

# Sistema inmune ¿amigo o enemigo?: las dos caras de una misma moneda

Jazz Alan Corona-Ángeles  
Citlalli Yamile González-Macías  
Edith Oregon-Romero

**E**l cuerpo humano es una máquina compleja, pero a la vez fascinante; se coordina en perfecta sincronía para poder formar a cada uno de nosotros. Como ustedes ya sabrán, los humanos estamos formados por células, las cuales son los pequeños bloques que componen la vida. Las células las podemos definir como pequeños trabajadores que colaboran en conjunto para cumplir diferentes funciones en esta “máquina” que llamamos ser humano. Existen pequeños trabajadores que ayudan a recopilar información, almacenarla, interpretarla y de esta manera construir la realidad que percibimos (células del sistema nervioso); algunos otros recorren todo el cuerpo, entregando paquetes con aire para que otros trabajadores puedan respirar (células de la sangre); otros se encargan de la digestión de los alimentos (células del sistema digestivo) y también tenemos nuestro propio equipo de seguridad que nos defienden de invasiones externas (células del sistema inmune).

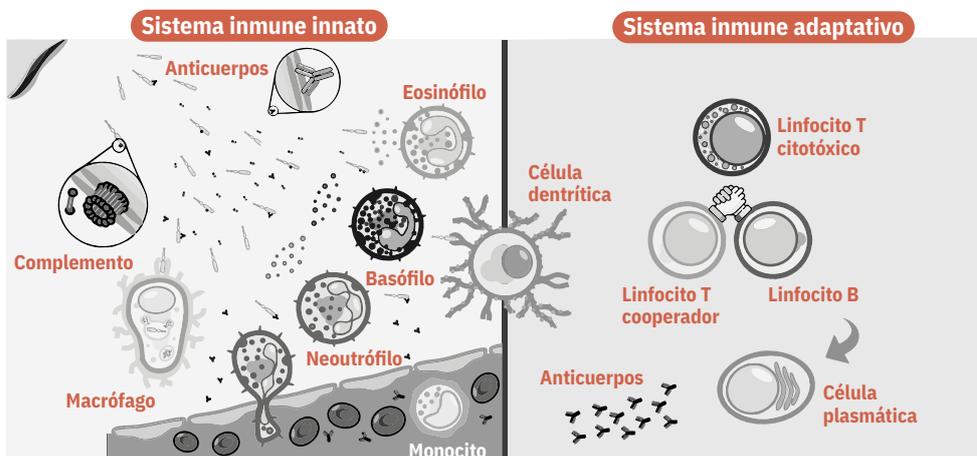
## Sistema inmune: el gran guardián

El sistema inmune está compuesto por una serie de mecanismos especializados en la defensa de nuestro cuerpo, que incluyen desde barreras que dificultan la movilidad de los invasores, como la piel, el moco y el ácido estomacal. Estos mecanismos van desde proyectiles que localizan, detienen el avance y/o destruyen a los objetivos como los anticuerpos y las proteínas del complemento, los cuales actúan como pequeñas “balas” que perforan a los invasores, matándolos en el proceso. Además, pasan por soldados que actúan como la primera línea de defensa (sistema inmune innato), hasta las fuerzas especiales que se encargan de la eliminación específica de distintos tipos de invasores (sistema inmune adaptativo).

Frente al ingreso de agentes extraños al cuerpo, el sistema inmune innato es el primero en llegar a la zona donde ocurre la invasión y el daño. Está constituido por una serie de “soldados”, todos con nombre, función y herramientas diferentes que pueden utilizar para la defensa del cuerpo. Tenemos dos tipos de células, al macrófago y al monocito cuya función es comer, los hermanos *polimorfonucleares*, neutrófilo, eosinófilo y basófilo que se desempeñan en ataques de bacterias, parásitos (como las “lombrices”) y en alergias respectivamente. Finalmente, la célula dendrítica (se llama así porque posee unas estructuras similares a “ramas de árbol”) toma partes de los enemigos y las procesa recubriendo su superficie con los restos, para posteriormente viajar a los centros de comando llamados nódulos linfáticos, en los cuales se encuentran las fuerzas especiales, y les presenta las partes tomadas de los invasores para dar paso a su activación.

El sistema inmune adaptativo, una vez que se activa, comienza a equiparse de manera específica para cada amenaza. Este sistema se constituye por los linfocitos T y B. Los linfocitos T se dividen en dos importantes tipos: T cooperadoras que funcionan como una especie de coronel, enviando órdenes en forma de señales llamadas *citocinas* a las células del sistema inmune innato, favoreciendo que estas aumenten sus capacidades de defensa; y T citotóxicos especializados en ser asesinos, los cuales no lo piensan dos veces, cuando una célula es infectada, se sacrificará y morirá; si no lo hace, utilizarán armas propias para matarla.

Los linfocitos B tienen funciones completamente diferentes, pero igual de importantes, pueden cooperar con los linfocitos T a través de señales para convertirse en células plasmáticas y producir proteínas específicas contra los enemigos denominadas como anticuerpos. Los anticuerpos son la línea más eficaz de defensa del sistema inmune adaptativo, funcionan como pequeños proyectiles rastreadores con forma de letra “Y” que se unen a proteínas de los invasores. Los anticuerpos pueden neutralizar al objetivo o marcarlo para que el sistema inmune innato pueda eliminarlo a través del complemento. Su producción es de suma importancia para el desarrollo de la inmunidad de por vida contra las enfermedades (figura 1).



**Figura 1.** Representación esquemática del sistema inmune en acción. Cuando existe una lesión en la piel, hay entrada de invasores del exterior como lo son las bacterias. El sistema inmune innato es el primero en responder a través de un sistema llamado complemento y de células como macrófagos, y polimorfonucleares que usan armas químicas para atacar (esferas de colores en las células). Posteriormente la célula dendrítica toma partes del enemigo y lo presenta al sistema inmune adaptativo para activarlo y favorecer la producción de anticuerpos que rastrean a los enemigos.

Sabiendo esto, imagínense, ¿qué pasaría si todos estos mecanismos se pusieran en nuestra contra? ¿Ya existen casos de que esto pasó? Y, más importante, ¿qué implicaciones conlleva el tener una de estas enfermedades? Desde este punto es cuando comenzaremos a hablar de los términos autoinmunidad y autoinflamación.

## ¿Autoinmunidad? ¿Autoinflamación? ¿Qué es eso?

Para este punto, nos quedó bastante claro que el sistema inmune es sumamente eficaz manteniendo nuestra seguridad, pero no es perfecto y, como todo en la vida, puede tener fallos, algunos se pueden corregir, pero otros no. Aquí es donde entra el término de **autoinmunidad**, que, en palabras sencillas, es cuando el sistema inmune no diferencia entre nuestras células y los invasores del exterior y comienza a atacarnos comprometiendo la integridad de nuestro cuerpo, y, por ende, la función correcta del mismo. Por su parte, la **autoinflamación** es cuando el sistema inmune no puede diferenciar entre los patrones característicos de nuestras células y los invasores y procede a montar una respuesta tan agresiva que nos causa daño, y, de la misma manera, comienza a atacarnos. Pero ¿esto no significa que ambos términos son exactamente lo mismo? Esto se puede responder con un sí y no a la vez. Esta respuesta depende de quién es el responsable del ataque. Decimos que hay autoinflamación cuando el sistema inmune innato es quien nos está atacando. Por otro lado, la autoinmunidad ocurre cuando el sistema inmune adaptativo es el que se encuentra comprometido, y tanto las células como los anticuerpos son quienes nos atacan [1].

A pesar de esta diferencia mencionada previamente, la idea es exactamente la misma, nuestro sistema inmune pasó de protegernos a estar en nuestra contra y si esto sucede, ¿cuál sería su impacto en la calidad de vida de las personas que lo sufren?

## Enfermedades autoinflamatorias vs. autoinmunes

A continuación, exploraremos algunos ejemplos de enfermedades autoinflamatorias y autoinmunes. Comenzaremos con una enfermedad autoinflamatoria interesante: el síndrome hemolítico-urémico. ¿Recuerdan el sistema del complemento que mencionamos anteriormente? En nuestro cuerpo existen mecanismos que evitan que el complemento se active y perfore a nuestras células. Sin embargo, cambios en

nuestro ADN, que llamaremos mutaciones, inactivan estos mecanismos, haciendo que se active de manera descontrolada, lo que provoca daños en las células endoteliales (células que forman nuestras venas y arterias), causando sangrado, daños irreversibles en los tejidos, fallo multiorgánico e incluso la muerte [2].

También, tenemos una enfermedad llamada síndrome hemofagocítico, donde hay activación de macrófagos que comienzan a comer células de nuestra sangre (eritrocitos, leucocitos y plaquetas); los síndromes periódicos asociados a criopirina (CAPS), donde una mutación en nuestro ADN causa que se produzca una citocina denominada *interleucina 1* (IL-1) que causa que el sistema innato se active y produzca daño a nuestras células e inflamación constante; y una enfermedad más conocida es la gota, donde se forman cristales de *ácido úrico* en las articulaciones que, al ser sustancias extrañas, intentan ser eliminados por los neutrófilos, internalizándolos como si se los comieran, pero sin éxito. La presencia de muchos neutrófilos en la zona provoca daño e inflamación en las articulaciones de manos y pies [2].

Por su parte, la enfermedad autoinmune por excelencia es el lupus eritematoso sistémico (LES), en donde los linfocitos B están sobreactivados y se convierten en células plasmáticas que comienzan a secretar anticuerpos contra nuestras células; estos pequeños proyectiles dirigidos pueden atacar a las células directamente o pueden acumularse en diversas partes del cuerpo e inducir daño en todos los tejidos, por eso decimos que es sistémico. Esto también ocurre en la tiroiditis de Hashimoto, sin embargo, en esta se producen anticuerpos que atacan a la glándula con forma de mariposa ubicada en nuestro cuello llamada tiroides [3].

Otros ejemplos de enfermedades autoinmunes incluyen la artritis reumatoide, diabetes mellitus tipo 1 y la tiroiditis de Hashimoto. En el primero de los casos el sistema inmune adaptativo, especialmente los linfocitos T cooperadores, ataca a nuestras articulaciones provocando dolor e inflamación. En el segundo, son los linfo-



citos T citotóxicos los que se dirigen al páncreas y desconocen a las células que producen la insulina, por lo que proceden a matarlas [3].

Por los ejemplos anteriores, queda claro que partes del sistema inmune están afectadas en cada enfermedad que mencionamos, pero ¿acaso todo debe ser blanco y negro? Pues no, también tenemos un color gris, puntos intermedios en los cuales las características de las enfermedades no permiten clasificarlas como autoinmunes o inflamatorias, lo que hace que las denominemos enfermedades con patrón mixto.

## Enfermedades mixtas: el nexo de dos mundos

Estas enfermedades combinan lo peor de ambos mundos. El ejemplo más conocido es la psoriasis, donde, al sufrir daño en la piel, se activa el sistema inmune innato, especialmente las células dendríticas. Estas, a su vez, promueven la activación del sistema inmune adaptativo. Los linfocitos T cooperadores activados liberan señales que endurecen la piel como mecanismo de defensa, similar a los callos que aparecen en las palmas de las manos cuando hacemos ejercicio; esto desencadena un bucle que causa más inflamación, en el que ambos sistemas siguen involucrados, intensificando el problema. Otro ejemplo clásico es la enfermedad inflamatoria intestinal, la cual provoca que el intestino se inflame de manera repetitiva. Esta inflamación disminuye la capa de moco que los protege,

permitiendo que las bacterias dañen a las células del intestino y como consecuencia las células dendríticas inician la activación del sistema inmune innato y adaptativo promoviendo el proceso inflamatorio [4].

## Conclusiones

Sin lugar a dudas hay una clara conexión entre las enfermedades autoinmunes y autoinflamatorias, ambas tienen considerables similitudes, pero también importantes diferencias. En este trabajo nos propusimos remarcar esas pequeñas diferencias, para todos juntos poder expandir nuestro conocimiento sobre el sistema inmune y fomentar aún más la curiosidad sobre este tema, ya que todavía hay un mundo que descubrir sobre estas enfermedades.

## Referencias

1. Szekanecz Z, McInnes IB, Schett G, Szamosi S, Benkő S, Szűcs G. Autoinflammation and autoimmunity across rheumatic and musculoskeletal diseases. *Nat Rev Rheumatol*. 2021 oct;17(10):585-595.
2. Nigrovic PA, et al. Monogenic autoinflammatory disorders: Conceptual overview, phenotype, and clinical approach. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*. 2020 nov;146(5):925-937.
3. Pisetsky DS. Pathogenesis of autoimmune disease. *Nat Rev Nephrol*. 2023 aug;19(8):509-524.
4. De Francesco MA, Caruso A. The Gut Microbiome in Psoriasis and Crohn's Disease: Is Its Perturbation a Common Denominator for Their Pathogenesis? *Vaccines (Basel)*. 2022 feb 5;10(2):244.

**Jazz Alan Corona-Ángeles** Doctorado en Ciencias Biomédicas, Centro Universitario de Ciencias de la Salud, Universidad de Guadalajara.

**Citlalli Yamile González-Macías** Licenciatura en Médico Cirujano y Partero, CUCS, UdeG.

**Edith Oregon-Romero** Instituto de Investigación en Ciencias Biomédicas, CUCS, UdeG.

Contacto: [edith.oregon@academicos.udg.mx](mailto:edith.oregon@academicos.udg.mx)