



Héctor Vielma

26

Nuestro cuerpo se defiende: La batalla contra invasores

Q

uizás no te hayas percatado, pero en este mismo instante podría estar ocurriendo una batalla en el interior de tu cuerpo. ¿Te duele la garganta? ¿Tienes congestionada la nariz? Estos síntomas podrían ser señales de que tu organismo está combatiendo una infección.

Dentro de tu cuerpo, los glóbulos blancos (leucocitos), organizados como ejércitos de valientes soldados, se encuentran muy ocupados luchando contra las bacterias o virus que ocasionan la enfermedad. Los invasores se reproducen con tanta rapidez que parecen «brotar» de todas partes y tener todas las probabilidades de vencer tus defensas, pero tu cuerpo no se da por vencido y contraataca.

Son miles los «soldados corporales» que participan en la incesante batalla. Por supuesto, muchos de ellos mueren, como lo indica en una infección la presencia de pus, un fluido (líquido espeso) constituido por patógenos y leucocitos muertos, fundamentalmente del tipo de los llamados macrófagos, que son fagocitos que engullen y digieren patógenos (microorganismos que causan enfermedades), y que al hacerlo muchos de ellos mueren. Aun así, en la mayoría de los casos el cuerpo gana la batalla. Si pudieras ver este combate contra la infección, el resultado en ciertos momentos pareciera ser dudoso; pero si te recuperas, puedes tener la seguridad de que tu cuerpo ha triunfado.

Millones de enemigos nos acechan continuamente

i Recuerdas las penurias de tu último resfriado? No solo estornudabas y tosías, también es probable que te haya dolido la garganta y tuvieras fiebre. ¿Has sufrido alguna vez de diarrea? ¿Has padecido amigdalitis? ¿Sabes por qué te han vacunado contra el sarampión, las paperas y la polio? Todas estas son enfermedades causadas por bacterias o virus, «enemigos invisibles» que pueden entrar en nuestros tejidos. Por supuesto, no todos los microorganismos son dañinos; de hecho, muchos de estos «amigos invisibles» son útiles para los seres humanos. Pero se pueden contar por millones los que son enemigos y que atacan nuestro cuerpo, pues además de los enormes contingentes de bacterias y virus, se agregan numerosos organismos como hongos y protozoarios.



Nuestro cuerpo dispone de un sistema especialmente diseñado para protegerlo

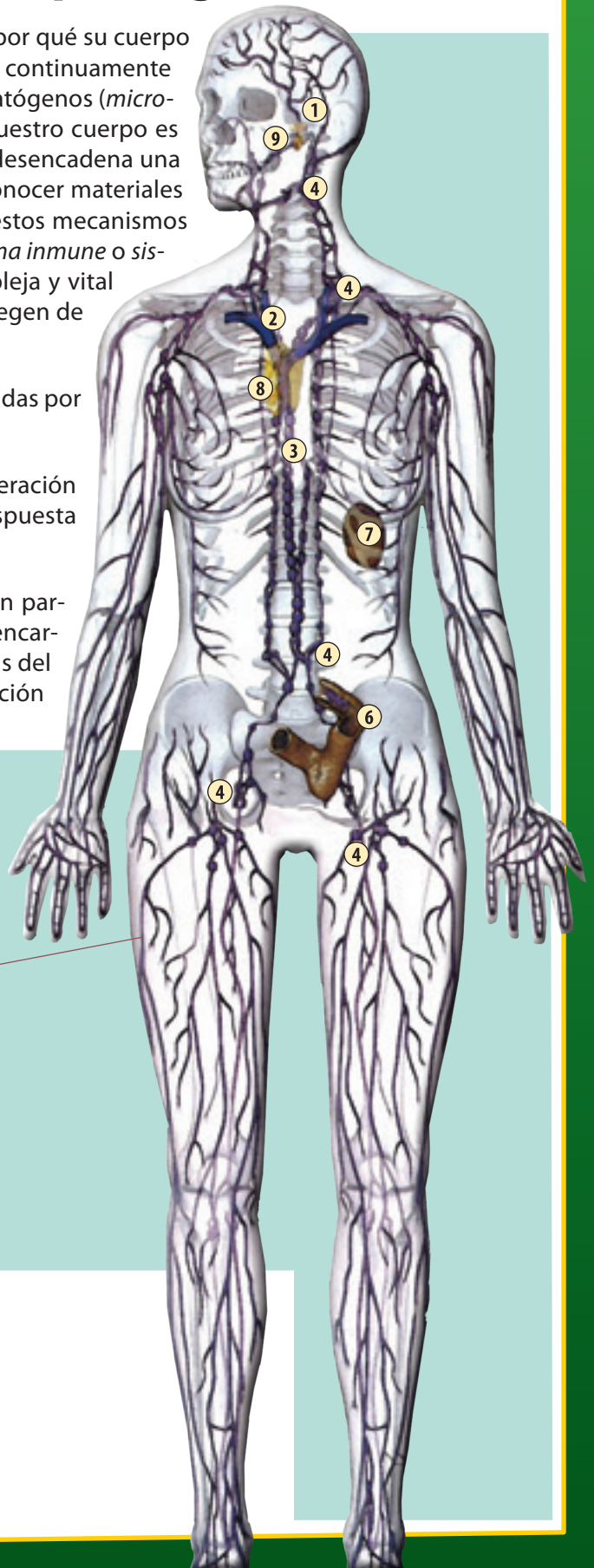
Cualquier ser humano, lógicamente, se podría preguntar por qué su cuerpo no se lesiona, daña o infecta más a menudo, si se expone continuamente a condiciones adversas, sustancias y microorganismos patógenos (*microbios*) que pueden lesionarlo o infectarlo. Esto se debe a que nuestro cuerpo es «una máquina que se defiende a sí misma», que al ser atacada desencadena una serie de mecanismos que le permiten estar siempre alerta, reconocer materiales extraños o ajenos, y neutralizarlos o eliminarlos. En conjunto, estos mecanismos constituyen lo que se conoce como *sistema inmunológico*, *sistema inmune* o *sistema inmunitario*. Este sistema está formado por una red compleja y vital de células y órganos, repartidos por todo el cuerpo, que lo protegen de las infecciones. Comprende órganos que proporcionan:

a) Barreras físicas como la piel y químicas como enzimas producidas por la saliva y las lágrimas y ácidos producidos por el estómago.

b) Órganos linfoides, que afectan el crecimiento, desarrollo y liberación de linfocitos (un tipo de glóbulos blancos involucrados en la respuesta inmune, que pueden ser células B o células T).

Indudablemente, los vasos sanguíneos y los vasos linfáticos son partes importantes de los órganos linfoides, debido a que son los encargados de transportar los linfocitos hacia y desde diferentes áreas del cuerpo. Cada órgano linfoide desempeña un papel en la producción y activación de los linfocitos. Éstos incluyen:

- 1 Las adenoides.
- 2 Los vasos sanguíneos.
- 3 La médula ósea.
- 4 Los nódulos o ganglios linfáticos.
- 5 Los vasos linfáticos.
- 6 La placa de Peyer (tejido linfoide en el intestino delgado).
- 7 El bazo.
- 8 El timo.
- 9 Las amígdalas palatinas.



Pero, ¿cómo se organiza y funciona el sistema inmunológico para protegerte contra tantos enemigos?

Tu cuerpo posee varias líneas de defensa contra las enfermedades. Algunas son de respuesta no específica, es decir, atacan a todos los invasores potenciales; mientras que otras atacan a patógenos específicos.

Mecanismos de defensa no específicos: la inmunidad natural

El cuerpo cierra sus puertas de entrada a los invasores. Así como nosotros nos protegemos de los ladrones con diferentes tipos de barreras físicas, circuitos integrados de video, vigilantes, y hasta con sustancias paralizantes, nuestro cuerpo también tiene como primera línea no específica de defensa en la lucha contra los patógenos invasores, algo bastante similar pero más sofisticado, pues en este caso los enemigos son invisibles. Se trata de una línea o sistema de defensa que está en guardia en las entradas de tu cuerpo o cerca de ellas, por ejemplo la boca, las fosas nasales y los ojos, llamado también sistema inmune innato (inmunidad natural). Normalmente, estas defensas logran, muchas veces detener tanto los microorganismos como las partículas y las moléculas extrañas.

Tu primera línea de defensa: piel y membranas

La capa de piel externa (epidermis) representa una importante barrera física, pues está formada por células muertas que no pueden ser penetradas por microorganismos. Además, el sebo de la piel, una grasa producida por las glándulas sebáceas, es ácido y tóxico para muchas bacterias y más aún, las glándulas sudoríparas también secretan sustancias antimicrobianas. Sin embargo, cualquier rasguño o herida permitiría la entrada del elemento extraño.

Las membranas que recubren las aberturas de tu cuerpo, como los orificios nasales y la boca, son más vulnerables a la entrada de patógenos. Por ejemplo, los microorganismos pueden entrar con facilidad en la nariz; no obstante, los vellos allí presentes filtran el aire que respiramos, mientras que los microorganismos son atrapados y destruidos por la secreción nasal o se expulsan con el estornudo. En el recubrimiento de la tráquea y los bronquios se encuentran diminutas estructuras parecidas a vellos (cilios), así como mucosidades que atrapan los elementos extraños, las partículas de polvo y los patógenos potenciales, que lograron pasar por la nariz. Éstos son desplazados hacia la boca por el movimiento batiente de los cilios y expulsados con la tos. De esta manera, la acción conjunta de los cilios y la mucosidad evita las infecciones respiratorias.

La saliva y las lágrimas contienen sustancias que matan a los microorganismos

Por ejemplo, la *lisozima*, una enzima de las lágrimas, descompone la pared celular de las bacterias que entran en el conducto lagrimal de los ojos. Los ácidos y enzimas del cuerpo pueden matar a diversos patógenos que entran por las aberturas corporales. Así, el ácido clorhídrico del estómago destruye la mayoría de los microorganismos ingeridos, mientras que las bacterias intestinales «amigas» eliminan los restantes.



¿Sabías que... el humo del cigarrillo no solo puede paralizar, sino también destruir los cilios? ¿Qué crees que le sucederá al fumador crónico?



La respuesta inflamatoria

¿Qué sucede si los agentes patógenos logran atravesar la primera línea de defensa corporal? Los espera una segunda línea, un «ejército» de leucocitos «devoradores» de microorganismos, los macrófagos, llamados también fagocitos porque «ingieren» o engullen patógenos. Supón que te cortas un dedo y los agentes patógenos entran en tu cuerpo; poco tiempo después observas que el área de la herida se ha inflamado, es decir, está roja, adolorida y caliente. Se han desplegado en esta área leucocitos que han liberado el compuesto llamado histamina, que incrementa el flujo de sangre hacia la herida y aumenta la permeabilidad de los vasos capilares para permitir el escape de líquido y una variedad de leucocitos hacia el tejido circundante, entre ellos, los macrófagos. La elevación de la temperatura en el área de la herida interfiere también con la reproducción de los patógenos. Estas reacciones se conocen como respuesta inflamatoria.



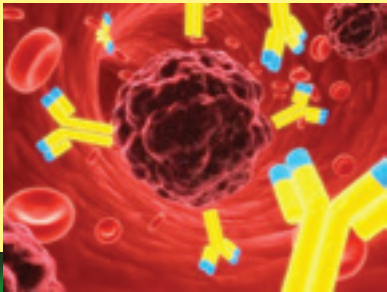
Mecanismos específicos de defensa: la inmunidad adquirida

Ahora bien, si los agentes patógenos logran vencer y sobrevivir tanto a la primera como a la segunda línea de defensa del cuerpo, ¿se dará éste por vencido? Recordarás que en tu último catarro las barreras físicas y químicas y el primer ejército que tu cuerpo dispuso para protegerte no fueron del todo infalibles. Sin embargo, sobreviviste y recuperaste la salud, gracias a una tercera línea de defensa, llamada *respuesta inmune*, sistema inmune adquirido o inmunidad adquirida, que produce una reacción específica frente a cada microorganismo. En el caso de tu catarro o infección de la garganta, la respuesta inmune involucra reconocer y destruir el virus que causa el catarro o la bacteria que ocasiona la infección de la garganta. El sistema inmune adquirido puede inclusive hacer que el cuerpo se vuelva resistente a una nueva infección por el mismo microorganismo; por ejemplo, si tuviste alguna vez paperas (parotiditis), es muy probable que no te vuelvas a contagiar.



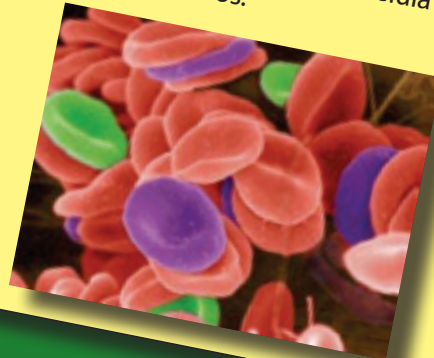
La respuesta inmune

La capacidad del sistema inmune para reconocer determinado patógeno surge en la etapa inicial de nuestro desarrollo, cuando el embrión aprende a detectar la diferencia entre lo que constituye su ser y lo que no, es decir, adquiere la capacidad de distinguir entre sus propios compuestos químicos y los que le son extraños. En general, cualquier producto químico extraño al cuerpo es un antígeno. Éste puede ser, por ejemplo, una proteína de la membrana de una bacteria o una toxina bacteriana.



Por sus antígenos los conocerás

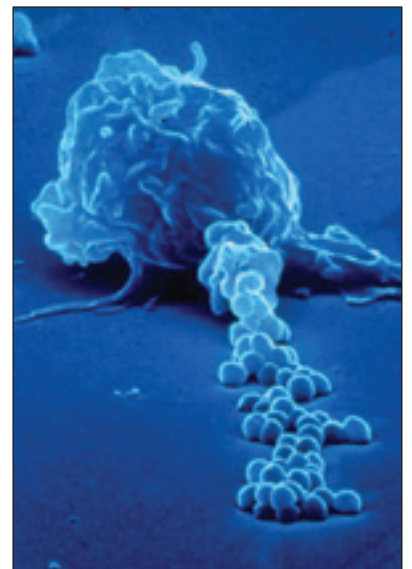
Cada microorganismo posee antígenos específicos gracias a lo cual son reconocidos por el sistema inmune, como si tuvieran marcadores químicos («banderas de identificación»). Por ejemplo, los virus del catarro tienen antígenos distintos de los que tienen otros virus. Por otra parte, la superficie de una sola célula bacteriana puede tener varios antígenos.



Pero, ¿cómo funciona el sistema inmune adquirido en la defensa del organismo?

Dentro de la complejidad de este sistema, pudiéramos decir que éste funciona más o menos así: un agente infeccioso entra al cuerpo (por ejemplo, una bacteria que entra por la sangre cuando nos pinchamos con un clavo). Nuestro sistema inmunológico está siempre alerta para detectar y atacar al agente infeccioso antes de que nos cause daño; cualquiera que sea el agente, el sistema inmunológico lo reconoce como un cuerpo ajeno, extraño y la norma es que todo cuerpo extraño (antígeno) debe ser eliminado.

El «ejército» de primera línea de defensa de nuestro cuerpo, como ya dijimos, está constituido por los macrófagos (fagocitos), que son los vigilantes de antígenos, que circulan por la sangre y llegan a todos los tejidos del cuerpo. Cuando el «invasor» entra, un «soldado» macrófago lo detecta rápidamente, lo captura y se lo «traga»; luego, sustancias digestivas en el interior del macrófago destruyen al antígeno y lo convierten en pequeños pedazos llamados péptidos antigénicos. A veces, este proceso por sí solo es suficiente para eliminar al invasor; sin embargo, en la mayoría de los casos es necesario «solicitar» ayuda de otros contingentes de células del sistema inmunológico adquirido para que se unan a la lucha. Pero antes de que ellos puedan actuar, los péptidos antigénicos dentro del macrófago deben unirse a moléculas llamadas antígenos de leucocitos humanos o HLA. La molécula de HLA unida al péptido, ahora llamada complejo antigénico, se traslada a la superficie del fagocito. Es entonces, cuando los «batallones» de células llamadas linfocitos T (glóbulos blancos o leucocitos del sistema inmune adquirido que maduran en la glándula timo) pueden reconocer e interactuar con el complejo péptido antigénico-HLA, que se encuentra como una «bandera de señal» en la superficie del fagocito.



Una vez que dicho complejo es reconocido, los linfocitos T producen sustancias que hacen que los fagocitos eliminen al microorganismo y envían señales químicas en forma de sustancias llamadas citocinas. Éstas atraen más linfocitos T y además alertan a otros linfocitos (linfocitos B), que maduran en la médula ósea donde se producen, para que sintetizen los llamados anticuerpos, que recubren al antígeno, haciéndolo más «apetecible» y más fácil de engullir por los fagocitos. De esta forma, los microorganismos son aniquilados y finalmente eliminados de nuestro cuerpo.

¡Epa, ya te había visto antes por aquí!

La mayoría de la gente sufre enfermedades como el sarampión solamente una vez en su vida, es decir, se hace inmune al virus del sarampión. Esto es así porque disponemos de memoria inmunológica. Tu organismo posee una «especie de archivo» de las características de sus invasores, pues durante la primera exposición a un antígeno se producen clones de células de memoria (linfocitos B que no llegan a diferenciarse completamente en células plasmáticas), que permanecen en tu cuerpo mucho después de que la infección termina y que están listas para responder rápida y fuertemente si reaparece el patógeno (antígeno). Las «armas» utilizadas son un contingente de proteínas específicamente diseñadas para este combate (anticuerpos). Esto es lo que se conoce como *inmunidad natural activa*.

Vale la pena vacunarse

El principio de la inmunidad activa puede aplicarse en la prevención de ciertas enfermedades utilizando las vacunas, que son soluciones preparadas con microorganismos debilitados o muertos, virus o toxinas. Éstas se inyectan en la persona saludable y no suelen provocar la enfermedad, más bien ocasionan que se formen anticuerpos o células T citotóxicas (células que matan a otras células). Después de que te vacunan, quizás sientas leves molestias, pero los anticuerpos y células T citotóxicas, que se han formado, previenen que se manifieste la enfermedad. Recientemente se han producido vacunas virales sintéticas, mucho más rápidas, baratas de producir y sin efectos colaterales. Estas vacunas solo contienen un antígeno específico que es reconocido por el huésped. Además, con las vacunas sintéticas hay la posibilidad de producir una sola vacuna que proporcione inmunidad contra varias enfermedades virales (vacunas polivalentes).



¿Sabías que... los bebés reciben una protección por parte de anticuerpos prestados de la madre, cuando el feto todavía está en el útero materno, y después del nacimiento, a través de la leche materna? De aquí la importancia de la lactancia materna.

Como un traje hecho a la medida

Los estudiosos de la inmunología, los *inmunólogos*, estiman que cada persona o incluso cada ratón pueden llegar a producir unos 100 millones de tipos distintos de anticuerpos, y cada uno de esos anticuerpos tiene que estar hecho a la medida. Así por ejemplo, un anticuerpo contra el virus del sarampión, y viceversa. El efecto contra el virus de la lechicina no tiene ningún anticuerpo se une a las moléculas de la superficie del virus, como una llave se ajusta a su cerradura; la «puerta» no se abrirá si se utiliza una llave equivocada. Esto requiere de una precisión extraordinaria, puesto que las pequeñas bacterias miden solamente una milésima de milímetro, y los virus son todavía de menor tamaño, pues dentro de una bacteria caben unos 20.000 virus.

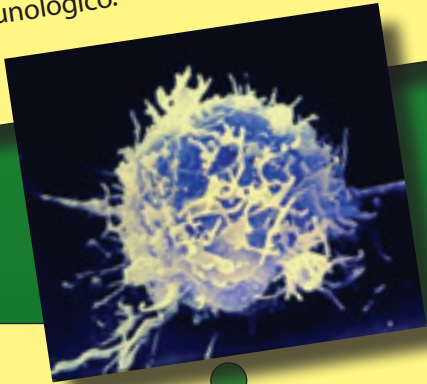
Inmunidad pasiva: anticuerpos prestados para luchar contra la enfermedad

A menudo, cuando una persona es infectada, su producción de anticuerpos es lenta, lo cual podría ser mortal en el caso de algunas enfermedades, por ejemplo, el tétanos. Sin embargo, la persona puede sobrevivir a la enfermedad si recibe anticuerpos producidos por otra persona o animal. En este caso, la protección se logra a través de inmunidad pasiva, porque la persona expuesta al patógeno no es la que sintetiza los anticuerpos. Esta inmunidad, a diferencia de la inmunidad activa que puede durar de por vida, en la mayoría de los casos solo dura unas pocas semanas; de allí la necesidad de los refuerzos en algunas vacunas, como es el caso de la vacuna antitetánica.



El sistema inmune también nos defiende contra el cáncer

Las células T citotóxicas no solo combaten las enfermedades infecciosas, sino también el cáncer. Las células cancerígenas son distintas en sus formas a las células normales: tienen antígenos únicos en su superficie y antígenos de identificación propia. Las células T citotóxicas pueden enlazarse con estas células cancerígenas y destruirlas. Es probable que muchas células se transformen en cancerosas durante la vida de la persona, pero pueden ser destruidas por el sistema inmune antes de que puedan multiplicarse y causar daños. La persona quizás desarrolle cáncer cuando su sistema inmune ya no detecte ni destruya las células cancerígenas. De aquí la importancia de fortalecer el sistema inmunológico.



El sistema inmune no siempre es nuestro amigo

Las respuestas inmunológicas no siempre son beneficiosas, sino que pueden traducirse en serios daños para el cuerpo. Tales efectos perjudiciales pueden contribuir al desarrollo de una variedad de enfermedades conocidas colectivamente como alergias o hipersensibilidad. Además, el sistema inmunológico también contribuye a nuestro envejecimiento. Finalmente, este sistema no solo es el causante de las terribles enfermedades autoinmunes, en donde el cuerpo se ataca a sí mismo, sino que es el mayor obstáculo para el éxito en el trasplante de órganos, porque el sistema inmune de la persona receptora trata al órgano trasplantado como materia extraña, que debe destruirse, como sucede con un agente patógeno.



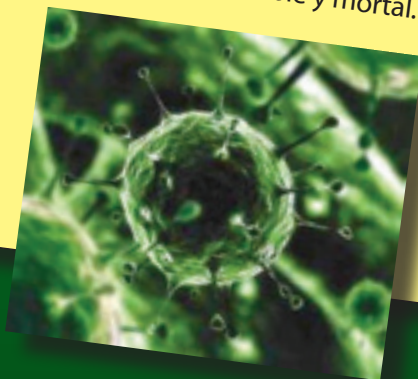
Enfermedades autoinmunes: cuando el perro muerde a su amo

Por motivos aún desconocidos, el sistema inmune («perro guardián») de algunas personas se vuelve en su contra. Ataca a los propios tejidos con anticuerpos o células T citotóxicas como si fuesen tejidos trasplantados. Esta respuesta anormal contra una parte del propio cuerpo provoca diversas enfermedades autoinmunes, de las que se reconocen actualmente una cantidad creciente. Algunos ejemplos incluyen la *miastenia gravis* y la *esclerosis múltiple*, enfermedades que afectan al sistema nervioso. En la primera, los anticuerpos atacan las conexiones entre nervios y músculos, mientras que en la segunda las células T atacan la cubierta externa de ciertas células nerviosas.



Sida: la destrucción del sistema inmune

Cuando una persona tiene el síndrome de inmunodeficiencia adquirida (SIDA), su sistema inmune es destruido lentamente. Al ocurrir esto, la persona que padece de SIDA no puede luchar contra los patógenos o células anormales que serían atacados por el sistema inmune de una persona saludable. La destrucción del sistema inmune es tan devastadora que el sida, para este momento, es una enfermedad incurable y mortal.



Cuestiones de bioética

Los niños en un mundo con SIDA: antes, durante y después del nacimiento

El Virus de Inmunodeficiencia Humana (VIH) que causa el SIDA se puede transmitir de la madre infectada al hijo de tres maneras:

- Durante el embarazo, a través de la placenta.
- En el parto natural o por cesárea.
- A través de la leche materna.

Según ONUSIDA (1997), el VIH infecta a unos mil niños cada día. De los niños VIH-positivos, el 90% se infecta por transmisión materno-filial (madre a hijo). Si no se contiene la difusión del VIH, el SIDA puede aumentar la mortalidad infantil hasta en un 75%, y en el caso de los menores de 5 años, hasta en más de un 100% en las regiones más afectadas por la enfermedad, como en el continente africano. En diciembre de 2002, ONUSIDA estimaba en 3,2 millones de niños los que vivían con VIH-SIDA, habiéndose infectado solo en ese año unos 800 mil. Para el año de 1997, se consideraba que más de 9 millones de niños habían perdido a su madre por causa del SIDA. En un mundo con SIDA, los niños son responsabilidad de todos. ¿Qué se puede hacer al respecto? ¿Crees que las mujeres que viven con el virus (VIH-positivas) deberían tener hijos? ¿Consideras que organismos internacionales debieran suministrar gratuitamente leche maternizada y medicamentos a las madres con VIH?



Diagnóstico precoz ✓

Mayores son las posibilidades de evitar la transmisión al bebé.

Félix Pifano Capdevielle

No se puede hablar del doctor Félix Pifano Capdevielle sin referirse a los dos grandes amores que marcaron su carrera de medicina: la Medicina Tropical y el Instituto de Medicina Tropical de la Universidad Central de Venezuela, de reconocimiento internacional, que actualmente lleva su nombre. Fue el Dr. Pifano el alma, vida y corazón de esta institución. Él organiza sus cátedras, establece convenios internacionales para formar sus profesores y le da funcionalidad y vida.



en Ciencias Médicas, el 27 de julio de 1935, y al año siguiente retorna a Yaracuy a diagnosticar e investigar enfermedades tropicales, sombras de muerte que truncaban vidas y arrebataban esperanzas. Se convierte en un «médico ecólogo» y establece la interacción entre la enfermedad, el animal, el hombre y el medio ambiente, la *ecología de la enfermedad*.

En 1939, el Dr. Pifano se desempeña como protozoólogo en el Instituto Nacional de Higiene, trabajando en

Félix Pifano Capdevielle nace en San Felipe, estado Yaracuy, el 1 de mayo de 1912. Desde niño mostró gran interés por el arte y la naturaleza, tenía una habilidad excepcional para tocar el piano y quería estudiar Biología, pero al no existir para la época tal carrera en nuestro país, se decidió por la Medicina. A los 17 años de edad, en julio de 1929, obtiene el título de Bachiller, para el cual presentó un trabajo sobre *Serpientes ponzoñosas del estado Yaracuy*. Ese mismo año se viene para Caracas, en «cola», mezclado con verduras en un camión de estacas, a inscribirse en la Facultad de Medicina. Su situación económica era muy precaria, pero lo salvó su aptitud musical, amenizando con el piano el cine mudo en el Teatro Principal de Caracas. Para cumplir sus sueños, comienza su labor docente en 1932 como profesor de Biología en el Liceo San José de Los Teques, lo cual mejora su apretado presupuesto. Cuando contaba con 23 años obtiene el título de doctor

compañía del Dr. Martín Mayer, de quien aprende a investigar. Su interés por la docencia lo lleva a la cátedra de Medicina Tropical, en 1941, donde desarrolla su carrera docente universitaria, hasta llegar a profesor titular. Junto con sus colaboradores realiza estudios clínicos, de laboratorio y de campo en las regiones selváticas y rurales del país. Destacan sus investigaciones sobre el mal de Chagas, *tripanosomiasis rangeli*, leishmaniasis tegumentaria y visceral, amibiasis intestinal y hepática, esquistosomiasis, oncocercosis, micosis sistémica, carencias nutricionales y animales ponzoñosos. Durante la dictadura de Pérez Jiménez se exilia en México y allí estudia Cardiología. Pifano tuvo una vida plena como docente, investigador y excelente persona, publicó más de 200 trabajos científicos, formó unos 16.500 médicos y recibió un sinnúmero de reconocimientos y condecoraciones. Falleció el 8 de agosto de 2003.

Para saber más...

CURTIS, H. y Barnes, N. (2006). *Biología*, sexta edición. Edit. Médica Panamericana, Buenos Aires.

PURVES, W. K., Sadava, D., Orians, G. H., y Heller, H. G. (2001). *Vida: la ciencia de la biología*, 6ª edición. Editorial Médica Panamericana, Buenos Aires.