

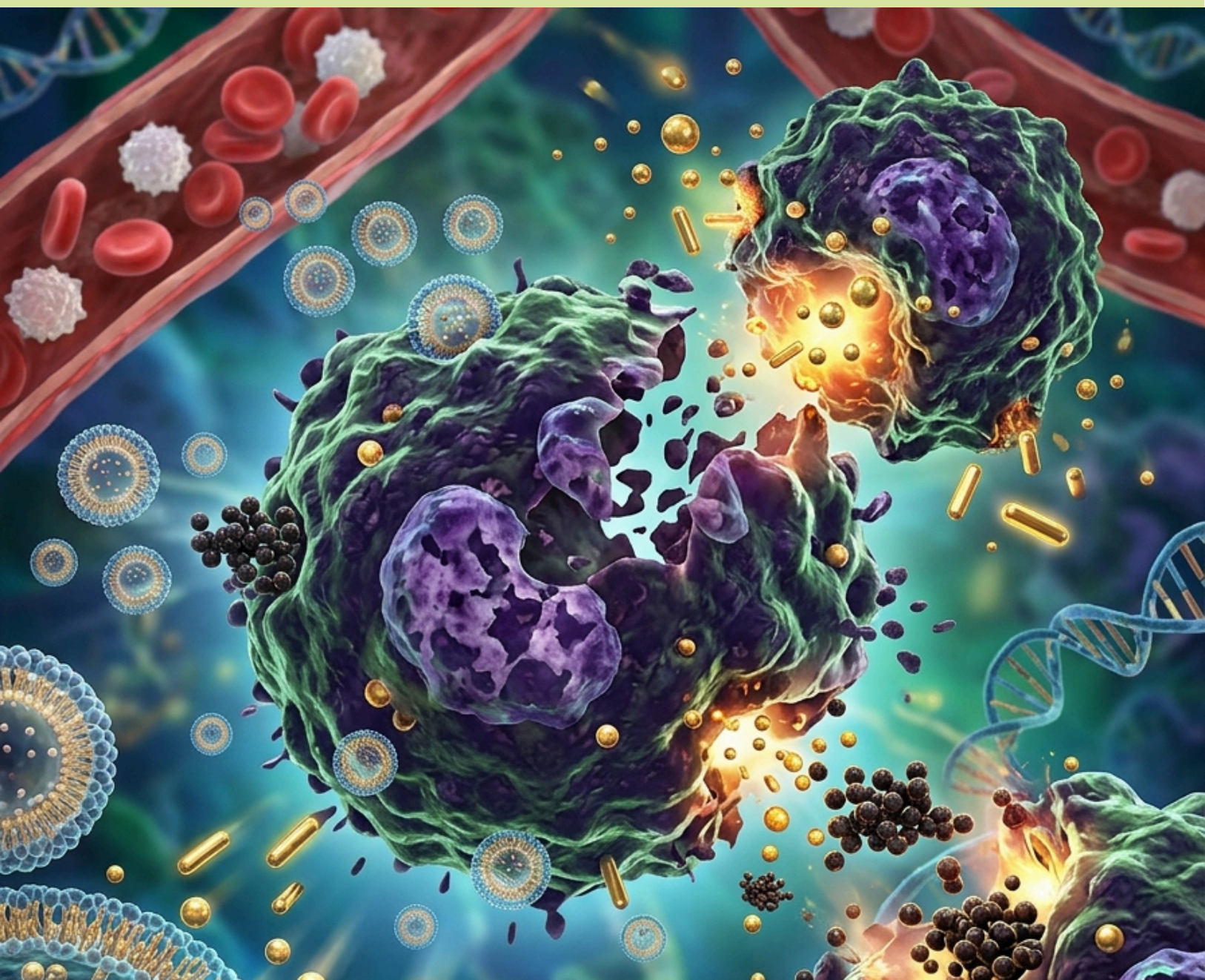
05. NANOTECNOLOGÍA: DIMINUTOS ALIADOS EN LA GRAN BATALLA CONTRA EL CÁNCER

Saulo Manuel Álvarez Saldaña
Estudiante del Doctorado en
bioquímica molecular y
traslacional
Universidad de Guadalajara
saulo.alvarez9124@alumnos.udg.mx
ORCID: 0009-0001-6735-4079

Gonzalo Casillas Moreno
Estudiante de la Licenciatura
en química
Universidad de Guadalajara
gonzalo.casillas5956@alumnos.udg.mx
ORCID: 0009-0008-5747-182X

Andrea Carolina Machado
Sulbarán
Doctora
Universidad de Guadalajara
andrea.machado5223@academicos.udg.mx
ORCID: 0000-0001-7879-9316

Diego Alberto Lomeli
Rosales*
Doctor
Universidad de Guadalajara
diego.lomeli4077@academicos.udg.mx
ORCID: 0000-0002-9949-5829



RESUMEN

El cáncer continúa siendo una de las principales causas de muerte en el mundo y representa un reto persistente para la ciencia médica. En este sentido, la nanotecnología se presenta como una herramienta prometedora para desarrollar terapias más selectivas, eficaces y menos invasivas, contribuyendo al marco del Objetivo de Desarrollo Sostenible 3: Salud y bienestar. Este artículo presenta una introducción a los fundamentos de la nanotecnología y su aplicación en la lucha contra el cáncer, destacando ejemplos concretos como el uso de nanopartículas lipídicas, de oro y de óxido de hierro en terapias dirigidas, así como los beneficios de la medicina personalizada en esta enfermedad. Adentrémonos entonces en los fascinantes detalles que explican el cómo y el porqué.

La salud es un derecho humano fundamental y, al mismo tiempo, uno de los mayores retos que enfrenta la humanidad. En el marco de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) propuestos por la Organización de las Naciones Unidas, el ODS 3: Salud y bienestar busca “garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades” (1).

Alcanzar esta meta implica enfrentar enfermedades que afectan a millones de personas en el mundo y que, pese a los avances médicos, continúan desafiando a la ciencia. Entre ellas, el cáncer que sigue siendo una de las más devastadoras (1).

Las enfermedades no transmisibles, también llamadas enfermedades crónicas, evolucionan lentamente y suelen carecer de una cura definitiva. Entre ellas, el cáncer destaca como una de las más graves y persistentes (1).

Esta enfermedad es un conjunto de enfermedades de más de 200 tipos distintos y se origina por el crecimiento descontrolado de células malignas que ignoran las señales naturales del cuerpo y tienen la capacidad de invadir tejidos, propagarse a otros órganos y poner en riesgo la vida, pese a que todos los tipos presentan las mismas características cada una presenta una fisiopatología distinta (2).

Según la Organización Mundial de la Salud, el cáncer es la segunda causa de muerte a nivel global, y su incidencia continúa en aumento. Los tratamientos más comunes como la radioterapia, cirugía y quimioterapia han permitido salvar millones de vidas, pero también presentan grandes limitaciones (2). Específicamente, la quimioterapia afecta tanto a las células cancerosas como a las sanas, generando severos efectos secundarios como fatiga, náuseas, pérdida de cabello y deterioro general de la salud (2).

Los tratamientos convencionales suelen ser costosos y existe el riesgo de recaídas. Por ello, la ciencia busca alternativas más precisas, seguras y personalizadas.

Dentro de las respuestas que se proponen para solucionar o contrarrestar este tipo de enfermedades, se ha recurrido a emplear la nanotecnología, la cual es una rama de la ciencia que manipula la materia a escalas diminutas (del orden de los nanómetros, es decir, una millonésima parte de un milímetro) (3).

A esa escala, los materiales presentan propiedades físicas y químicas únicas que pueden aprovecharse para la medicina. Cuando estas propiedades se aplican a la salud, surge la nanomedicina (Figura 1), una rama dedicada a la aplicación de estructuras nanométricas para diagnosticar, tratar y reparar sistemas biológicos a nivel molecular (3).

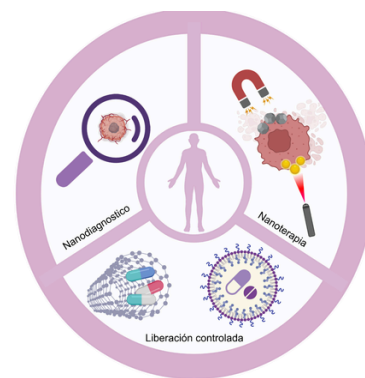


Figura 1. Representación esquemática de las principales aplicaciones de la nanomedicina: nanodiagnóstico, nanoterapia y sistemas de liberación controlada de fármacos. La ilustración muestra el uso de nanopartículas como plataformas para el diagnóstico, la dirección selectiva y la liberación sostenida de agentes terapéuticos (elaboración propia, 300 DPI).

En el caso del cáncer, las nanopartículas pueden ser diseñadas para transportar medicamentos directamente hasta las células tumorales, evitando afectar los tejidos sanos. Esto se logra no solo mediante el acoplamiento de los fármacos a la superficie de las nanopartículas o su encapsulación en la matriz, sino también a través de la funcionalización de las nanopartículas con moléculas de reconocimiento (como anticuerpos, péptidos o ligandos específicos) que se unen a receptores en las células tumorales.

De esta manera se favorece la acumulación selectiva en el tejido dañado y se consigue una liberación más localizada, lenta y prolongada del medicamento, reduciendo la exposición de los tejidos sanos (4). Un ejemplo destacado son los liposomas, pequeñas vesículas formadas por lípidos que encapsulan fármacos y los liberan únicamente en el sitio del tumor. Este principio, similar al de las vacunas de ARN mensajero utilizadas contra la COVID-19, reduce drásticamente los efectos secundarios y mejora la eficacia terapéutica (4).

Otro ejemplo prometedor en estudios preclínicos son las nanopartículas metálicas, como las de oro y plata, que poseen propiedades ópticas y térmicas únicas. Las nanopartículas de oro, por ejemplo, pueden ser irradiadas con luz láser infrarroja para generar calor y destruir las células malignas sin dañar las sanas, usando una técnica que se asemeja a un microondas en miniatura, solo que es sumamente preciso y que solo se activa en las células tumorales (hipertermia localizada) (4).

Por su parte, las nanopartículas de óxido de hierro combinan diagnóstico y tratamiento, en lo que se conoce como terapia teranóstica. Funcionan como agentes de contraste en resonancias magnéticas y, al mismo tiempo, pueden transportar medicamentos o generar calor mediante campos magnéticos, ofreciendo una doble función: detectar y tratar (4).

Más allá de su tamaño diminuto, la nanotecnología destaca por su capacidad de interactuar con otras áreas científicas. Hoy se combina con la biología molecular, la inteligencia artificial y la ingeniería biomédica para lograr desarrollar un robot que permita interacciones precisas con objetos a nanoescala (desarrollo de futuro de nanorobots que sean capaces de detectar mutaciones genéticas, reparar tejidos o administrar dosis exactas de medicamentos según las necesidades del paciente) (5).

Este enfoque abre el camino hacia la medicina personalizada, donde cada tratamiento se diseña según el perfil genético y molecular de cada individuo. Así, la nanotecnología se perfila como una herramienta clave para hacer realidad terapias más eficaces, seguras y humanas (5).

Ahora bien, la nanotecnología suena muy prometedora para dar solución a este tipo de problemas de salud, sin embargo, a pesar de su enorme potencial, la nanotecnología médica plantea desafíos importantes y es necesario estudiar los posibles efectos tóxicos de los nanomateriales en el cuerpo y en el ambiente, establecer marcos regulatorios claros y garantizar la equidad en el acceso a estas innovaciones.

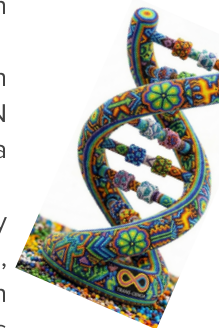
La ciencia no debe avanzar sola por eso necesita del diálogo con la sociedad, la ética y las políticas públicas.

CONCLUSIÓN

El cáncer ha sido, durante siglos, una de las mayores amenazas para la vida humana. Pero gracias a la creatividad científica y a los avances en nanotecnología, se ha comenzado a construir un camino hacia los tratamientos para que sean más precisos, personalizados y esperanzadores.

Desde las nanopartículas que transportan fármacos de una forma similar a un Uber molecular, donde la nanopartícula lleva como pasajero al medicamento directo a la célula enferma, hasta donde nanomateriales destruyen tumores con calor o luz, la ciencia demuestra que lo pequeño puede cambiar el rumbo de lo grande.

La nanotecnología, aunque invisible al ojo humano, está moviendo la ciencia hacia un porvenir donde el bienestar y la salud sean una realidad alcanzable para todos.



Referencias

1. Gamez MJ. Objetivos y metas de desarrollo sostenible - Desarrollo Sostenible [Internet]. Desarrollo Sostenible; 2022. Disponible en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
2. Cardona Palacio A, García Rueda JE. Aspectos esenciales del cáncer: una revisión narrativa. Arch Patol. 2025; 5 (1): 1–22. doi:10.17811/ap.v5i1.22982
3. Salvador-Morales C, Grodzinski P. Nanotechnology tools enabling biological discovery. ACS Nano [Internet]. 2022; 16(4): 5062–84. Doi: 10.1021/acsnano.1c10635
4. Zhu J, Lee H, Huang R, Zhou J, Zhang J, Yang X, et al. Harnessing nanotechnology for cancer treatment. Front Bioeng Biotechnol [Internet]. 2025;12:1514890. Doi: doi.org/10.3389/fbioe.2024.1514890
5. Gajare SR, Deshmukh AS, Shinde CK. Personalized medicine: a review. Int J Pharm Sci Rev Res. 2021;69(1). doi:10.47583/ijpsrr.2021.v69i01.023

1Hipertermia localizada: Técnica terapéutica que aplica calor directamente sobre áreas específicas del cuerpo, como tumores, para aumentar la efectividad de tratamientos como la radioterapia y la quimioterapia.

2Técnica que integra diagnóstico + terapia en una sola, permitiendo detectar, monitorear y tratar una enfermedad de forma personalizada.

3Dispositivo extremadamente pequeño diseñado para realizar tareas específicas a nivel molecular o celular.

