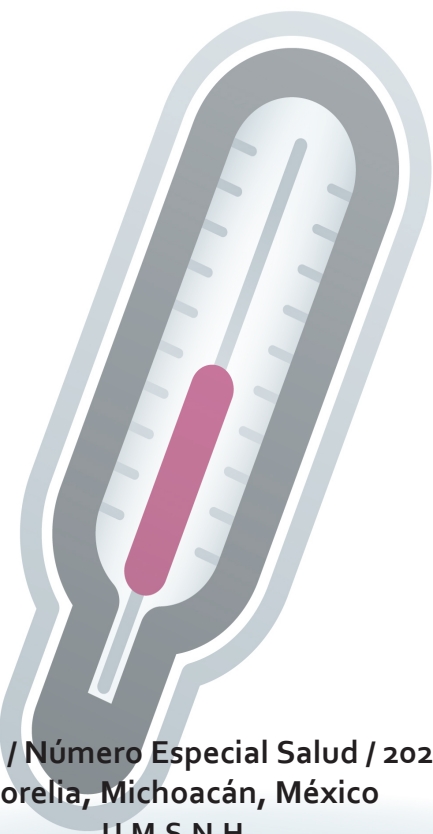


# sabermás

Revista de Divulgación  
de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

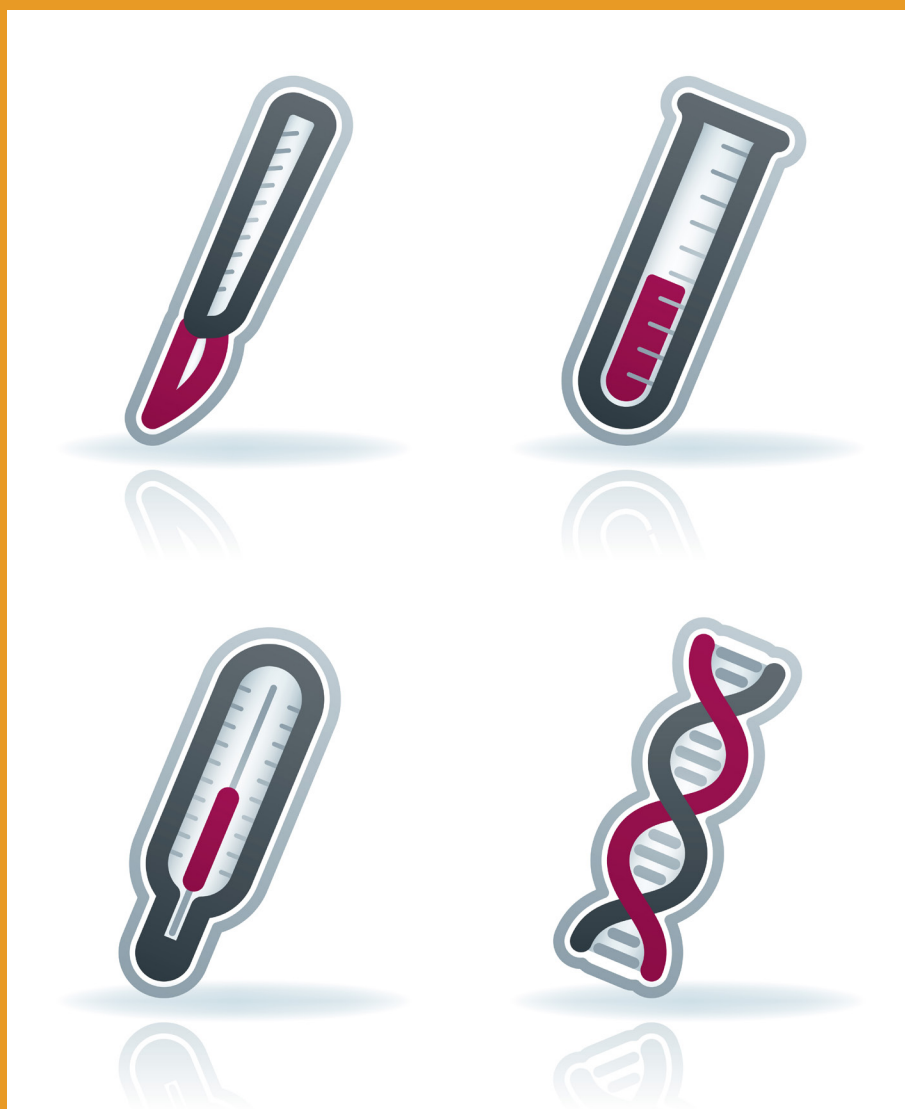


Año 13 / Número Especial Salud / 2024  
Morelia, Michoacán, México  
U.M.S.N.H.



UNIVERSIDAD MICHOCACANA  
DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO  
*Cuna de héroes, crisol de pensadores*  
ISSN-2007-7041

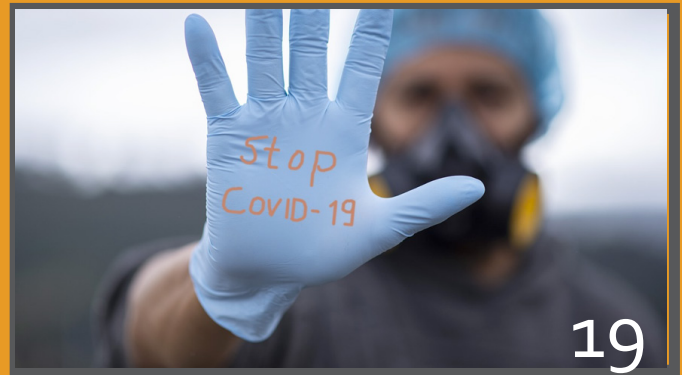
# CONTENIDO



	Mitos y realidades de la artritis reumatoide	10
	Deterioro cognitivo y demencia durante el envejecimiento	15
	El misterio del COVID prolongado	19
	¡Ouch! ¡Ay!: La importancia de sentir dolor	24
	Mamíferos y cáncer	27
	Contaminación y cáncer	32
<b>ARTÍCULOS</b>	¿Por qué nos da cáncer y cómo evitarlo?	38
	Metástasis: ¿Cuándo y a dónde migrar?	44
	Detección de cáncer: ¿Por perros, hormigas y gusanos?	49
	Microbiota específica en mujeres: Importancia de la salud genital	54
	Retinopatía diabética: Una visión de la enfermedad	59
	Si eres diabético, cuida tus pies	64
	Neuropatía diabética: La enfermedad del «calcetín y guante»	67
	La diabetes mellitus tipo 2: ¿Cómo afecta al riñón?	72
	La diabetes no es amiga del hígado	76



10



19



27



38



49



59



67



76

### ENTÉRATE

El cáncer no deja cabos sueltos 6

V Congreso Nacional de Neurobiología en Morelia 9

### TECNOLOGÍA

La inteligencia artificial para el diagnóstico temprano del cáncer de mama 80

### CIENCIA EN POCAS PALABRAS

El cáncer de mama: ¿Por qué aparece y cómo se previene? 84

### INFOGRAFÍA

Quehacer Científico Nicolaita 88

# DIRECTORIO



## Rectora

Yarabí Ávila González

## Secretario General

Javier Cervantes Rodríguez

## Secretario Académico

Antonio Ramos Paz

## Secretario de Difusión Cultural

Miguel Ángel Villa Álvarez

## Coordinador de la Investigación Científica

Jesús Campos García

## Secretario Administrativo

Edgar Martínez Altamirano

## Secretaria Auxiliar

Mónica Gutiérrez Legorreta

## Abogado General

Dr. Raúl Carrera Castillo

SABER MÁS REVISTA DE DIVULGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO, Año 13, No. Especial de salud, es una publicación bimestral editada por la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo a través de la Coordinación de la Investigación Científica, Av. Francisco J. Mújica, s/n, Ciudad Universitaria, C.P. 58030, Tel. y Fax (443) 316 74 36, [sabermas.publicaciones@umich.mx](mailto:sabermas.publicaciones@umich.mx), [sabermasumich@gmail.com](mailto:sabermasumich@gmail.com). Editor: Horacio Cano Camacho. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2013-072913143400-203, ISSN: 2007-7041, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número, Área de Tecnologías y Procesos de Información de la Coordinación de la Investigación Científica, C.P. Hugo César Guzmán Rivera, Av. Francisco J. Mújica, s/n, Ciudad Universitaria, C.P. 58030, Tel. y Fax (443) 316-7436, fecha de última modificación, junio de 2024. Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

Esta revista puede ser reproducida con fines no lucrativos, siempre y cuando se cite la fuente completa y su dirección electrónica. De otra forma requiere permiso previo por escrito de la institución y del autor.



## Revista editada por la Coordinación de la Investigación Científica

### Director

Dr. Jesús Campos García  
Coordinador de la Investigación Científica

### Director-Ejecutivo

Dr. Rafael Salgado Garciglia  
Instituto de Investigaciones Químico Biológicas  
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

### Editor en Jefe

Dr. Horacio Cano Camacho  
Centro Multidisciplinario de Estudios en Biotecnología  
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

### Comité Editorial

**Dr. Juan Carlos Arteaga Velázquez**  
Instituto de Física y Matemáticas  
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo,  
Morelia, Michoacán. México.

**Dra. Adela Rendón Ramírez**  
Presidenta de la RED GLOBAL MX, Capítulo España,  
Sede Embajada de México en Madrid, España.

### Dra. Leonor Solís Rojas

Contacto Institucional con medios masivos de comunicación y responsable de las redes sociales del IIES, UNAM, Campus Morelia.

**Dra. Martha Eva Viveros Sandoval**  
Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas  
"Dr. Ignacio Chávez"  
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo,  
Morelia, Michoacán. México.

**Dra. Nandini Barbosa Cendejas**  
Facultad de Ingeniería Eléctrica,  
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo,  
Morelia, Michoacán. México.

### Diseño y Edición

T.D.G. Maby Elizabeth Sosa Pineda  
M en C Miguel Gerardo Ochoa Tovar  
C.P. Hugo César Guzmán Rivera

### Corrección de estilo

Lourdes Rosangel Vargas

### Administrador de Sitio Web

C.P. Hugo César Guzmán Rivera

### Saber Más Media

M en C Miguel Gerardo Ochoa Tovar

# EDITORIAL

**S**aber más, revista de divulgación de la Universidad Michoacana es una publicación muy exitosa, tanto de lectores como de quienes deciden confiarnos sus artículos para publicarlos y difundirlos. Autores no nos faltan, lo cual agradecemos mucho. Recuerdo los primeros números, hace más de doce años. De manera un poco ingenua, convocamos a la comunidad de investigadores a someter sus trabajos de divulgación con nosotros. Habíamos elaborado un número cero, con trabajos preparados por los miembros del comité editorial como una manera de “enseñar” a los colaboradores potenciales, además las normas editoriales estaban a la vista y eran realmente sencillas. Esperamos y esperamos y las propuestas no llegaban, entonces, ya muy nervioso invitamos a investigadores amigos, nosotros mismos nos pusimos en obra y logramos componer el primer número que, además de las secciones fijas, contenía cinco artículos originales y de fondo, uno de ellos de portada... luego pasamos a diez y ahora tenemos 15.

El tiempo ha pasado y el interés en nuestra revista ha crecido mucho. Recibimos muchos artículos para publicar, incluso los tiempos de espera se nos han disparado. Tenemos números compuestos para un año por delante| estamos analizando la posibilidad de tomar algunas medidas para reducir

el tiempo de espera para la publicación. Una posibilidad es aumentar la frecuencia de publicación de bimestral a mensual, esta idea, sin embargo, multiplica el trabajo y el esfuerzo. Otra estrategia es la publicación de números “especiales” con una temática relacionado, como el que ahora tienes en tus manos (o mejor, en la pantalla). Con frecuencia recibimos varios artículos que se relacionan y pueden componer un número temático. Esto les da unidad y concentrar el interés de grupos de lectores.

El de ahora es sobre salud, un tema sin duda de gran trascendencia. Tenemos artículos que tratan sobre el COVID prolongado o persistente, los mecanismos del dolor y su importancia en la sobrevivencia, la toma de acciones para reparar el cuerpo y otras funciones que nos hacen entender porque los superhéroes que (en la historieta) no sienten dolor, no podrían sobrevivir mucho tiempo.

Diversos temas componen este número especial de salud, todos importantes y todos seguramente despertarán el interés de nuestros lectores. Adelante en la lectura y sigan pendientes de otros números monotemáticos y los ejemplares regulares, es un gusto saber que está allí.

Horacio Cano Camacho  
*Editor*



## ENTÉRATE

### El cáncer no deja cabos sueltos

\*Gerardo Jaret Negrete-Estrada y Rafael Contreras-Chávez



Cuando escuchamos la palabra cáncer, tanto si es la primera vez o ya estamos familiarizados con el término, nos horrorizamos y atemorizamos. Es la mínima reacción que una persona pueda sentir ante una **enfermedad tan silente, recurrente y mortal**, más aún cuando se presenta en nuestro círculo social o familiares directos. No es raro reconocer que a veces puede hacer más daño a los familiares que al propio enfermo, e implica un **desgaste emocional** que termina siendo mayor que el propio dinero.

Si bien es conocido todo lo que provoca dicha enfermedad, lo más difícil de entender es **¿Qué es el Cáncer?** Y, más aún, ¿cuándo es tema de conversación entre parientes, amigos o las personas de

edad avanzada cuando les piden estudios de rutina?

Para comprender qué es el cáncer, hay que entender que el cuerpo humano está formado por pequeños ladrillos individuales dentro de los cuales hay componentes como tierra, agua, cemento, etc., a los que llamaremos «células». Cada uno de los componentes tiene que funcionar de manera perfecta para que, lo que sea que esté construido con ellos, se mantenga firme. De todos los materiales, existe uno que se denomina material genético o **ADN**, que básicamente es una **biblioteca diminuta en la que se encuentra resguardada toda la información de un ser humano**, como el color de pelo, el tamaño de las uñas, la estatura, el peso, la

forma en que se digieren los alimentos, el tiempo que tarda en dormir, que tan seguido va al baño y hasta cómo serán sus hijos en el futuro. Pero, cuando a esta biblioteca se le pierde un libro, una hoja o inclusive una letra, ocurrirá un cambio en todo lo que esté relacionado con esta información y ya no será tan bonita como lo era antes, y lo más importante, ya no servirá de la misma forma. Por ejemplo, si las células que se encuentran en el estómago eran de cierto tamaño, la que **sufrió el daño** ahora será diferente a las demás, y lo peor, es que muy **probablemente se multiplicará**, crecerá de forma defectuosa y podría formar un tumor, es decir, una especie de **masa llena de células descontroladas en crecimiento** y con fines de dominar el cuerpo, estas **son las células cancerosas**.

### ¿Todos los tumores son malos?

En lo cotidiano, siempre que una persona habla de tumores, en automático el pensamiento sugiere la idea que la persona tiene cáncer. No obstante, es muy importante recalcar que **algunos cánceres son tumores, pero no todos los tumores son cancerosos**, es decir, no todos los tumores son malignos. Podemos decir que los **tumores benignos**

—a los que llamaremos «buenos»— **tienden a no crecer o lo harán muy poco**, a la vez que son extraíbles en operaciones y ahí acaba el asunto. Claro que, cuando hacemos énfasis en las comillas en «buenos», es porque, aunque el tumor sea de este tipo, al momento de presentarse en zonas comprometedoras o importantes de nuestro cuerpo, como en el cerebro u otro órgano funcional importante, ya no nos parecerá tan «benigno», puesto que causará muchísimo daño o incluso la muerte, debido a su crecimiento y al lugar donde se desarrolla. Es decir, el daño lo hace el tamaño y la presencia de la masa en la zona donde crece, más que la interacción química o biológica de la masa con el cuerpo.

Ahora, en contraste, el cáncer o los tumores que consideramos o clasificamos como «malos» o **malignos**, son llamados así porque tienen una serie de características que los diferencian de los benignos, siendo la **metástasis** unas de las más graves y que refiere, literalmente, a la diseminación distante, o sea, a la **propagación de células cancerosas hacia otros órganos**, lo que hace que el cáncer o los tumores se expandan y crezcan más, apoderándose de cada una de las funciones corporales hasta llevarnos a la muerte.



### ¿Se puede prevenir el cáncer?

Existen tumores benignos que son más pequeños y que tienden a tener buen pronóstico de vida; están los tumores malignos que son el tipo de cáncer más peligroso; y sabemos que hay múltiples factores que pueden provocar un tumor y, prácticamente, están en todos lados: en nuestro entorno, pero también en nuestros genes.

La realidad es que **no existe una fórmula mágica o receta que funcione para prevenir todos los tipos de tumores**. Qué bien sería decir «deja de hacer esto», «come esto» o, simplemente, «no hagas esto» y que con ello tengas asegurado que jamás desarrollarás un tumor; pero no es así. Si bien no es prevenible, hay hábitos como fumar o tabaquismo, que son detonantes para el desarrollo de cáncer, como el de pulmón, boca o páncreas.

Lo anterior es un ejemplo de varios factores que pueden aumentar el riesgo de desarrollar cáncer, además de la obesidad, la dieta, la radiación, la edad, e incluso el sexo. Esto no significa que el cáncer únicamente lo padecen las personas con vicios o malos hábitos alimenticios, sino que también **puede ocurrirle a cualquier persona sin importar sus hábitos**, sobre todo, porque hablamos de que inicia todo por un daño en la biblioteca de la que hablamos anteriormente, es decir, se **originan di-**

**rectamente a partir de defectos genéticos heredados por nuestros padres.**

Básicamente, estamos hablando que los tumores, y en especial el cáncer, no dejan cabos sueltos, son tantos factores, condiciones y predisposiciones que se convierte en un juego de ruleta rusa. Qué curioso pensar en cómo suceden las cosas. ¿Por qué a un atleta que se cuida de esos malos hábitos le da cáncer? No hay respuesta clara, es simplemente un juego de ruleta rusa.

Hasta este punto es normal estar confundido y pareciera que casi todo lo que una persona hace en la vida, por el motivo que sea, sea bueno o malo, puede ser cancerígeno. Pero **en la ciencia nada está escrito y no todo es blanco y negro**, padecer una enfermedad como el cáncer o los tumores, implica diversos factores y, en muchos de los casos, no es tan malo como parece siempre, sobre todo, **cuando se detecte a tiempo**.

En el prevenir está el buen vivir. Existe certeza que quizá una cura contra mucha enfermedad está por venir, pero la mejor herramienta que tenemos los médicos y los pacientes es la **prevención** que, en muchos de los casos, es hasta gratuita. Acudir a exámenes de rutina, exámenes de laboratorio, campañas de vacunación, etc., son **la mejor manera de vivir una vida plena, sana y duradera**.

**Gerardo Jaret Negrete-Estrada.** Estudiante de la Licenciatura Médico Cirujano y Partero, Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas «Dr. Ignacio Chávez», Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.  
[2027475c@umich.mx](mailto:2027475c@umich.mx)

**Rafael Contreras-Chávez.** Estudiante del Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Biológicas, Facultad de Químico Farmacobiología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.  
[rafael.contreras@umich.mx](mailto:rafael.contreras@umich.mx)



National Geographic. (2012). *National Geographic*. Obtenido de Cáncer: <https://www.nationalgeographic.es/ciencia/cancer>

Teixidor-Zúrich P. (2020). *Swissinfo*. Obtenido de El cáncer es, desde el punto de vista científico, una en-

fermedad fascinante. <https://www.swissinfo.ch/spa/multimedia/-el-c%C3%A1ncer-es--desde-el-punto-de-vista-cient%C3%ADfico--una-enfermedad-fascinante-/45614110>



**ENTÉRATE****V Congreso Nacional de Neurobiología en Morelia**

\*Rafael Salgado Garciglia



**E**l IV Congreso Nacional de Neurobiología de la Sociedad Mexicana de Bioquímica se celebró en Morelia, Michoacán, del 13 al 17 de abril del presente año, teniendo como principales objetivos compartir el estado que guarda la investigación científica en las neurociencias, tanto en nuestro país como en el extranjero; promover la interacción entre estudiantes e investigadores, nacionales e internacionales, miembros y no miembros de la Sociedad Mexicana de Bioquímica; y generar un espacio en el que se compartan propuestas de educación, divulgación e innovación.

Asimismo, el comité organizador en colaboración con el Departamento de Comunicación de la Ciencia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo realizaron el 13 de abril, el evento de puertas abiertas: «Neurociencias para tod@s: charla con nuestr@s científic@s», donde adultos, jóvenes y niñ@s pudieron platicar y preguntar con

respecto a temas relacionados al funcionamiento del cerebro, la neurobiología y las neurociencias.

Este gran evento científico se realizó en el Centro Cultural Universitario de nuestra universidad, y está apoyado por la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, por el Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología, por la Sociedad Mexicana de Bioquímica y por el Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación del Estado de Michoacán.

En la presente liga puedes ver la entrevista que realizó el Dr. Horacio Cano Camacho al Dr. Issac González Santoyo, organizador de este congreso. [https://www.facebook.com/watch/live/?ref=watch\\_permalink&v=408902362075872](https://www.facebook.com/watch/live/?ref=watch_permalink&v=408902362075872)

\**Rafael Salgado Garciglia*. Profesor Investigador del Instituto de Investigaciones Químico Biológicas-UMSNH

# ARTÍCULO

## Mitos y realidades de la artritis reumatoide

Yesenia Ambriz-Murillo y Virginia Angélica Robinson-Fuentes



[https://pixabay.com/es/photos/search/artritis/?manual\\_search=1](https://pixabay.com/es/photos/search/artritis/?manual_search=1)

**Yesenia Ambriz-Murillo.** Estudiante del Programa de Maestría en Ciencias de la Salud, Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas «Dr. Ignacio Chávez», Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.  
[yesam\\_82@hotmail.com](mailto:yesam_82@hotmail.com)

**Virginia Angélica Robinson-Fuentes.** Profesora e investigadora del Programa de Maestría en Ciencias de la Salud, Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas «Dr. Ignacio Chávez», Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.  
[virginia.robinson@umich.mx](mailto:virginia.robinson@umich.mx)

### La artritis reumatoide, enfermedad crónica y autoinmune

**N**ormalmente, las células del sistema inmunológico (leucocitos o linfocitos) están encargadas de proteger y defender nuestro cuerpo; sin embargo, hay ocasiones en las que estas células inician una guerra contra su propio batallón, atacando las articulaciones y partes que las rodean, lo que produce inflamación y dolor. Esta enfermedad autoinmune es conocida como **artritis reumatoide**, la cual **es progresiva y puede llegar a ser incapacitante.**

Cuando una persona tiene esta enfermedad, sus articulaciones se inflaman, se modifica su es-

estructura ósea, los huesos pueden desgastarse como si una parte sufriera una muesca, se produce deformidad y, en palabras simples, los huesos se pegan. Esto hace que una persona pierda la capacidad para moverse, por lo que, **algunas actividades tan simples de la vida** diaria como tomar una cuchara, abrir un frasco, levantarse sin apoyo de una silla, vestirse, cepillarse los dientes o caminar, **se tornan una labor titánica**.

Esta enfermedad afecta principalmente a mujeres: por cada tres mujeres enfermas hay un varón. **No es una enfermedad exclusiva de adultos o población geriátrica** —como erróneamente se piensa—, ya que puede presentarse en niños, jóvenes y adultos, aunque es más común entre la cuarta y quinta década de la vida.

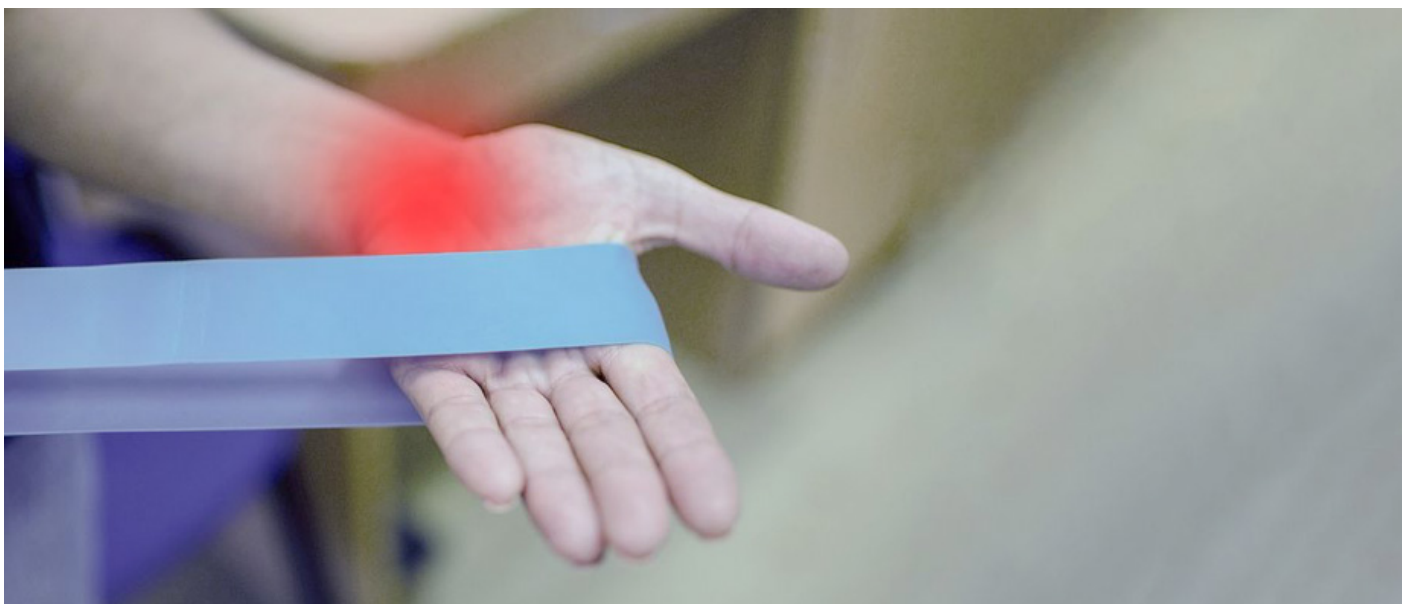
Recibir el diagnóstico resulta devastador para el paciente, quien inicia un duelo y, como es de esperarse, emprende un proceso de aprendizaje de la enfermedad. Si logra entenderla, se mantendrá informado, seguirá el tratamiento y podrá implementar cambios en el estilo de vida para tener un buen control de la enfermedad. En este proceso, surgen dudas y, en algunas ocasiones, en la búsqueda de respuestas la información que se encuentra puede resultar contradictoria, lo cual, lejos de despejar sus inquietudes, los confunde más. Es así como **el paciente se enfrenta a un sinfín de mitos**, por lo que es importante aclararlos y fortalecer el conocimiento de los aspectos que permiten tener una mejor calidad de vida para quienes tienen esta enfermedad.

### ¿Cómo inicia la artritis reumatoide?

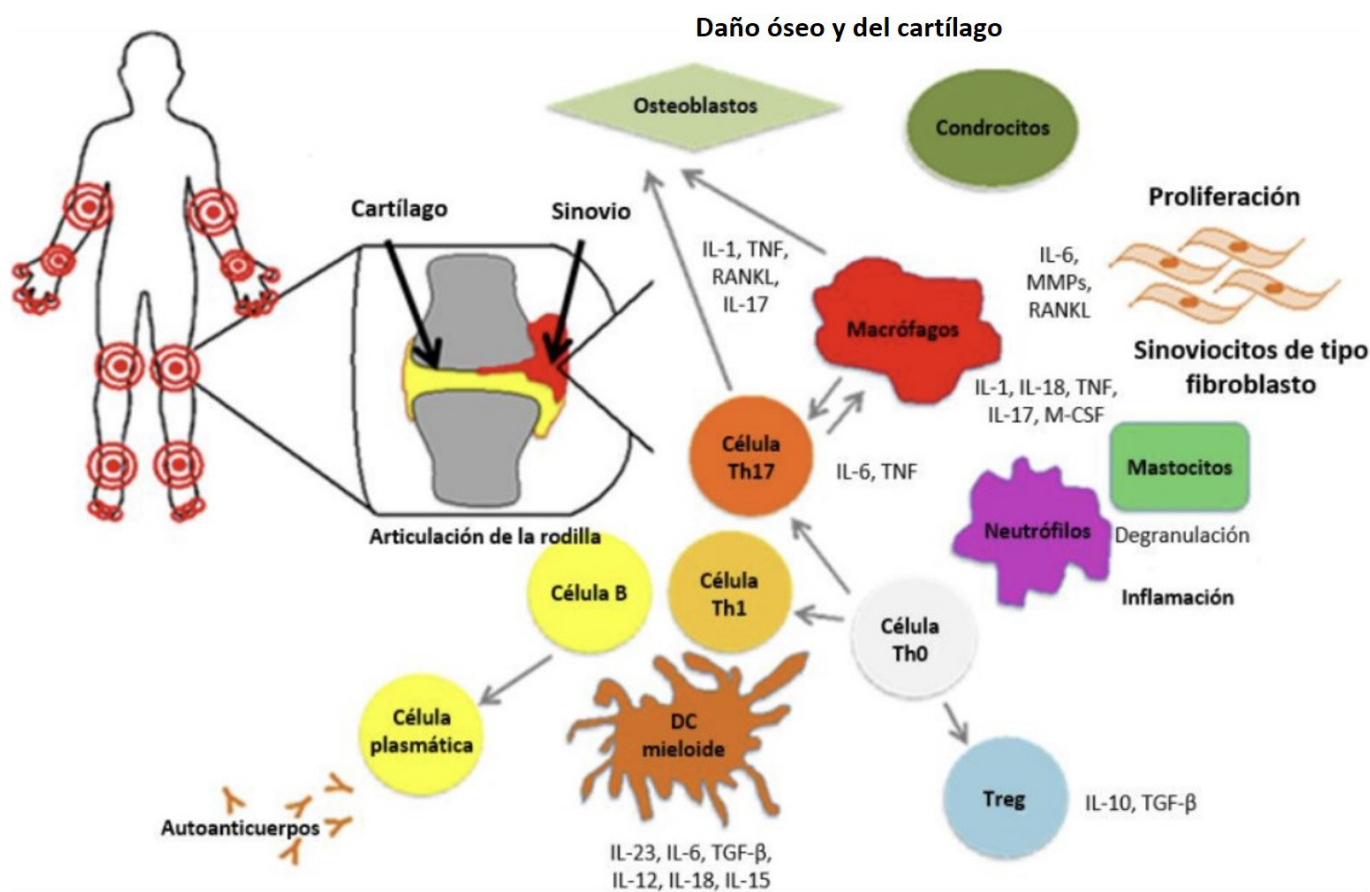
Los pacientes comienzan a sentir **dolor articular** y es común escucharlos decir: «tengo reumas o reumatismo»; **cuando este síntoma se prolonga más allá de seis semanas, ya no es normal**. Por las mañanas, suelen despertar con una sensación de entumecimiento generalizado o solo en las manos y, a veces, necesitan de 30 minutos a una hora para poder moverse sin rigidez e iniciar sus actividades. Las articulaciones pequeñas de las manos son las más afectadas y, generalmente, suelen afectarse ambas manos. A esto se le llama simetría y bilateralidad, y se caracteriza por un aumento de volumen, a la vez que las articulaciones suelen estar calientes o hinchadas (proceso de inflamación: rubor, calor y edema). Cuando estos síntomas han aparecido y el paciente no alcanza mejoría con el uso de medicamentos antiinflamatorios o analgésicos de uso común, **es necesario acudir con un médico** de primer contacto o con un reumatólogo (especialista en este tipo de enfermedades).

Existen pruebas de laboratorio que permiten hacer el diagnóstico, tales como el factor reumatoide, los anticuerpos anti péptido cíclico citrulinado (anti-CCP), la VSG (velocidad de sedimentación globular), y la prueba de proteína C reactiva. Estos estudios son accesibles y solo se requiere de una muestra sanguínea.

Las causas de la artritis reumatoide son diversas. Por ejemplo, la **genética** tiene un papel fundamental, ya que se ha observado en gemelos



[https://pixabay.com/es/photos/search/artritis/?manual\\_search=1](https://pixabay.com/es/photos/search/artritis/?manual_search=1)



Diferentes vías celulares y de producción de sustancias inflamatorias que se producen durante la artritis reumatoide. Esquema tomado y adaptado de Evans H. (CMCBI, Ushani Srenathan, CIBCI, King's College London, Reino Unido, British Society for Immunology).

idénticos y en individuos de raza blanca ciertos genes responsables de la enfermedad. Por otro lado, además de la predisposición genética, debe haber una **interacción con un factor ambiental** —llamaremos antígeno a este factor externo al cuerpo— que **pueden ser virus o bacterias**, los cuales llegan a producir una infección. Cuando estos procesos infecciosos (respiratorios, digestivos, de cavidad oral o tracto urinario y genital) se repiten, las bacterias se consideran artrítogénicas, es decir, que pueden inducir inflamación articular. Algunos ejemplos de estas bacterias son *Helicobacter pylori*, *Salmonella*, *Shigella*, *Yersinia*, *Campylobacter* y algunas bacterias anaerobias de cavidad oral. Recientemente, se ha identificado que el haber tenido COVID-19, puede relacionarse con la aparición de artritis reactiva y, en algunos casos, con artritis reumatoide.

Otro factor muy importante es el **consumo de tabaco**, el cual aumenta el riesgo de padecer enfermedades reumáticas. Desde hace 20 años, se conoce la relación que existe entre el tabaco y la artritis reumatoide, y se considera que hasta un **20 % de los casos** de esta enfermedad son secundarios al tabaco, aunque también influyen el tiempo y el hábito tabáquico. El tabaquismo produce un fenómeno que se llama citrulinización, que es la producción de una sustancia llamada péptido cíclico citru-

linado, el cual produce la enfermedad y hace que sea mucho más severa. Asimismo, el humo del tabaco contiene altas cantidades de **radicales libres que dañan moléculas** importantes del organismo, como el ADN, lo que produce mutaciones o activación de las enfermedades autoinmunes. Mientras el paciente continúe fumando es más probable que persista la inflamación articular.

A continuación, describimos algunos de los mitos y de las realidades relacionadas con la artritis reumatoide.

- **Comer carne roja produce dolor e inflamación articular en pacientes con artritis reumatoide. FALSO.** Es un mito en el caso de la artritis reumatoide. Esta falsa idea de que cuando alguien es diagnosticado con esta enfermedad debe de dejar de comer carne roja, tiene su origen en otra enfermedad llamada gota, producida por el aumento en el ácido úrico, el cual se incrementa en personas que ingieren abundantes proteínas de origen animal (exceso de purinas las cuales derivan de carnes rojas). A los pacientes con gota, se les indica disminuir el consumo de carne roja, pero en el caso de los pacientes con artritis reumatoide no es así. La alimentación de pacientes con artritis reumatoide debe

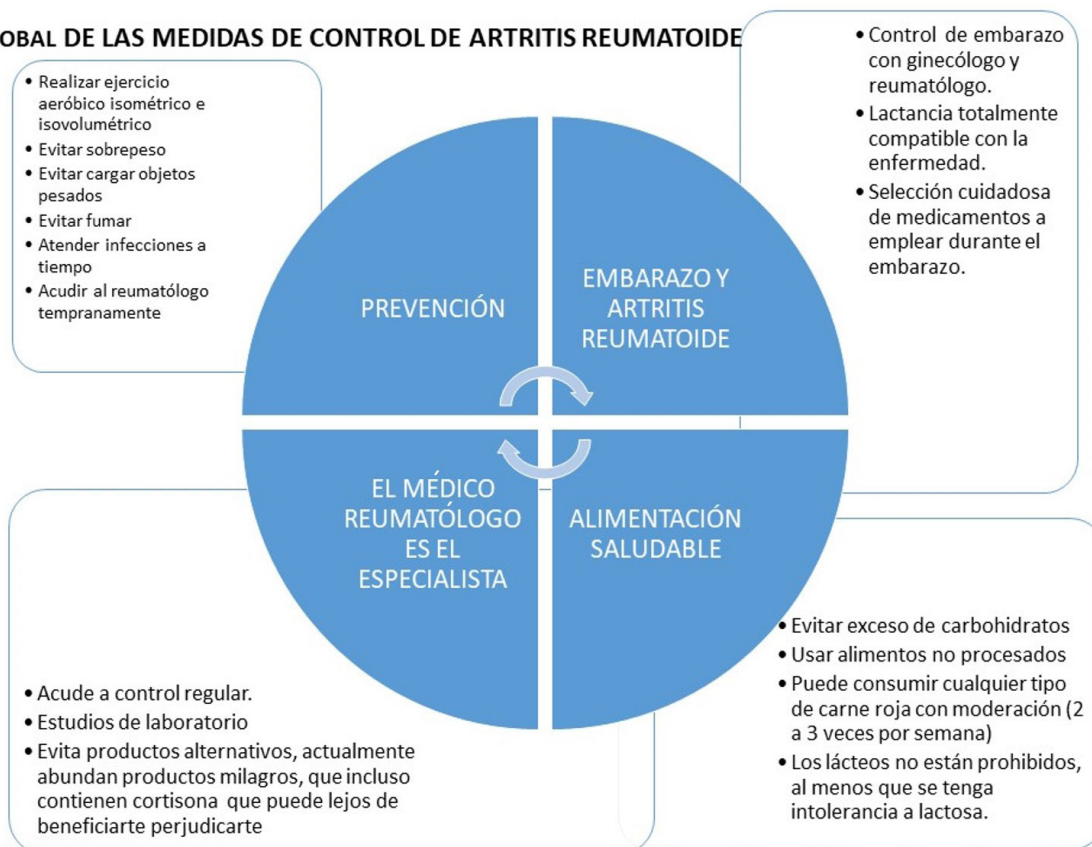
ser balanceada con todos los grupos de alimentos, incluida la carne roja.

- **Cambios bruscos de temperatura frío-calor o viceversa producen reumas. FALSO.** La artritis reumatoide no se produce por fluctuaciones en la temperatura. Es bien conocido que en el invierno el dolor articular puede ser mayor, o bien en lugares de mucha humedad el dolor puede incrementarse en pacientes con artritis reumatoide, esto es debido a que en las articulaciones existen barorreceptores y termorreceptores. Pero de eso a que el cambio de frío a caliente produzca la enfermedad, no es así, ya comentamos brevemente que es una enfermedad multifactorial (genéticos y ambientales) y un proceso de autoinmunidad.
- **Tener reumas es igual a tener artritis reumatoide. FALSO.** Existen más de 250 enfermedades reumáticas. Para poder diagnosticar el tipo exacto de artritis, es necesario acudir con profesionales de la salud dedicados al estudio y tratamiento de las enfermedades reumáticas, siendo el reumatólogo el especialista. Dependiendo del tipo de artritis se prescribe el tratamiento adecuado y oportuno que evitará que las enfermedades reumáticas dejen secuelas y limitaciones en los movimientos.
- **Mi madre tenía artritis reumatoide, por lo tanto, todos sus hijos tendrán la enfermedad.**

**FALSO.** La artritis reumatoide no es una enfermedad de herencia directa, lo verdadero es que los descendientes de alguien que padece la enfermedad, sí están más propensos a desarrollarla, con un riesgo de dos a tres veces mayor que otras personas donde no existe el antecedente familiar.

- **Un paciente con artritis reumatoide no debe hacer ejercicio. FALSO.** Solamente durante un episodio agudo de artritis se indica no realizar actividad física. Cuando la crisis de inflamación articular desaparece, se retoma la actividad física. Los pacientes con artritis reumatoide deben tener una rutina de acondicionamiento físico, con ejercicios aeróbicos de bajo impacto, isométricos e isovolumétricos, es decir, que fortalecen músculos y que mejoren la función cardiovascular sin usar ejercicios de carga o de fricción articular.
- **Una mujer con artritis reumatoide no puede tener hijos. FALSO.** Las pacientes con artritis reumatoide pueden embarazarse y llevar un proceso normal. Incluso se describe que las hormonas generadas durante el embarazo producen una mejoría clínica en un 75 % de las mujeres embarazadas con artritis reumatoide.
- **La mujer embarazada con artritis reumatoide no debe tomar medicamentos para tratar su enfermedad por posibles daños al bebé. VER-**

**VISIÓN GLOBAL DE LAS MEDIDAS DE CONTROL DE ARTRITIS REUMATOIDE**

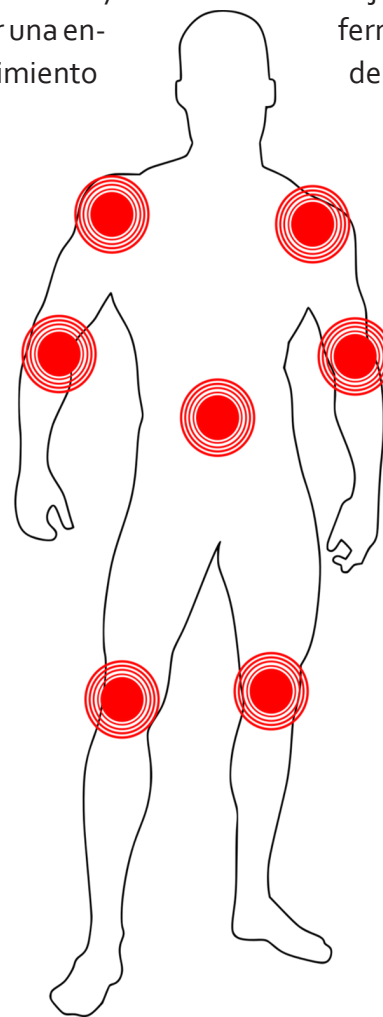


**DAD A MEDIAS.** Existen ciertos medicamentos que están contraindicados durante el embarazo por la capacidad de producir malformaciones al feto, como el metotrexato® y la leflunomida®, por lo que no deben administrarse bajo ninguna circunstancia según la FDA (Administración de alimentos y medicamentos de Estados Unidos de América). Hay otros medicamentos para el control de la artritis reumatoide que son seguros para el feto, por lo que una paciente embarazada con esta enfermedad debe estar en seguimiento por su reumatólogo para ajustar el tratamiento y emplear los medicamentos seguros durante el embarazo y la lactancia. No deben suspender su tratamiento de manera abrupta y sin supervisión, ya que generaría un incremento en el riesgo de recaída de la enfermedad.

- **Es una enfermedad que no tiene cura. VERDADERO.** La artritis reumatoide es una enfermedad crónica y degenerativa que hasta el momento no tiene un tratamiento que genere curación. Los medicamentos controlan la enfermedad y llevan al paciente a un estado de remisión, es decir, estar sin síntomas y que sus análisis tengan valores muy bajos de sustancias inflamatorias. El arsenal de tratamiento en la artritis reumatoide es bastante amplio, se cuentan con muchos medicamentos que permiten

que el enfermo logre el control de la enfermedad y que evite complicaciones. Se ha llegado al punto de tener medicamentos altamente especializados llamados terapia biológica.

En conclusión, la artritis reumatoide es una **enfermedad frecuente** con un **retraso en el diagnóstico de dos a tres años**. Es importante diagnosticarla lo más pronto posible, ofrecer el tratamiento adecuado y evitar la deformidad y la pérdida de la función articular. Los pacientes con artritis reumatoide, así como las personas de su entorno familiar y social, debemos estar informados con respecto a los cuidados generales de la enfermedad, ya que no hay mejor medicina para llevar una enfermedad que el conocimiento de la misma.



Alcaide, L., Torralba, A. I., Eusamio Serre, J., García Cotarelo, C., Loza, E., y Sivera, F. (2020). Current State, Control, Impact and Management of Rheumatoid Arthritis According to Patient: AR 2020 National Survey. Estado, control, impacto y manejo actual de la artritis reumatoide según los pacientes: Encuesta nacional AR 2020. *Reumatología Clínica*, S1699-258X(20)30243-https://doi.org/10.1016/j.reuma.2020.10.006

Cardiel, M. H., Díaz-Borjón, A., Vázquez del Mercado Espinosa, M., Gámez-Nava, J. I., Barile Fabris, L. A., Pacheco Tena, C., Silveira Torre, L. H., Pascual Ramos, V., Goycochea Robles, M. V., Aguilar Arreola, J. E., González Díaz, V., Alvarez Nemegyei, J., González-López, L. del C.,

Salazar Páramo, M., Portela Hernández, M., Castro Colín, Z., Xibillé Friedman, D. X., Alvarez Hernández, E., Casasola Vargas, J., Cortés Hernández, M., ... Mexican College of Rheumatology (2014). Update of the Mexican College of Rheumatology guidelines for the pharmacologic treatment of rheumatoid arthritis. *Reumatología Clínica*, 10(4), 227-240. https://doi.org/10.1016/j.reuma.2013.10.006

Lin, Y. J., Anzaghe, M., & Schülke, S. (2020). Update on the Pathomechanism, Diagnosis, and Treatment Options for Rheumatoid Arthritis. *Cells*, 9(4), 880. https://doi.org/10.3390/cells9040880

## ARTÍCULO

## Deterioro cognitivo y demencia durante el envejecimiento

Elydhet Anay Reyes-Alpizar y Araceli Cano-Estrada



[https://pixabay.com/es/photos/search/abuelos/?manual\\_search=1](https://pixabay.com/es/photos/search/abuelos/?manual_search=1)

**Elydhet Anay Reyes-Alpizar.** Estudiante de la Licenciatura en Enfermería, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Pachuca de Soto, Hidalgo.

[reyesalpizarelydhet@gmail.com](mailto:reyesalpizarelydhet@gmail.com)

**Araceli Cano-Estrada,** Profesora e investigadora en el área académica de Enfermería Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Pachuca de Soto, Hidalgo.

[edith\\_cano@uaeh.edu.mx](mailto:edith_cano@uaeh.edu.mx)

**R**esulta común ver a nuestros abuelitos como personas mayores a quienes les cuesta trabajo recordar cosas, con frecuencia olvidan dónde dejaron sus anteojos o su monedero, además se les dificulta realizar operaciones mentales o recordar anécdotas de su vida pasada. Existen casos donde comienzan a olvidar a integrantes de su familia o bien no saben el día en el que viven. Pero, ¿por qué las personas de edad avanzada tienden a tener este tipo de problemas? Estas reacciones son parte del proceso de envejecer, donde las ha-

bilidades cognitivas se deterioran con el paso del tiempo y en algunas personas suele ser más común que en otras.

Al **deterioro normal** que se presenta con el avanzar de la edad se le conoce como deterioro **cognitivo leve**, a problemas más **avanzados** se le denomina **demencia**. Entender estos conceptos ayudará a comprender mejor y a ayudar a los adultos mayores a sobrellevar los cambios en esta etapa de la vida.

### Deterioro cognitivo y demencia

Las habilidades cognitivas tienen un papel muy importante en el desempeño de las actividades diarias en los adultos mayores. Desafortunadamente, el deterioro cognitivo es común en el envejecimiento, pero puede llegar a convertirse en algún tipo de demencia si el deterioro cognitivo es severo, perjudicando las actividades sociales y funcionales de los adultos mayores. Los trastornos más conocidos de demencia en edades avanzadas son las enfermedades de Alzheimer y de Parkinson, aunque existen otros tipos de demencia menos co-

munes. La **demencia es irreversible y progresiva**, mientras que en el **deterioro cognitivo solo afecta la memoria** de la persona, impidiendo recordar nombres, lista de objetos, entre otras cosas.

En la demencia, se encuentran involucradas otras habilidades cognitivas como la orientación, la concentración, el lenguaje, es decir, existen complicaciones más avanzadas en la estructura neuronal del cerebro. Estas afectaciones se deben a depósitos anormales de proteínas que se acumulan en el cerebro contribuyendo al deterioro de su función.

### Factores de riesgo para el deterioro cognitivo y la demencia

Existen varios factores de riesgo que parecen tener influencia sobre el deterioro cognitivo, como **la edad, el género, la raza y la genética**, que se clasifican como factores no modificables. Por otra parte, los factores de riesgo modificables involucran **la educación, el estilo de vida y las enfermedades como la diabetes**. Algunas otras causas que podrían involucrarse con el deterioro cognitivo son la depresión, el abuso del alcohol, los medica-



Fotografía: Autoría propia.





Fotografía: Autoría propia

mentos, desórdenes metabólicos (tiroides), tumores intracraneales, infecciones como el SIDA y por traumatismo cerebral. En contraste, varios factores en la dieta y en el estilo de vida se han asociado a una baja probabilidad de padecer demencia, entre ellos se encuentra la ingesta de ácido fólico, consumo bajo de grasas saturadas presentes en la grasa de origen animal, una alta ingesta de frutas y vegetales; ácidos grasos omega 3 presentes en aceites o algunas especies de pescados; así como la actividad física.

### Diagnóstico de deterioro cognitivo y de demencia

En México, existe un gran número de adultos mayores y se predice que para el 2050 se habrá duplicado, por lo que es importante tener estrategias que ayuden a disminuir o prevenir el deterioro cognitivo y, por ende, la demencia en esta población. La prevalencia de la demencia está fuertemente asociada con el incremento en la edad. También **se ha observado que la demencia afecta más a mujeres que a hombres**. Pero, ¿cómo podemos saber si algún adulto mayor presenta deterioro cognitivo? En el nivel primario de atención se pueden

aplicar pruebas para detectar un posible **deterioro cognitivo o demencia**, ya que con la revisión de rutina no es posible identificarlos. Estas pruebas van dirigidas a evaluar la memoria, el lenguaje, la atención, el procesamiento de la información y la habilidad visual espacial. Si la persona tiene un bajo desempeño en dos o más de estos dominios cognitivos, es probable que pueda padecer algún tipo de demencia, por el contrario, si solo presenta una baja puntuación en algún dominio podría padecer deterioro cognitivo leve.

La prueba Estado de Examinación Mini Mental (*MMSE* por sus siglas en inglés), es una de las más empleadas a nivel mundial para examinar la capacidad cognitiva global en los adultos mayores; esta prueba se ha traducido a diferentes idiomas. Otras pruebas utilizadas para la detección son el test del dibujo del reloj (ADT), test mental abreviado (AMT), el cuestionario del estado mental portátil corto (SPMSQ), la evaluación cognitiva Montreal (MoCA), entre otros. El tiempo destinado para la realización de alguna de estas pruebas es de alrededor de 10 minutos. Es importante mencionar que **el resultado no es contundente** para declarar a una persona con deterioro cognitivo o demencia,

ya que para ello es necesario que la persona se realice **otras pruebas cognitivas más detalladas para evaluar el nivel y el posible origen del deterioro cognitivo**, lo que incluye una evaluación funcional. Por ejemplo, pruebas neuropsicológicas, estudios de laboratorio para detectar hipotiroidismo o eficiencia de vitamina B12 y estudios estructurales y funcionales del cerebro por medio de tomografías o resonancia magnética nuclear.

### ¿Qué pueden hacer las personas diagnosticadas con deterioro cognitivo?

Los resultados de las diversas investigaciones que se realizan sobre las diferentes formas para prevenir o tratar el deterioro cognitivo, han llevado a la propuesta de algunas estrategias farmacológicas y no farmacológicas para combatirlo. Por ejemplo, se ha sugerido el **entrenamiento cognitivo como una estrategia no farmacológica**, pues se ha evidenciado una mejora en el dominio entrenado; es decir, si el entrenamiento está enfocado en fortalecer la memoria o el lenguaje, entonces se observa un aumento en dichas habilidades.

El **entrenamiento físico** también se ha considerado como parte de las estrategias para mantener las funciones cognitivas en adultos mayores. Se han propuesto ejercicios aeróbicos, de estiramientos, de resistencia y de equilibrio. Incluso, se han implementado ejercicios de *Tai Chi* o de gimnasia cerebral. El tiempo necesario para ver resultados positivos es entre 18 y 24 meses con una práctica de ejercicios de dos o tres veces por sema-

na.

Por otra parte, se han realizado **intervenciones multidisciplinares** donde se combinan diferentes estrategias, por ejemplo, **actividad física y dieta**. La ingesta de vitaminas C, D y E, también se ha propuesto; sin embargo, los resultados aún no son del todo concluyentes, por lo que es necesario seguir investigando al respecto. Además, se pueden realizar **intervenciones psicoeducativas** en caso de detectar presencia de depresión en el adulto mayor, puesto que esta puede desencadenar otros trastornos mentales. Estas intervenciones pueden consistir en terapias ocupacionales, de ahí la importancia que el adulto mayor tenga una red de apoyo como pueden ser sus familiares o bien compañeros en un centro gerontológico o casa del adulto mayor.

Sin duda, la **identificación temprana del deterioro cognitivo** ayudará a prevenir el desencadenamiento de algún tipo de demencia, mejorando la calidad de vida de las personas de la tercera edad. Es importante involucrar al adulto mayor en actividades físicas regulares, en el consumo de una dieta balanceada y acudir a revisiones médicas periódicas para prevenir estos trastornos mentales.



Benavides-Caro C.A. (2017). Deterioro cognitivo en el adulto mayor. *Revista Mexicana de Anestesiología*, 40(2), 107-112. <https://www.medigraphic.com/pdfs/rma/cma-2017/cma172f.pdf>

Suárez-Cid L. y Gross-Tur R. (2019). Estimulación cognitiva y apoyo familiar hacia adulto mayor

con deterioro cognitivo. *Revista Información Científica*, 98(1), 88-97. <https://www.redalyc.org/journal/5517/551760191010/551760191010.pdf>

Tangalos E. G. y Petersen R. C. (2018). Mild Cognitive Impairment in Geriatrics. *Clin. Geriatr. Med.*, 34(4), 563-589. [https://www.geriatric.theclinics.com/article/S0749-0690\(18\)30998-4/fulltext](https://www.geriatric.theclinics.com/article/S0749-0690(18)30998-4/fulltext)

## ARTÍCULO

## El misterio del COVID prolongado

Patricia Guzmán-Cancino y Martha Eva Viveros-Sandoval



[https://pixabay.com/get/gdddc093326d06d3a51ed11ecd679053fd0c10e1b5f69d32e88f099c9d22b831959d9a5c3148107918823307odd5bc2e8\\_1280.jpg](https://pixabay.com/get/gdddc093326d06d3a51ed11ecd679053fd0c10e1b5f69d32e88f099c9d22b831959d9a5c3148107918823307odd5bc2e8_1280.jpg)

**Patricia Guzmán-Cancino.** Estudiante del Programa Maestría en Ciencias de la Salud, Laboratorio de Hemostasia y Biología Vascular, Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas «Dr. Ignacio Chávez», Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.

[1178918e@umich.mx](mailto:1178918e@umich.mx)

**Martha Eva Viveros Sandoval.** Profesora e investigadora en el Laboratorio de Hemostasia y Biología Vascular, Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas «Dr. Ignacio Chávez», Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.

[martha.viveros@umich.mx](mailto:martha.viveros@umich.mx)

**H**ace cuatro años, la vida nos sorprendió dando un giro inesperado con la repentina aparición de una nueva enfermedad causada por un virus al que, posteriormente, se le dio el nombre de SARS-CoV-2. Este agente, causante de la enfermedad que ahora conocemos como **COVID-19**, apareció como un padecimiento con **síntomas similares a una fuerte gripe** que, en algunos casos, **evolucionaba a cuadros muy graves de neumonía**, llevándose consigo la vida de muchos seres humanos en todo el mundo. Hoy en día, después de vivir una pandemia, el COVID-19 aún nos sigue sorprendiendo y, aunque hemos avanzado

extraordinariamente en el conocimiento del virus y en el desarrollo de vacunas, todavía quedan muchos misterios por descubrir.

Durante estos años, los investigadores se han enfocado en estudiar el COVID-19 como una nueva enfermedad y en encontrar soluciones que apoyen tanto en el tratamiento como en la prevención del mismo; sin embargo, ¿qué otras cosas oculta el SARS-CoV-2?, ¿podemos decir que hemos logrado vencer al COVID-19?

Por ahora, tenemos la evidencia de que este pequeño virus **se transmite mediante la expulsión de muy pequeñas gotas de saliva** que escapan cuando respiramos, hablamos, estornudamos o bien tenemos un ataque de tos. También hemos comprobado que el SARS-CoV-2 ingresa por nuestras vías respiratorias, llega hasta nuestros pulmones donde encuentra ciertas células que tienen en su superficie una proteína denominada ECA-2 (enzima convertidora de angiotensina 2); el virus utiliza una proteína de nombre *spike* (espícula, que hace que el virus tenga su forma característica de corona), la cual interacciona con la ECA-2 de nuestras células, permitiendo el ingreso a ellas y llevando a cabo la infección. **Las vías respiratorias son las primeras afectadas** en el desarrollo de la enfermedad, aunque también sabemos que la proteína ECA-2 se puede encontrar en otros órganos de nuestro cuerpo, haciendo que el COVID-19 sea una enfermedad multiorgánica —que ataca a muchos de los órganos del cuerpo— y, por lo tanto, las personas enfermas puedan tener síntomas diversos.

### ¿Síntomas de COVID-19 sin tener COVID-19?

Sin duda alguna, la COVID-19 ha hecho cambios en la vida rutinaria de todas las personas alrededor de todo el mundo, logrando modificar diferentes hábitos, así como afectar nuestra salud en diferentes aspectos, tanto físicos como psicológicos. A cuatro años del inicio de la pandemia, aún se presentan muchos casos de infecciones agudas en México. Afortunadamente, **la vacunación ha permitido que estas infecciones se presenten en formas leves** o bien, sean asintomáticas (sin síntomas notorios); sin embargo, en algunos casos, una vez que finaliza la infección, **existen pacientes que refieren persistencia de diversos síntomas** que siguen afectando su calidad de vida.

Estas sintomatologías que perduran durante mucho tiempo, incluso meses o años después de que el individuo cursó con la enfermedad, han llamado la atención del personal de salud y de investigadores, quienes han denominado esta afección como **COVID persistente o COVID prolongado**. Lo que nos lleva a preguntarnos: ¿Es el COVID-19 interminable?, ¿por qué aún sigo teniendo problemas de salud si ya estoy curado?, ¿cuánto dura realmente el COVID-19?, ¿es solo una cuestión emocional? Estas, entre muchas otras, son algunas dudas que han surgido desde el inicio de la pandemia, unas han sido respondidas, mientras que otras siguen siendo investigadas. Entonces, **¿cómo identifico si padezco COVID persistente?** A lo largo de esta lectura aportaremos datos para resolver esta duda.

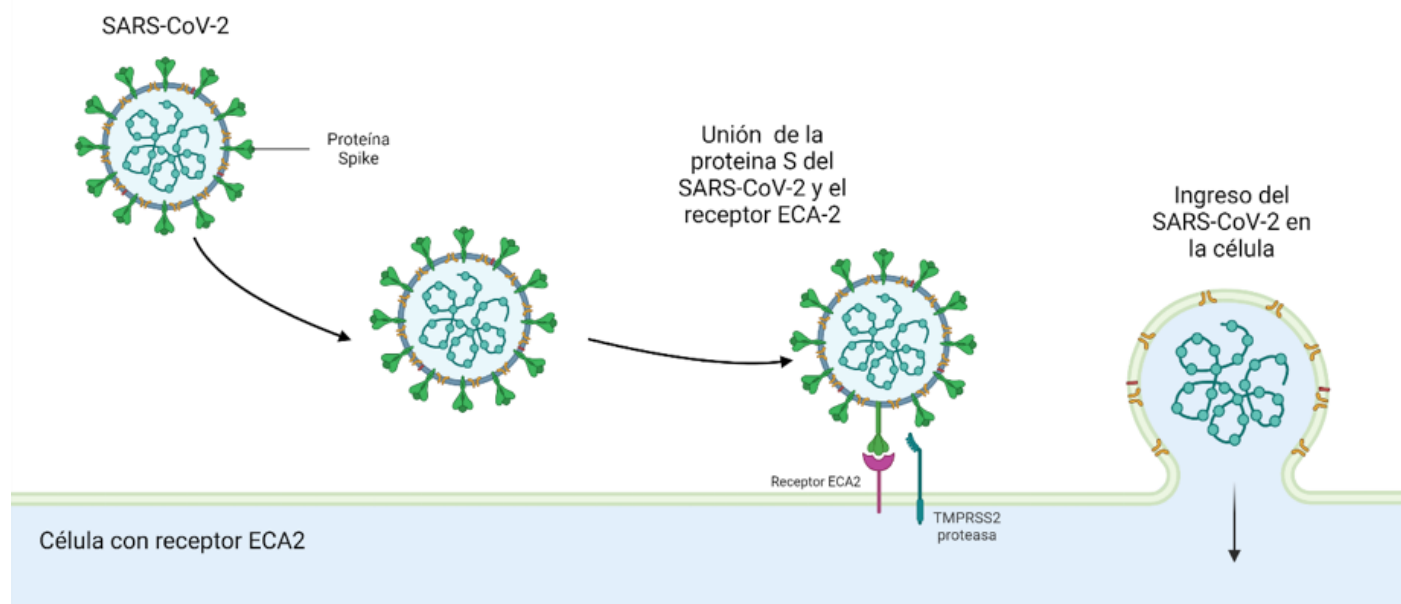


Imagen propia. BioRender.com

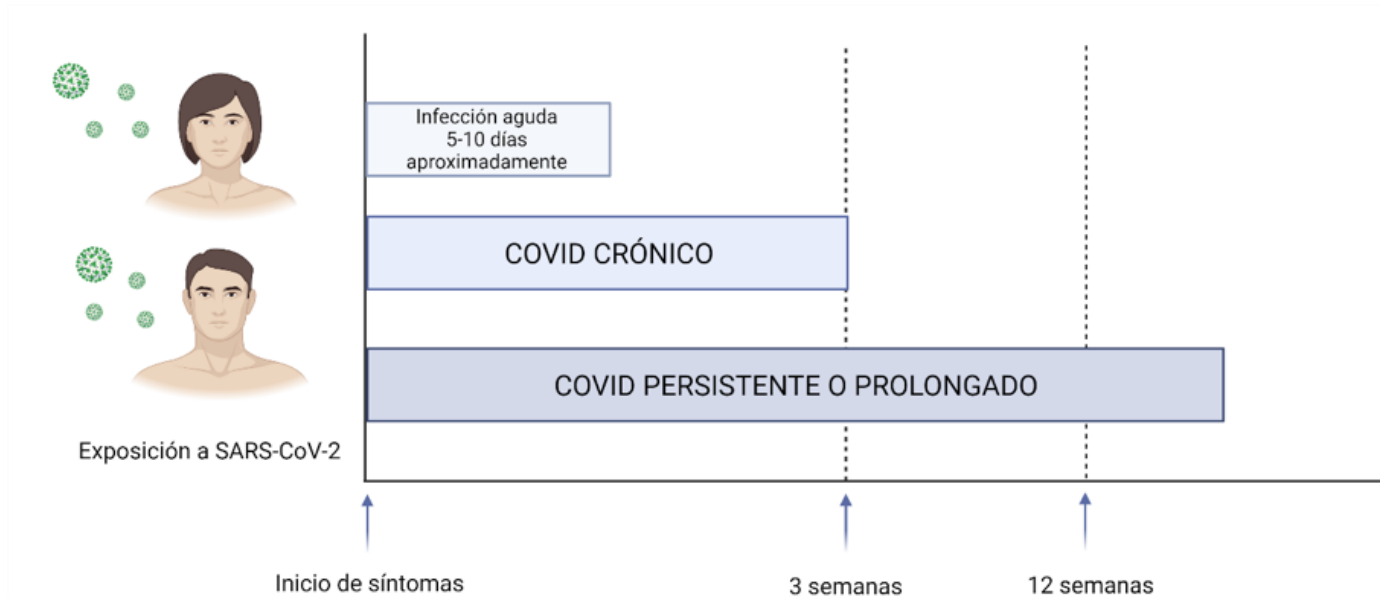


Imagen propia. BioRender.com

### ¿COVID persistente o COVID crónico?

En los casos de infecciones que pasaron por una etapa aguda —o bien el inicio de la infección— y lograron superarla, se encuentra una amplia gama de pacientes que siguen teniendo dificultades de salud. Para esta condición, se han mencionado los términos COVID crónico y COVID persistente, los cuales suelen llegar a confundirse y encapsularse dentro de un mismo padecimiento, por lo que **hay que aprender a diferenciar entre ambas**.

Comencemos desde el inicio. Cuando contraemos el virus inicialmente, pasamos por una fase conocida como «aguda» de la infección, la cual puede presentarse de forma asintomática o bien presentar los primeros síntomas de COVID-19, los cuales suelen ser variables entre los pacientes, pudiendo ir desde síntomas gripales (fiebre, tos, congestión nasal, entre otros), hasta casos (ahora cada vez más raros) que pueden complicar la enfermedad y conducir a una hospitalización por problemas respiratorios.

Aunque el periodo de tiempo donde se presentan estos síntomas ha sido acortado debido a la implementación de las vacunas que logran la protección inmunológica de manera que cada vez existen menos complicaciones, en algunos pacientes estos **síntomas se prolongan de tres y hasta cuatro semanas** después de la infección, lo que conocemos como **COVID crónico** y, normalmente, suelen desaparecer después de ese periodo. Sin embargo, también se ha reportado que en personas recuperadas de la enfermedad —personas que

ya tienen una prueba negativa de COVID-19— se siguen presentando dificultades en su salud, por lo que a un **periodo superior a las 12 semanas** de complicaciones o de presencia de síntomas post COVID, se le conoce como **COVID persistente o COVID prolongado**.

### Las secuelas de COVID persistente

Ahora sabemos que el COVID-19 es una enfermedad que, aunque afecta principalmente el sistema respiratorio, también **puede afectar directamente a diferentes órganos en el cuerpo humano**, sobre todo, aquellos que están conformados por muchas células que están expresando el receptor ECA-2: la cerradura en nuestras células que utiliza el virus para infectarnos. Al tener la capacidad de no solo invadir nuestro sistema respiratorio, el SARS-CoV-2 también **puede causar diferentes signos y síntomas que no necesariamente suelen ser respiratorios**.

Se han registrado muchos, pero muchísimos síntomas de COVID persistente, aunque tenemos algunos padecimientos que son más perseverantes, como cansancio en poca o gran medida, dificultad respiratoria, dolores musculares y/o articulares, dolor de cabeza, insomnio (o problemas para dormir), pérdida del olfato y del gusto, mareos, confusión y dificultad de concentración, problemas estomacales/intestinales y visión alterada. Estos, son tan solo algunos de los problemas que se presentan después de la infección, aunque existen cientos de síntomas, incluso se han reportado casos donde después de

padecer una infección por COVID-19, las personas expresan tener algunas secuelas como depresión o ansiedad. Estos síntomas pueden ser leves o severos, incluso llegando a ser incapacitantes.

### ¿A qué asociamos los síntomas de COVID persistente?

Conocemos muy poco acerca de las molestias que pueden presentarse una vez que cursamos por el COVID-19, pero podemos rescatar la información que se tiene hasta el momento. Por ejemplo, sabemos que existen diferentes explicaciones para entender la relación que hay entre padecer síntomas de COVID persistente y ya no tener la infección. Como mencionamos anteriormente, sabemos que el mecanismo que utiliza el virus del SARS-CoV-2 para infectar nuestro cuerpo está en la vasta expresión de la ECA-2 en nuestras células, por lo que podríamos decir que el COVID-19 no solo afecta a los pulmones, sino que también puede llegar a afectar

al corazón o a la red de transporte de sangre que conocemos como vasos sanguíneos, los cuales se encuentran recubiertos en su parte interna por muchas células que se conocen como «células endoteliales», siendo estas las más afectadas por el virus.

En este sentido, no es de sorprender que nuestra mayor defensa—nuestros soldados en guerra—, el sistema inmune, conformado por muchas células que se conocen como leucocitos, inicie una **lucha para poder eliminar a este virus**; por ello, encontramos que, al querer llegar a un estado libre del virus, entramos en un proceso que se conoce como «inflamación», que no es más que el llamado continuo a más leucocitos mediante la producción y la liberación de moléculas llamadas «citocinas» para promover el ataque a las células donde ahora habita el virus y poder así destruirlo.

Sin embargo, la respuesta de **nuestras defensas puede seguir siendo promovida una vez controlada la infección**, ya que, en algunos casos, el virus o las proteínas de este pueden permanecer

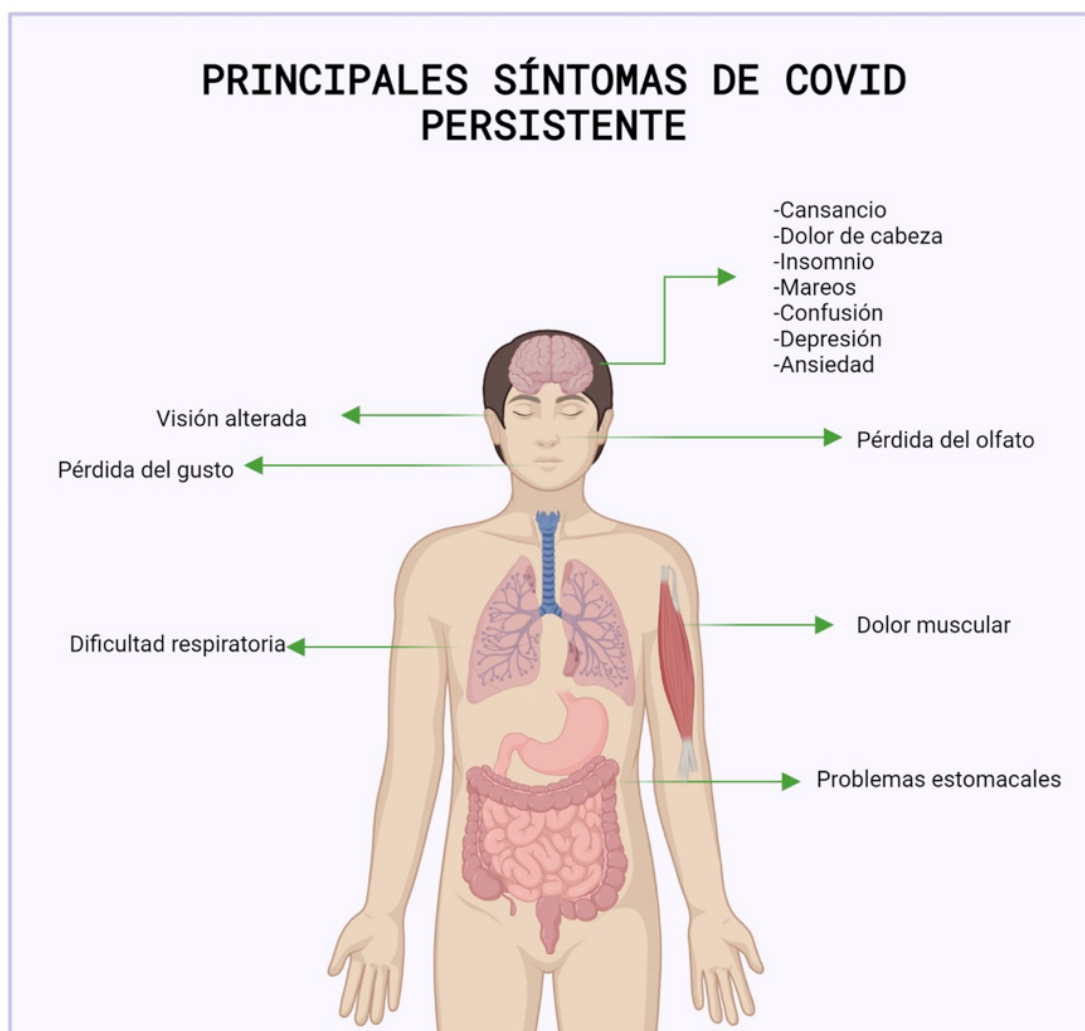


Imagen propia. BioRender.com

dentro de la célula que invadieron (aunque sin causar daño o replicarse), promoviendo que nuestro sistema inmune siga activado produciendo estas citoquinas descontroladamente, lo cual lesiona a nuestro propio cuerpo y afecta a diferentes órganos por tiempo indefinido.

México, al ser un país con una **población que padece muchas enfermedades crónicas**, como diabetes, hipertensión, obesidad, en las cuales es sabido que los pacientes atraviesan por un estado inflamatorio constante, no es de sorprender que se encuentren muchas personas con estos padecimientos que **han sido afectadas por el COVID persistente**, ya que propiamente el cuerpo se encuentra en una constante lucha y, al sumarse el estado inflamatorio de COVID-19, puede verse afectado

y prolongado cada uno de estos síntomas. Existen hipótesis que aseguran que este proceso de inflamación activo es el causante del COVID persistente, aunque necesitamos más estudios para corroborarlo.

Si bien cada día seguimos descubriendo más sobre el COVID-19, no cabe duda que aún nos quedan muchos más datos por conocer y por descifrar de esta enfermedad tan nueva. Por ello, día con día se siguen buscando más respuestas para cada una de las incógnitas que tenemos hasta el momento.



Afecciones posteriores al COVID-19. (2022, 16 diciembre). *Centers for Disease Control and Prevention*. <https://espanol.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/long-term-effects/index.html>

Carod-Artal, F. J. (2021). Síndrome post-COVID-19: Epidemiología, criterios diagnósticos y mecanismos pato-

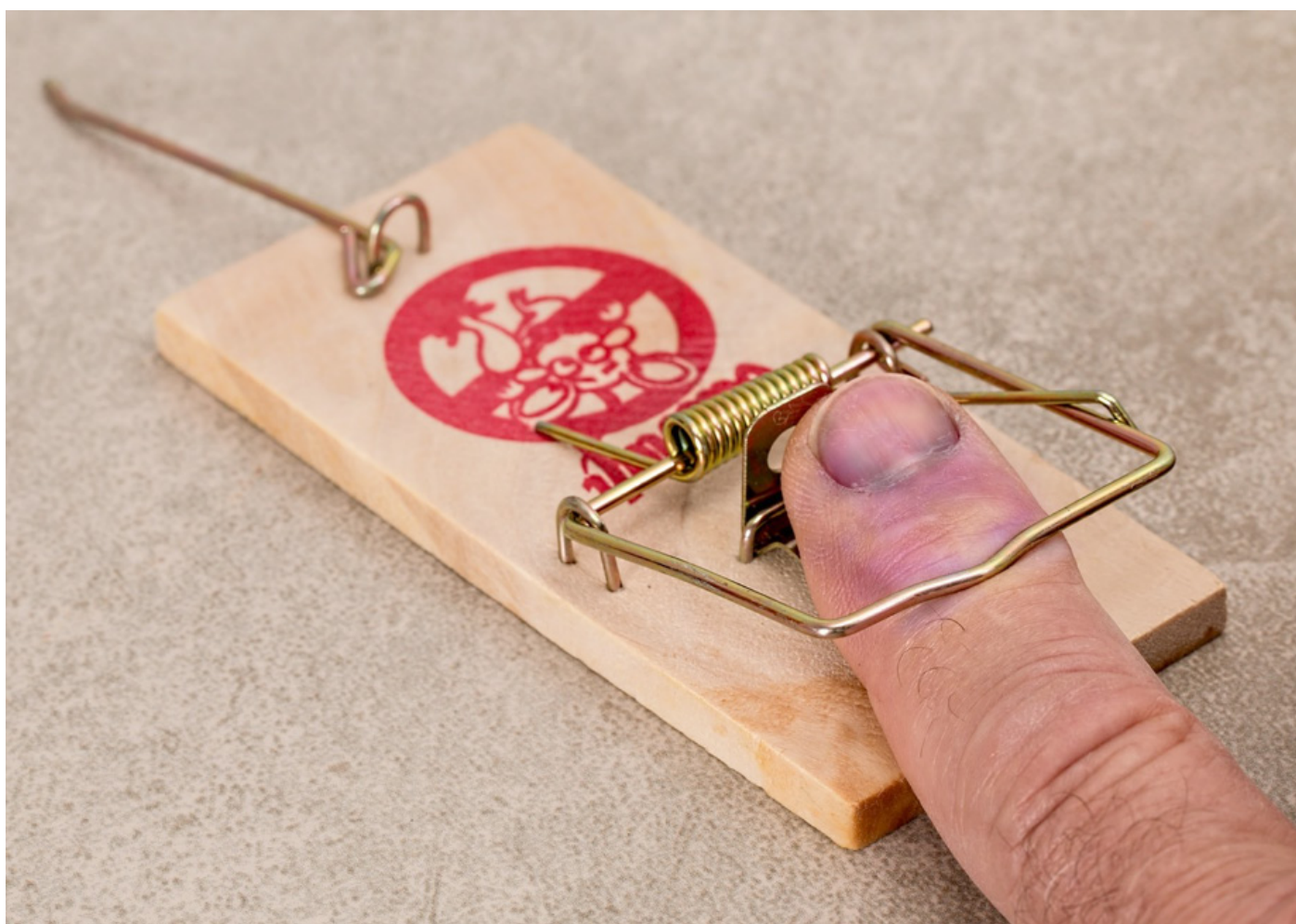
génicos implicados. *Revista de Neurología*, 72(11), 384. <https://doi.org/10.33588/rn.7211.2021230>

Van Kessel S. A. M., Olde Hartman T. C., Lucassen P. L. B. J. y Van Jaarsveld C. H. M. (2022). Post-acute and long-COVID-19 symptoms in patients with mild diseases: A systematic review. *Family Practice*, 39(1), 159-167. <https://doi.org/10.1093/fampra/cmabo76>

# ARTÍCULO

## ¡Ouch! ¡Ay!: La importancia de sentir dolor

Oswaldo Álvarez-Cortes y Héctor Eduardo Martínez-Flores



<https://pixabay.com/es/photos/error-trampa-de-rat%c3%b3n-tonto-2344150/>

**Oswaldo Álvarez-Cortes.** Estudiante del Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Biológicas, Área Temática de Biotecnología Alimentaria, Facultad de Químico Farmacobiología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.  
[osvaldo.alvarez@umich.mx](mailto:osvaldo.alvarez@umich.mx)

**Héctor Eduardo Martínez-Flores.** Profesor e investigador de la Facultad de Químico Farmacobiología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.  
[hector.martinez.flores@umich.mx](mailto:hector.martinez.flores@umich.mx)

Con toda seguridad, muchos han escuchado —con un tono de sufrimiento— la expresión ¡Ouch! En otras ocasiones, frases como ¡Ay!, ¡Qué dolor!, o palabras altisonantes, las cuales asociamos con el dolor. Los motivos pueden ser muchos, por ejemplo, daño físico, infecciones, quemaduras o problemas genéticos. **Al sufrir alguna lesión, además de expresar nuestro dolor, suceden cambios en nuestro organismo que permiten controlar y reparar esa lesión,** algunos de los cuales son visibles, como rubor, hinchazón, calor y pérdida funcional del sitio lesionado; todo son sig-



nos característicos de la inflamación. Estos son los **efectos de numerosas reacciones celulares y moleculares** que ocurren tanto en las células dañadas como en las que se encuentran alrededor de estas.

El **calor y el rubor** son ocasionados por el **incremento del flujo sanguíneo**, el cual es muy importante para que algunas moléculas o células, como los fagocitos, puedan llegar al sitio de la lesión e iniciar el proceso de eliminación del agente lesivo. **Los fagocitos son los recolectores de la «basura» celular**, son un tipo de células del sistema inmunológico que se encargan de procesar y de eliminar los agentes lesivos y a las células dañadas. Por otra parte, la **inflamación** es el **aumento del volumen del sitio lesionado** y ocurre por la acumulación de un exudado compuesto por proteínas, células del sistema inmune, restos celulares y el microorganismo patógeno que inició la lesión (en caso de tratarse de infección). En ocasiones, cuando esto ocurre, se impide la movilidad de alguna extremidad o el desarrollo funcional de una persona.

La inflamación puede ser aguda o crónica, dependiendo del tiempo de evolución. Por ejemplo, imaginemos el dolor y los demás signos mencionados, al quedar uno de nuestros dedos en una ratonera o **al golpearlos con un martillo** en la mano, la inflamación producida —si el daño no comprometió estructuras importantes— durará algunos días, siendo este un caso de **inflamación aguda** produ-

cida por un daño mecánico. Por otra parte, si usted ha escuchado o visto alguna persona que sufre de artritis reumatoide, sabrá que ellos manifiestan signos de inflamación, la cual es permanente y hasta la fecha no existe cura, aunque hay tratamientos que disminuyen el dolor y limitan la progresión de esta, por lo tanto, la **artritis reumatoide** es una enfermedad crónica degenerativa, un ejemplo de **inflamación crónica** que ocurren en las articulaciones.

### ¿Podemos dejar de sentir dolor?

En la actualidad, existe una **gran variedad de medicamentos para disminuir el dolor** ocasionado por diferentes patologías, conocidos como **analgésicos**, los cuales se pueden clasificar en primarios y en secundarios, útiles en numerosos tipos de dolor. Dentro de los primarios se encuentran algunos de los más conocidos como el ácido acetilsalicílico e ibuprofeno; otros más fuertes, como el fentanilo y la morfina, que se utilizan para inducir analgesia en cirugías. Los secundarios pueden disminuir un tipo de dolor específico, entre ellos se encuentran los corticoides, como la dexametasona, o algunos anestésicos locales, como la lidocaína.

Existe un gran desarrollo de nuevos fármacos para la prevención de dolor, los cuales son analizados para conocer las ventajas o los riesgos que pudieran tener a la salud. Varios fármacos son **obtenidos de plantas medicinales**, mismas que en ocasiones las tomamos en infusión para calmar algún malestar. **La medicina tradicional**

**y la riqueza etnobotánica que tiene México, es vasta.**

Actualmente, se realizan investigaciones controladas en laboratorio para diseñar y para formular nuevos medicamentos de los que actualmente se encuentran en el mercado, con el propósito de reducir los daños secundarios. Un ejemplo de estos productos naturales es el QG5<sup>®</sup>, el cual utiliza extractos de hojas de guayaba para la obtención de



<https://pixabay.com/es/photos/accidente-ayuda-banda-vendaje-1238326/>



Video de la reparación de una herida: <https://www.youtube.com/watch?v=EKbzxw7G1i4> (derechos de autor por Área Gálenica, canal de la plataforma de YouTube donde divulga contenido del área de la salud).

moléculas que tienen efecto sistémico, ayudando con el dolor abdominal.

Estos son algunos retos que tiene la comunidad científica para encontrar alternativas terapéuticas que sean más eficientes y de bajo costo, por lo cual el uso de estas plantas medicinales puede favorecer la creación de nuevos fármacos.

### ¿Es bueno o malo sentir dolor?

El dolor es un mecanismo que **puede ayudarnos a diagnosticar diversas patologías**. El dolor en alguna parte del cuerpo nos lleva a acudir a un médico, ya que es una **alarma vital de advertencia para nuestro organismo**, nos da información de que algo nos está provocando daño y debemos sa-

ber la causa y cómo detenerlo. Existe una enfermedad que ocasiona insensibilidad, llamada **analgesia congénita**, aunque un porcentaje muy bajo de personas a nivel mundial la padecen: de cada millón de personas, una puede padecer este desorden genético que afecta la integridad del paciente.

Pudiéramos pensar en lo fabuloso que sería dejar de sentir dolor, imaginar que no dolieran los dientes al ir con el dentista, o los golpes al practicar algún deporte, pero esto es un peligro, por lo cual **sentir dolor es importante** y, en ocasiones, **genera conciencia en la atención y cuidado del cuerpo**, por lo que debemos identificar los signos o anomalías para recibir un tratamiento oportuno.



Rodríguez-Palma E. J. y Granados-Soto V. (2020). La percepción del dolor. *Milenaria, Ciencia y Arte*, (16), 16-18. <http://www.milenaria.umich.mx/ojs/index.php/milenaria/article/view/136>

Gutiérrez-García C. J. y Ortega-Varela L. F. (2022). CB13, nanomedicina contra el dolor neuropático. *Saber Mas*, (64), 66-69. <https://www.sabermas.umich.mx/archivo/tecnologia/574-numero-64/1146-cb13-nanomedicina-contra-el-dolor-neuropatico.html>

## ARTÍCULO

## Mamíferos y cáncer

Francisco Alejandro Lagunas-Rangel



Imagen de [https://pixabay.com/es/users/alexas\\_fotos-686414](https://pixabay.com/es/users/alexas_fotos-686414)

**Francisco Alejandro Lagunas-Rangel.** Departamento de Ciencias Quirúrgicas, Uppsala University, Uppsala, Suecia.  
francisco.lagunas@neuro.uu.se

**E**l cáncer es una enfermedad considerada dentro de las **principales causas de muerte** y un obstáculo importante para el aumento de la esperanza de vida en todos los países del mundo. Según estimaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS), en 2019, el cáncer era la primera o segunda causa de muerte antes de los 70 años, en 112 de 183 países, y ocupaba el tercer o cuarto lugar en otros 23 países.

En términos generales, el cáncer surge cuando un grupo de **células comienza a proliferar de manera descontrolada y descoordinada** con los tejidos normales adyacentes, y persiste de la mis-



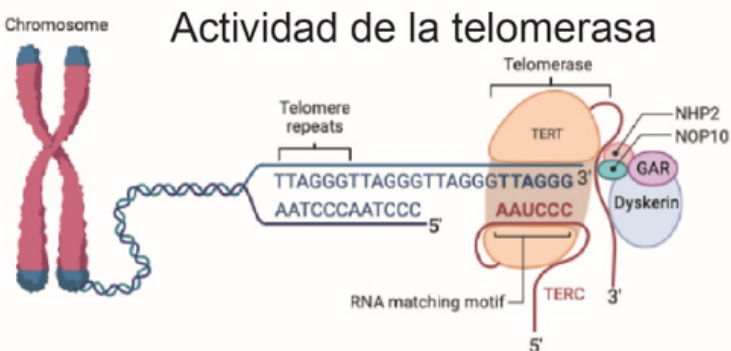
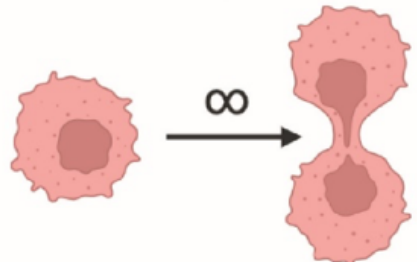
ma manera excesiva después del cese de los estímulos que provocaron su cambio.

Los mamíferos han desarrollado diversos **mecanismos que limitan el desarrollo del cáncer**, pero no todas las especies tienen el mismo nivel de protección. Por ejemplo, entre el 50 % y el 90 % de los ratones viejos mueren de cáncer, mientras que, en los humanos, esta cifra ronda únicamente el 23 %. Además, cada especie requiere un número diferente de mutaciones para la transformación maligna. En este sentido, los fibroblastos de ratón requieren dos «hits»: la inactivación de la proteína TP53 o RB1 y una mutación activadora de HRAS para transformarse en cáncer, mientras que los fi-

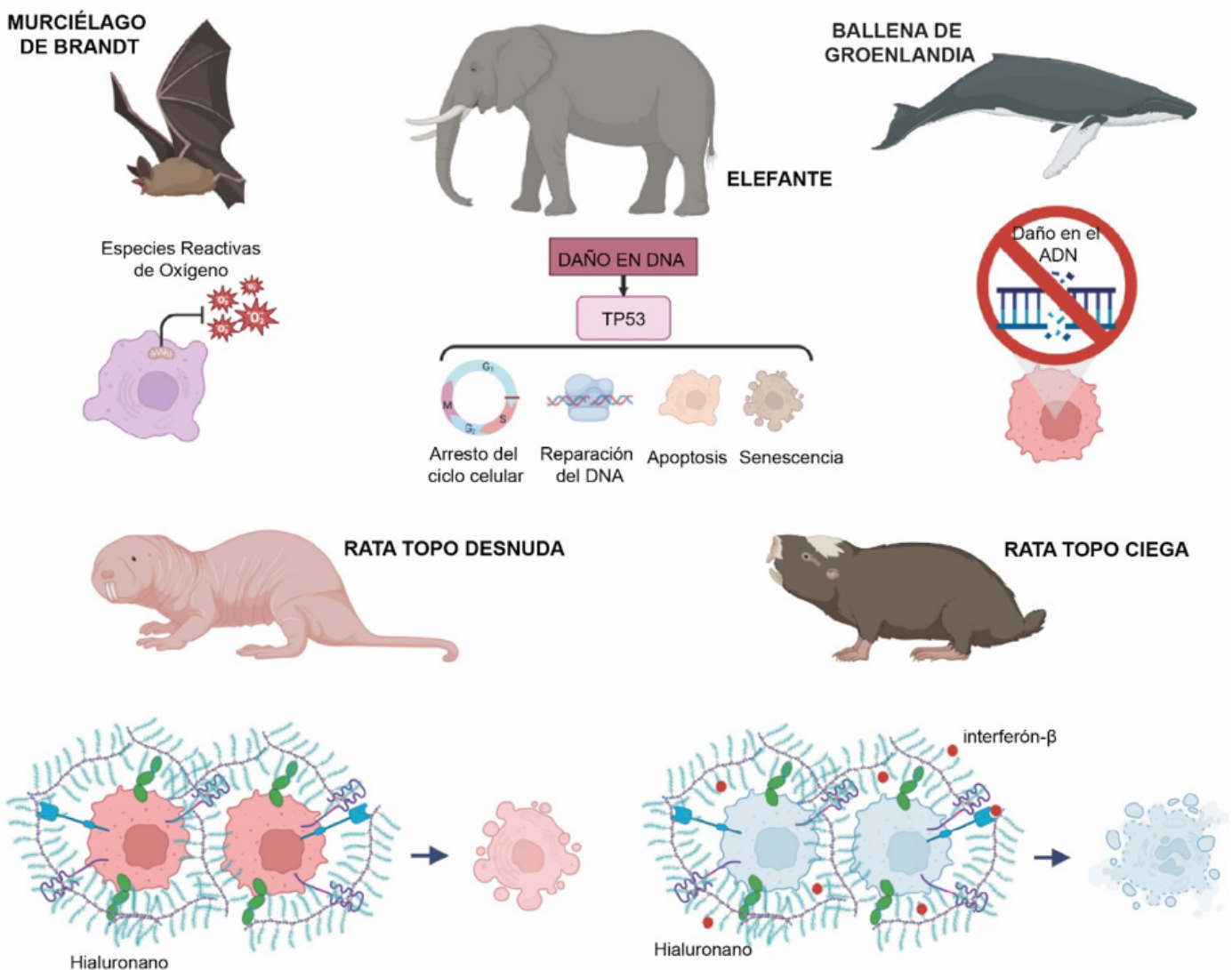
broblastos humanos requieren cinco «hits» (inactivación de las proteínas TP53, RB1 y PP2A y activación constitutiva de la telomerasa y HRAS). En general, **los animales grandes y longevos son más resistentes al cáncer**.

**¿Por qué el tamaño y la longevidad influyen en la resistencia al cáncer de los mamíferos?**

Una explicación sencilla es que los animales más grandes tienen más células somáticas con potencial para acumular mutaciones, por lo que, estadísticamente, su riesgo de desarrollar cáncer es mayor. Para contrarrestar este riesgo, las especies de mayor tamaño deben **desarrollar mecanismos**

	 Ratón	 Humano
Promedio de Vida	2 años	78 años
Peso promedio	19 g	62,000 g
 <p>Actividad de la telomerasa</p>	Activa	Inactiva
 <p>Velocidad de proliferación</p>	Rápida	Lenta
Susceptibilidad de desarrollar cáncer	<b>Alta</b>	Baja

Comparación de ratones y humanos en su susceptibilidad al cáncer. Elaboración propia.



Mecanismos utilizados por algunos mamíferos longevos para evitar el cáncer

**supresores de tumores más eficaces.** Así pues, los mamíferos longevos y de gran tamaño, presentan **estrategias anticancerígenas novedosas y más sofisticadas.** Un análisis demostró que la actividad de la telomerasa, una ribonucleoproteína (un compuesto que combina ARN y proteínas) cuya función es replicar las secuencias repetitivas de los extremos de los cromosomas conocidas como telómeros, mostraba una correlación negativa muy fuerte con la masa corporal.

De hecho, se ha mencionado que todos los mamíferos de más de diez kilogramos presentan represión de la telomerasa en la mayoría de los tejidos somáticos. De esta manera, en la mayoría de las células somáticas humanas, la telomerasa está silenciada y, por lo tanto, a medida que las células se replican, sus telómeros se acortan, lo que finalmente conduce a la senescencia replicativa cuando las células con telómeros críticamente cortos entran en detención permanente del ciclo celular. La **senescencia replicativa** es un importante **mecanismo supresor de tumores** que limita la proliferación

celular. En contraste, las células de ratón, donde la telomerasa está activa, no presentan este mecanismo y, por tanto, están un paso más cerca de la transformación maligna que las células humanas.

Otro factor que influye en el riesgo de cáncer es la **presión evolutiva.** Un animal que desarrollara un cáncer antes de su edad reproductiva no dejaría descendencia, por lo tanto, los animales desarrollaron **mecanismos eficientes para retrasar la aparición de tumores hasta la edad post-reproductiva.** Así, el cáncer se vuelve común en animales viejos que ya no están sujetos a la selección natural. Como consecuencia, se espera que los animales longevos tengan defensas anticancerígenas más eficientes para mantenerse libres de cáncer por más tiempo. A modo de ejemplo, se planteó la hipótesis de que los mecanismos que retrasan la proliferación celular también actúan para restringir el crecimiento maligno. Se ha informado que la capacidad de los fibroblastos para transformarse en células cancerosas y formar colonias en agar blando tras la inactivación de la proteína TP53 o RB1 y la expresión exógena de

HRASG12V, se correlacionaba negativamente con la esperanza de vida de los animales que donaban dichas células. En otras palabras, **cuanto mayor sea la esperanza de vida del mamífero, menor será la probabilidad de que sus células se transformen en cáncer.** Junto a esto, las células de mamífero de vida corta generaron tumores cuando se inyectaron en ratones inmunodeficientes, mientras que las células de mamíferos de vida larga no lo hicieron hasta que se añadieron más mutaciones.

En resumen, **tanto la masa corporal como la esperanza de vida determinan la evolución de los mecanismos supresores de tumores.** El tamaño corporal determina la actividad de la telomerasa, mientras que la esperanza de vida determina otros mecanismos supresores de tumores.

### ¿Qué otros mecanismos supresores de tumores se han observado en los mamíferos?

Cabe señalar que algunos de estos mecanismos anticancerígenos que los mamíferos han adquirido de forma natural a través de la evolución, son comunes a varias especies resistentes al cáncer, mientras que otros solo han evolucionado en algunos grupos individuales. Los murciélagos representan una gran proporción de las especies de mamíferos, los cuales han sido objeto de numerosos estudios, por ello, resulta sorprendente que solo se han descrito unos pocos casos de tumores en murciélagos. **Todos los murciélagos son longevos en relación con su masa corporal** (la esperanza de vida oscila entre siete y 42 años), pero, curiosa-

mente, **los más longevos** (el murciélago de Brandt, con una esperanza de vida de 42 años) también **se encuentran entre los más pequeños.**

Estudios recientes sugieren un papel crítico de la función mitocondrial en la fisiología de los murciélagos, la cual evolucionó para contrarrestar el estrés oxidativo resultante de actividades metabólicamente costosas, en particular el vuelo. Además, se ha demostrado que **las células de los murciélagos longevos proliferan más lentamente** al tener una menor señalización de algunos factores de crecimiento, a la vez que pueden reparar los daños en el ADN y prevenir el estrés oxidativo con mayor eficacia.

Por su parte, **los elefantes son mamíferos longevos y de crecimiento lento** que sobreviven hasta 70 años en libertad. Es de destacar que **sus células tienen una mayor respuesta al daño del ADN dependiente de la proteína TP53**, lo que conduce a una mayor sensibilidad al estrés genotóxico. Se han identificado 19 pseudogenes (secuencias similares al gen, pero que no codifican una proteína) del gen TP53 en el genoma del elefante y algunos de ellos se transcriben. Aparentemente, estos transcritos protegen a la proteína TP53 de la degradación, por lo que permanece activa durante más tiempo. Esto puede actuar como **mecanismo anticancerígeno al eliminar de forma más agresiva las células dañadas** antes de que se conviertan en precancerosas.

Por otro lado, **las ballenas** son criaturas muy grandes que **han desarrollado nuevas adaptaciones contra el cáncer.** Estudios comparativos en ballenas de



Groenlandia —las más longevas—, han identificado un mayor número de copias o una mayor expresión de varios genes relacionados con el cáncer y con el envejecimiento, principalmente, algunos asociados con la reparación del ADN. Así, se presume que las células de ballena **acumulan menos mutaciones cancerosas** y no alcanzan un estadio preneoplásico.

La **rata topo desnuda** —originaria de África Oriental— es un roedor del tamaño de un ratón que vive en túneles subterráneos que él mismo construye; es extremadamente longevo, con una esperanza de vida máxima de 32 años y es **muy resistente al cáncer**. Múltiples mecanismos contribuyen a la notable resistencia a esta enfermedad, entre ellos, un fenómeno denominado inhibición temprana por contacto. La **inhibición por contacto** es una propiedad que hace que las **células normales dejen de proliferar cuando entran en estrecho contacto unas con otras**. En cambio, las células cancerosas pierden la inhibición por contacto y siguen proliferando. Las células de la rata topo desnuda son más sensibles a la inhibición por contacto que las células normales de otras especies y **detienen la proliferación celular en fases más tempranas**.

Se ha demostrado que **la señal extracelular que conduce a la inhibición temprana por contacto es un hialuronano** (polisacárido) único de alta masa molecular secretado por células de rata topo desnuda. Estas moléculas de hialuronano más largas tienen propiedades antiproliferativas, antiinflamatorias y antimetastásicas. En contraste, las moléculas más cortas, como las secretadas por células de ratón y las humanas, se asocian a inflamación, proliferación más rápida y metástasis (migración

de células de un tejido a otro). Además, las células de rata topo desnuda **tienen una capacidad única para detectar la pérdida de un supresor tumoral** como TP53, RB1 o p19ARF y someterse a la muerte celular para evitar la transformación maligna.

Por último, las **ratas topo ciegas** son roedores que habitan túneles subterráneos en bosques y en valles montañosos de Oriente Medio. Al igual que la rata topo desnuda, la rata topo ciega es longeva, con una **esperanza de vida máxima de 21 años y también es resistente al cáncer**. En respuesta a la hiperproliferación, las células de la rata topo ciega segregan una **proteína llamada interferón-β**, la cual desencadena una muerte celular concertada que sirve de manera eficaz en la **eliminación de las células premalignas**. Además, de forma similar a la rata topo desnuda, las células de la rata topo ciega **segregan abundante hialuronano** de alta masa molecular y obtienen sus beneficios. Sin embargo, a diferencia de las células de rata topo desnuda, las células de rata topo ciega **no muestran una inhibición temprana por contacto**.

#### Los mecanismos para evitar el cáncer en mamíferos dependen de la especie

Los mamíferos han desarrollado varios mecanismos para evitar el cáncer a través de la evolución; sin embargo, dependiendo de la especie, existen diferencias en el nivel de protección. Algunos de estos mecanismos **están relacionados con el tamaño y la longevidad del organismo**, de modo que los animales grandes y longevos tienden a ser más resistentes al cáncer. El estudio de los mamíferos longevos es un área de gran interés porque aportará pistas para mejorar la calidad de vida y para reducir la incidencia del cáncer.



Erten E. Y. y Kokko H. (2019). Formas diversas de pensar sobre el cáncer: ¿Qué podemos aprender acerca del cáncer estudiándolo a través del árbol de la vida? *Métode Revista de Difusión de La Investigación*, 10. <https://doi.org/10.7203/metode.10.14593>. <https://metode.es/revistas-metode/monograficos/formes-diverses-de-pensar-sobre-el-cancer.html>

Lagunas-Rangel F. A. (2021). Deciphering the whale's

secrets to have a long life. *Experimental Gerontology*, 151, 111425. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2021.111425>. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0531556521002072>

Tume-Farfán L. F. (2014). Las ratas topo y sus mecanismos de resistencia al cáncer y envejecimiento. *The Biologist (Lima)*, 12(1), 117-132. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4755792>

# ARTÍCULO

## Contaminación y cáncer

Francisco Alejandro Lagunas-Rangel



<https://pixabay.com/es/photos/search/c%C3%A1ncer/>

Cada día estamos expuestos a un gran número de **contaminantes ambientales** que pueden repercutir en nuestra salud, facilitando el **desarrollo** de muchas enfermedades, entre ellas el cáncer. En este sentido, en este artículo abordo la cuestión de cómo se relacionan los contaminantes con el desarrollo y la progresión del **cáncer**. También analizo cómo las mezclas de dos o más contaminantes pueden ser más peligrosas para nuestra salud y cómo la ciencia puede contribuir a mejorar la legislación sanitaria actual.

**Francisco Alejandro Lagunas-Rangel.** Departamento de Ciencias Quirúrgicas, Uppsala University, Uppsala, Suecia.  
[francisco.lagunas@neuro.uu.se](mailto:francisco.lagunas@neuro.uu.se)



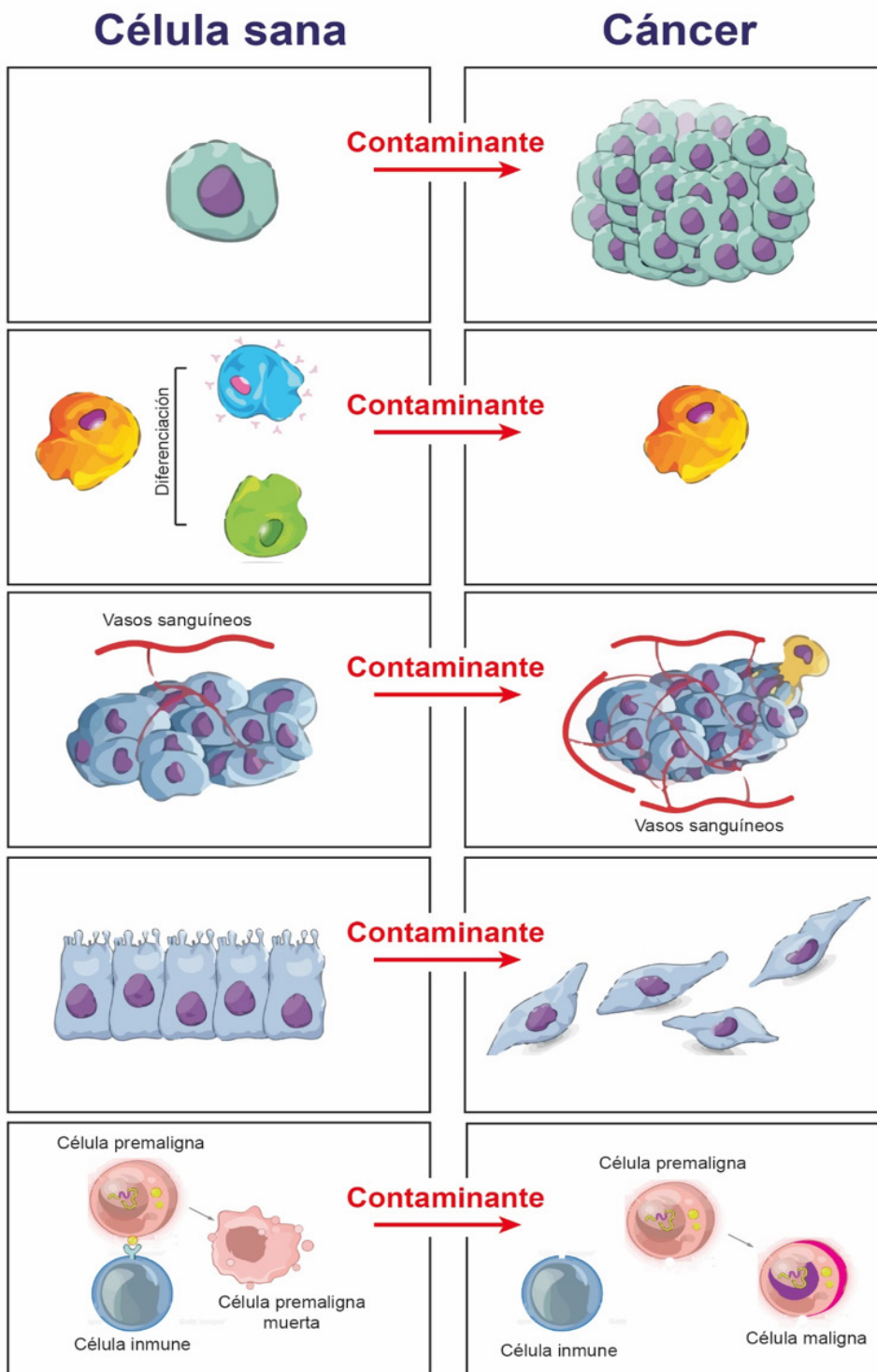
### Contaminantes ambientales y cáncer

Los **contaminantes ambientales** son componentes (ya sean químicos, físicos o biológicos) que se han liberado en el ecosistema (entorno natural o artificial) y que **pueden suponer una grave amenaza para el bienestar de los seres vivos** que lo habitan o que se encuentran a su alrededor. Dado que los contaminantes ambientales son, en principio, omnipresentes y muchos **resistentes a la degradación**, a diario estamos expuestos a numerosos de ellos. Por ejemplo, el aire atmosférico, los envases de plástico de alimentos y bebidas, los cosméticos,

los protectores solares, los perfumes, los productos de limpieza, así como los productos de jardinería, contienen contaminantes. Estos contaminantes **pueden entrar en nuestro cuerpo por diferentes vías**, a saber, por ingestión, inhalación o absorción a través de la piel y, una vez dentro del organismo, los contaminantes **pueden bioacumularse** o promover una amplia gama de **procesos perjudiciales para la salud**. Se ha sugerido que estos compuestos son responsables de aproximadamente **nueve millones de muertes al año**, lo que corresponde al 16 % de todas las muertes en el mundo. De hecho,

tres veces más muertes que las provocadas por enfermedades como el sida, la tuberculosis y la malaria juntas.

Las crecientes pruebas epidemiológicas, así como una mejor comprensión de los mecanismos que relacionan las sustancias tóxicas con el desarrollo de enfermedades, sugieren que la **exposición a algunos contaminantes ambientales** puede conducir a un **mayor riesgo de desarrollar cáncer** (carcinogénesis). Algunos de los contaminantes ambientales reconocidos como cancerígenos son los aceites minerales (petróleo y sus derivados), el alquitrán de hulla (naftalina), los asbestos (polvo de algunas rocas), el radón (gas emitido por el suelo o las rocas), el humo del cigarro, el benceno (solvente), la bencidina (colorantes), el cloruro de vinilo (materiales de PVC), hollín (subproducto de la combustión



Formas en que los contaminantes contribuyen al desarrollo y la progresión del cáncer (Elaboración propia).



<https://pixabay.com/es/photos/search/cancer/>

incompleta de materiales orgánicos), óxidos y cloruros de etileno (anticongelantes), entre otros.

Varios estudios han planteado el papel de la exposición a contaminantes ambientales en la aparición y progresión del cáncer, sugiriendo que estos compuestos pueden favorecer el desarrollo de la enfermedad, hacer que progrese más rápidamente y/o que se extienda a más tejidos y/u órganos del cuerpo.

Recientemente, también se ha sugerido que estos compuestos **pueden influir en el tratamiento** de los pacientes al **contrarrestar los efectos de los fármacos** quimioterapéuticos y la radioterapia. Esta relación podría explicarse por el hecho de que diversos contaminantes ambientales pueden **promover el crecimiento sostenido de las células cancerosas**, favorecer el suministro de nutrientes, impedir su muerte o facilitar su migración de un tejido a otro, entre otras cosas.

### Ejemplos de contaminantes relacionados con el cáncer

De acuerdo con la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA), la exposición a la contaminación es la causa del **10 % de los casos de cáncer**

**en Europa**, siendo la contaminación atmosférica, el humo de los cigarrillos, los asbestos, el radón y la radiación ultravioleta, algunas de las principales causas.

Se calcula que la **contaminación atmosférica** (también llamada contaminación del aire) está asociada a alrededor del **1 % de los casos de cáncer** y causa alrededor del 2 % de todas las muertes por esta enfermedad. Notablemente, si consideramos solo el cáncer de pulmón, esta cifra se eleva al 9 % de las muertes. Estudios recientes han encontrado vínculos entre la exposición a largo plazo a partículas suspendidas en el aire tan pequeñas como 2.5 micrómetros y el desarrollo de leucemia en adultos y niños.

Mientras tanto, el **humo del cigarro** contiene más de 3 800 sustancias químicas, más de la mitad de las cuales se consideran carcinógenos potenciales. Básicamente, todo el mundo conoce al menos a una persona que fuma y, por tanto, todos estamos expuestos a este contaminante en mayor o menor medida, a menudo durante largos periodos de tiempo (de forma crónica). El humo del cigarro se ha asociado a los **cánceres de pulmón, boca y garganta, esófago, estómago, colon, recto, hígado,**

páncreas, laringe, tráquea, riñón, vejiga urinaria, mama, cuello uterino y leucemia.

Por su parte, el asbesto es un conocido carcinógeno asociado al **mesotelioma** y al **cáncer de pulmón, de laringe y de ovarios**. Aunque su uso está restringido desde 2005, todavía está presente en algunos edificios e infraestructuras, lo que supone una exposición para quienes realizan trabajos de renovación y demolición. Además, como el asbesto puede acumularse en nuestro organismo, los cánceres **pueden manifestarse muchos años después de la exposición**. Se estima que el asbesto es responsable de entre el 55 y el 88 % de todos los casos de cáncer de pulmón en trabajadores del sector de la construcción.

De manera similar, la exposición al **radón** durante un largo periodo de tiempo puede causar **cáncer de pulmón**. De hecho, se estima que **veinte mil muertes** por cáncer de pulmón al año están relacionadas con este gas. La exposición se produce en casas construidas con materiales que lo contienen o en aquellas que están edificadas sobre suelos ricos en radón.

En tanto, los **cánceres de piel** son causados principalmente por la exposición a la **radiación ultravioleta**, ya sea del sol o de fuentes artificiales (utilizadas en la medicina, la industria, para la desinfección o con fines cosméticos). La exposición excesiva a la radiación ultravioleta causó, en 2020,

alrededor de **1.2 millones de nuevos casos de cáncer de piel no melanoma** (carcinoma de células escamosas y de células basales) y **325 000 casos de melanoma cutáneo**, así como entre 64 000 y 57 000 muertes prematuras por cáncer de piel no melanoma y melanoma cutáneo, respectivamente.

Por último, algunas **sustancias químicas de uso común** también se consideran cancerígenas, como el plomo, el arsénico, el cromo, el cadmio, la acrilamida, los plaguicidas, el bisfenol A (el recubrimiento de muchas botellas de plástico) y las sustancias perfluoroalquiladas y polifluoroalquiladas (ambas presentes en el teflón y en productos similares). Estos contaminantes se han **relacionado con una gran variedad de cánceres**, por lo que su uso se ha restringido ampliamente.

**¿Cómo contribuyen los contaminantes al cáncer?**

Los contaminantes pueden favorecer el desarrollo del cáncer y su progresión de diferentes maneras. Algunos de ellos **pueden dañar directamente el material genético** (ADN) de las células y provocar la aparición de mutaciones (cambios en la secuencia del ADN) que contribuyen progresivamente a la transformación de las células sanas en células cancerosas. Otros pueden hacer lo mismo, pero de **forma indirecta**, es decir, primero reaccionan con otras estructuras y permiten la formación de sustancias químicas que reaccionan con el ADN, como las especies reactivas del oxígeno. Además,



Tipos de interacciones entre contaminantes (Elaboración propia).

algunos contaminantes **pueden activar vías metabólicas** que hacen que las células proliferen más rápidamente y, al mismo tiempo, impiden su muerte. Así, el daño que surge en la célula con cada división se acumula hasta que en algún momento se convierte en maligna. Las células también pierden su adhesión entre sí, lo que les **permite migrar de un lugar a otro con mayor facilidad**, por ejemplo, de un tejido a otro u órgano a otro (importante en metástasis).

Los contaminantes también pueden **obstaculizar los efectos de ciertas hormonas** sobre las células, impidiendo que estas maduren (se diferencien) adecuadamente. Alrededor de los tumores, algunos contaminantes pueden facilitar la **formación de vasos sanguíneos** que transporten nutrientes y oxígeno en cantidades suficientes para satisfacer las necesidades de las células cancerosas. También pueden **impedir que las células inmunitarias** de nuestro cuerpo, que normalmente eliminan las células cancerosas, **hagan su trabajo correctamente** y, en cambio, las obligan a promover una inflama-

ción crónica, lo que fomenta que las células malignas proliferen y que adquieran más mutaciones.

### Mezclas de contaminantes ambientales

La mayoría de los contaminantes ambientales están **presentes solo en pequeñas cantidades** en el medio ambiente, casi siempre por debajo de los niveles establecidos como seguros y **en forma de mezclas complejas**. Es importante señalar que los cócteles contaminantes pueden surgir como **mezclas prefabricadas** que se liberan de una fuente emisora o como mezclas que se forman al compartir el mismo espacio y combinarse, aunque se liberen de fuentes diferentes. Además, varios contaminantes **pueden acumularse e interactuar en nuestro organismo a lo largo del tiempo**. Cada componente de esta mezcla de contaminantes puede interactuar con otro componente de forma diferente, potenciando sus efectos nocivos o contrarrestándose mutuamente. Los principales tipos de interacciones que se producen entre los contaminantes se consideran reacciones sinérgicas, aditivas o antagónicas.



Foto de Miguel Á. Padriñán: <https://www.pexels.com/es-es/foto/concienciacion-sobre-el-cancer-de-mama-en-la-superficie-de-madera-verde-azulado-579474/>

Una **sinergia** se produce cuando dos o más contaminantes interactúan y sus efectos nocivos se potencian hasta el punto de ser más dañinos que si se sumaran los efectos de cada contaminante. Por su parte, la **aditividad** describe una situación en la que el efecto global causado por una combinación de contaminantes es como si sumáramos los efectos nocivos de cada agente individual. Por el contrario, el **antagonismo** se produce entre dos o más contaminantes que causan efectos opuestos y, por tanto, el efecto nocivo es más débil que el de cada agente por separado. De todos estos tipos de interacciones, destacan las sinergias, ya que podrían explicar cómo las mezclas de contaminantes con concentraciones bajas o mínimas, pueden favorecer el desarrollo de diversas enfermedades y tener efectos devastadores, incluso la muerte.

Varios estudios han demostrado que **existen sinergias entre los contaminantes**, y que estas pueden producirse a través de una **amplia variedad de mecanismos**. Por ejemplo, dos compuestos pueden afectar a la misma vía metabólica, o bien la presencia de un contaminante puede favorecer la acumulación de otro en el mismo tejido, o un contaminante puede proteger a otro de la degradación. Estos mecanismos **se subestiman a menudo** y, por ello, ahora se duda de que las normas de calidad ambiental protejan suficientemente contra los efectos tóxicos de las mezclas de contaminantes.

Centrándonos en el tema del cáncer, algunas de las mezclas de contaminantes ambientales que se han identificado que potencian sus efectos cancerígenos son el asbesto y el humo de los cigarrillos, los microplásticos y los metales pesados (mercurio, cadmio, plomo y cromo), las mezclas de bisfenol A y las mezclas de plaguicidas organoclorados, insecticidas y herbicidas, por nombrar algunos.

### Regulaciones sanitarias

La **normativa sanitaria** actual considera los **contaminantes como agentes individuales** y, muy raramente, como mezclas que pueden potenciarse. Esto conduce a una **subestimación del riesgo de exposición** y, por tanto, las concentraciones consideradas seguras y sin efectos sobre la salud no siempre son reales.

En la actualidad, los investigadores y abogados medioambientales de todo el mundo buscan **formas para mejorar la normativa que nos rige en el ámbito de la contaminación ambiental**. El objetivo de todos estos esfuerzos es apoyar en la toma de decisiones y todos los implicados tienen un papel que desempeñar en la **comprensión de los posibles efectos biológicos y/o sanitarios de las sustancias** y en el avance de las tecnologías y metodologías, con el propósito común de proteger la salud pública. Asimismo, los gobiernos y los responsables políticos deben escuchar y tomar **medidas para regular mejor los diferentes contaminantes** y minimizar la exposición humana.



Arvelo F., Sojo F. y Cotte C. (2016). Contaminación, disruptores endocrinos y cáncer. *Investigación Clínica*, 57(3), 77-92. [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0535-51332016000100009%0Ahttp://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/es/lil-330968](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0535-51332016000100009%0Ahttp://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/es/lil-330968)

Huanca-Copa G. P. (2013). Contaminantes atmosféricos que ocasionan efectos genotóxicos y mutagénicos en la humanidad. Riesgo de cáncer y mutación por conta-

minantes ambientales. *Revista Con-Ciencia*, 1, 123-130. [http://www.scielo.org.bo/pdf/rcfb/v1n1/v1n1\\_a14.pdf](http://www.scielo.org.bo/pdf/rcfb/v1n1/v1n1_a14.pdf)

Lagunas-Rangel F. A., Linnea-Niemi J. V., Kudlak B., Williams M. J., Jönsson J. y Schiöth H. B. (2022). Role of the Synergistic Interactions of Environmental Pollutants in the Development of Cancer. *GeoHealth*, 6(4). <https://doi.org/10.1029/2021GH000552>

# ARTÍCULO

## ¿Por qué nos da cáncer y cómo evitarlo?

Gabriela Hinojosa-Ventura y Orfil González-Reynoso



Imagen de Engin Akyurt en Pixabay

**Gabriela Hinojosa-Ventura.** Centro Universitario de Ciencias e Ingenierías, Universidad de Guadalajara, Laboratorio de Bioinformática, posdoctorante del Programa de Doctorado en Ciencias en Procesos Biotecnológicos. Guadalajara, Jalisco.

[gabriela.hinojosa@academicos.udg.mx](mailto:gabriela.hinojosa@academicos.udg.mx)

**Orfil González-Reynoso.** Centro Universitario de Ciencias e Ingenierías, Universidad de Guadalajara, Laboratorio de Bioinformática, posdoctorante del Programa de Doctorado en Ciencias en Procesos Biotecnológicos. Guadalajara, Jalisco.

[orfil.gonzalez@academicos.udg.mx](mailto:orfil.gonzalez@academicos.udg.mx)

**H**ay cientos de investigaciones relacionadas con el tema del cáncer que han ayudado a aumentar la expectativa y/o calidad de vida de las personas que padecen esta enfermedad; sin embargo, aún **existe desconocimiento y desafíos** en este sentido, a la vez que **las cifras de incidencia y de mortalidad siguen incrementando.**

Existen **más de 100 tipos de cáncer**, categorizados de acuerdo con el lugar donde comienzan a desarrollarse las primeras células tumorales, y son múltiples los factores que favorecen el riesgo a de-

sarrollar esta enfermedad. Por lo anterior, resulta bastante complejo homogeneizar los factores y/o riesgos, puesto que **cada tipo de cáncer se desarrolla bajo características específicas**. Desde una perspectiva práctica, es conveniente reflexionar sobre las siguientes cuestiones: ¿Por qué nos da cáncer?, y ¿Qué puedo hacer para prevenir o evitar esta enfermedad?

En este documento se abordan estos cuestionamientos, se describen los factores de riesgo que lo provocan y se llega al razonamiento de que en su mayoría los riesgos a desarrollar cáncer son cuestiones que **tienen que ver con un estilo de vida poco saludable**, como el consumo de ciertos alimentos, la falta de actividad física, el consumo de alcohol y el tabaco, además de factores como las infecciones, exposición a radiaciones y compuestos carcinogénicos.

### Cifras y estadísticas de cáncer en el mundo y en México

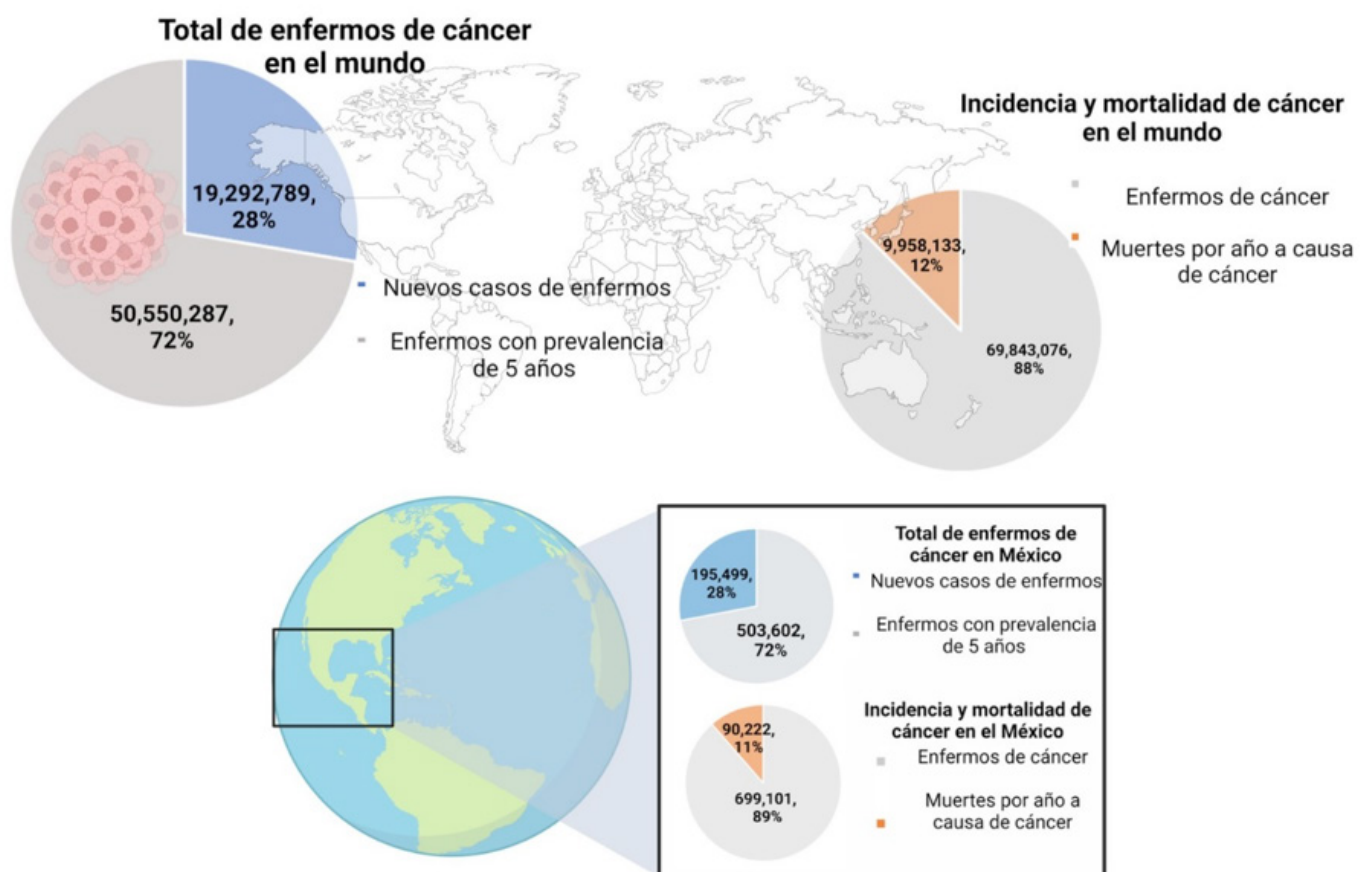
La mayoría de las personas conocemos o hemos conocido a alguien que padece o padeció cáncer, esto es debido a las altas tasas de incidencia y de mortalidad. En el mundo existen **cerca de 70 mi-**

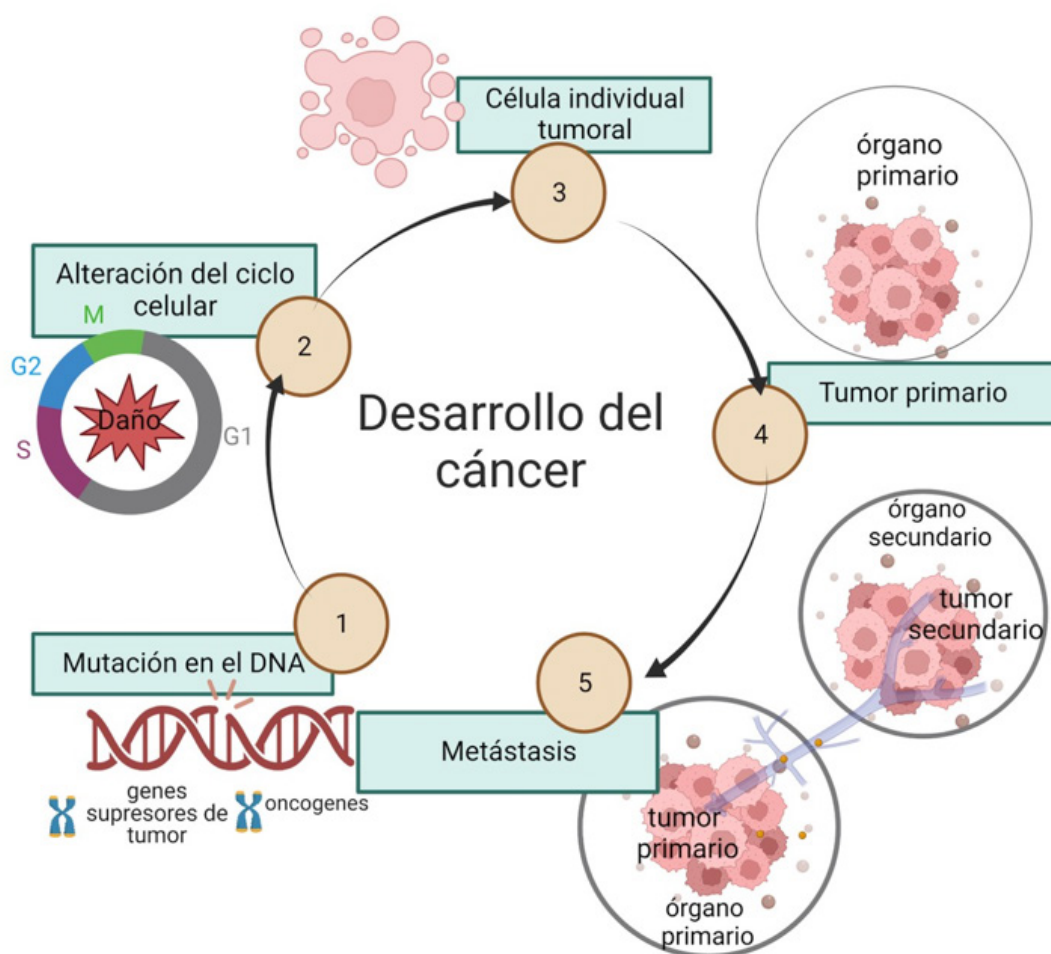
**llones de personas que padecen cáncer**, incluyendo a enfermos reportados como nuevos casos por año (aprox. 20 millones) y aquellos de prevalencia durante los últimos cinco años (aprox. 50 millones). Del total de enfermos reportados en 2020, murieron cerca de 10 millones.

En México, en 2020, se reportaron 503 602 y 195 499 casos de enfermos de cáncer, que corresponden a enfermos con prevalencia de cinco años y los reportados como casos nuevos, respectivamente; del total de enfermos fallecieron 90 222. En 2019, el INEGI consideró que las muertes por tumores malignos corresponden a un **12 % de las defunciones totales**.

### Descripción del cáncer

El cáncer es la pérdida de los mecanismos de control en el ciclo celular debido a una mutación a nivel de DNA, lo que conlleva a un **crecimiento celular descontrolado** hasta la formación de un **tumor primario** y, si no se hace una detección y tratamiento oportuno, estas células tumorales se siguen reproduciendo sin control hasta la formación de **tumores secundarios**, proceso conocido como **metástasis**.





Desarrollo del cáncer.

### ¿Por qué nos da cáncer?

El cáncer es provocado por una **mutación que lleva a un daño en el ciclo celular**, siendo **múltiples los factores que lo causa**, por ejemplo, los genéticos; sin embargo, la mayoría se deben a cuestiones medioambientales que tienen que ver con el estilo de vida y con la dieta que llevamos, si bien es cierto que los factores económicos, sociales, culturales, etc., determinan nuestros hábitos alimentarios, de actividad física y sociales, también lo es que en el conocimiento está la clave para poder mejorar y/o cambiar el estilo de vida que hasta el momento, por las circunstancias mencionadas, hemos llevado.

En este sentido, a continuación, se describen algunos factores que han mostrado evidencia científica con el desarrollo de distintos tipos de cánceres.

#### Consumo de bebidas alcohólicas

Desde 1987, se clasificó a las bebidas alcohólicas como cancerígenas para los humanos. Este factor **se asocia con diferentes tipos de cánceres**,

tales como: estómago, mama, colorrectal, hígado y tracto aerodigestivo superior (cavidad oral, faringe, laringe y carcinoma de células escamosas del esófago). En 2014 se hizo una estimación de la incidencia del consumo de alcohol en diferentes tipos de cánceres y se encontró que **este factor causa 5.6 % del total de los casos de cáncer** y un 4 % del total de las muertes en Estados Unidos. Específicamente, la relación de la incidencia de los diferentes tipos de cánceres es de 40.9 % cavidad oral/faringe, 23.2 % laringe, 21.6 % hígado, 21 % esófago, 12.8 % colorrectal y 16.4 % de mama del total de los casos.

La recomendación, según los lineamientos de la Sociedad Americana de Cáncer (ACS) (2020), es que preferentemente **no se consuman bebidas con alcohol**, o bien limitar su consumo a no más de una bebida en mujeres y en hombres no más de dos por día.

#### Sobrepeso y obesidad

Del total de incidencia de cáncer en Estados Unidos en 2014, **aproximadamente el 10.9 % se**



**atribuyó al sobrepeso u obesidad.** Específicamente, hay una relación o influencia en cuanto a que el exceso de grasa corporal puede aumentar el riesgo de los siguientes tipos de cánceres: mama, colorrectal, endometrial, vesícula biliar, riñón, hígado, ovario, páncreas, próstata, tiroides, estómago y adenocarcinoma esofágico. El exceso de grasa corporal (sobrepeso y obesidad) se debe a la demasía de energía aportada por la ingesta de alimentos y bajo gasto energético.

La primera recomendación es **mantener un peso adecuado durante toda la vida** (el peso no debe ser proporcional con la edad), **consumir una dieta balanceada** que incluya una variedad de verduras, legumbres (ricos en fibra), cereales integrales, frutas (con moderación). En contraparte, también hay evidencia científica de la relación del efecto de la pérdida de peso asociada a la disminución del riesgo a padecer cáncer de mama y endometrial.

### El tabaquismo

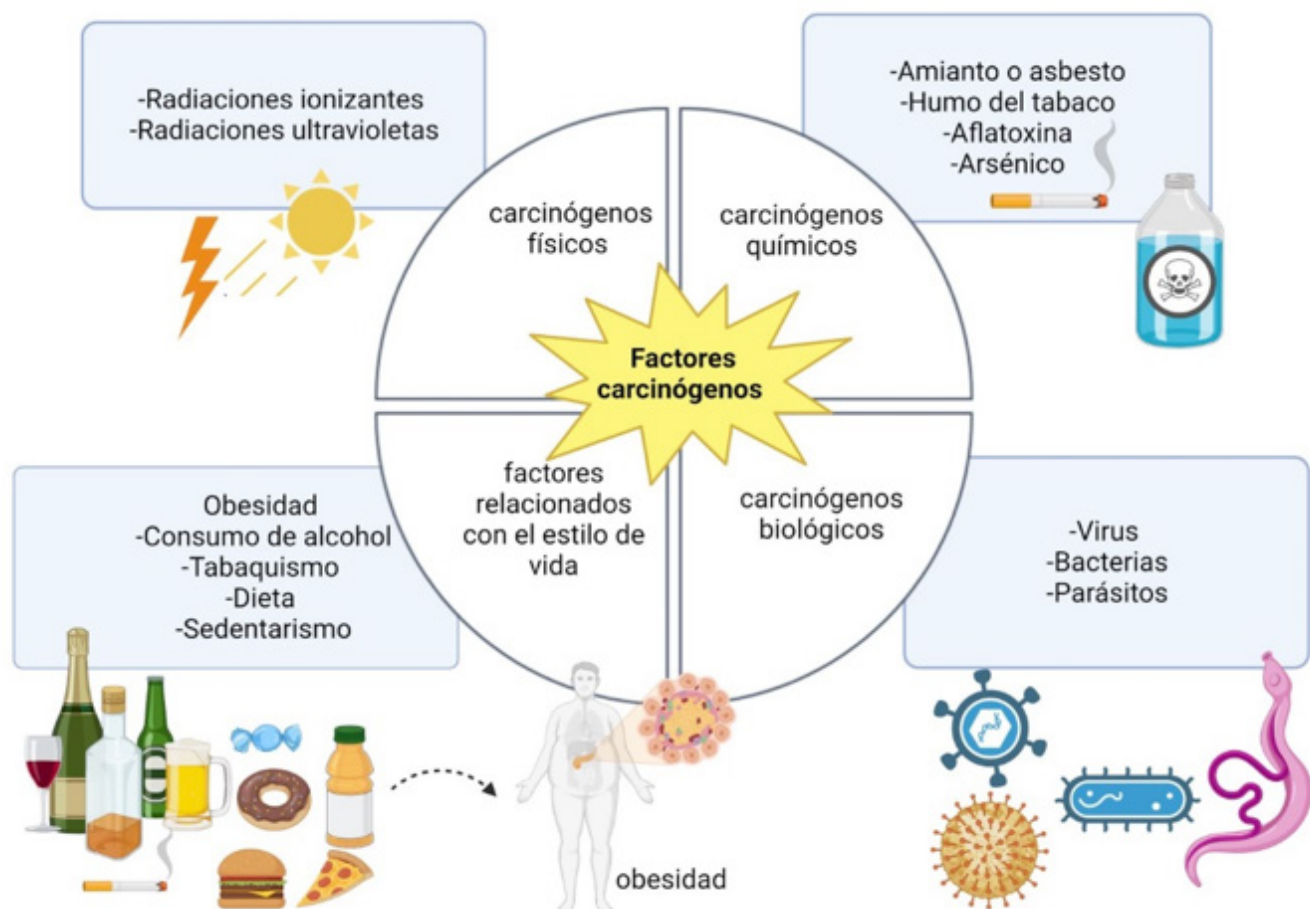
Es uno de los factores de riesgo para desarrollar diferentes tipos de cánceres y es el más difundido en los medios. Sin embargo, y a pesar de esto, sigue siendo el factor con mayor porcentaje asociado a las tasas de incidencia de cáncer.

### La falta de actividad física

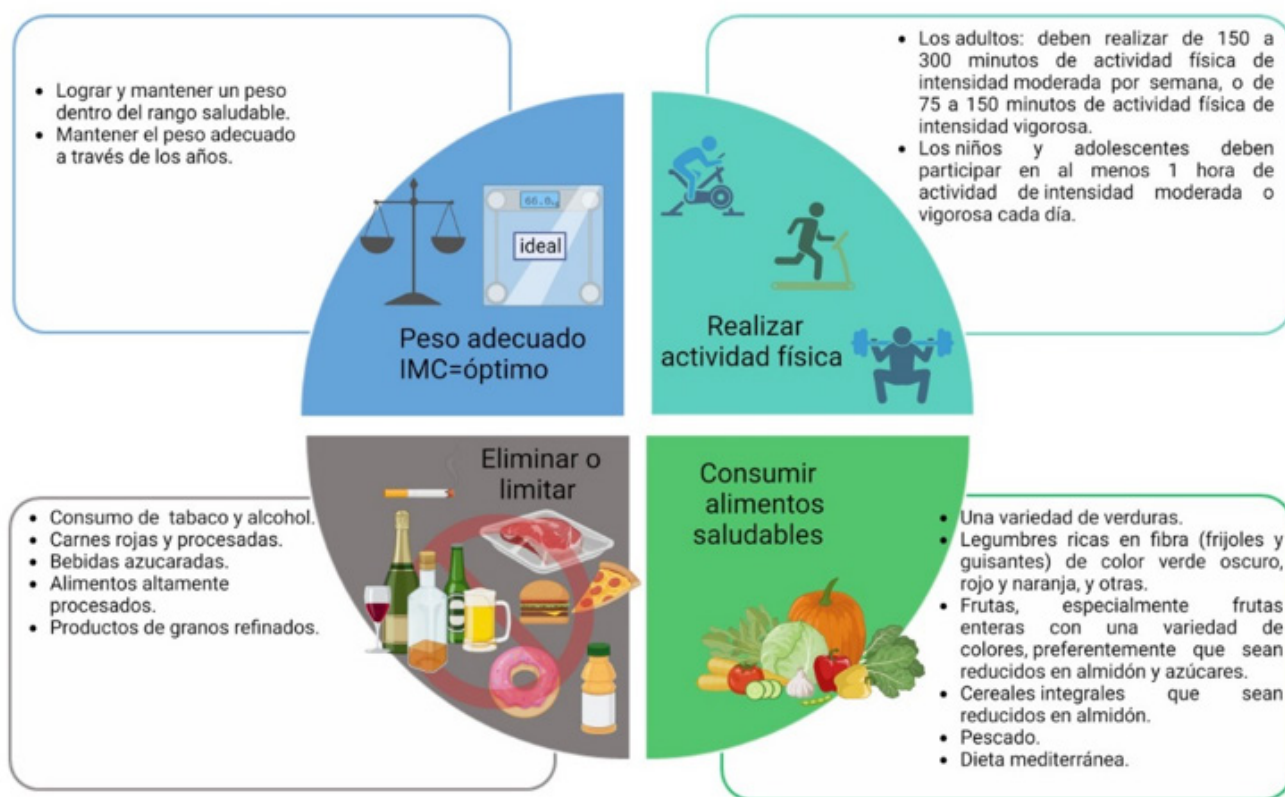
Hay evidencia científica de la influencia de la disminución de riesgo a padecer distintos tipos de cánceres con la realización de actividad física, estos son: mama, colorrectal, endometrial, vesícula biliar, riñón, hígado, ovario, páncreas, estómago y adenocarcinoma esofágico.

### La alimentación-dieta

El plan alimentario que se lleve, puede actuar en nuestro organismo de doble manera: favoreciendo o disminuyendo el riesgo a padecer distintos tipos de cánceres. Los **patrones dietéticos que aumentan el riesgo** a padecer cáncer son:



Descripción de los factores carcinogénicos.



Hábitos que evitan el riesgo de desarrollar cáncer.

- **Consumo de carnes rojas y procesadas:** incrementa el riesgo de padecer cáncer colorrectal, pulmón y páncreas.
- **Bajos niveles de la vitamina D:** puede incrementar el riesgo a desarrollar cáncer colorrectal.
- **Suplementos con altos contenidos de β-caroteno:** se asocia con el riesgo de cáncer de pulmón.
- **Grasas saturadas y bebidas azucaradas:** se relacionan con el aumento de riesgo a desarrollar cáncer de páncreas.
- **Alto consumo de lácteos y calcio (>2000 mg/día):** incrementa el riesgo a padecer cáncer de próstata.

Por otro lado, se ha comprobado la relación de un **plan alimentario saludable** con la **disminución de riesgo** a padecer algunos tipos de cánceres, tales como:

- Los **patrones dietéticos ricos en vegetales y bajos en productos animales** y carbohidratos refinados, la dieta mediterránea, vegetales sin

almidón, vegetales ricos en carotenoides y dietas ricas en calcio, se relacionaron con la disminución de cáncer de mama.

- El **consumo de granos enteros altos en fibra y bajos en azúcar añadida**, así como el consumo de vegetales y frutas bajos en almidón y dietas ricas en calcio, se relacionan con la probable disminución de cáncer colorrectal.
- El **consumo de dietas con bajo índice glucémico** (evitando el consumo de azúcares), se relaciona con la posible disminución del riesgo de cáncer endometrial.
- El **consumo de pescado** se relaciona con la disminución de riesgo de cáncer de hígado.
- La alimentación con la **ingesta de vegetales sin almidón**, frutas enteras con alto contenido de vitamina C, se relaciona con la disminución de riesgo de cáncer de pulmón, de estómago y del sistema aerodigestivo superior.

#### Otros factores

Otros factores son los carcinógenos físicos que incluyen las radiaciones ionizantes y ultravioleta, los carcinógenos químicos (tales como amianto,

humo del tabaco, aflatoxinas, arsénico, etc.) y los carcinógenos biológicos (que incluyen a ciertos virus, bacterias y parásitos).

### ¿Qué podemos hacer para evitar esta enfermedad?

Las estadísticas de los factores de riesgo relacionadas con el desarrollo de cáncer, nos indican que la probabilidad de tener esta enfermedad tiene que ver con un estilo de vida poco saludable, pero podemos **disminuir el riesgo cuidando nuestros hábitos diarios**, por ejemplo, evitando el consumo de tabaco y de alcohol (o limitarse a una copa de vino por día en mujeres y dos en hombres), manteniendo un **peso adecuado** (no sobrepasar el IMC y llevar una dieta sin sobrepasar el requerimiento calórico según nuestra fisionomía y edad), **consumiendo alimentos saludables** (vegetales bajos en almidón, granos enteros, carne en forma moderada, pescado,

evitar las bebidas y alimentos azucarados, exceso de lácteos y vitamina D) y, finalmente, **realizando actividad física** de manera habitual (adultos de 150 a 300 minutos de actividad física de intensidad moderada por semana, o de 75 a 150 minutos de actividad física de intensidad vigorosa; niños y adolescentes deben participar en al menos una hora de actividad de intensidad moderada o vigorosa cada día).

Aunado a lo anterior, es **importante realizarse las pruebas de rutina según las recomendaciones de salud** para la posible detección y tratamiento oportuno de la enfermedad.



Ferlay J., Ervik M., Lam F., Colombet M., Mery L., Piñeros M., Znaor A., Soerjomataram I. B. F. (2020). *Global Cancer Observatory: Cancer Today*. Lyon, France: International Agency for Research on Cancer. <https://gco.iarc.fr/today>

INEGI. (2021, 4 de febrero). *Estadísticas a Propósito del Día Mundial Contra el Cáncer* [Comunicado de prensa núm. 15]. [https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2021/cancer2021\\_Nal.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2021/cancer2021_Nal.pdf)

Rock C. L., Thomson C., Gansler T., Gapstur S. M., McCullough M. L., Patel A. V., Andrews K. S., Bandera E. V., Spees C. K., Robien K., Hartman S., Sullivan K., Grant B. L., Hamilton K. K., Kushi L. H., Caan B. J., Kibbe D., Black J. D., Wiedt T. L., ... Doyle C. (2020). American Cancer Society guideline for diet and physical activity for cancer prevention. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, 70(4), 245-271. <https://doi.org/10.3322/caac.21591>

# ARTÍCULO

## Metástasis: ¿Cuándo y a dónde migrar?

Mayra Xochitl Durán-Maldonado y Jesús Campos-García



[https://www.freepik.com/premium-photo/oncology-cancer-cells-chemotherapy-treatment-malignant-human-body-caused-by-carcinogens-genetics-with-cancerous-cell-as-immunotherapy-symbol-medical-therapy\\_42092342.htm#query=met%C3%A1stasis&position=7&from\\_view=search&track=sph](https://www.freepik.com/premium-photo/oncology-cancer-cells-chemotherapy-treatment-malignant-human-body-caused-by-carcinogens-genetics-with-cancerous-cell-as-immunotherapy-symbol-medical-therapy_42092342.htm#query=met%C3%A1stasis&position=7&from_view=search&track=sph)

**Mayra Xochitl Durán-Maldonado.** Estudiante del Programa de Doctorado en Ciencias en Biología Experimental, Laboratorio de Biotecnología Microbiana del Instituto de Investigaciones Químico Biológicas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.

[xolduranzo@hotmail.com](mailto:xolduranzo@hotmail.com)

**Jesús Campos-García.** Profesor e Investigador, Laboratorio de Biotecnología Microbiana del Instituto de Investigaciones Químico Biológicas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.

[jesus.campos@umich.mx](mailto:jesus.campos@umich.mx)

**T**al vez, una de las cosas que más nos aterra en la actualidad, es enfermarnos de cáncer o que a algún ser querido se lo diagnostiquen. Recibir un pronóstico de este tipo es difícil de aceptar, pero lo es aún más cuando nos dicen que hay metástasis.

### ¿A qué se refiere esto?

La metástasis es la etapa crítica de la progresión del cáncer en la que las **células cancerosas se diseminan desde el sitio primario a diferentes partes del cuerpo**, lo que conlleva a incrementar el índice de mortalidad asociada con el tipo de cáncer

diagnosticado. Si bien, los tumores primarios pueden curarse mediante cirugía y terapia adyuvante, las células metastásicas **son muy resistentes a la terapia y pueden pasar desapercibidas durante largos períodos de tiempo**. Por lo tanto, un tratamiento efectivo depende en gran medida de la capacidad para tratar la metástasis, quedando así el pronóstico de los pacientes condicionado a la existencia o no de esta.

El cáncer se puede propagar a casi cualquier parte del cuerpo; sin embargo, ciertos tipos tienen más probabilidades de diseminarse a ciertas áreas. **Los sitios más comunes donde hace metástasis son los huesos, el hígado, el cerebro y los pulmones**. El concepto de que el patrón de propagación metastásica del cáncer no es aleatorio y que las células cancerosas exhiben preferencias al hacer metástasis en órganos, se remonta a 1889, cuando Steven Paget publicó su **hipótesis de «semilla y suelo»**. Propuso que la propagación de las células tumorales se rige por la interacción y la cooperación entre las células cancerosas (semilla) y el órgano huésped (suelo). Un sinnúmero de estudios

durante las últimas décadas ha proporcionado una mejor comprensión del proceso de propagación metastásica del cáncer.

### ¿Qué es la metástasis y cómo ocurre?

El cáncer ocurre cuando las células anormales del cuerpo humano se multiplican. A veces, estas células forman una masa llamada tumor. Cuando esas células **se propagan desde su lugar de origen y migran a otras partes del cuerpo**, se denomina metástasis. En otras palabras, cuando el cáncer ha hecho metástasis, nos referimos a que **se ha diseminado**. Cuando un tumor ha crecido demasiado, las células que lo componen comienzan a tener cambios fisiológicos y moleculares que le permiten desprenderse de ese tumor, **viajar por la sangre o los ganglios linfáticos y llegar a cualquier órgano o tejido del cuerpo**. Las células cancerosas requieren de una gran cantidad de energía, ya que se dividen muy rápidamente, entonces cuando el tumor es muy grande y los nutrientes (glucosa, oxígeno, factores de crecimiento, ácidos grasos o aminoácidos) ya no son suficientes para abastecer a todas

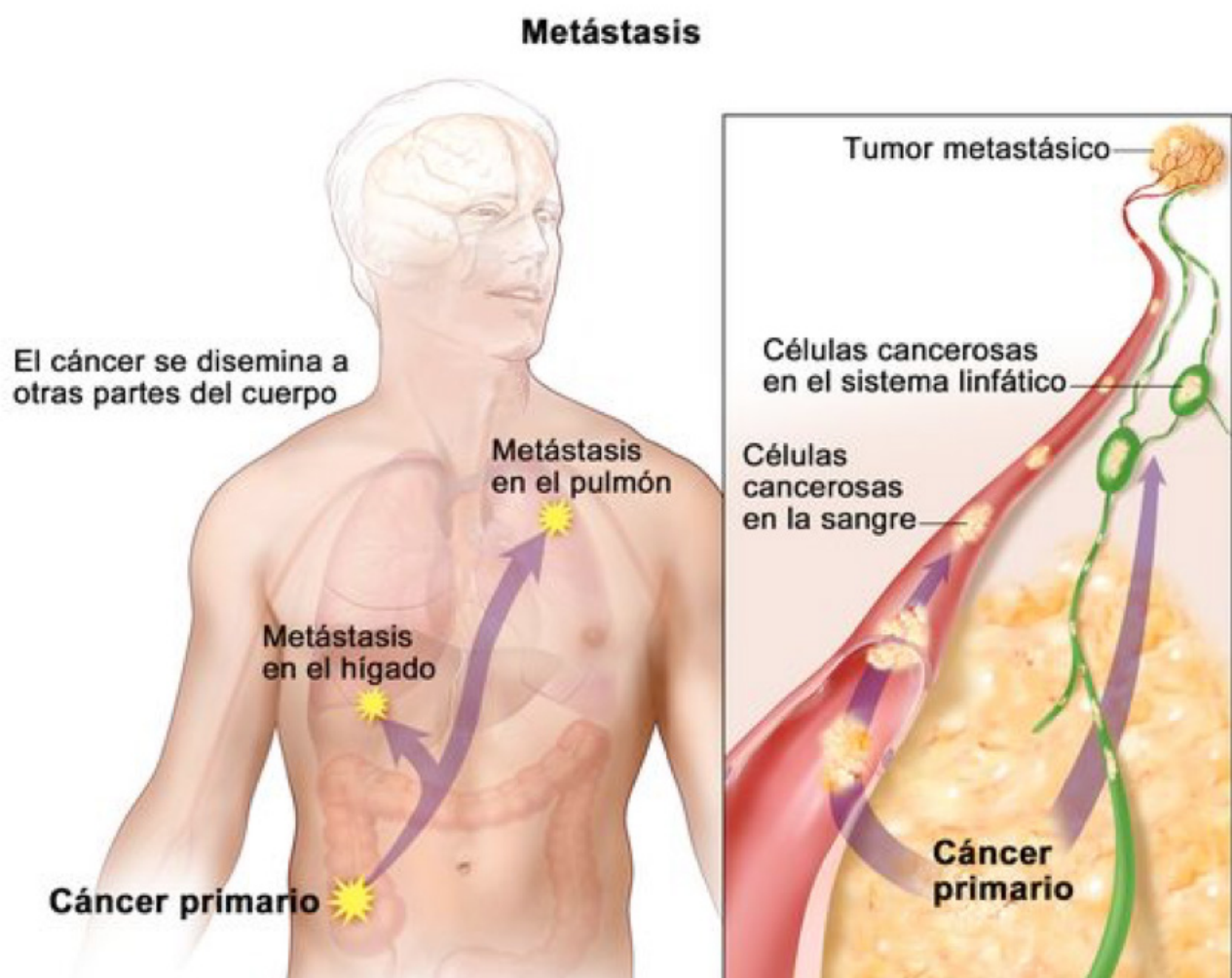
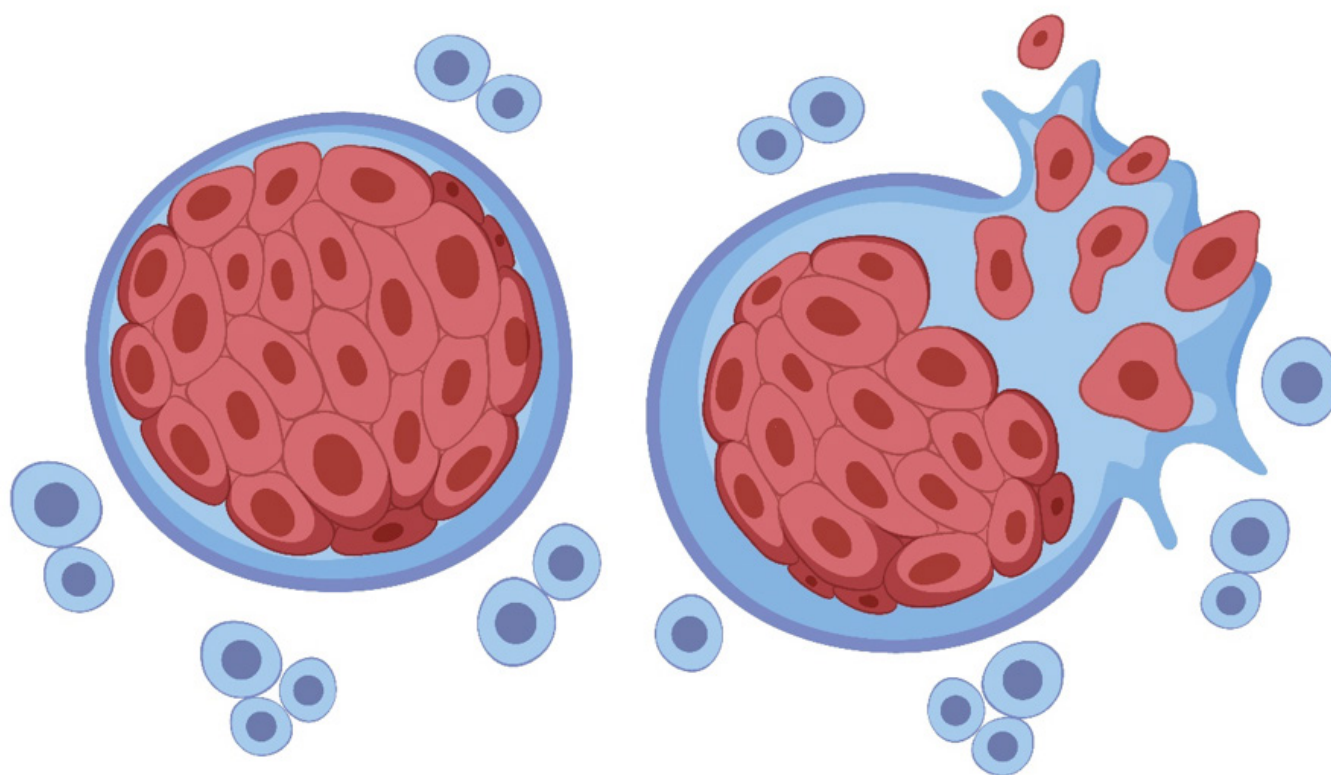


Imagen tomada de la página del Instituto Nacional del Cáncer (INC).



[https://www.freepik.com/free-vector/tumor-cell-cancer-development\\_39024234.htm#query=met%C3%A1stasis&position=4&from\\_view=search&track=sph](https://www.freepik.com/free-vector/tumor-cell-cancer-development_39024234.htm#query=met%C3%A1stasis&position=4&from_view=search&track=sph)

las células tumorales, estas buscarán expandirse y llegar a otros órganos y tejidos que les brinden todo lo necesario para seguir reproduciéndose.

Imagina que un tumor que inició en el tejido mamario, crece tanto que algunas células de este se desprenden, atraviesan los vasos linfáticos o sanguíneos que estén cerca, viajando a través de ellos y concluyendo en la **dispersión por todas las partes del cuerpo**, por ejemplo, en el pulmón, donde **se instalan las células cancerosas** y comienzan a dividirse descontroladamente, creando un **tumor secundario**. Estas células no son cáncer de pulmón porque provienen y siguen siendo del tejido mamario, pero ahora tienen capacidades diferentes que les permitieron sobrevivir al proceso de invasión y colonizar el nuevo nicho —el pulmón—. Con los cambios adquiridos para sobrevivir a este proceso, **estas células probablemente sean un poco más difíciles de aniquilar** con el tratamiento inicial. Se considera entonces al tumor mamario como cáncer primario y el del pulmón, como el sitio donde ocurrió el proceso de la metástasis.

Desafortunadamente, **la metástasis resulta en la muerte de la mayoría de los pacientes con cáncer**. En el momento de diagnosticarlo, al menos la mitad de los pacientes ya presentan enfermedad metastásica clínicamente detectable. Un mayor número de pacientes también presentará **micro-metástasis** que no es fácil de detectar con las téc-

nicas convencionales. Por lo tanto, **la metástasis es el evento que más amenaza la vida en pacientes con cáncer**.

La transferencia de células tumorales de un tumor primario a otro órgano o tejido, es un fenómeno multiescalonado, activo, continuo y complejo que involucra la **respuesta combinada tanto de células tumorales como de células normales**. Los pasos que dan lugar a las metástasis se pueden resumir en eventos que son conocidos como «cascada metastásica».

#### Cascada metastásica

La pérdida de la **capacidad de adhesión de las células tumorales es el primer paso para dar origen a una metástasis**, ya que permite que las células tumorales malignas se disocien de la masa tumoral primaria otorgándoles la movilidad necesaria para invadir. Una vez que ocurre esto, comienza la migración celular al interior de los vasos sanguíneos y/o linfáticos y, con ello, la diseminación de las células tumorales por el torrente circulatorio. El viaje por el torrente sanguíneo es uno de los puntos de selección clave para las células diseminadas. En este punto, las células deben sortear dos amenazas: por un lado, **evadir las defensas del huésped**; y por el otro, el **daño mecánico propio de atravesar la circulación**. Estas células tienen la capacidad de formar grupos (también llamados *clusters*) de 20

a 50 células, asociación que promueve la supervivencia de las células tumorales a través de su paso por el sistema circulatorio.

Una vez que la célula tumoral ha llegado a un punto probable de nueva invasión, estas salen del torrente sanguíneo e **infiltran el órgano de localización secundaria**. La colonización es la **etapa final de la metástasis** y reside en la habilidad de las células tumorales en adaptarse al nuevo microambiente. Para que las células tumorales sean capaces de dividirse y formar colonias, es necesario recrear las **características del microambiente del tumor primario**. Otro punto crucial para el crecimiento del tumor secundario es la **generación de nuevos vasos sanguíneos** (angiogénesis), siendo un punto crucial de este proceso, ya que el vaso sanguíneo dentro de la vecindad del tumor no solo proporcionará oxígeno y nutrientes al nuevo tumor, sino que también puede proporcionar una ruta para que otras células ingresen al sistema circulatorio y hagan metástasis en otros sitios.

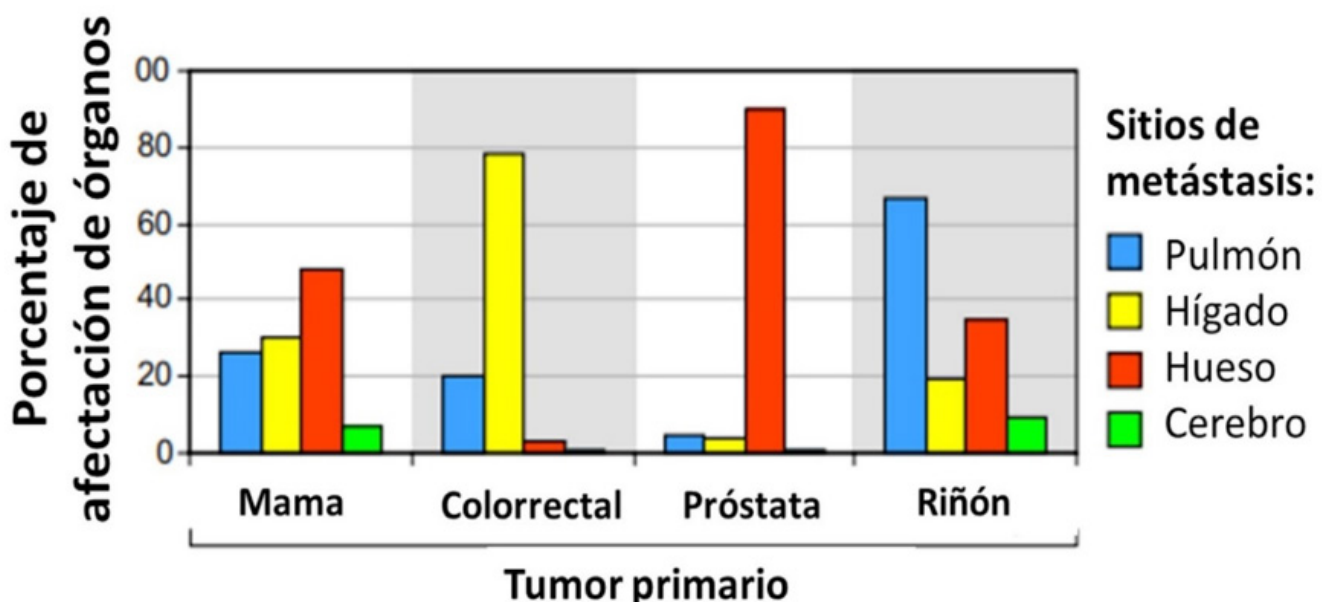
Los órganos de futuras metástasis **son modificados selectiva y activamente por el tumor primario antes de que ocurra la diseminación metastásica**. En la actualidad, se sabe que antes de la llegada de las células tumorales, los tumores preparan el terreno en el órgano que más tarde colonizarán. Diferentes investigaciones han revelado que los tumores **inducen la formación de un microambiente en órganos distantes** que promueven su supervivencia antes de la llegada de las células can-

cerosas. Este microambiente predeterminado se denomina **«nicho premetastásico»**.

Con toda la información recabada de los muchos pacientes con este tipo de enfermedades, los médicos e investigadores han logrado encontrar tendencias de los sitios de metástasis dependiendo de donde se originó el tumor primario, es decir, se sabe que el cáncer de mama y próstata, tienen una gran predisposición por hacer metástasis en huesos, pulmón y cerebro, mientras que el cáncer de ovario hará metástasis o invadirá preferentemente cavidad abdominal e hígado. Pero, entonces, ¿qué determina la preferencia de las células cancerosas por ciertos órganos?, ¿cómo determinan las células cancerosas dónde hacer metástasis y dónde no?... **¿Cuándo y a dónde migrar?**

### Teoría de la «semilla y suelo»

El origen celular, las propiedades intrínsecas del tumor, las afinidades tisulares y los patrones de circulación, determinan no solo los sitios de diseminación del tumor, sino también el curso temporal y la gravedad de la metástasis en órganos vitales. Investigaciones actuales sobre este tema, describen el tipo de características asociadas con las células tumorales metastásicas para preferir ciertos tejidos. Por ejemplo, se sabe que los factores más relevantes serán la presencia de ciertas moléculas o factores de crecimiento, las características metabólicas, la presencia de ciertos componentes del sistema inmunológico, o incluso las características



Patrones de distribución de metástasis asociado con diferentes tipos de cáncer (Tomada de Xin Lu et al. 2017).

genéticas que tienen las células tumorales invasoras. **A la afinidad por un tejido u órgano para desarrollar metástasis se le conoce como «organotropismo metastásico».**

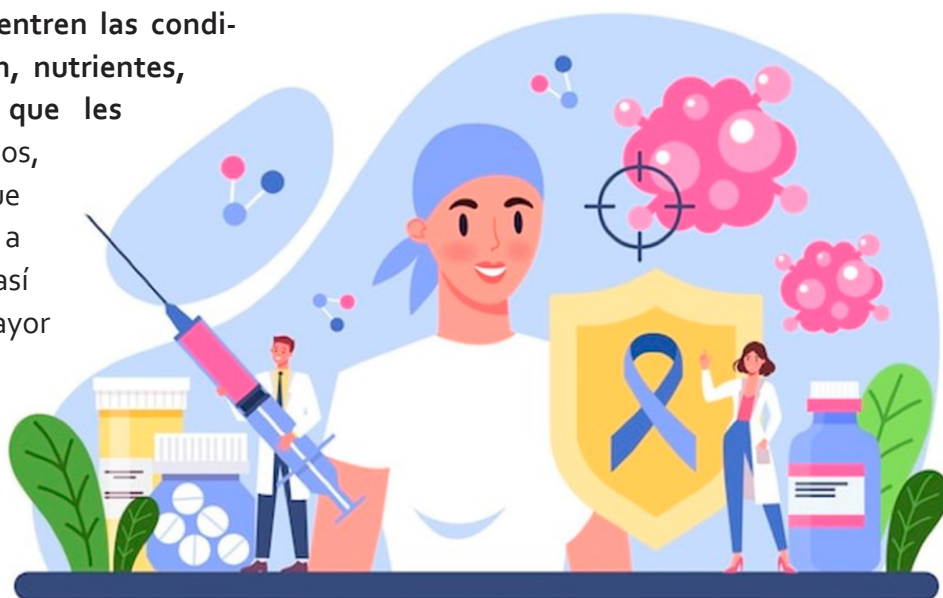
El organotropismo metastásico se puede explicar a través de la **teoría de la «semilla y suelo».** En sus estudios, Paget argumentó que la distribución de las metástasis no se debía al azar, y sugirió que la propagación de las células metastásicas era específica del órgano e involucraba la **interacción entre las células cancerosas y el órgano huésped.** Concluyó que las metástasis se desarrollaban únicamente cuando la semilla y el suelo eran compatibles.

Ahora analicemos el ejemplo más claro. Supongamos que tomamos semillas de una manzana y las vamos regando por todos los lugares por los que pasamos y a lo largo de muchos municipios de la región; aunque pongamos muchas semillas en todos esos lugares, estas únicamente germinarán en aquellos lugares donde el suelo tenga las condiciones óptimas de nutrientes, temperatura, humedad, etc. En el caso del cáncer, supongamos que, de un tumor de mama, se desprenden cierto número de células cancerosas y, a través de la sangre o la linfa, se dispersan por todo el cuerpo; a pesar de que serán capaces de llegar a todos los órganos y tejidos, **solo van a establecerse y a desarrollarse en aquellos sitios donde encuentren las condiciones óptimas de oxigenación, nutrientes, componentes inmunológicos que les beneficien, etc.** También sabemos, por ejemplo, que hay frutas que son más exigentes en cuanto a sus condiciones de crecimiento, así como hay tipos de cáncer con mayor

tendencia a progresar a metástasis. También es importante mencionar que a medida que avanza la enfermedad, las células comienzan a ser cada vez más heterogéneas, y así como muchas serán sensibles a los fármacos y morirán, un buen número no lo hará (quimio resistencia).

Entre más conozcamos la naturaleza de la enfermedad, tendremos mayor éxito para poder tratarla. Conforme se tiene mayor información sobre la metástasis, es posible pensar en nuevas opciones de tratamientos, cada vez más específicos y eficientes.

Prevenir la metástasis en pacientes de alto riesgo sería mucho mejor que tener que tratarla más tarde. Existen tratamientos para controlar la mayoría de los tipos de cáncer metastásico. A menudo, el **objetivo de los procedimientos de cáncer metastásico es controlarlo, deteniendo o ralentizando la progresión de la patología.** Si el cáncer metastásico es controlado, los pacientes podrán vivir por más años. Actualmente, los investigadores continúan buscando nuevas formas de inhibir o detener el crecimiento de las células cancerosas, además, existe un sinnúmero de estudios clínicos en fase tres (pruebas clínicas en pacientes voluntarios) de esquemas de tratamiento para cáncer en etapa avanzada o con metástasis.



sabermás

Curto C. (1999). El proceso metastásico. I: Invasión local de la matriz extracelular. *Actas dermo-sifiliográficas (Ed. impresa)*, 90(4), 143-155. <https://www.actasdermo.org/es-pdf-13003470>

Gao Y., Bado I., Wang H., Zhang W., Rosen J.M. y Zhang X. H. F. (2019). Metastasis organotropism: redefining

the congenial soil. *Developmental Cell*, 49(3), 375-391. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31063756/>

González A. G., Silva E., Montero S., Rodríguez D. J., Mansilla R. y Villar J. M. N. (2020). Metástasis: Un hito para el conocimiento, un reto para la ciencia. *Revista Cubana de Medicina*, 59(1), 1-20. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-75232020000100006](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75232020000100006)



## ARTÍCULO

## Detección de cáncer: ¿Por perros, hormigas y gusanos?

J. Betzabe González-Campos



<https://pixabay.com/es/photos/amigos-perro-mascota-traje-de-mujer-3042751/>

**J. Betzabe González-Campos.** Profesora e investigadora del Instituto de Investigaciones Químico Biológicas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México.

[betzabe.gonzalez@umich.mx](mailto:betzabe.gonzalez@umich.mx)

**E**staba en una sala de espera en un lugar donde había una perrita de raza labrador, y me sorprendió mucho su insistencia de acercarse a mí y de mantener contacto físico, de tal forma que posó su barbilla en mi rodilla derecha muy tiernamente, manteniendo siempre contacto visual, lo cual me generó mucha curiosidad y, por qué no, me enterneció. En ese momento me puse a pensar en lo tiernos y serviles que son los perros, y en todas las formas y ámbitos que han ayudado y ayudan a los humanos.

Desde hace muchísimos años **los perros han sido entrenados para varias tareas de ayuda a los humanos**, como perros guía para personas ciegas o con debilidad visual, como parte de terapias o mascotas para niños con autismo y, por supuesto, aprovechando su amplio sentido del olfato, para la detección de estupefacientes y explosivos. Pero, **¿sabías que los perros pueden «oler el cáncer»?**

### Nuestro olor personal

Es bien sabido que cada uno de nosotros poseemos un olor corporal particular. ¿Te has dado cuenta que tan diferente huele tu mamá, respecto de tu papá? o ¿Tus amigos?, y si es el caso, ¿tus hijos? Posiblemente te mirarán raro si llegas a olerlos para comprobarlo, y no te pediré que lo hagas, pero es muy probable que ya lo hayas notado. Nuestro olor corporal proviene de la **emisión de sustancias volátiles**, las que exudamos por los poros de nuestra piel, y nuestro olor dependerá, además, de nuestra **edad** (un ejemplo claro es el olor a bebé), de nuestra **dieta**, etc.

Nuestro sudor en sí es esencialmente inodoro, sin embargo, algunos productos de la digestión son eliminados a través de nuestra piel y muchos de los olores que exudamos están relacionados con este proceso; **tras la descomposición del sudor por bacterias y los hongos que normalmente residen en la piel, se desprende el mal olor**. Si consumimos ajo, cebolla, carnes rojas, pescado o alcohol, nuestro cuerpo los procesará y generará productos de desecho, en particular, todos ellos de mal olor, los cuales exudaremos por los poros de nuestra piel y también se reflejará en nuestro aliento. No obstante, estos pueden mejorar con el consumo de frutos como la piña, naranja, fresa y manzana, o productos de romero, clorofila, menta y cardamomo. Pero, **¿sabías que las enfermedades también generan un olor característico?**

### El olor de las enfermedades

A lo largo de los años, los científicos han descubierto que **algunas enfermedades generan un olor particular**, el ejemplo más claro es el **pie de**



[https://pixabay.com/es/photos/search/sudor/?manual\\_search=1](https://pixabay.com/es/photos/search/sudor/?manual_search=1)



<https://www.webconsultas.com/noticias/mascotas/adiestrar-perros-para-detectar-enfermedades-metabolicas-y-cancer>

**atleta**, ya que las personas lo relacionan con el olor a **queso**, debido a la infección por el hongo que la causa. Pero, también se ha descrito que la orina de una persona que padece **diabetes** desprende un olor a **fruta o manzanas podridas**, mientras que el olor corporal de las personas con **tifus**, que es una enfermedad provocada por una bacteria llamada *Rickettsia typhi*, es parecido al del **pan horneado**. El aliento de una persona con **insuficiencia renal** huele a **amoníaco u orina**, mientras que el de una persona con enfermedad **hepática grave** huele a **moho, ajo o huevos podridos**. Incluso, se ha reportado que cuando una persona está estresada, genera compuestos malolientes.

Estos olores **se producen por cambios en nuestro metabolismo**, ya que, si enfermamos, producimos sustancias diferentes o los niveles de algunas sustancias comunes cambian en nuestro sistema.

Como muchas otras enfermedades, **los cánceres dejan rastros** específicos, o firmas de **olor en el cuerpo y en las secreciones corporales de una persona**. Las células cancerosas, o células sanas afectadas por el cáncer, producen y liberan un olor característico. Las células cancerosas poseen un metabolismo energético celular desregulado que **produce compuestos** orgánicos volátiles que pueden actuar como **biomarcadores** (sustancia utiliza-

da como indicador de un estado biológico) para el diagnóstico del cáncer.

#### **Estudios sobre detección de cáncer por perros**

Desde finales de la década de los noventa del siglo pasado, algunos investigadores reportaron estudios acerca de la detección de cáncer por perros entrenados, empleando diferentes materiales biológicos, como orina, aliento, heces o tejidos de tumores cancerosos. En 2013, se publicó un estudio en la revista *BMC Cancer* sobre el uso de dos **perros Schnauzer entrenados** (durante dos años, previo al estudio) para la detección de cáncer de ovario, olfateando la sangre de pacientes con esta enfermedad. Los perros mostraron una sensibilidad del 97 % para detectar células cancerosas viables o marcadores moleculares de cáncer en el plasma de las pacientes. En este estudio, los investigadores observaron que los perros empleados eran capaces únicamente de detectar cáncer de ovario y no otro tipo de cáncer ginecológico, lo que los hizo pensar que los diferentes tipos de cáncer tienen olores diferentes. Pero también destacan que el número de pacientes analizadas fue limitado.

En otro estudio realizado en 2021, investigadores alemanes usaron una combinación de muestras de orina y aliento de pacientes con cáncer de pulmón, empleando perros de raza labrador entre-

nados, los cuales predijeron correctamente 40 de 41 muestras de cáncer, lo que representa el 97.6 % de efectividad. Y, algo sumamente interesante es que, al utilizar únicamente muestras de orina, el porcentaje bajó a 87.8 %, mientras que con muestras solo de aliento, el porcentaje de detección fue del 78 %. Los investigadores indican que **la detección se lleva a cabo por la presencia de compuestos orgánicos volátiles**, los cuales pueden ser detectados por los perros a través del olfato. Y concluyen que «La detección olfativa de cáncer de pulmón por perros entrenados específicamente, es altamente sugerente para ser una herramienta simple y no invasiva para detectar cáncer de pulmón» y que «para llevar este enfoque a la práctica, es necesario identificar más compuestos objetivo».

Pero no solo los perros pueden «oler el cáncer», ¡también las hormigas y los gusanos!

#### Detección de cáncer empleando hormigas y gusanos

Un estudio publicado en marzo de 2022 en la revista *iScience*, indica que las **hormigas de la es-**

**pecie *Formica fusca*** pueden detectar las células cancerosas a través del olor de compuestos orgánicos volátiles, ya que estos **insectos también tienen muy desarrollado el sentido del olfato**. Esto lo hicieron empleando un método de recompensa debido a que, de acuerdo a los investigadores, las hormigas pueden ser fácilmente entrenadas. Estas investigaciones mostraron que las hormigas son capaces de identificar y diferenciar células de cáncer de ovario y de mama, además de ser **capaces de discriminar el olor de células sanas**. Los hallazgos sugieren que usar hormigas como herramientas vivas para detectar el cáncer humano es factible, rápido y menos laborioso que usar otros animales.

Por su parte, investigadores de la Universidad de Myongji, en Corea, presentaron, en marzo de 2022, los resultados de su investigación en la Reunión de la Sociedad Estadounidense de Química, en donde indicaron que los **gusanos nemátodos *Caenorhabditis elegans*** pueden «oler» el **cáncer de pulmón**. Ellos emplearon *chips* con 50 gusanos y los colocaron en una caja Petri, donde en un extremo colocaron células cancerosas y en el otro células



[https://es.wikipedia.org/wiki/Formica\\_rufa](https://es.wikipedia.org/wiki/Formica_rufa)

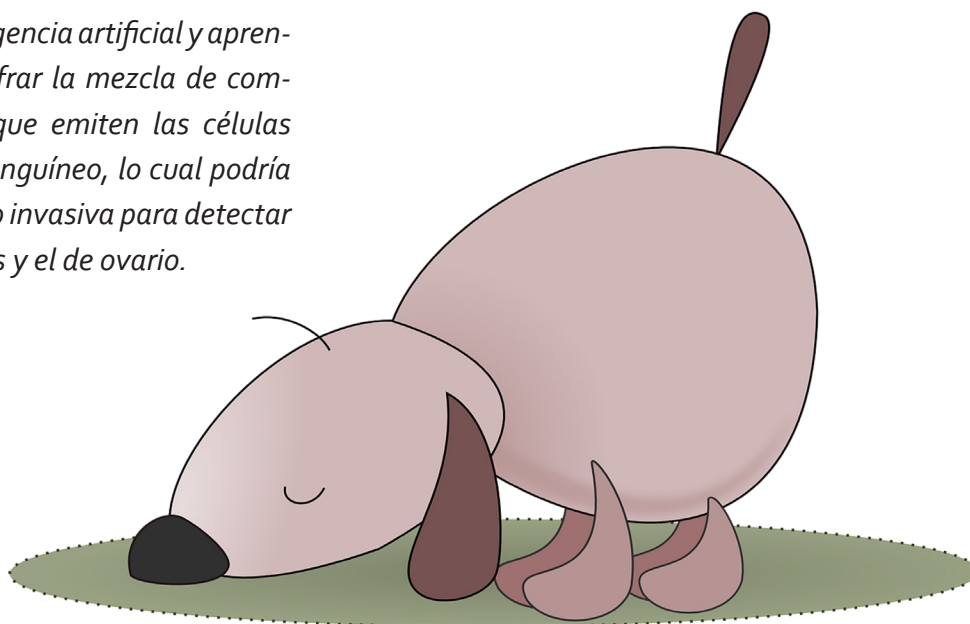
sanas. Después de una hora observaron que, alrededor del 70 % de los gusanos, se desplazaron hacia el extremo de las células con cáncer, y estiman que este porcentaje puede aumentar con un adecuado *entrenamiento* de los gusanos. Los resultados sugieren que la detección se lleva a cabo por la **atracción de los gusanos por un compuesto orgánico volátil llamado 2-etil-1-hexanol, el cual tiene una esencia floral.** Interesante, ¿no?

### Herramientas electrónicas para la detección de cáncer

Basados e inspirados en **estudios previos sobre la detección del cáncer por animales**, en 2021, investigadores de la Universidad de Penn, desarrollaron una **herramienta de prueba de «olor»** la cual detectó el cáncer de ovario con un 96 % de efectividad. Indican que:

*esta herramienta utiliza inteligencia artificial y aprendizaje automático para descifrar la mezcla de compuestos orgánicos volátiles que emiten las células en las muestras de plasma sanguíneo, lo cual podría servir como una alternativa no invasiva para detectar cánceres, como el de páncreas y el de ovario.*

Como puedes ver, el mundo de la ciencia es increíble y la inspiración a través de la observación e investigación de cómo funcionan la naturaleza y otros seres vivos, puede llevar al desarrollo de tecnología sumamente útil, la cual, una vez validada, podría servir en gran medida a la detección de muchos tipos de cáncer para así poder ayudar a muchas personas a la **detección temprana de esta enfermedad de manera simple, no invasiva y libre de efectos secundarios.**



Acero P., Merizalde M. y Acero V. (2012). Entrenamiento de perros para la detección de cáncer en humanos mediante el olfato. *Una Salud. Revista Sapuvet de Salud Pública*, 3(1), 71-82. <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1016&context=us>

Fernández-Gómez A. (2013). Aliento y cáncer. *Multimed*, 17(4) 1-5. <http://www.revmultimed.sld.cu/index.php/mtm/article/view/321/449>

Piqueret B., Bourachot B., Leroy C., Devienne P., Mehta-Grigoriou F., d'Ettoire P y Sandoz J. C. (2022). Ants detect cancer cells through volatile organic compounds. *iScience*, 25(3), 103959. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2589004222002292#:~:text=Insects%2C%20such%20as%20ants%2C%20have,by%20gas%20chromatography%2Fmass%20spectrometry.>

# ARTÍCULO

## Microbiota específica en mujeres: Importancia de la salud genital

J. Betzabe González-Campos



[https://pixabay.com/es/photos/search/menopausia/?manual\\_search=1](https://pixabay.com/es/photos/search/menopausia/?manual_search=1)

**J. Betzabe González-Campos.** Profesora e investigadora del Instituto de Investigaciones Químico Biológicas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.

[jbgonzalez@umich.mx](mailto:jbgonzalez@umich.mx)

**A** lo largo de nuestra vida, las mujeres experimentamos varios **cambios fisiológicos naturales**, todos ellos relacionados a cambios hormonales. Primero la **pubertad**, donde tiene lugar la gran transformación, que incluye el crecimiento de los pechos, el ensanchamiento de las caderas y la llegada de la menstruación, acompañada de los cambios en el estado de ánimo, lo cual será parte de nuestra vida durante algunos años. Después, si es el caso, el **embarazo**, que conlleva el aumento de peso, del tamaño de los pechos y del

volumen abdominal, hiperpigmentación en algunas zonas, náuseas, cambios cardiovasculares, gastrointestinales, hematológicos y demás. Y, al final, la tan temida **menopausia**.

Pero, ¡no estamos solas en esto! Existe un ecosistema en nuestro cuerpo que es muy solidario y también cambia mientras las mujeres experimentamos los cambios en nuestro cuerpo en cada una de estas etapas... Estoy hablando de un ecosistema específico llamado **microbiota vaginal**.

### ¿Qué o quiénes conforman este ecosistema?

El término **microbiota** se refiere al **conjunto de hongos, bacterias, arqueas, virus y parásitos** que residen en nuestro cuerpo y que son parte fundamental para el buen funcionamiento de nuestro sistema inmune. Estos microorganismos están presentes en varias partes de nuestro cuerpo, como en el intestino —seguramente ya lo sabes—, pero también en el tracto respiratorio (pulmones y bronquios), en la piel, en las orejas, en la nariz y en la boca. En las mujeres se encuentra también la microbiota vaginal ¿Lo sabías?

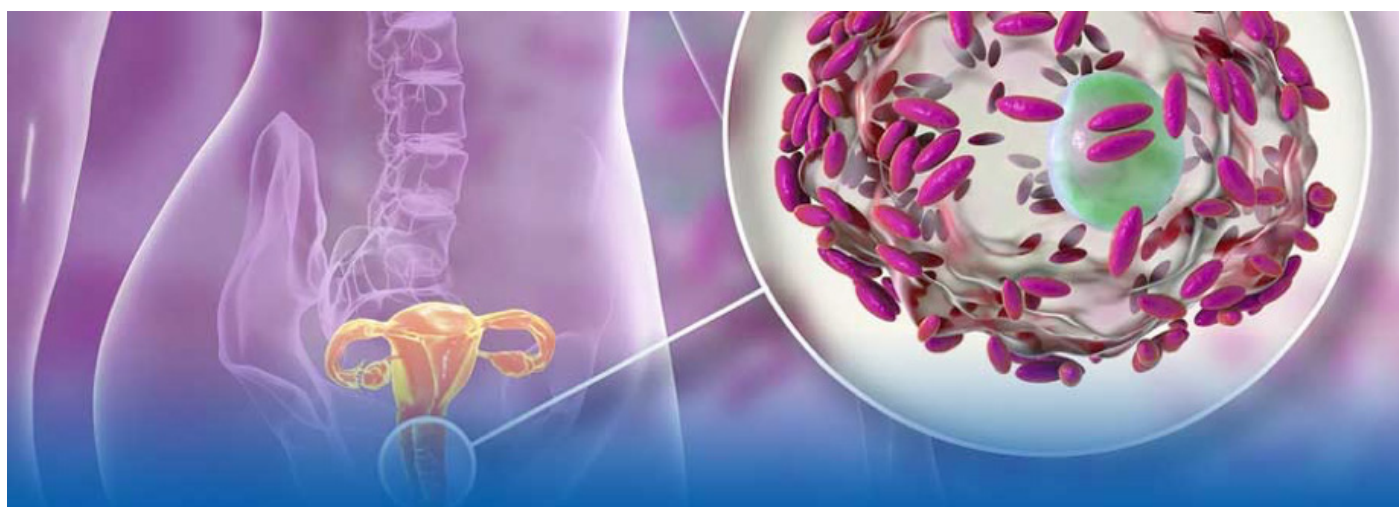
La microbiota vaginal está compuesta especialmente por *Lactobacillus crispatus*, *L. jensenii* y *L. gasseri*. Estos Lactobacilos **protegen la mucosa vaginal ante la presencia de microorganismos dañinos** que pueden provocar enfermedades, y son los responsables de la producción del ácido láctico y del peróxido de hidrógeno, compuestos que contribuyen al mantenimiento del **valor saludable del pH vaginal**, el cual, a su vez, es un factor clave para no presentar enfermedades en esta zona, así como de la creación de un microambiente en el que se previene el ataque y el crecimiento de microorganismos dañinos.

La composición de la microbiota vaginal varía dependiendo de la zona de la vagina, del momento del ciclo menstrual y de la actividad sexual. Existen estudios consistentes que demuestran que la **menstruación** es uno de los factores que **afectan la microbiota vaginal** de manera considerable, con grandes reducciones de la población de *Lactobacilos* durante este proceso fisiológico.

Al igual que la microbiota intestinal, por diferentes factores, la microbiota vaginal puede alterarse y ser desplazada por organismos indeseables. **Al desbalance de este ecosistema se le denomina disbiosis vaginal**, el cual puede provocar **infecciones bacterianas**; infecciones del **tracto urinario inferior** con síntomas realmente molestos y dolorosos; **candidiasis**, la cual provoca ardor, comezón, irritación y flujo vaginal con mal olor; **tricomoniasis**, una enfermedad de transmisión sexual; e incluso aumenta el riesgo de infección por el **virus de inmunodeficiencia humana (VIH)** y del **papiloma** que, a su vez, aumenta el riesgo de padecer cáncer de cuello uterino. Las condiciones en que se encuentre el entorno de la vagina no solo están relacionadas a síntomas genitales, también pueden **afectar la concepción**, ya que no se proporciona el ambiente adecuado para llevar a término un embarazo y aumentar el riesgo de malignidades ginecológicas.

### La microbiota vaginal y la etapa de la vida en la que se encuentre la mujer

El ecosistema vaginal es un **sistema dinámico que cambia en cada etapa de la vida** de la mujer, ya que depende de los niveles de hormonas sexuales, del ciclo menstrual, del pH vaginal, de la respuesta inmune y del contenido de **glucógeno** en el **epitelio vaginal**. A su vez, la cantidad de **glucóge-**



<https://infoprobios.com/importancia-de-la-microbiota-vaginal/>



<https://www.bbc.com/mundo/noticias-57670481>

no en la zona vaginal es dependiente de la cantidad de *estrógenos*, hormonas sexuales, principalmente femeninas, producidas por los ovarios.

El aumento repentino de los niveles de hormonas sexuales **durante la pubertad**, se asocia con una **menor diversidad de microbiota vaginal**, lo cual sugiere que el aumento de las hormonas sexuales en la pubertad crea un nuevo entorno, dando forma a los *microbiomas* intestinales y vaginales de las mujeres adultas.

En **mujeres embarazadas**, la microbiota vaginal evoluciona a una comunidad más estable conforme el embarazo avanza, presentándose una **mayor abundancia de lactobacilos** en el último trimestre para proteger de infecciones el canal del parto. Por otro lado, se ha observado que el desbalance de la microbiota vaginal está relacionado con partos prematuros espontáneos.

Al llegar a la **menopausia**, la producción de *estrógenos* disminuye y la producción de *glucógeno* se altera, lo que **reduce la cantidad de especies de lactobacilos**. Los cambios asociados a la menopausia producen un aumento de la biodiversidad y del pH vaginal. En particular, estos cambios en el ecosistema vaginal relacionados con la menopausia han comenzado a ser un tema de investigación de gran interés, debido al aumento de los síntomas genitourinarios experimentados por mujeres que están en esta etapa de la vida.

### Microbiota vaginal y la menopausia

Aproximadamente, la mitad de las mujeres posmenopáusicas occidentales han experimentado síntomas relacionados a la atrofia vulvovaginal y a los denominados *síntomas genitourinarios de la menopausia*, que incluyen ardor, sequedad, irritación, comezón, infecciones urinarias, entre otras. Es por eso que muchos investigadores se han centrado en comprender la interacción entre la microbiota vaginal y la menopausia, lo que promete abordar este problema bajo nuevas interpretaciones para aliviar estos molestos síntomas de la menopausia y mejorar la calidad de vida de las mujeres en esta etapa.

Un hecho reconocido es que: **cuidar la microbiota vaginal ayuda a reducir los síntomas de la menopausia**. Un estudio de 2018, indicó que las mujeres que tenían una microbiota dominante de *lactobacilos* experimentaron la mayor mejora en los síntomas más molestos de la menopausia. Los *lactobacilos* parecen disminuir con los cambios menopáusicos, pero pueden restaurarse con terapia de reemplazo hormonal en mujeres posmenopáusicas. Otra forma de abordar estos problemas es con el uso de **probióticos vaginales**... Sí, leíste bien, «probióticos vaginales».

### Probióticos vaginales

A menudo se recetan antibióticos y antifúngicos para el tratamiento de las enfermedades va-



ginales provocadas por bacterias y por *candidiasis* vulvovaginal, enfermedades muy comunes en mujeres que están experimentando la menopausia. Pero estos, generalmente, no son la opción más efectiva, ya que al ingerirlos afectan de manera negativa la población de microorganismos buenos, por lo que no son la respuesta para el tratamiento o la prevención a largo plazo.

Pero, así como es posible el consumo de probióticos para mejorar el estado de nuestra microbiota intestinal, también existen probióticos vaginales, los cuales **pueden ayudar a restaurar el ecosistema vaginal**. Los probióticos parecen ser prometedores en el reequilibrio de la microbiota vaginal **durante las fases de la menopausia**. Por eso, su uso combinado con antibióticos y antifúngicos, es un tratamiento que actualmente ha mostrado prevenir la recurrencia de estas infecciones en **mujeres con niveles bajos de estrógeno**.

Los probióticos destinados a la salud vaginal se consideran medios naturales y seguros para equilibrar la composición y el apoyo a la microbiota vaginal. Se encuentran disponibles en forma de **cápsulas, supositorios vaginales y geles**. En las aplicaciones vaginales, los probióticos se aplican directamente en el sitio de acción, mientras que los orales deben pasar primero por el tracto gastrointestinal antes de migrar al tracto vaginal. Las

investigaciones han mostrado que ambas vías de aplicación son eficaces, pero se ha reportado que los probióticos administrados por vía oral, pueden proporcionar efectos beneficiosos adicionales para la salud vaginal debido a que, al equilibrar la microbiota intestinal, se puede inhibir o prevenir la ascensión de patógenos urogenitales desde el recto hasta el tracto urinario.

Como todas las investigaciones respecto a los medicamentos y suplementos, las referidas a los probióticos vaginales es continua, y **existe una gran variación entre los estudios en términos de tipos y combinaciones de probióticos utilizados**, y de la población objetivo por etnia y etapa de vida. Incluso, una posibilidad para las mujeres que padecen *disbiosis* vaginal podría ser el **trasplante de microbiota vaginal de mujeres sanas**, tal y como se ha aplicado con éxito el trasplante de microbiota fecal para tratar infecciones del tracto digestivo, pero las investigaciones al respecto siguen.

**¿Cómo mantener una microbiota vaginal sana en todas las etapas de la vida, pero en especial durante la menopausia?**

Cuando una mujer está experimentando la menopausia, es importante comenzar a **prestar atención a la humedad y al equilibrio del pH** para mantener una buena salud vaginal a través de estos



<https://www.lavanguardia.com/vivo/psicologia/20210607/7503436/sintomas-perimenopausia.html>

cambios naturales y así conservar una buena calidad de vida. El consumo de una **dieta equilibrada** también es clave para mantener las funciones corporales en un estado de estabilidad en cualquier etapa de nuestra vida. Especialmente, el consumo excesivo de azúcares y carbohidratos no es recomendable, ya que pueden favorecer el crecimiento de bacterias patógenas en el tracto intestinal y urinario.

Las mujeres que atraviesan una etapa tan importante como lo es la menopausia, deben poner énfasis en estos aspectos. Hay que **evitar el uso de duchas y aspersores vaginales**, es recomendable el **uso de ropa interior de fibras naturales** como el algodón y mantener la zona genital limpia y seca. El consumo de **alcohol y tabaco** también afecta la dinámica de la microbiota vaginal, por lo que hay que **evitar o moderar**

**su consumo**. Respecto a los hábitos sexuales, las parejas sexuales múltiples son un factor de riesgo conocido de padecimientos de vaginitis bacteriana y de la reducción de los lactobacilos vaginales. Además, mantener una lubricación adecuada y **extremar la higiene durante las relaciones sexuales** es muy importante.

Finalmente, si eres mujer y estás experimentando síntomas genitourinarios de la menopausia, el **chequeo ginecológico con un especialista** es de gran importancia, ya que es quien puede brindarte la atención, el diagnóstico y el tratamiento adecuados, a la vez que determinará si el uso de probióticos es recomendable.



Lehtoranta L., Ala-Jaakkola R., Laitila A. y Maukonen J. (2022). Healthy vaginal microbiota and influence of probiotic across the female life span. *Frontiers in microbiology*, 3, 819958, 1-17. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9024219/>

Martín R., Soberón N., Vázquez F. y Suárez J.E. (2008). La microbiota vaginal: Composición, papel protector, patología asociada y perspectivas terapéuticas. *Enfermedades Infecciosas Microbiología Clínica*, 26(3), 160-167. [https://www.elsevier.es/es-revista-enfer-](https://www.elsevier.es/es-revista-enfermedades-infecciosas-microbiologia-clinica-28-articulo-la-microbiota-vaginal-composicion-papel-So213005X08726806)

[medades-infecciosas-microbiologia-clinica-28-articulo-la-microbiota-vaginal-composicion-papel-So213005X08726806](https://www.elsevier.es/es-revista-enfermedades-infecciosas-microbiologia-clinica-28-articulo-vaginosis-microbiota-vaginal-So213005X1830380X)

Vázquez F., Fernández-Blázquez A. y García B. (2018). Vaginosis. Microbiota vaginal. *Enfermedades Infecciosas Microbiología Clínica*, 37(9), 592-602. <https://www.elsevier.es/es-revista-enfermedades-infecciosas-microbiologia-clinica-28-articulo-vaginosis-microbiota-vaginal-So213005X1830380X>

## ARTÍCULO

### Retinopatía diabética: Una visión de la enfermedad

Anel Gómez-García y María Cristina Maldonado-Pichardo



<https://pixabay.com/es/photos/ojo-vasos-rostro-hombre-cerrar-7015058/>

**Anel Gómez-García.** Investigadora del Centro de Investigación Biomédica de Michoacán (CI-BIMI)-IMSS. Morelia, Michoacán.  
[anel.gomez@imss.gob.mx](mailto:anel.gomez@imss.gob.mx)

**María Cristina Maldonado-Pichardo.** Investigadora Asociada PRONACES.  
[qfbcristinamaldonado@hotmail.com](mailto:qfbcristinamaldonado@hotmail.com)

**A** inicios de cada año, siempre tenemos muchas expectativas y propósitos, entre ellos, cuidar nuestra salud y quizá viajar a aquellos lugares donde se han vivido momentos alegres e inolvidables, o visitar algún lugar para ver, por ejemplo, la inmensidad del mar o quizá para admirar la imponente belleza de los árboles.

Para poder ver y observar las maravillas del día a día, contamos con el **sentido de la vista** que es la **principal herramienta** que tenemos para **acumular conocimientos acerca del medio que nos rodea**, y no solo eso, es el principal sentido que nos

alerta sobre algún peligro, por lo que su valor es insustituible.

En este artículo te presentamos una visión de la **retinopatía diabética**, una **enfermedad asociada a la diabetes mellitus** que conlleva a la disminución o a la pérdida de este sentido tan importante: la vista. Para comenzar, describiremos la anatomía del ojo y daremos importancia a la retina.

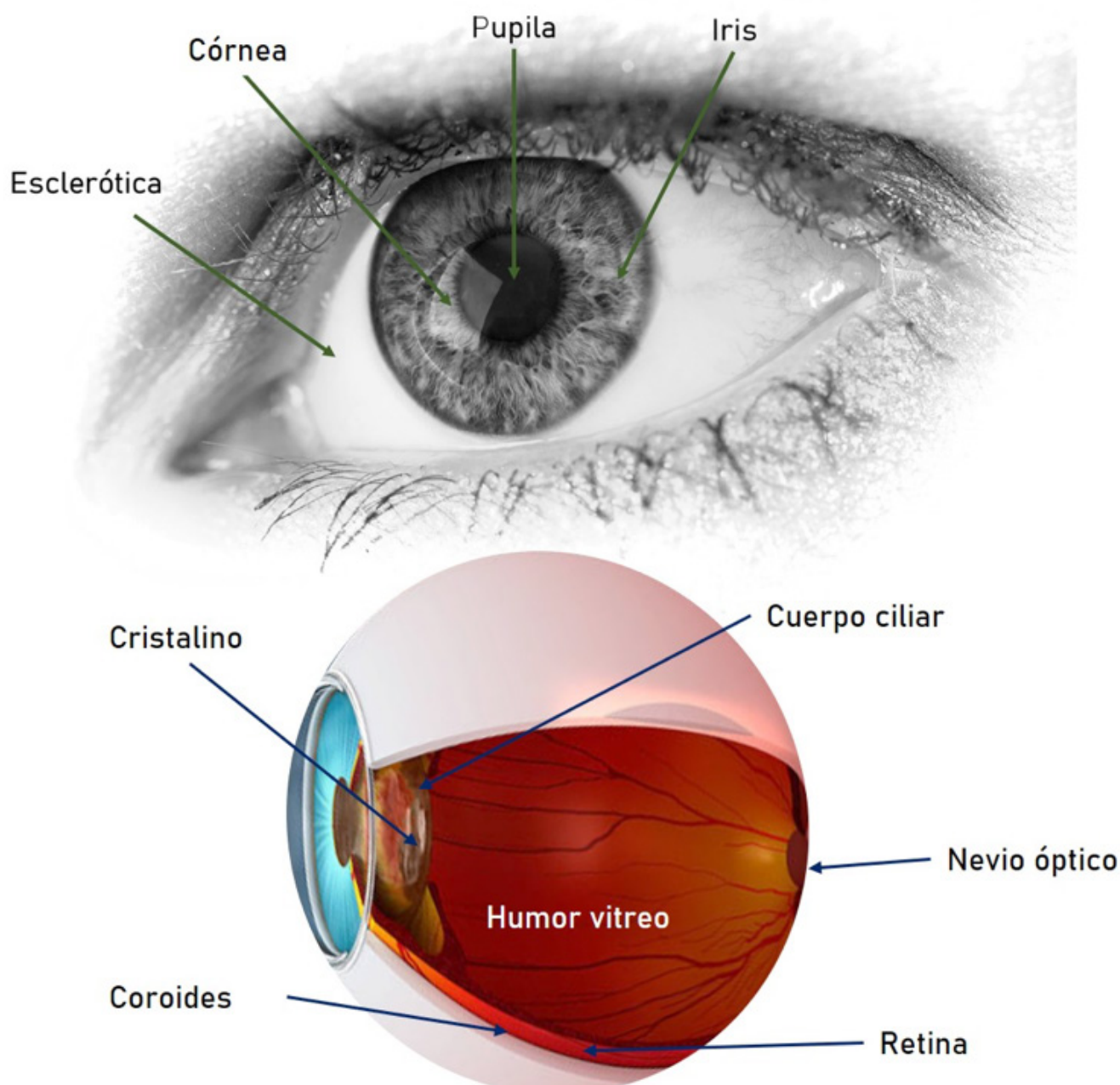
### ¿Cómo están formados los ojos?

Los ojos tienen forma cilíndrica como una pelota pequeña y se dividen en tres capas, las cuales describiremos de afuera hacia adentro. En la **primera capa externa** tenemos a la esclerótica y a la córnea. La **esclerótica** es la parte blanca que vemos de nuestros ojos y ayuda a **mantener la forma** del mismo, a la vez que une las fibras delgadas de mús-

culos que **permiten al ojo moverse**. Por su parte, la **córnea** es una **capa transparente que recubre a la pupila y al iris**.

La **segunda capa** está conformada por la pupila, el iris, las coroides, el cuerpo ciliar y el cristalino. La **pupila** es el centro del ojo y es por donde entra la luz, el **iris** que es la parte que le da la tonalidad de color a nuestros ojos y sirve para protegerlo del exceso de luz, la **coroides** contiene vasos sanguíneos para alimentar al ojo, el **cuerpo ciliar** une al iris con la coroides y permite las contracciones del cristalino, este último es una estructura que, dependiendo de la forma que adopte, sirve a la retina para enfocar las imágenes.

Por último, internamente tenemos una **tercera capa** conformada por el humor acuoso, el humor vítreo y la retina. El **humor acuoso** es un líquido que





<https://pixabay.com/es/photos/los-ojos-de-verificaci%C3%B3n-optometr%C3%ada-5091178/>

permite al ojo obtener nutrientes y oxígeno, el **humor vítreo** es una especie de gel transparente que rellena el interior del ojo y sirve para proteger la **retina**, la cual se encuentra en la parte más interna y se considera la parte más importante, ya que su función radica en ser un tejido sensible a la luz que sirve como intermediario para poder ver.

**Pero, ¿cómo es el mecanismo para que esto suceda?**

El ojo humano es capaz de **captar las ondas de luz que nos rodean**, para ello la luz entra por la pupila, el iris que lo rodea se abre o cierra para regular la cantidad de luz que pasa a través de este y el cristalino cambia su forma para poder enfocar esa luz y, a su vez, transmitirla a la retina.

La retina está formada por células sensibles a la luz o fotorreceptoras conocidas como conos y bastones: los **conos captan las señales a color**, mientras que los **bastones captan lo que es en blanco y negro**, en la parte central de la retina se encuentra una estructura amarillenta conocida como **mácula** y en su centro se contiene la fovea

que permite al ojo tener la máxima capacidad visual, es decir, es la parte que **nos permite enfocar los detalles más finos**. Una vez procesada esta información, la señal que captó la retina se conecta directamente con el nervio óptico desde donde llega al cerebro y así, este último, puede **interpretar esa onda de luz como una imagen**.

**¿Qué le pasa a nuestra vista cuando tenemos una enfermedad como la diabetes?**

Todos sabemos que la diabetes mellitus es una enfermedad que se ha extendido tanto que bien podríamos clasificarla como una **pandemia silenciosa**. Muchas personas son diabéticas y no lo saben, ya que la aparición de los síntomas puede presentarse de manera leve y gradual, por lo que **el diagnóstico se da cuando ya han aparecido complicaciones**. Orinar frecuentemente, tener mucha sed y hambre, o sentirse cansado, pueden no asociarse como síntomas de esta enfermedad; sin embargo, deberíamos tenerlos en cuenta como signos de alarma de que algo no está del todo bien. La diabetes es la **cuarta causa de muerte a nivel**

mundial y la principal causa de enfermedades en el corazón, en el riñón, de amputaciones de los pies y de la pérdida de visión en adultos.

Cuando una persona tiene diabetes, los niveles de glucosa en sangre son elevados (mayores a 126 mg/dL en ayuno), lo que genera en el caso particular de los ojos, una **obstrucción y daño en los vasos sanguíneos que alimentan la retina**, impidiendo con ello su función. Esta complicación de la diabetes se conoce como **retinopatía diabética**.

#### **Evolución de un paciente con diabetes y retinopatía**

Para que un paciente con diabetes llegue a presentar retinopatía, es porque pasaron varios años con los niveles altos de glucosa en sangre, ya que, conforme pasa el tiempo, es que aparecen los primeros síntomas, los cuales son ligeramente percibidos por el paciente, de allí la dificultad para diagnosticarse en los primeros años de la enfermedad.

#### **Existen cuatro etapas de la retinopatía diabética:**

- **Primera etapa.** Es conocida como retinopatía diabética *no proliferativa leve*. En este mo-

mento el paciente no tiene síntomas a pesar de que el flujo sanguíneo en el ojo comienza a verse restringido por la acumulación de glucosa en sangre. Pequeños aglomerados de sangre se acumulan en los vasos sanguíneos de la retina, los que se conocen como microaneurismas y los médicos los observan como pequeños puntos rojos.

- **Segunda etapa.** Es la retinopatía diabética *no proliferativa moderada*, donde aparecen más lesiones en los vasos sanguíneos por acumulación de grasas, además del azúcar, por lo que los vasos sanguíneos comienzan a obstruirse.
- **Tercera etapa.** Es la retinopatía diabética *no proliferativa severa*. En este punto, una mayor cantidad de vasos sanguíneos se obstruyen por la gran cantidad de glucosa y grasas acumuladas, por lo que la retina no puede recibir sangre y para contrarrestar este problema, el cuerpo se ve obligado a inducir la aparición de nuevos vasos sanguíneos en la retina que, a su vez, se extienden a otras partes del ojo como el humor vítreo.



- **Cuarta etapa.** Se le conoce como **retinopatía diabética proliferativa**, aquí la aparición de estos nuevos vasos complica la situación, ya que son muy frágiles y anormales, por lo que fácilmente se rompen, lo que genera pequeñas hemorragias dentro del ojo, lo cual el paciente identificará como pérdida de la visión, que puede ir de ver borroso hasta llegar a perder completamente la visión (ceguera).

Es recomendable que el paciente con diabetes **acuda con un médico oftalmólogo al menos una vez por año a partir del diagnóstico de la diabetes.** Estas revisiones deben incluir, principalmente, el análisis del fondo de ojo, que consiste en dilatar la pupila con gotas especiales para analizar la tercera capa o capa interior del ojo. Por medio de equipo especial que proyecta luz y con lentes que agrandan la imagen, los médicos analizan la retina y sus componentes. De ahí que el oftalmólogo decidirá si es necesario realizar pruebas complementarias para determinar con exactitud el avance de la enfermedad.

#### Tratamientos para su control

La retinopatía proliferativa (cuarta etapa) se trata con **fotocoagulación**, una cirugía láser que quema los vasos sanguíneos para controlar las hemorragias y, en algunos casos, funciona mejor antes de que los vasos sanguíneos nuevos empiecen a sangrar. Si la hemorragia es más grave, se puede necesitar un procedimiento quirúrgico llamado **vitrectomía** que sirve para reemplazar el líquido del humor vítreo que está lleno de sangre por las hemorragias. Cabe destacar que **estos procedimientos no curan la retinopatía** y, para su control, el paciente probablemente se tendrá que someter

a ellos más de una vez en el transcurso de su vida. Además, en las primeras tres etapas de la enfermedad, no se recomienda un tratamiento quirúrgico, ya que se ha demostrado que **el mismo control de la diabetes**, en la mayoría de los casos en etapas tempranas, **puede detener y revertir los síntomas.**

Más de la mitad de los pacientes con diabetes llegan con algún grado de retinopatía a su primera cita de control. Por eso, desde el diagnóstico de la diabetes, **es más que imprescindible que el paciente tome conciencia de sus cifras de los niveles de glucosa en sangre**, ya que existe una relación directa en el desarrollo de la retinopatía en función de los valores excesivos de la glucosa, pero también de grasas y con el incremento de la presión arterial.

Si bien, la orientación y tratamiento es parte de la atención médica, es importante que el paciente con diabetes sea consciente de que cambiar sus hábitos alimenticios y su estilo de vida es lo mejor para no caer dentro de ese terrible porcentaje de personas que, en edad productiva, ven disminuida o pierden su visión por una diabetes mal controlada. Ser consciente de esto, permitirá a los pacientes continuar viendo y asombrándose de las maravillas de la naturaleza.



Aliseda D., Berástegui L. (2008). Retinopatía diabética. *Anales del Sistema Sanitario de Navarra*, 31(Supl. 3), 23-34. <https://scielo.isciii.es/pdf/asisna/v31s3/original3.pdf>

National Eye Institute, National Institutes of Health. (2003). *La retinopatía diabética: lo que usted debe saber.*

[Folleto]. <https://www.nei.nih.gov/sites/default/files/health-pdfs/DRLAYOUTSPAN2.pdf>

Simó-Servat O., Hernández C., Simó R. (2019). Diabetic Retinopathy in the Context of Patients with Diabetes. *Ophthalmic Res.*, 62(4), 211-217 <https://www.karger.com/Article/Pdf/499541>

# ARTÍCULO

## Si eres diabético, cuida tus pies

Luis José Flores-Álvarez y Cleto Álvarez-Aguilar



**Luis José Flores-Álvarez.** Centro de Investigación Biomédicas de Michoacán. Morelia, Michoacán.

[ljfa21@gmail.com](mailto:ljfa21@gmail.com)

**Cleto Álvarez-Aguilar.** Amphora Health.

[cleto@amphorahealth.com](mailto:cleto@amphorahealth.com)

La diabetes es un **desorden metabólico crónico** que se caracteriza no solo por la **presencia o ausencia de insulina** en el paciente, sino porque además puede provocar una serie de **complicaciones en diferentes órganos**, por ejemplo, en el sistema de arterias, venas y capilares, siendo esta última complicación una de las principales causas de mortalidad y morbilidad en pacientes diabéticos. Esta falla, particularmente provoca una alteración en el proceso de cicatrización.



La diabetes se caracteriza por tener **altas concentraciones de glucosa en la sangre**, teniendo como consecuencia **daños severos en el sistema vascular**. Este sistema recorre todo el cuerpo distribuyendo el alimento y el oxígeno a nuestras células, a la vez que recolecta los desechos de las mismas. La falta de oxígeno, como consecuencia de las altas concentraciones de glucosa, resulta en la **muerte celular de las regiones afectadas** y, particularmente, extremidades como los pies, son los que mayormente se afectan.

Un paciente diabético **puede estar controlado** al seguir un régimen alimenticio, al tener una medicación adecuada y al acudir a sus consultas periódicas, lo cual le **permitirá tener una vida lo más normal posible**. Sin embargo, existen pacientes que no tienen ningún control sobre su padecimiento, comen cualquier cosa, no toman su medicamento y no visitan a su médico, o lo visitan cuando algo grave ha pasado. Es importante recalcar que se tiene el dato que al menos uno de cada dos pacientes diabéticos, va tener un episodio en desarrollar lesiones en las extremidades y de estos, dos de cada 10 visitarán a su médico por lesiones en los pies.

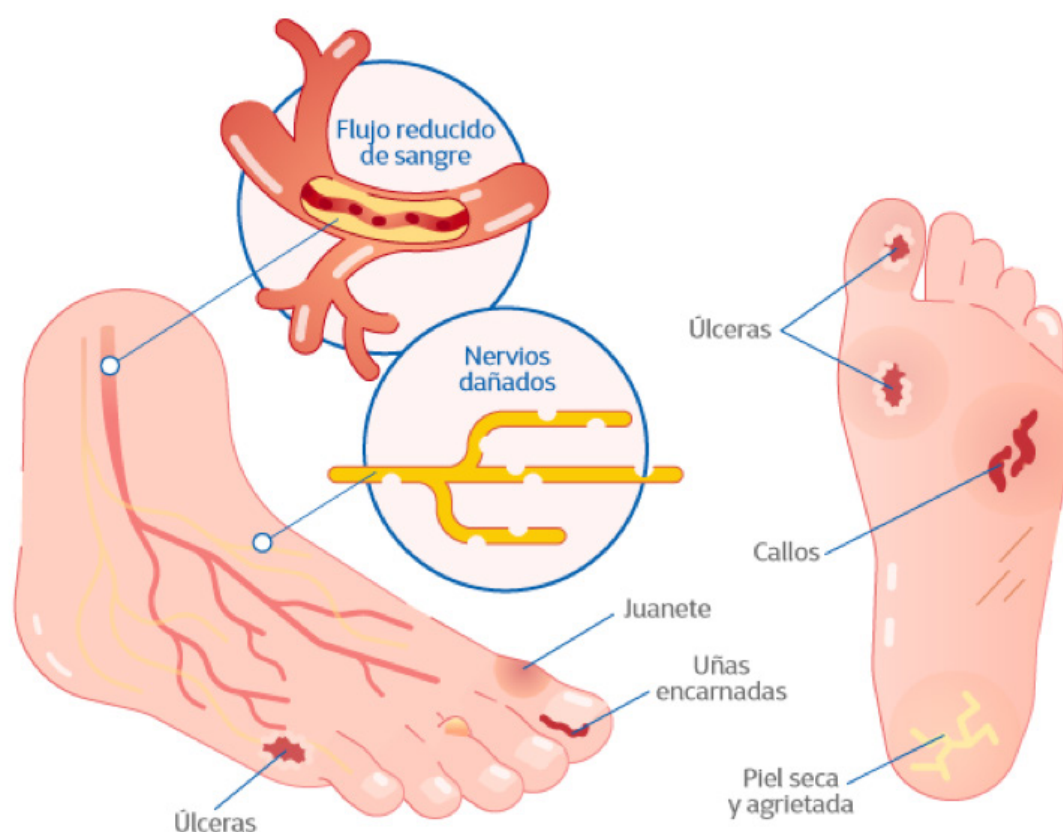
### Pie diabético, padecimiento usual en diabéticos

Una vez que se detectan lesiones en los pies en un paciente diabético, se debe tener mucho cuidado en **atender las indicaciones que haga el médico**, ya que, de no hacerlo, existe de un 15 a un 25 % de probabilidad de amputar la región afectada dentro de un periodo de cuatro años posteriores a su diagnóstico, así como reducir, al menos, cinco años en su esperanza de vida por complicaciones, con respecto a pacientes sin la enfermedad. Pero, **¿cómo saber si este tipo de lesión se está desarrollando?**

Algunos de los principales **síntomas** son sentir **frío en los pies**, **pérdida de sensibilidad**, **hormigueo en las piernas**, **reflejos lentos** (o se han perdido) en las extremidades, **pérdida de vello en la zona afectada**, aparición de **uñas gruesas**, **talones resacos** y **detectar que la cicatrización es lenta o que las heridas no cicatrizan**. Estas son algunas señales que nos indican que podrías desarrollar un problema más grave.

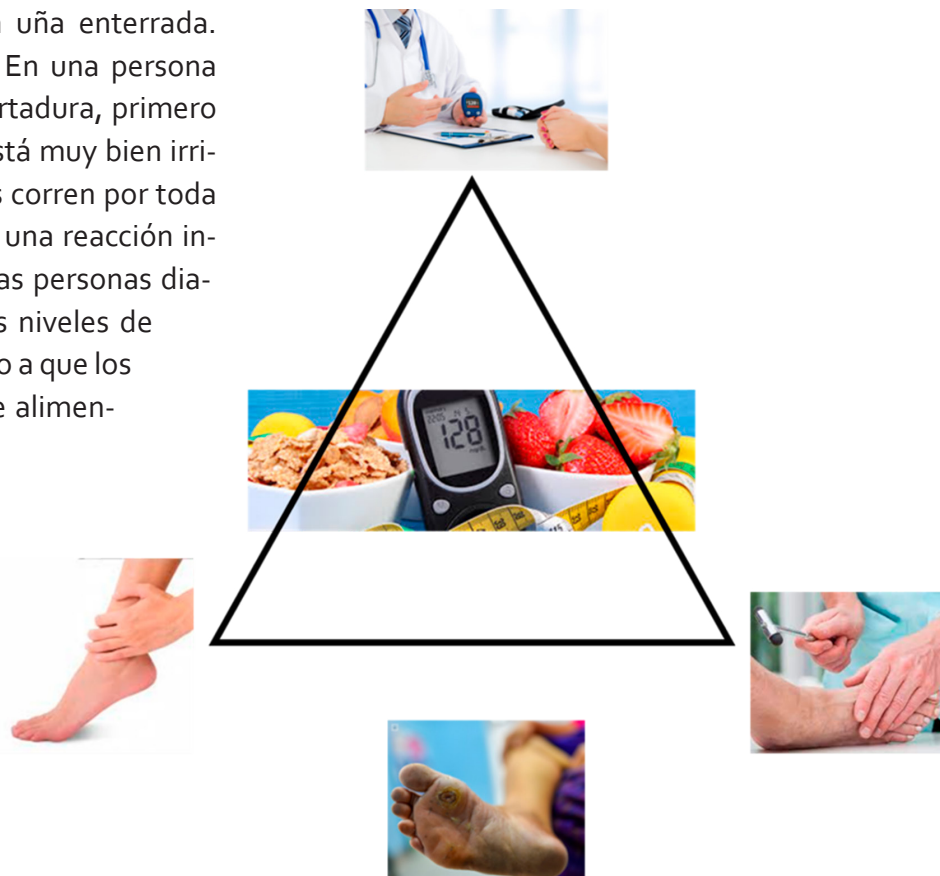
Pero, **¿cómo aparecen las lesiones?** Las lesiones pueden aparecer por un golpe, por una cor-

## PIE DIABÉTICO



[https://www.medicasur.com.mx/es\\_mx/ms/Pie\\_del\\_diabetico\\_y\\_salvamento\\_de\\_extremidad](https://www.medicasur.com.mx/es_mx/ms/Pie_del_diabetico_y_salvamento_de_extremidad)

tadura pequeña o hasta por una uña enterrada. **¿Por qué se complica la lesión?** En una persona sana, si te pasa un accidente o cortadura, primero sientes dolor y la zona afectada está muy bien irrigada porque tus vasos sanguíneos corren por toda la zona de tu cuerpo, provocando una reacción inflamatoria y de cicatrización. En las personas diabéticas con un mal control de sus niveles de glucosa, ocurre lo siguiente: debido a que los capilares (la red de suministros de alimento y oxígeno) están dañados por los altos niveles de glucosa, la zona empieza a morir, y como daño colateral, **hay pérdida de sensación de dolor debido a que están dañados los sistemas de alarma y de reparación.** En este sentido, un pequeño golpe, una cortadura o desarrollar una pequeña infección de pies, es el detonante para que la lesión se complique y provoque la muerte de la zona afectada y/o extremidad, ya sea un dedo, el pie o la pierna.



<https://pixabay.com/es/photos/arena-imprimir-pies-%c3%bani-co-289225/>

### ¿Qué hacer ante esta situación?

Hay personas que tienen años viviendo con la enfermedad, pero lo que resalta es la disciplina y el estilo de vida que llevan. **Un control efectivo** de los niveles de glucosa en sangre, acompañado de una óptima dieta, ejercicio y seguimiento de un médico especialista, **permite que muchos diabéticos tengan una excelente calidad de vida.** Si ocurriera algún tipo de lesión, como la que en este artículo hemos descrito, **lo importante es acudir al médico y él dará las indicaciones** para que la lesión no se

complique. Lo habitual es limpiar la zona y quitar el tejido muerto, estar en reposo e inmovilizado, mantener limpia y realizar curaciones periódicas y administrar antibióticos.

Actualmente, existen diferentes proyectos de investigación en el mundo y en México que tienen como objetivo predecir, mediante softwares específicos, si un paciente diabético, por su historial clínico, podría desarrollar esta y otras complicaciones graves, lo cual permitiría visualizar una opción de tratamiento profiláctico antes de llegar al punto de amputación.



Wu H., Norton V., Cui K., Zhu B., Bhattacharjee S., Lu Y. W., Wang B., Shan D., Wong S., Dong Y., Chan S., Cowan D., Xu J., Bielenberg D. R., Zhou C., Chen H. (2022). Diabetes and its cardiovascular complications: comprehensive network and systematic analyses. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*, 22, 1-19. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fcvm.2022.841928/full>

Islas-Andrade S. A., Revilla Monsalve M. C. (2013). *Diabetes mellitus: Actualizaciones*. Academia Mexicana de Cirugía, A. C. Editorial Alfil. <http://cvoed.imss.gob.mx/COED/home/normativos/DPM/archivos/coleccionmedicinadeexcelencia/18%20Diabetes%20mellitus-Actualizaciones-Interiores.pdf>

# ARTÍCULO

## Neuropatía diabética: La enfermedad del «calcetín y guante»

Ricarda Cortés-Vieyra y Arturo López-Pineda



<https://pixabay.com/es/photos/s%c3%adntoma-inflamaci%c3%b3n-s%c3%adndrome-5464607/>

**Ricarda Cortés-Vieyra.** Investigadora asociada en el Centro de Investigación Biomédica de Michoacán (CIBIMI), Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS). Profesora de asignatura en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México.  
[cortesvieyra@gmail.com](mailto:cortesvieyra@gmail.com)

**Arturo López-Pineda.** Director ejecutivo de Amphora Health, Morelia, Michoacán.  
[arturo@amphorahealth.com](mailto:arturo@amphorahealth.com)

La diabetes es una enfermedad que se caracteriza por niveles de glucosa en sangre (azúcar en sangre) demasiado altos y, una vez diagnosticada, no se cura. Esto ocurre porque el páncreas —un órgano que tenemos en nuestro aparato digestivo— no produce la cantidad suficiente de insulina o bien, porque el organismo es incapaz de utilizarla correctamente. Cuando esto sucede, la glucosa se acumula en la sangre y provoca complicaciones que son propias de la diabetes, por ejemplo, la **neuropatía**

**tía diabética periférica**, llamada comúnmente solo neuropatía por ser la forma más común —aunque no la única— de **daño en los nervios de pacientes con diabetes**. La neuropatía se presenta por afectación de algunas neuronas del cerebro y por afectación de vasos sanguíneos pequeños.

El objetivo de este artículo es informar al público en general, y a quienes padecen diabetes mellitus, sobre una de las complicaciones más frecuentes de esta enfermedad: la neuropatía diabética periférica, así como de otras complicaciones de la diabetes. La finalidad es generar conciencia con respecto a la prevención y a la atención de este padecimiento.

### ¿Por qué es importante saber acerca de la neuropatía diabética?

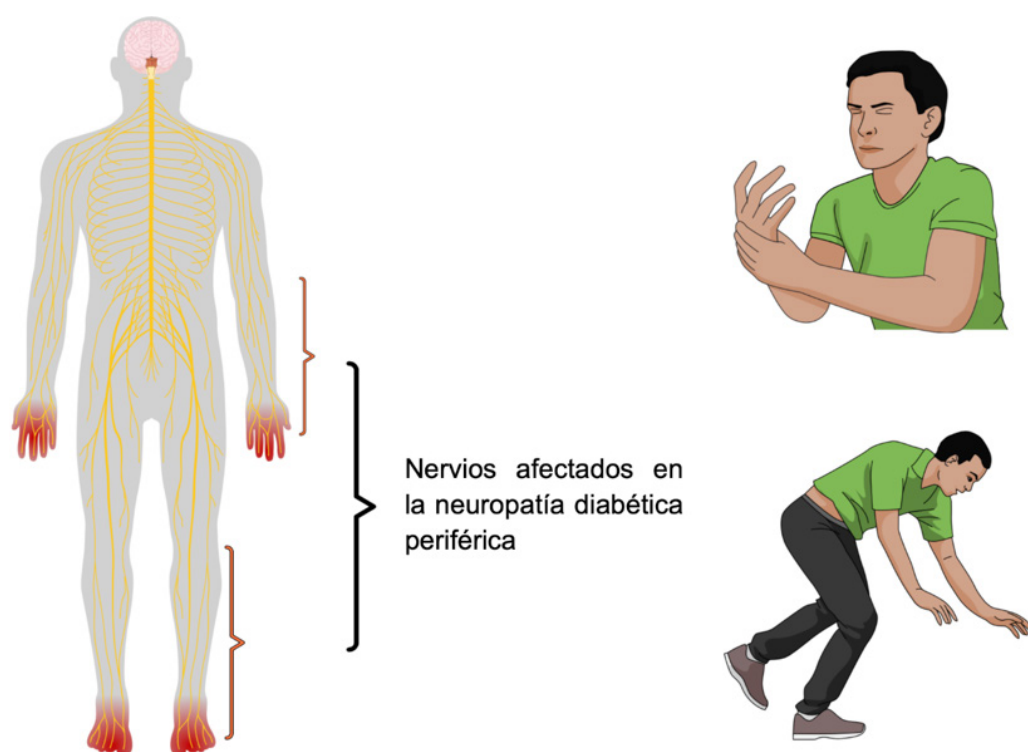
Porque con el tiempo, **al menos el 50 % de las personas con diabetes mellitus tipo 2** (la forma más común de diabetes), pueden desarrollar **neuropatía diabética periférica**, la cual puede provocar dolor, riesgo de ulceración en el pie, agravar enfermedades y aumentar la probabilidad de la amputación de las extremidades inferiores. En este sentido, es importante que las personas con diabe-

tes se informen y reciban atención médica oportuna para el adecuado manejo de la enfermedad y, con ello, evitar esta y otras complicaciones.

### ¿Cuáles son los síntomas relacionados con el desarrollo de la neuropatía diabética?

La neuropatía se presenta como una sensación de **«calcetín y guante»**. Expresado en palabras, se describe como una sensación de adormecimiento y/o sensaciones anormales de cosquilleo, calor o frío, principalmente en pies y en manos. Los pacientes expresan sentir que están cubiertos por «un calcetín» o por «un guante», a la vez que refieren sentir «un roce». La distribución de la neuropatía diabética incluye, generalmente, a las extremidades inferiores (pies y piernas), siendo **menos frecuente en las extremidades superiores** (manos y brazos). Puede presentarse en un lado del cuerpo o en ambos lados.

En resumen, los síntomas de la neuropatía diabética son entumecimiento, hormigueo, dolor, debilidad e inestabilidad, comenzando en los dedos de los pies para luego extenderse a los dedos de las manos, esto cuando los síntomas de las extremidades inferiores alcanzan las rodillas. En algunos ca-



Distribución del dolor y entumecimiento en el área del «calcetín y guante» en la neuropatía diabética periférica.



<https://pixabay.com/es/photos/mujer-cuerpo-dolor-pijamas-5941896/>

tos, pueden presentarse en los pies entumecimiento y dolor al caminar.

### ¿Qué es el dolor neuropático?

El dolor neuropático se define como el dolor causado por una lesión o enfermedad en el **sistema del cuerpo que procesa la información del tacto**, la posición, el dolor y la temperatura. Aproximadamente, del 30 al 50 % de los pacientes con neuropatía diabética, desarrollan dolor neuropático en los pies, que más comúnmente toma la forma de dolor ardiente espontáneo, esto se refiere a un **dolor en los pies independiente de un estímulo**, por ejemplo, un golpe o cualquier otro tipo de daño físico realizado accidentalmente. Los pacientes también pueden presentar dolor provocado por el paso de esponjas, cepillos o de cualquier otro objeto que roza ligeramente la piel. Estos síntomas a menudo van **acompañados de pérdida sensorial**, y los pacientes comentarán sobre la paradoja de que sus pies están continuamente doloridos, pero insensibles al tacto.

No está claro del todo por qué solo algunos pacientes con neuropatía diabética desarrollan dolor neuropático, mientras que otros no, aunque **el sexo femenino es un factor de riesgo** para su desarrollo. Además, varios factores metabólicos están asociados con la neuropatía diabética dolorosa en comparación con la neuropatía diabética sin dolor, incluido el control deficiente de azúcar en sangre, la función renal alterada y un índice de masa corporal alto (IMC mayor a 25).

### ¿Cuáles son los factores de riesgo para el desarrollo de neuropatía diabética?

Los factores de riesgo más importantes para el desarrollo de neuropatía diabética incluyen:

1. Diabetes de larga duración (diabetes de más de 5 años).
2. Niveles diarios altos de glucosa (azúcar en la sangre) por largos periodos de tiempo.
3. Fluctuaciones de glucosa (niveles muy altos y muy bajos de azúcar en sangre).

4. Resistencia a la insulina.
5. Hipertensión arterial.
6. Obesidad.
7. Síndrome metabólico.
8. Tabaquismo.
9. Abuso de alcohol.
10. Edad avanzada.

### ¿Cómo se realiza el diagnóstico de la neuropatía diabética?

Para la gran mayoría de los pacientes, el diagnóstico de neuropatía diabética se basa únicamente en la **historia clínica** y en el **examen médico**, el cual incluye pruebas sensoriales simples para determinar la capacidad de sentir la vibración y el movimiento en los dedos de los pies. También se evalúa la pérdida de la capacidad para sentir el dolor, el tacto ligero y la temperatura en los dedos de las manos o de los pies. En algunos casos, la evaluación de laboratorio incluye la medición de los niveles de vitamina B12 para evaluar su deficiencia, particularmente, en pacientes que reciben metformina y pruebas de la función tiroidea.

### ¿Cuál es la calidad de vida de los pacientes con neuropatía diabética?

La diabetes es una afección crónica que requiere medicamentos de por vida, así como el control y cumplimiento de los consejos dietéticos, por lo que la mayoría de los pacientes experimentan problemas con su bienestar físico y mental. «**Angustia por diabetes**» es un término que se utiliza para describir la **carga emocional oculta de la enfermedad**. La calidad de vida disminuye aún más si el paciente desarrolla complicaciones diabéticas u otras enfermedades propias de la diabetes, como retinopatía (afectación en los ojos que puede provocar pérdida de la visión), nefropatía (daño en los riñones) y neuropatía.

La calidad de vida de los pacientes con neuropatía diabética es menor que la de los pacientes sin neuropatía. El desarrollo de úlceras neuropáticas en los pies puede conducir a **reducciones sustanciales en la calidad de vida**, debido a la inmovilización prolongada requerida para curarlas. Además, una alta prevalencia de dolor debido a la neuropatía diabética, puede provocar **alteración**

**sustancial del sueño y trastorno del estado de ánimo**. Esto en conjunto, puede provocar un efecto adverso sobre la situación laboral y la reducción de la productividad, lo que a su vez genera un efecto negativo en la economía.

La calidad de vida también es una consideración importante para las personas con neuropatía diabética grave en etapa terminal, debido a que conlleva a la **amputación de algún segmento de la extremidad** afectada. El **asesoramiento psi-**



cológico intensivo diario prestado antes y después de la amputación del pie —secundaria a neuropatía diabética—, **reduce el trauma** repentino asociado con la amputación y mejora significativamente el bienestar psicológico y la calidad de vida de este tipo de pacientes.

### ¿Cuál es el tratamiento que reciben los pacientes con neuropatía diabética?

El enfoque terapéutico óptimo para los pacientes con diabetes incluye intervenciones en el **estilo de vida**, específicamente dieta y ejercicio, junto con un control óptimo de la glucosa en sangre, de los lípidos (grasas en la sangre) y de la presión arterial. También es muy importante el **manejo del dolor neuropático** y el adecuado cuidado de los pies para evitar complicaciones.

La **neuropatía** sigue siendo la única complicación de la diabetes que **carece de un tratamiento farmacológico específico**; sin embargo, existen varios medicamentos para controlar sus síntomas, en especial para el dolor neuropático. Reciente-

mente, se ha encontrado que, con **estrategias farmacológicas combinadas**, se logra proporcionar un mayor beneficio, reduciendo el dolor hasta en un 50 % con relación al dolor inicial. Por otra parte, existen otras formas de mejorar la calidad de vida de personas con neuropatía diabética dolorosa, por ejemplo, utilizar **terapia cognitiva conductual**, un tipo de terapia psicológica que puede ayudar a reducir la intensidad del dolor y a mejorar la función física.

Sin dudar, el manejo multidisciplinario conjunto en etapas tempranas conlleva a una mejora en la calidad de vida de pacientes diabéticos con neuropatía diabética, ya que, una vez establecido el diagnóstico, no existe reversibilidad y los **tratamientos ofrecidos únicamente tienen como objetivo retrasar la progresión y prevenir futuras complicaciones**.



Feldman, E. L., Callaghan, B. C., Pop-Busui, R., Zochodne, D. W., Wright, D. E., Bennett, D. L., Bril, V., Russell, J. W., & Viswanathan, V. (2019). Diabetic neuropathy. *Nature Reviews. Disease Primers*, 5(1), 42. <https://doi.org/10.1038/s41572-019-0097-9>

NOM-015-SSA2-2010. (2010). Norma Oficial Mexicana NOM-015-SSA2-2010 para la prevención, tratamiento y control de la diabetes mellitus. <https://>

[dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5168074&fecha=23/11/2010#gsc.tab=0](https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5168074&fecha=23/11/2010#gsc.tab=0)

National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases. (2018). *Neuropatías diabéticas: el daño de los nervios*. <https://www.niddk.nih.gov/health-information/informacion-de-la-salud/diabetes/informacion-general/prevenir-problemas/neuropatias-diabeticas/periferica#queProblemas>

## ARTÍCULO

# La diabetes mellitus tipo 2: ¿Cómo afecta al riñón?

Guadalupe Zinzun-Ixta y Mario Felipe Rodríguez-Morán



<https://pixabay.com/es/photos/diabetes-sangre-glucosa-prueba-2424105/>

**Guadalupe Zinzun-Ixta.** Investigadora asociada en el Centro de Investigaciones Biomédicas de Michoacán, Instituto Mexicano del Seguro Social (CIBIMI).

[Lupita\\_slimm@hotmail.com](mailto:Lupita_slimm@hotmail.com)

**Mario Felipe Rodríguez-Morán.** Médico Familiar en Amphora Health, División Clínica en «Clínicas Ánfora».

[felipe@amphorahealth.com](mailto:felipe@amphorahealth.com)

La diabetes mellitus es un **problema de salud pública a nivel mundial** ya que, una vez establecida la enfermedad, su mal control y la cronicidad de la misma, **puede ocasionar daños en distintos órganos**, perjudicando, indistintamente, los vasos sanguíneos, el corazón, los ojos, el sistema nervioso periférico y los riñones. El término diabetes mellitus (DM), según la Organización Mundial de la Salud (OMS), engloba las **alteraciones metabólicas de múltiples etiologías** caracterizadas por hiperglucemia (aumento del nivel de glucosa en la sangre) crónica y trastornos en el metabolismo de



los carbohidratos, las grasas y las proteínas, **resultado de defectos en la secreción de insulina**, en su acción o en ambas. La Asociación Americana de Diabetes (ADA) clasifica la **diabetes en cuatro categorías**: diabetes mellitus tipo 2 (DM2), diabetes mellitus tipo 1 (DM1), diabetes gestacional y tipos específicos de diabetes debido a otras causas; sin embargo, las dos primeras son las más comunes. **En todo el mundo, nueve de cada 100 personas padecen DM2.**

### Diabetes mellitus tipo 2 (DM2)

La OMS define a la DM2 como la diabetes no insulino dependiente o de inicio en la edad adulta, debido a que **el organismo no utiliza de manera adecuada la insulina que produce**. Este tipo de diabetes es el más común en personas de edad avanzada, ya que, principalmente, **se asocia con sobrepeso y obesidad**; aunque también **existen otros factores de riesgo** como la inactividad física, la hipertensión arterial, el tener un familiar de primer grado (papá, mamá, hermanos) con diabetes, el tabaquismo, antecedentes de diabetes gestacional, enfermedades cardiovasculares y origen étnico (del Asia meridional, afrocaribeño, hispanoamericano). Los primeros síntomas y signos son sed excesiva, ganas de orinar frecuentemente, alteraciones visuales, cansancio, pérdida de peso sin causa aparente, aumento de la sensación de hambre, hormigueo, dolor o entumecimiento en manos y pies.

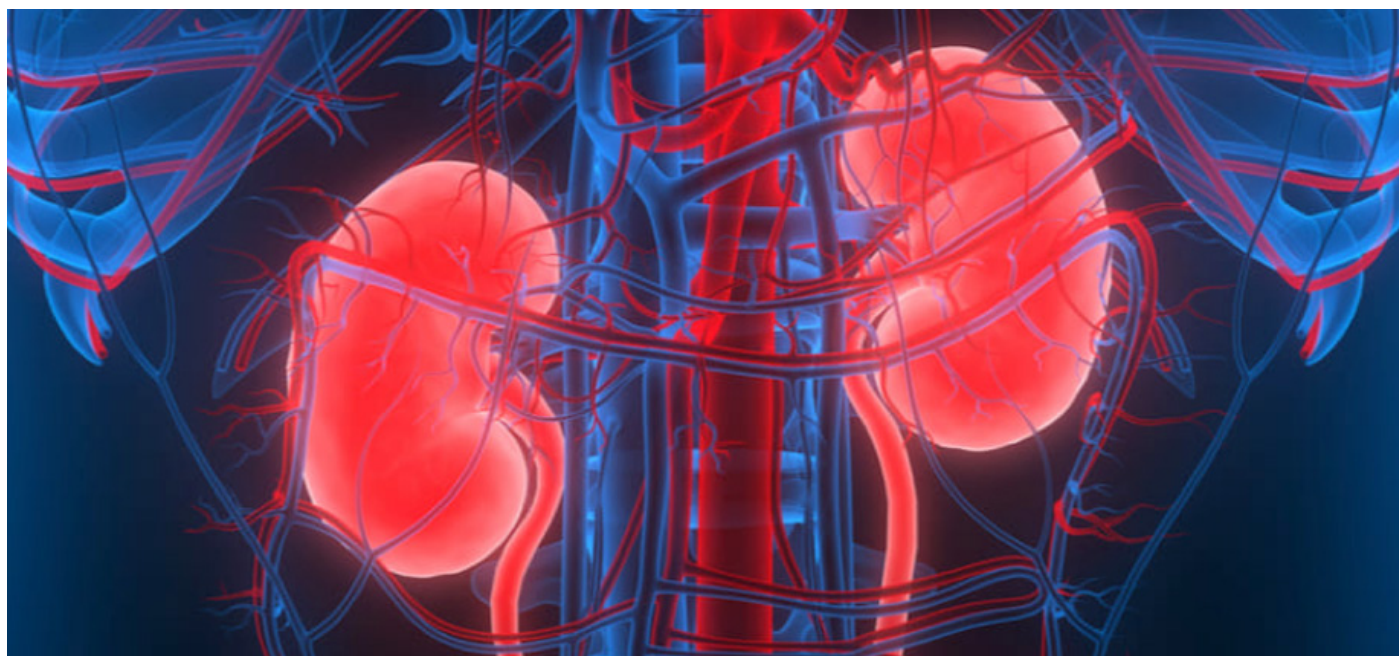
Hay estudios donde se ha evaluado la prevalencia y los factores de riesgo asociados a la DM2

**en poblaciones indígenas de México** (mixtecos, yaquis, tepehuanos, huicholes, mazatecos y mexicanos), los cuales indican que **los mixtecos de Baja California (26.2 % y 19 %) y los yaquis de Sonora (18.3 %), presentan una mayor prevalencia**, por otro lado, las etnias con una menor prevalencia total de este tipo de diabetes mellitus, incluye a los huicholes y mexicanos, y con pocos casos en tepehuanos (0.83 %) y mazatecos (2.0 %).

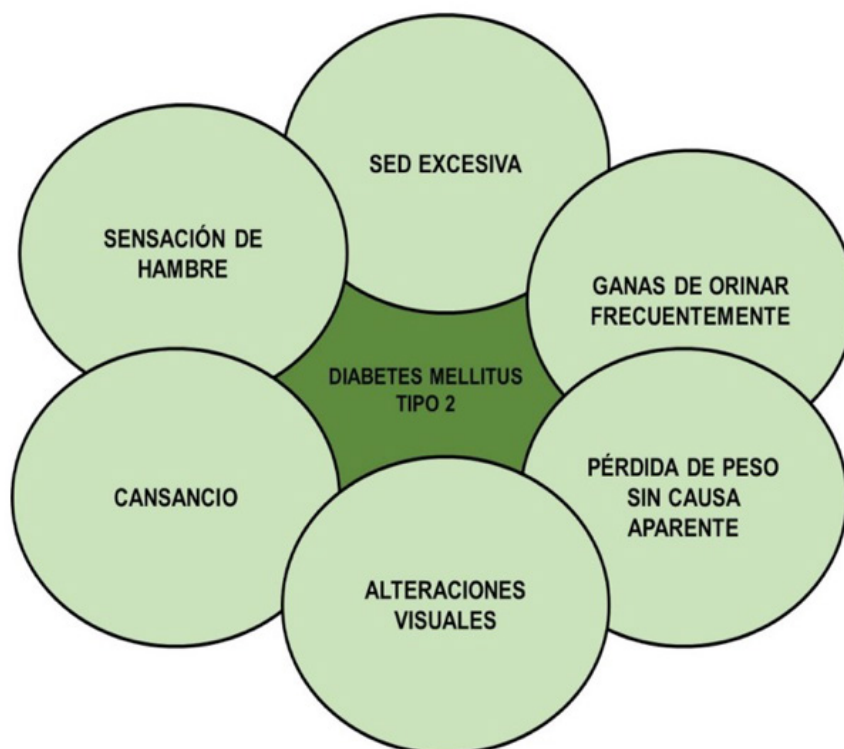
Los factores de riesgo asociados a DM2 en estas poblaciones indígenas de México, son la edad, ser mujer, tener menor escolaridad, presencia de antecedentes familiares de diabetes, presentar obesidad, tener hipertensión arterial y una mayor circunferencia de cintura-cadera. Por lo anterior, una dieta saludable, actividad física regular, mantener un peso corporal normal y evitar el consumo de tabaco, son formas de prevenir o retrasar la aparición de la DM2.

### Complicaciones y nefropatía diabética

En contraste, si la **DM2 no se detecta a tiempo**, conlleva a una historia natural de evolución de la enfermedad, la cual, por sí misma, **dará origen a complicaciones**, tanto agudas (de corto plazo) como crónicas (de largo plazo). Las complicaciones crónicas se dividen en **macrovasculares y microvasculares**: las primeras son aquellas que afectan al corazón, a los vasos sanguíneos y pueden ocasionar derrames cerebrales; por otro lado, dentro de las complicaciones microvasculares se encuentran la neuropatía, la retinopatía y la **nefropatía diabé-**



## SIGNOS Y SÍNTOMAS DE LA DIABETES



tica (daño renal). Esta última, **es la complicación más frecuente de la DM2** y es la principal causa de enfermedad renal terminal a nivel mundial, la cual se asocia con una alta mortalidad. La nefropatía diabética se desarrolla en aproximadamente el 40 % de los pacientes con DM2.

La nefropatía diabética se define por la albuminuria o la velocidad de filtración glomerular estimada reducida, este padecimiento es la causa más común de la enfermedad renal en etapa terminal. Los pacientes con este tipo de enfermedad **deben someterse a diálisis o trasplante de riñón para prolongar la supervivencia**, lo que impone una pesada carga tanto para los pacientes como para la sociedad; por otra parte, la nefropatía diabética **es una enfermedad con alta mortalidad**, discapacidad y altos costos para los sistemas de salud.

### Factores de riesgo para padecer nefropatía diabética

Existen **varios factores de riesgo que están involucrados** en la nefropatía diabética, los que se clasifican en factores **de susceptibilidad** como edad avanzada, sexo (ser hombre) y raza/origen étnico; entre los factores **de iniciación** se encuentran la hiperglucemia, tabaquismo y los de progresión de hipertensión, así como un consumo alto de proteínas y obesidad; sin embargo, dos de los factores

de riesgo más establecidos son la hiperglucemia y la obesidad.

Diversos estudios han demostrado que algunos factores tales como la edad avanzada, el sexo, el índice de masa corporal, el control de la glucemia, la hipertensión, la dislipidemia, la proteinuria y el nivel de creatinina sérica, parecen ser factores de riesgo para la enfermedad renal en etapa terminal en pacientes con o sin daño renal leve. Por otro lado, los primeros signos y síntomas de la nefropatía diabética son presión arterial elevada, una concentración alta de albúmina en orina, náuseas, hormigueo y pérdida de peso. La nefropatía diabética **representa del 30 % al 50 % de la incidencia de enfermedad renal terminal**, se estima que alrededor del 40 % de los pacientes requieren terapia de reemplazo renal.

Por lo tanto, una detección temprana, un mejor control de la DM2 y de la nefropatía, reducen la progresión de la enfermedad renal en etapa terminal.

### Nefropatía diabética y alteraciones estructurales en el riñón

La nefropatía diabética está **asociada con alteraciones estructurales en el riñón**, en este caso, la parte con mayor afección es una porción de la unidad funcional de la nefrona, perteneciente

al riñón, llamada **glomérulo renal**. Se sabe que el primer cambio que aparece de manera temprana es el **engrosamiento de la membrana basal glomerular**, la expansión mesangial difusa y nodular, la acumulación excesiva de matriz extracelular y la pérdida de podocitos, que afectan los capilares glomerulares y alteran la integridad estructural del glomérulo. Posteriormente, estos cambios conducen a un **aumento de la proteinuria y al deterioro de la función renal**.

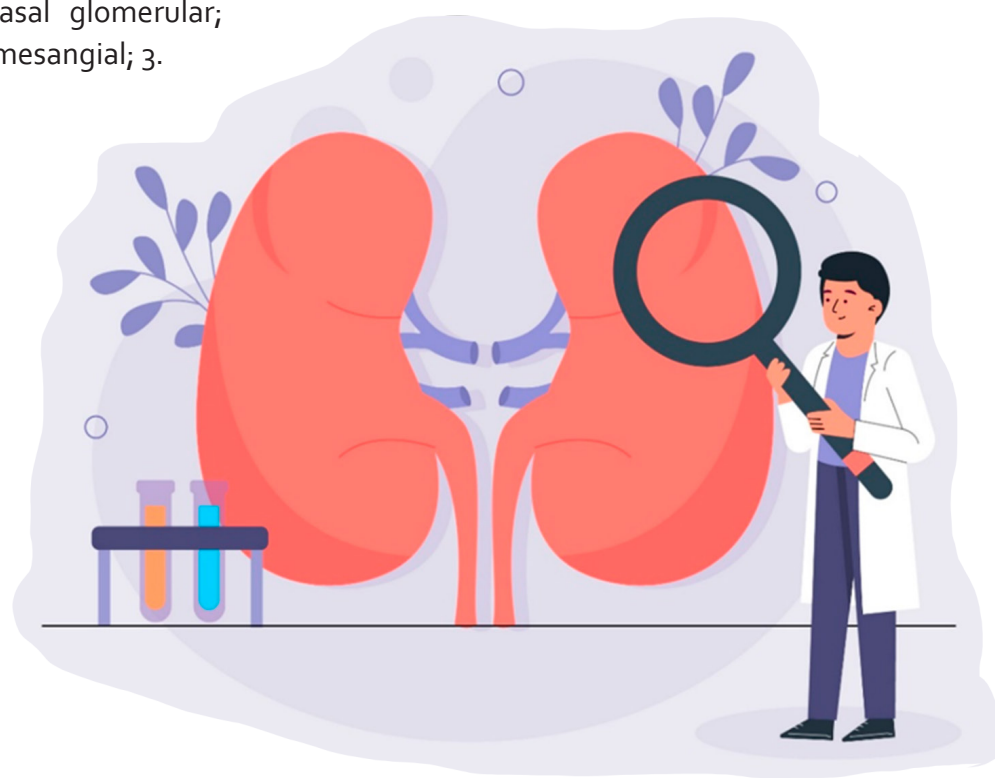
Informes recientes han demostrado que el túbulo renal y el intersticio, desempeñan un papel importante en el desarrollo de la nefropatía diabética, a la vez que también están relacionados con la disminución progresiva de la función renal. El daño de las células tubulares proximales en la nefropatía diabética, incluye el engrosamiento de la membrana basal, lesiones tubulares, aumento tubular y fibrosis tubular.

La nefropatía diabética **se ha clasificado en cuatro etapas** según el tipo y grado de lesión en el glomérulo: 1. Engrosamiento de la membrana basal glomerular; 2. Expansión mesangial; 3.

Esclerosis nodular (lesiones de Kimmlstiel-Wilson); 4. Glomeruloesclerosis diabética avanzada.

### Estrategia de prevención

Una estrategia para prevenir la nefropatía diabética es **mantener los niveles de glucemia** en sangre entre 80 y 110 mg/dl, esto se logra por medio de una **adecuada alimentación** y de una rutina de ejercicio —por lo menos 30-45 minutos— todos los días de la semana. Además, los **apoyos multidisciplinarios** a cargo de nutrición clínica, el seguimiento psicológico y el trabajo social, son agregados muy importantes al **control con su médico** familiar y/o especialistas en áreas distintas como la medicina interna, la nefrología, por mencionar algunas. De esta manera se busca obtener un **manejo integral** y reforzar la estrategia para disminuir la incidencia de la DM2 y, si esta ya está declarada, llevar a los pacientes a un mejor control para evitar sus complicaciones, tales como la nefropatía diabética.



Organización Mundial de la Salud. (2022). *Temas de salud, diabetes mellitus*. <https://www.paho.org/es/temas/diabetes>

Thipsawat S. (2021). Early detection of diabetic nephropathy in patient with type 2 diabetes mellitus: A review of the literature. *Diabetes & Vascular Disease Research*,

18(6). <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34791910/>

Villena-Pacheco, A. (2021). Factores de riesgo de Nefropatía Diabética. *Acta Médica Peruana*, 38(4), 283-294. Epub 04 de febrero de 2022. <http://www.scielo.org.pe/pdf/amp/v38n4/1728-5917-amp-38-04-283.pdf>

# ARTÍCULO

## La diabetes no es amiga del hígado

Marina Murillo-Villicaña y Asdrúbal Aguilera-Méndez



<https://pixabay.com/es/photos/diabetes-az%C3%BAcar-en-la-sangre-1724617/>

**Marina Murillo-Villicaña.** Estudiante del Programa Institucional de Doctorado en Ciencias de la Salud y Farmacéuticas, Instituto de Investigaciones Químico Biológicas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México.

[o850421k@umich.mx](mailto:o850421k@umich.mx)

**Asdrúbal Aguilera-Méndez.** Profesor e investigador del Instituto de Investigaciones Químico Biológicas, Laboratorio de Bioquímica y Genética de la Nutrición, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México.

[amendez@umich.mx](mailto:amendez@umich.mx)

**H**ace algunas semanas le diagnosticaron diabetes a un primo de mi mamá. Nadie se sorprendió. Tenía hábitos alimenticios muy malos y no quería salir a caminar ni al patio. Además, todos decían que en la familia éramos propensos a padecerla; y es que no me dejarás mentir, la mayoría de nosotros tenemos un pariente con diabetes en la familia o somos nosotros mismos quienes la padecemos. Es una **enfermedad muy conocida en nuestro país**, ¡casi tanto como las enchiladas morelianas! Sin embargo, eso no es algo de lo cual nos debemos sentir orgullosos.

En México, la diabetes mellitus representa la **tercera causa de muerte** y es el **séptimo país con mayor número de diabéticos a nivel mundial**. Y sabemos que una vez diagnosticada, nuestro estilo de vida cambia completamente, le decimos ¡Hola!, a un nuevo tratamiento con medicamentos a cada tanta hora y ¡Adiós!, con una lágrima en la mejilla, al dulce que se nos antojaba todas las tardes después de la comida, al paquete de 18 galletas que decía «para compartir», pero que no alcanzaba para los demás, y a los ricos tacos que venden en la esquina que ni estaban tan grandes porque de un bocado se terminaban. Pero, alguna vez te has preguntado **¿Por qué a las personas con diabetes les restringen los alimentos altos en grasas saturadas?** Se supone que solo les sube «el azúcar», ¿o no? Además, los pacientes diabéticos suelen bajar de peso. **¿Por qué deben comer menos que antes?**

En fin, todo eso lo hacemos para evitar lo que le ocurrió a la vecina de un amigo que sufre de pie diabético con la posibilidad que se lo amputen, o a mi tía Patricia, que ahora recibe diálisis por el problema renal desencadenado por la diabetes. Así, todos hemos escuchado de alguien que por causa de la diabetes ahora tiene problemas cardiacos, visuales, renales y hepáticos. Pero, nuevamente, nos preguntamos **¿Y qué tiene que ver el hígado con la diabetes?** Si quieres conocer las respuestas a estas interrogantes, te invitamos a que sigas leyendo este artículo.

### La diabetes, una enfermedad disfuncional

Antes de comenzar, me gustaría recordar la frase del sabio médico griego Hipócrates, quien dijo: **«Que tu medicina sea tu alimento, y el alimento tu medicina»**, una frase que nos hace pensar en mantener un estilo de vida saludable a través de la alimentación, puesto que **las enfermedades metabólicas**, como la diabetes, **derivan de lo que consumimos** habitualmente.

Todos sabemos que, para llevar a cabo nuestras actividades diarias, como caminar, respirar o estudiar, se requiere energía y que esta energía se debe obtener

de los alimentos. La **glucosa**, conocida coloquialmente como «azúcar», es la **principal fuente de energía en nuestro organismo** y es utilizada por los distintos órganos **para llevar a cabo sus funciones**. Existen órganos que permiten la entrada de glucosa libremente y otros que requieren de una hormona conocida como **insulina**, la cual es **producida por el páncreas** y expulsada cuando la cantidad de glucosa en la sangre aumenta y permite que esta entre a los tejidos dependientes de insulina, como el tejido muscular y adiposo.

La **diabetes mellitus** se caracteriza por la presencia de **niveles elevados de glucosa** en la sangre, debido a la **incapacidad de los órganos dependientes de insulina para reconocer la hormona**, condición que se denomina **resistencia a la insulina**. Por lo cual, el organismo **comienza a utilizar como segunda fuente de energía las grasas** almacenadas en el tejido adiposo, provocando una disminución del peso corporal en pacientes con esta enfermedad. ¿Ahora entiendes por qué los pacientes con diabetes bajan de peso?

Entonces, **la glucosa que se consume no puede ser utilizada** y las funciones que lleva a cabo nuestro organismo se ven afectadas **provocando enfermedades**, por mencionar algunas, en los riñones como la enfermedad renal crónica, cardiopatías como el infarto al miocardio y hepatopatías entre

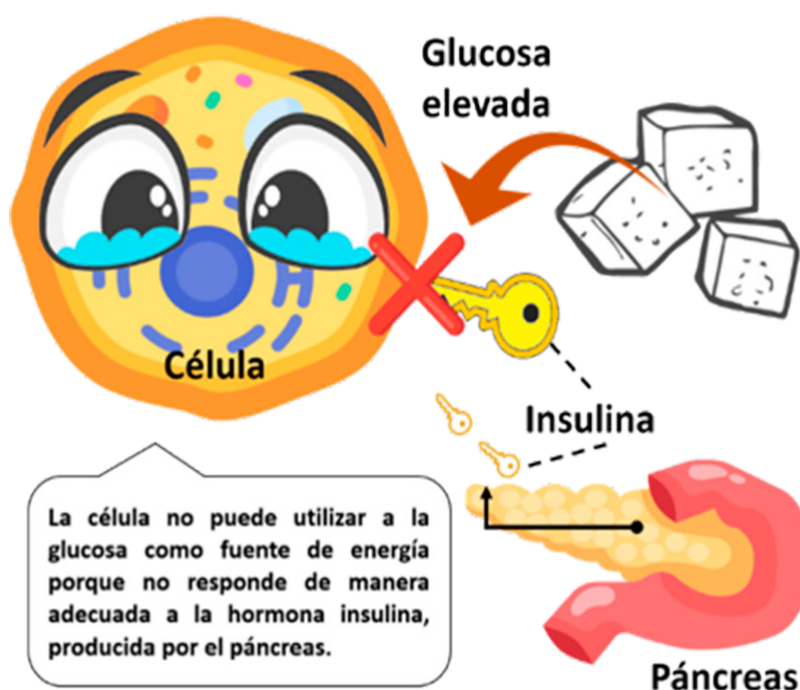


Ilustración: elaboración propia.



las que destaca la enfermedad del hígado graso no alcohólico.

### El hígado, un órgano multifuncional

En su *Oda al Hígado*, Pablo Neruda expresa de una bella manera las funciones que lleva a cabo este órgano: «Mientras el corazón suena y atrae la partitura de la mandolina, allí adentro tú filtras y repartes, separas y divides, multiplicas y engrasas, subes y recoges los hilos y los gramos de la vida, los últimos licores, las íntimas esencias».

Y es que las **funciones del hígado son indispensables en el metabolismo**, ya que participa en el procesamiento y en la transformación de azúcares, grasas y proteínas, que serán transportados a través de la sangre hacia otros órganos con **la finalidad de obtener energía** para llevar a cabo los procesos metabólicos que efectúan de manera particular. De ahí que a estos órganos se les conozca como **«tejidos extrahepáticos»**.

Lo anterior nos explica la razón por la cual es de suma importancia cuidar nuestro hígado y el

de nuestra familia, en especial si hemos o han sido diagnosticados con diabetes, porque **el hígado es uno de los órganos que no necesita insulina** para dejar entrar a la glucosa a sus células, entonces la glucosa se dirige al hígado y se almacena como fuente de energía en forma de grasas en el tejido adiposo que funciona como almacén de energía, provocando entonces la enfermedad del hígado graso no alcohólico. ¡Te lo dije! **La diabetes mellitus también afecta a nuestro hígado.**

### Golpe al hígado, la teoría del doble impacto

No es necesario golpear literalmente al hígado para causar daño, de hecho, el vocablo «golpe» proviene de la palabra en inglés *hit*, que es un término utilizado en el béisbol en donde el jugador logra golpear la pelota con el bate y corre a la primera base, posteriormente, ocurre el «segundo hit», cuando un segundo jugador golpea la pelota y el primero llega a la segunda base.

En nuestro ejemplo, el jugador de béisbol es el paciente con diabetes, la pelota representa a la

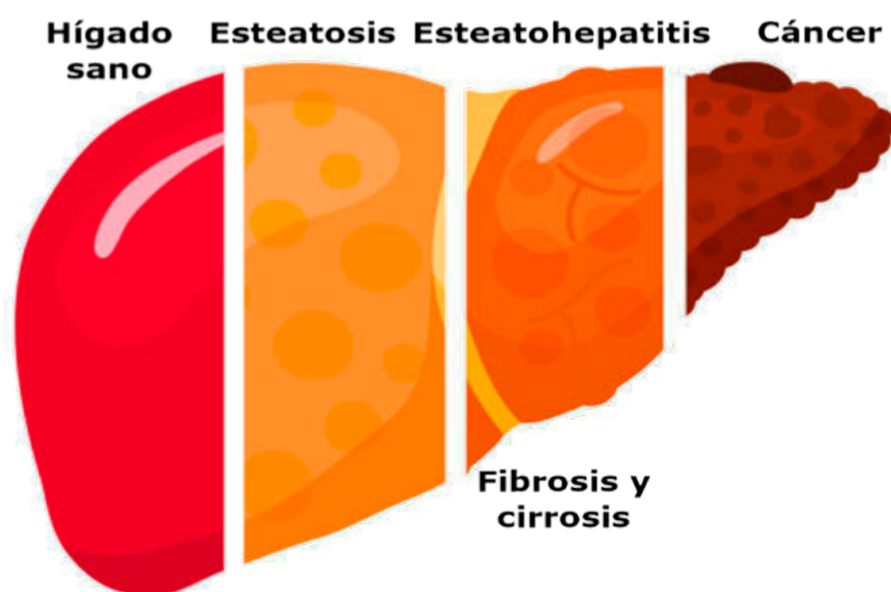
glucosa elevada y la llegada del paciente a la primera base hace alusión a la acumulación de triacilglicéridos (grasas) en el hígado, formados a partir de la glucosa. Lo anterior, interpreta al «primer hit» como el paciente que desarrolla lo que se conoce como esteatosis hepática no alcohólica. El segundo jugador caracteriza a otros factores dañinos que fueron desencadenados por el «primer hit», entre los que se encuentran el **estrés oxidante**, que no es más que la acumulación de moléculas oxidantes; la **inflamación**, conocida por generar hinchazón; y la **fibrosis o cicatrización**, que facilitan la llegada del paciente a la segunda base, la cual representa el desarrollo de esteatohepatitis o inflamación del hígado, que si no se trata de manera adecuada, **puede evolucionar a fibrosis** y, de ahí, a cirrosis (las cuales son una cicatrización exagerada en el hígado que afecta su función) y, finalmente, pueden **desencadenar en cáncer en el hígado**.

Todas las anteriores son enfermedades que se desarrollan en el hígado de un paciente sedentario con diabetes, que disfruta de comer alimentos altos en grasas y carbohidratos. Así que esa es la razón por la cual los pacientes diabéticos no solo deben evitar el consumo de azú-

car, sino también de grasas, ya que pueden llegar a nuestro hígado y dañarlo.

**¡Si el daño en el hígado quieres impedir, la diabetes debes prevenir!**

Si eres un paciente con diabetes te debes ocupar y no preocupar, ya que puedes prevenir el hígado graso y la esteatohepatitis no alcohólica. **Mantener un estilo de vida saludable** como tener una dieta balanceada, hacer ejercicio físico y, para el caso de los pacientes con diabetes mellitus, **seguir el tratamiento recomendado por tu médico**, es más que suficiente.



Bernal-Reyes R., Castro-Narro G., Malé-Velázquez R., Carmona-Sánchez R., González-Huezo M. S., García-Juárez I., ... y Velasco J. V. R. (2019). Consenso mexicano de la enfermedad por hígado graso no alcohólico. *Revista de Gastroenterología de México*, 84(1), 69-99. <http://www.revistagastroenterologiamexico.org/es-pdf-S0375090618301794>

Córdova-Pluma V. H., Vega-López C. A. y Ortega-Chavarría M. J. (2021). Tratamiento actual de la enferme-

dad por hígado graso no alcohólico. *Medicina Interna de México*, 37(3), 396-402. <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=100173>

Teixidó C. H. (2023). Hígado graso no alcohólico: clasificación e historia natural. *Diabetes Práctica*, 4. <https://www.diabetespractica.com/files/114/completo.pdf#page=4>

# TECNOLOGÍA

## La inteligencia artificial para el diagnóstico temprano del cáncer de mama

Karla Ivette Camacho-Álvarez



<https://pixabay.com/es/photos/c%C3%A1ncer-de-mama-rosado-2773775/>

**Karla Ivette Camacho-Álvarez.** Estudiante de la Maestría en Ciencias de la Salud, Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.

[2330361d@umich.mx](mailto:2330361d@umich.mx)

La humanidad se ha preguntado el impacto que tiene y que tendrá la inteligencia artificial (IA) en todo aquello que nos rodea. Algunos están a favor y otros en contra. Pero, **¿esta herramienta sería capaz de ayudarnos más de lo que imaginamos?** Sabemos cómo ayuda en la vida cotidiana, facilitando algunos procesos que para los seres humanos se necesitaría mayor tiempo, pero sin duda, algo que aqueja mucho a la humanidad son los **problemas en la salud**, y hay enfermeda-



des más temidas que otras, como el cáncer, por ejemplo. El cáncer, sin duda, ha sido una de las enfermedades más atemorizantes en el último siglo, y aunque actualmente se tienen mejores tratamientos, desafortunadamente, aún hay **muchos fallecimientos** por este padecimiento debido, principalmente, a la **detección tardía**.

### Cáncer de mama y estudios de detección

El cáncer de mama es la **segunda causa principal de muerte** relacionada con el cáncer entre mujeres de los países desarrollados, siendo la **mamografía el examen común** más utilizado para la detección de este tipo de cáncer, y aunque actualmente existen otros estudios como la **tomosíntesis digital de mama (DBT)**, el cual tiene **mayor precisión diagnóstica** que la mamografía convencional, el tiempo de interpretación es bastante largo y aun así puede conllevar errores de interpretación y también un mayor costo para los pacientes.

Se ha demostrado que, si se hace una correcta interpretación de la mamografía y, por ende, de la detección, mejoraría el pronóstico y se reduciría

la mortalidad, ya que **detectarlo en etapas tempranas, siempre será lo mejor para tratarlo**.

Los desarrollos en **IA han abierto una oportunidad** prometedora para mejorar la precisión de la mamografía digital. Los programadores lo que hacen es «entrenar» al sistema de IA, utilizando imágenes existentes para enseñarle a identificar anomalías asociadas con el cáncer, así como también diferenciarlas de hallazgos benignos. Estos llamados algoritmos pueden ser probados en diferentes imágenes.

### ¿Cómo la IA ayuda a un mejor diagnóstico para el cáncer?

Un equipo de investigadores del Laboratorio de Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial (CSAIL) y del Hospital General de Massachusetts, en Estados Unidos de América, ha creado un **nuevo método de predicción del cáncer** que ha dado lugar a una serie de algoritmos de IA capaces de **detectar el cáncer de mama hasta cinco años antes de su aparición en los pacientes**, utilizando mamografías convencionales.

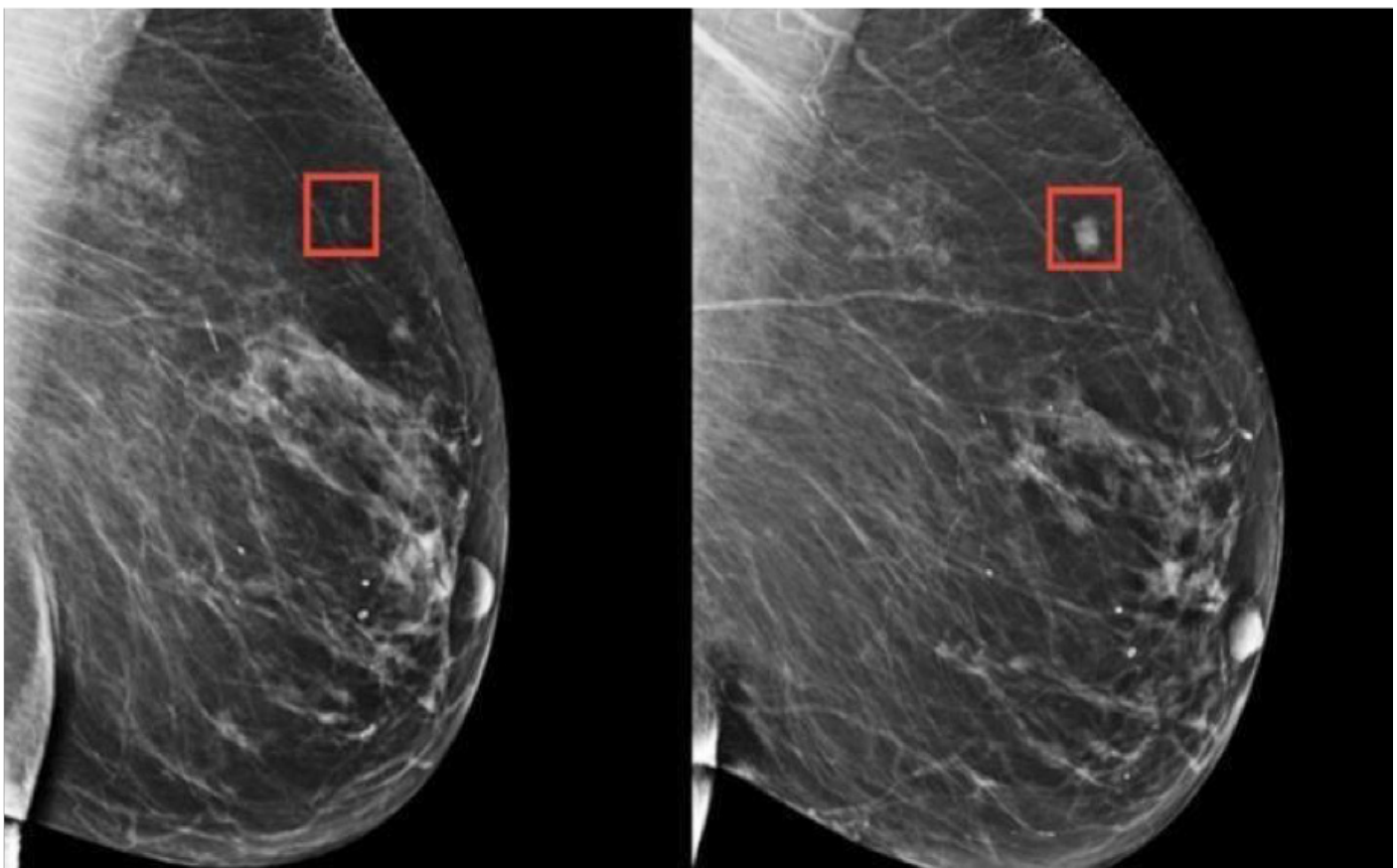


Imagen representativa en donde se muestra que el modelo del equipo podía identificar a una mujer con alto riesgo de cáncer de mama cuatro años antes (izquierda) de que se desarrolle (derecha). Imagen: Computer Science and Artificial Intelligence Laboratory. <https://news.mit.edu/2019/using-ai-predict-breast-cancer-and-personalize-care-0507>



<https://pixabay.com/es/illustrations/ai-generado-arco-rosa-c%C3%A1ncer-de-mama-8142074/>

Aunque la genética ha sido objeto de continuos avances científicos, el diagnóstico del cáncer de mama suele producirse demasiado tarde, lo que lleva a tratamientos agresivos con resultados no siempre positivos. Por lo tanto, la identificación temprana de pacientes en riesgo mediante este nuevo modelo de IA, es vital para detectar en una mamografía si el paciente desarrollará cáncer en el futuro.

Este sistema **aún está en fase de prueba**, pero ha demostrado resultados preliminares muy interesantes. Este sistema se programó con informaciones sobre tales lesiones y buscó patrones entre una variedad de puntos de datos, incluidos antecedentes familiares, informes patológicos, e incluso biopsias, toda esta información en un sistema para identificar qué lesiones podrían ser cancerosas con mayor precisión y eficiencia.

Asimismo, se probó en 335 lesiones de alto riesgo, donde **el diagnóstico correcto fue del 97 %**, por lo que el equipo de investigadores comentó que tales niveles podrían conducir a una **reducción en la cantidad de cirugías innecesarias** en más del 30 %, ya que, si bien es cierto que las mamografías

pueden ayudar a detectar el cáncer, también existe el riesgo de un falso positivo o incluso un falso negativo. Los falsos positivos pueden conducir a biopsias y llevar a cirugías innecesarias. Los investigadores mencionan que a menudo se extirpa la lesión, pero resulta ser benigna.

La Dra. Constance Lehman, profesora de la Escuela de Medicina de Harvard y jefa de la División de Imagenología Mamaria del Departamento de Radiología de MGH, dijo:

*Hasta donde sabemos, este es el primer estudio que aplica el aprendizaje automático a la tarea de distinguir lesiones de alto riesgo que necesitan cirugía de las que no. Creemos que esto podría ayudar a las mujeres a tomar decisiones más informadas sobre su tratamiento y que podríamos proporcionar enfoques más específicos para la atención médica en general.*

### Un diagnóstico oportuno es lo mejor

Existen diferentes tipos de cáncer de mama, pero sin duda, el que es **considerado de alto riesgo** es el **triple negativo**, este subtipo es preocupante debido a su agresividad y a la **falta de tratamientos específicos** en la actualidad; sin embargo, si se

detecta a tiempo, existen opciones de tratamiento como la quimioterapia que puede resultar eficaz. Es importante destacar que, en algunos casos, cuando se diagnostica este tipo de cáncer, suele haberse propagado a otras partes del cuerpo (metástasis), lo cual complica su tratamiento y el pronóstico del paciente se vuelve desfavorable.

Como se puede observar, tener un diagnóstico oportuno siempre será importante, y el hecho que investigadores, no solo del área médica, sino también del área computacional o informática, colaboren para crear un sistema o programa como este, es un gran avance para la medicina oncológica.

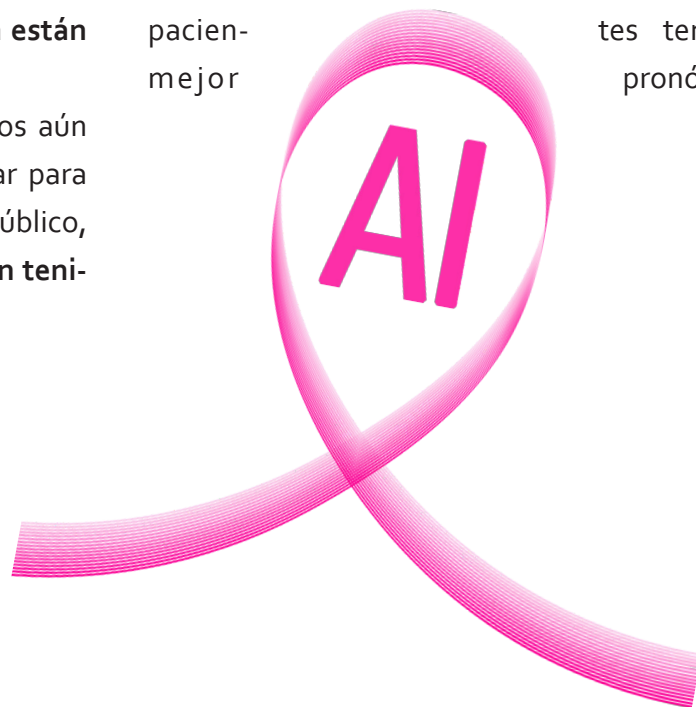
Poder diagnosticar un cáncer cinco años antes de que aparezca, en comparación a como actualmente se realiza, es muy esperanzador. Investigadores del Hospital General de Massachusetts, como Manisha Bahl, mencionan que actualmente se recomienda que todas las lesiones sean extirpadas quirúrgicamente, pero que, con **el apoyo de detección por IA**, se podrá no solo **reducir las cirugías**, como ya se ha mencionado, sino que también se podrá dar seguimiento a algunos pacientes, **favoreciendo así el monitoreo de quienes ya están diagnosticados**.

Aunque los investigadores involucrados aún tienen mucho que desarrollar y que trabajar para que este programa realmente pueda salir al público, **son trascendentales los avances que se han teni-**

**do y, sin duda, es un parteaguas muy significativo en diversas áreas de la salud y de la informática.** Aún no se tiene una fecha exacta para determinar si este proyecto concluyó con lo esperado, pero al ser tan prometedor, seguramente se desarrollará y se podrá utilizar para este padecimiento tan importante y, con toda seguridad, **habrá un cambio considerable en la detección oportuna de esta enfermedad.**

En definitiva, el cáncer de mamá sigue siendo una gran preocupación para las mujeres y la detección tardía siempre tendrá un pronóstico desfavorable; sin embargo, con las pruebas preliminares utilizando IA, se ha demostrado el potencial positivo, rápido y correcto para el diagnóstico temprano de esta enfermedad.

La **colaboración entre profesionales de la salud y expertos en informática, es esencial para aprovechar el potencial de una IA** en este campo de la oncología. Como ya se ha mencionado, aunque este sistema está en fase de prueba, se espera que pronto pueda ser aplicado, que se consiga la **detección temprana del cáncer de mama y, por ende, que los pacientes tengan un pronóstico mejor**.



Conner-Simons A. (2019). Using artificial intelligence to improve early breast cancer detection. *MIT News*. <https://news.mit.edu/2017/artificial-intelligence-early-breast-cancer-detection-1017>

Serrano R. (2022). La IA predice si hay riesgo de cáncer de mama en los próximos cinco años. *Salud y Medicina*. <https://www.saludymedicina.org/post/la-ia-predice-si-hay-riesgo-de-cancer-de-mama-en-los-proximos-cinco-anos>

# LA CIENCIA EN POCAS PALABRAS

## El cáncer de mama: ¿Por qué aparece y cómo se previene?

Miguel Ángel Recendiz-Núñez



[https://pixabay.com/es/photos/search/c%C3%A1ncer%20de%20mama/?manual\\_search=1](https://pixabay.com/es/photos/search/c%C3%A1ncer%20de%20mama/?manual_search=1)

**Miguel Ángel Recendiz-Núñez.** Estudiante del Programa Institucional de Maestría en Ciencias de la Salud, Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas «Dr. Ignacio Chávez», Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.

[2251361e@umich.mx](mailto:2251361e@umich.mx)

**E**n nuestro país existe un asesino silencioso que ha quitado la vida a miles de mexicanas a lo largo de los años, más que nada, debido a la desinformación y a la falta de prevención alrededor de esta enfermedad. Su nombre es **cáncer de mama**, una de las **principales causas de muerte por cáncer en México** y la segunda causa de muerte en mujeres de 30 a 54 años de edad, habiendo ocasionado 7 821 fallecimientos registrados tan solo en 2020 y afectando a todos los grupos socioeconómicos.

El cáncer es una enfermedad en la que un grupo de **células del cuerpo se multiplican sin**

**control**, lo que causa diversos tipos de cáncer. En el cáncer de mama, las células de la mama tienen un crecimiento descontrolado y puede comenzar en distintas partes de la misma, como **en los lobulillos**, que son las glándulas que producen leche; **en los conductos**, que son los tubos que transportan la leche al pezón; y **en el tejido conectivo** que rodea y sostiene las mamas.

#### Factores de riesgo a este tipo de cáncer

Los factores de riesgo para sufrir esta enfermedad pueden ser **socioculturales, ambientales y predisposición genética**.

Se ha comprobado que la actividad física vigorosa está relacionada con un efecto protector en mujeres y con la reducción del riesgo de desarrollar esta enfermedad. Por otra parte, **la obesidad y las dietas ricas en calorías** provenientes de los carbohidratos, como los alimentos ultra procesados (hamburguesas, pizzas, pastelitos empaquetados, panes dulces, bebidas gaseosas, entre otros) son factores de riesgo para el cáncer de mama, debido a que este tipo de dietas producen una alta liberación de hormonas como la insulina, estrógenos y hormonas del crecimiento.

Hay que añadir, que **sustancias tóxicas** a las que nos exponemos de manera cotidiana, como el consumo de alcohol y los plaguicidas utilizados para el control de plagas, y que podemos encontrar como residuos en las frutas y en las verduras de consumo diario, también están relacionados con el riesgo de desarrollar cáncer de mama.

Por otra parte, también tiene un **carácter hereditario**, lo que comúnmente se denomina «predisposición» a la enfermedad. Los genes *BRCA 1* y *BRCA 2* (*BRCA1/2*) son algunos de los señalados directamente en la predisposición genética a desarrollar cáncer de mama, si estos están presentes, su principal función es sintetizar proteínas que reparan daños en el ADN que evitan la aparición de células cancerosas. Sin embargo, si ocurren cambios (mutaciones) en estos genes, se generan variantes que producen un crecimiento celular anormal que, al heredarse, se tiene un mayor riesgo de padecer varios tipos de cáncer, pero principalmente de mama y de ovario. Los hijos de una persona portadora de cualquiera de las mutaciones en uno de estos genes, tiene una probabilidad del 50 % de heredar la mutación.





Tomado del Hospital Roosevelt (2018). <https://twitter.com/hrooseveltgt/status/1050771139977465857?lang=de>

A pesar de tener estos factores de riesgo, el cáncer de mama es una enfermedad en la que **un diagnóstico temprano puede salvar la vida** a la paciente y **proteger la integridad familiar**, ya que la enfermedad no solo representa un gran golpe a la moral del núcleo familiar, sino que también representa un estrés, sobre todo, para quienes tienen que cuidar a un ser querido convaleciente, a la par de los problemas económicos que representa el proveer de un tratamiento en las etapas avanzadas.

### Prevención del cáncer de mama

La prevención de esta enfermedad ha sido la estrategia más eficaz y con mejor pronóstico implementada en países desarrollados, ya que pueden **aumentar la calidad de vida de los pacientes** y permite **combatir la enfermedad antes de que invada otros órganos** del cuerpo. Conocer tus senos es de vital importancia y para ello no hay nada mejor que la **autoexploración mensual**, pues cualquier cambio si se detecta a tiempo puede salvarte la vida.

A continuación, enlisto las medidas que se deben poner en práctica para detectar a tiempo el cáncer de mama.

**Observa:** frente al espejo, busca cambios en la forma, en el tamaño o en la superficie de la piel, es-

pecialmente hundimientos, inflamación, enrojecimiento o ulceraciones. Este procedimiento deberás hacerlo con los brazos a los lados, las manos detrás de la cabeza, los codos y hombros ligeramente hacia adelante y con las manos en la cintura.

**Toca:** frente al espejo o durante el baño, busca bolicitas, zonas dolorosas, abultamientos o consistencia diferente al resto de la mama. Este procedimiento deberás hacerlo de la siguiente manera:

- **De pie:** la mano derecha en la nuca, con la izquierda toca el pecho derecho. Comienza desde arriba palpando alrededor de la mama y luego en la parte del centro. Posteriormente, revisa toda la axila y al final aprieta el pezón para ver si hay salida anormal de líquido. Explora el otro pecho de la misma manera.
- **Acostada:** con una almohada pequeña o toalla enrollada debajo del hombro derecho, pon la mano derecha en la nuca, con la mano izquierda revisa el pecho derecho, palpa de la misma manera que lo hiciste estando de pie. Haz lo mismo para explorar el seno izquierdo.

Al identificar algún cambio sospechoso, es necesario asistir con su médico o ir a una unidad de salud para que un especialista evalúe, interprete y diagnostique.

Algunos de los signos que nos pueden indicar un estado de alerta son los siguientes:

- **Bulto** nuevo en la mama o en la axila (debajo del brazo).
- **Enrojecimiento** o descamación en la zona del pezón.
- **Hundimiento** del pezón o dolor en la zona.
- **Secreción** del pezón, que no sea leche, incluso sangre.

Cabe mencionar que cada uno de los signos puede ser distintos para diferentes personas y pueden darse con otras afecciones que no son forzosamente cáncer. Por lo tanto, hay que estar muy atentos para poder identificarlos si se tiene algún factor de riesgo, así como asistir lo antes posible a una evaluación médica.

Las pruebas de detección de cáncer de mama se centran en identificarlo en una etapa temprana, incluso antes de que se presenten signos, y aunque las pruebas de detección no pueden prevenir la enfermedad, sí pueden detectarla en sus etapas iniciales, cuando es más fácil tratarla.

### Técnicas utilizadas para la detección del cáncer de mama

Existen diversas técnicas para poder detectar a tiempo este tipo de cáncer, a saber:

- **Examen clínico de las mamas.** Es un examen hecho por un médico o una enfermera que usa las manos para detectar bultos u otros cambios presentes en las mamas. Las mujeres con implantes mamarios también deben realizarse exámenes clínicos de seno en forma regular. Se puede realizar en casa por la misma paciente.
- **Mamografía.** Se trata de radiografías de las mamas. Para muchas mujeres, son el mejor método para detectar el cáncer de mama en sus

etapas iniciales, cuando es más fácil de tratar y antes de que se pueda palpar en el examen clínico. Es recomendable que las mujeres entre 40 y 49 años de edad, hablen con su médico con respecto a cuándo comenzar a hacerse mamografías y su frecuencia. Para las mujeres de entre 50 y 74 años de edad, que tengan riesgo promedio de cáncer de mama, es recomendado que se realicen el estudio cada dos años. Pacientes con familiares directos con cáncer de mama, deben realizarse esta prueba a partir de los 20 años.

- **Imagen por resonancia magnética de las mamas.** Utilizan imágenes y ondas de radio para tomar fotografías de las mamas, esta prueba se realiza a mujeres con alto riesgo de presentar cáncer de mama, o que ya fueron diagnosticadas con cáncer, para ayudar a medir su tamaño e identificar otros tumores en el seno.
- **Ultrasonido.** El ultrasonido del seno utiliza ondas sonoras para producir fotografías de las estructuras internas del seno. Se utiliza, principalmente, para ayudar a diagnosticar bultos en el seno u otras anomalías que se hayan detectado durante un examen físico, en una mamografía o en una RMN del seno. El ultrasonido es seguro, no es invasivo y no utiliza radiación.

### ¡Explórate y detecta el cáncer de mama a tiempo!

Hoy en día se cuenta con diversos programas sociales de prevención contra el cáncer de mama, ya que esta es la manera más efectiva y segura para enfrentar esta enfermedad. Hay que hacer uso de ellos y promover el autocuidado, así como las revisiones periódicas.

En caso de observar algún cambio en los senos, aunque sea mínimo, hay que acudir al médico para obtener un diagnóstico exacto de lo que ocurre. La prevención es la mejor arma en la lucha contra esta enfermedad. **Un cáncer detectado a tiempo** permite que puedan utilizarse tratamientos efectivos, con lo cual es posible **reducir el número de mexicanas que fallecen** año con año por esta causa.



American Cancer Society. (2019). *¿Qué es el cáncer de seno?* <https://www.cancer.org/es/cancer/cancer-de-seno/acerca/que-es-el-cancer-de-seno.html>

Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades. (2021). *¿Qué es el cáncer de mama?* [https://www.cdc.gov/spanish/cancer/breast/basic\\_info/what-is-breast-cancer.htm](https://www.cdc.gov/spanish/cancer/breast/basic_info/what-is-breast-cancer.htm)

Organización Mundial de la Salud. (2021). *Cáncer de mama.* <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/breast-cancer>

# INFOGRAFÍA

## Quehacer Científico Nicolaita

Rafael Salgado Garciglia



<https://icti.michoacan.gob.mx/wp-content/uploads/2023/10/image-1.png>

### Investigación de enfermedades renales en oriente de Michoacán

La enfermedad renal crónica es uno de los principales problemas de salud pública en el mundo, se estima que uno de cada 10 adultos la padece en algún grado, por lo que de alta importancia estudiar las poblaciones más susceptibles sobre este tipo de enfermedades en Michoacán. Investigadores nicolaitas realizan proyectos con este objetivo como el grupo liderado por la doctora en ciencias Virginia Angélica Robinson Fuentes, profesora e investigadora del posgrado en ciencias de la salud de la Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas de nuestra universidad (UMSNH).

Recientemente el Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación del Estado de Michoacán (ICTI) entregó dos millones de pesos para reforzar las investigaciones sobre enfermedades renales de la región Oriente del estado a este grupo de investi-

gación, entregando el recurso a la UMSNH, para realizar trabajos de investigación que lleven a determinar las causas que originan este tipo de enfermedad en la población del oriente michoacano. El Dr. Jesús Campos García, Coordinador de la Investigación Científica de la UMSNH, atestiguó la entrega de los recursos al proyecto de investigación.

No solamente se realizará investigación básica, ya que el compromiso es reportar el conocimiento científico adquirido para generar políticas públicas de impacto regional, con incidencia en el área de la salud pública.

Este financiamiento otorgado por el ICTI a la UMSNH, representa un claro compromiso con la salud de los habitantes de Michoacán. El financiamiento y la investigación es un paso muy importante contra la lucha de las enfermedades renales y en la promoción de una vida más saludable para todos.



