@iner.gob.mx



REFERENCIAS

1. Rausch, A., Heßmann, M., Hölscher, A., Schreiber, T., Bulfone-Paus, S., Ehlers, S., & Hölscher, C. (2006). Interleukin-15 mediates protection against experimental tuberculosis: A role for NKG2D-dependent effector mechanisms of CD8+ T cells. *European Journal Of Immunology*, 36(5), 1156-1167.
<https://doi.org/10.1002/eji.200535290>
2. Averbakh, M. M., & Ergeshow, A. (2018). Interaction between Mycobacterium tuberculosis and Human Host: Role of Cytokines in Pathogenesis and Treatment Monitoring. In J.-M. N. Kayembe (Ed.), *Tuberculosis. InTech*.
<https://doi.org/10.5772/intechopen.76543>
3. Cai, M., Huang, X., Huang, X., Ju, D., Zhu, Y. Z., & Ye, L. (2023). Research progress of interleukin-15 in cancer immunotherapy. *Frontiers in Pharmacology*, 14, 1184703.
<https://doi.org/10.3389/fphar.2023.1184703>



Glosario

Aminoácido

Molécula que actúa como unidad básica de las proteínas. Los aminoácidos se unen entre sí para formar las cadenas que dan estructura y función a estas moléculas.

Células NK

Tipo de célula del sistema inmunitario que puede reconocer y destruir células infectadas por virus o células tumorales sin necesidad de haberlas encontrado antes. Actúan como parte de la primera línea de defensa del organismo.

Dominios de coestimulación

Partes de proteínas implicadas en la inducción de la respuesta inmune y activación del linfocito T, las cuales envían señales que permiten que este se active, divida, y prolifere.

Inflamación

Respuesta del sistema inmunitario que ocurre cuando el organismo detecta daño o infección. Se caracteriza por cambios en los tejidos, como enrojecimiento, hinchazón o aumento del flujo sanguíneo, y ayuda a eliminar amenazas y reparar el daño.

Macrófago

Célula del sistema inmunitario encargada de detectar, ingerir y destruir microbios, células dañadas y restos celulares. También ayuda a coordinar la respuesta inmune enviando señales a otras células defensivas.



Neurodegenerativo

Relativo a procesos en los que las neuronas se dañan o se pierden de manera progresiva, lo que provoca un deterioro gradual de las funciones del sistema nervioso.

Neurona

Célula especializada del sistema nervioso encargada de recibir, procesar y transmitir información mediante señales eléctricas y químicas. Es la unidad básica que permite la comunicación dentro del cerebro y con el resto del cuerpo.

Parásito

Organismo que vive dentro o sobre otro ser vivo (su hospedador) y obtiene de él los recursos que necesita para sobrevivir, generalmente causando algún grado de daño.

Péptido

Cadena corta formada por la unión de dos o más aminoácidos. Estas pequeñas secuencias pueden tener diversas funciones en el organismo, como participar en la defensa o en la comunicación entre células.

Ultra instinto

Técnica de combate del universo de Dragon Ball que permite al cuerpo reaccionar y moverse de manera automática, sin que la mente tenga que pensar cada acción. En este estado, quien lo domina puede esquivar y atacar con gran precisión y velocidad, como si su cuerpo actuara por puro instinto.

Boletín

SOCIETAT MEXICANA DE INMUNOLOGIA

PUBLICA EN "EL INFOCITO"

Envía una propuesta de artículo para el próximo número

CONTRIBUYE CON TU CONOCIMIENTO A LA DIVULGACIÓN CIENTÍFICA EN INMUNOLOGÍA

Encuentra las políticas y envía tu trabajo:
sociedadmexicanadeinmunologia.org

¡CONVOCATORIA ABIERTA!

SOCIETAT MEXICANA DE INMUNOLOGIA

XXVII CONGRESO NACIONAL DE INMUNOLOGÍA

¡APARTA LA FECHA!

11-15 04 2027

AGUASCALIENTES, MEX

PONENTES CONFIRMADOS

Dr. Timothy Mercer
The University of Queensland, Australia

Dr. Luke O'Neill
Trinity College Dublin, Irlanda

Dr. Raul Andino Pavlovsky
University of California, USA

Dr. Deepshika Ramanan
Salk Institute, USA

Dr. Jordi Ochando
Icahn School of Medicine at Mount Sinai, USA

SOCIETAT MEXICANA DE INMUNOLOGIA

"Medicina e inmunología, de México para el mundo: a 50 años de la SMI y contando"

27 y 28 de abril de 2026

en el auditorio de la Academia Nacional de Medicina de México

Unidad de Congresos del Centro Médico Nacional Siglo XXI, CdMx, con transmisión simultánea en el canal de YouTube de la ANMM

Más información y registro próximamente en las redes sociales de la SMI

10th International symposium on probiotics

SOCIETAT MEXICANA DE INMUNOLOGIA

Yakult

Evento Híbrido
Hotel "Camino Real" Polanco /
Modalidad Virtual

16-17 de Abril, 2026
9:00 AM - 6:00 PM

20 Becas de Asistencia para Miembros Estudiantes Activos SMI 2026

Fecha límite de solicitud 25 de marzo

Escribe a contacto@sociedadmexicanadeinmunologia.org

Precios preferenciales para Miembros Activos 2026





Intro a la divulgación

para científicas y científicos

6, 7, 13 y 14 de mayo
18-20 h (Hora centro)
Vía Zoom



Más información

Dirigido a personas con poca o nula formación en divulgación científica, dedicadas a la investigación en el área de las ciencias experimentales.





Próximamente

10^a SEMANA DE LA INMUNOLOGÍA

22 al 24 junio de 2026

En la Facultad de Medicina de la UNAM

¡Espera las convocatorias para nuestros concursos!

@immunosemana




Súmate al equipo de revisión de artículos de El infocito

¡Compártenos tu información y contribuye a la divulgación de calidad en inmunología!

¡Regístrate aquí!




VISITA [SOCIEDADMEXICANADEINMUNOLOGIA.ORG/EL-INFOCITO/](https://sociedadmexicanadeinmunologia.org/el-infocito/)

¿QUIERES SER MIEMBRO DE LA SMI?

ÚNETE A ESTA GRAN COMUNIDAD CIENTÍFICA DE INVESTIGADORES, PROFESORES, ESTUDIANTES Y PROFESIONALES DE LA INMUNOLOGÍA



ESCANEA EL CÓDIGO Y COMIENZA TU SOLICITUD




Agradecimientos

Comité Editorial



Jessica Lakshmi Prieto Chávez
IMSS | Lakishimishi
Editora en jefe

Libier Cabrera Rivera
INPer
Editora ejecutiva



Ana Tapia Rodríguez
INSP



Dhamar Venteño
UNAM | Diseñadora

Cindell Celaya Arvizu
DivulgaCin



Diana Villalpando Sánchez
HIMFG

Daniel Rivera Mendoza
UNAM | El Dan sp



Gladys A. Toledo Ibarra
UAN

En este número también nos apoyaron:

Brenda Gómez Loza - Cruda Científica
Diana Lorena Alvarado Hernández - UASLP
Edgar Illescas Aparicio - CIATEJ
Gabriel Herrera López - KAUST
Heriberto Prado García - INER
José Luis Maldonado García - FacMed, UNAM
Lubín Iraid Quesada Olguín - Divulgologas

Luvia Enid Sánchez Torres - ENCB, IPN
Manuel Guadalupe Mejía Torres - UANL
Marcela Islas Cortez - IPN
Mayra Silva Miranda - IxM INER
Nicté Guadalupe Figueroa Vega - UGto
Ricardo Emmanuel Martínez Martínez - IPN

Caperucita Blanca

Las historias de *Caperucita Blanca* nacen en los sueños de Marion E. G. Brunck y Jessica Lakshmi.

Portada e ilustración

La portada de este número y la ilustración del cuento *Caperucita blanca* fueron realizadas por Felipe G. Serrano (@[biologo_ilustrador](#)).

Diseño editorial

El diseño editorial de este número fue realizado por Jessica Lakshmi (@[Lakishimishi](#)).

Las imágenes originales de cada artículo fueron proporcionadas por sus mismas autoras y autores.

Agradecemos a la Mesa Directiva 2025 - 2027
de la Sociedad Mexicana de Inmunología por apoyar este proyecto