



Nanotecnología:

un nuevo panorama para
el abordaje del cáncer

SALUD AL DÍA

En un mundo donde lo pequeño a menudo pasa desapercibido, existe un reino sorprendente que está revolucionando nuestro entendimiento sobre la ciencia y la tecnología. Imagina la existencia de partículas tan pequeñas, invisibles al ojo humano, que solo pueden ser observadas con equipos especializados, pero que pueden tener un impacto tan grande sobre los seres humanos que incluso cambiarían la forma en que vivimos, trabajamos y sanamos [1].

La ciencia que estudia estas pequeñas partículas se conoce como nanotecnología, la cual involucra procesos básicos de las ciencias biológicas, físicas y químicas, para el diseño, síntesis, caracterización y posible aplicación de materiales y dispositivos cuya organización funcional más pequeña se encuentra en la escala del nanómetro, es decir, la milmillonésima parte de un metro [1].

Las nanopartículas poseen características físicas únicas, como conductividad, estabilidad y propiedades ópticas, las cuales tienen el potencial de utilizarse en campos como la biología, la ciencia de los materiales y, especialmente, la medicina. La nanomedicina es un área de la nanotecnología que se enfoca en el estudio o aplicación de las nanopartículas en la detección, diagnóstico y el tratamiento de enfermedades ya sea por la liberación o transporte de fármacos, terapia génica, identificación de biomarcadores o terapia dirigida [2].

Tipos de síntesis de nanopartículas: ventajas y desventajas

Las nanopartículas pueden sintetizarse por diversos métodos que se clasifican en físicos, químicos y biológicos (figura 1). Los métodos físicos implican la fragmentación de metales en bruto en trozos más pequeños mediante acción mecánica. Mientras que los

Autores

Jovani Guadalupe Aguirre-León

Álvaro Salazar-Loera

Andrea Carolina Machado-Sulbaran



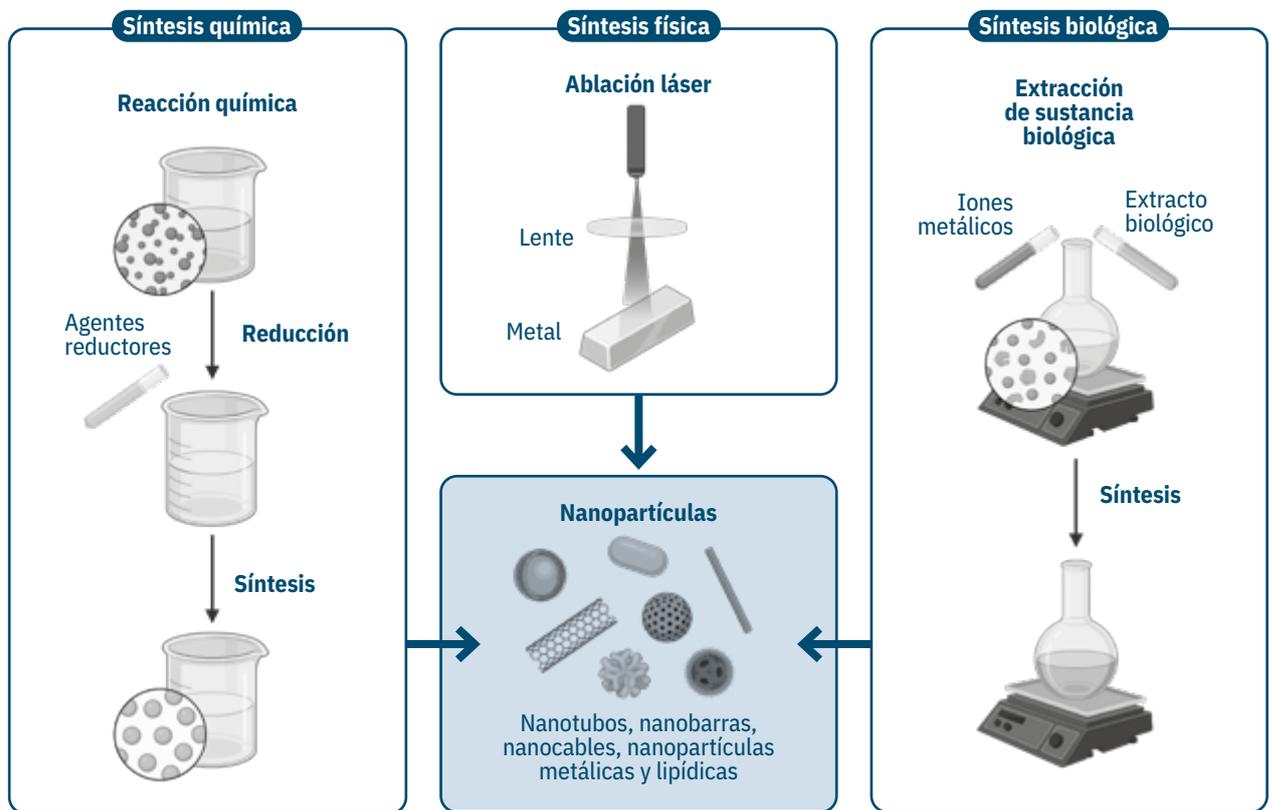


Figura 1. Métodos de síntesis de nanopartículas. Creada con BioRender.com

métodos químicos usan solventes orgánicos y los biológicos emplean plantas o microorganismos durante la síntesis [2].

Los métodos físicos son procesos simples, por lo que son preferidos para la producción a gran escala de nanopartículas. Sin embargo, son tan largos que requieren de tecnologías costosísimas y que, además, pueden generar una distribución muy dispersa del tamaño de las nanopartículas [2].

Los métodos químicos son técnicas basadas en la creación de nanopartículas a partir de sustancias moleculares que contienen una forma especial de hierro bajo condiciones de laboratorio específicas. Este método nos permite fabricar partículas muy pequeñas que son útiles en diferentes aplicaciones, sin embargo, durante dicho proceso pueden generarse compuestos tóxicos según las sustancias seleccionadas para la síntesis [2].

Por último, en la búsqueda de formas más seguras y ecológicas de sintetizar nanopartículas, se ha explorado el uso de microorganismos y ex-

tractos de plantas, este último ha ganado gran popularidad debido a su fácil manejo de producción y al bajo costo de producción [3].

El método de síntesis es muy relevante ya que determina las características que tendrán las nanopartículas, como el tamaño, forma, agrupación, superficie y material. Estas características influyen en su estabilidad, función, toxicidad, distribución, daño celular, acumulación en tejidos y liberación de fármacos [3].

Se han estudiado todas las características de las nanopartículas y sus tipos de síntesis para valorar su posible aplicación en medicina y especialmente contra el cáncer. Algunas nanopartículas han sido evaluadas para realizar el diagnóstico y tratamiento de diversos tipos de cáncer, como los liposomas, micelas, dendrímeros y nanocáscaras, entre otras (figura 2). La posibilidad de acoplar fármacos o de dirigirlos a células tumorales ha servido para disminuir las limitaciones de los medicamentos que se usan actualmente contra el cáncer [3].

Cáncer y nanomedicina

El cáncer es una enfermedad que tiene alta mortalidad a nivel mundial. Puede afectar a todas las personas, independientemente de su edad y género. En esta enfermedad ocurre una proliferación descontrolada de células, las cuales pueden diseminarse desde un punto de origen y afectar diversas partes del cuerpo, poniendo en riesgo la vida [3].

El tratamiento convencional del cáncer involucra el uso de medicamentos citotóxicos que permiten la eliminación de las células tumorales, sin embargo, estos tratamientos pueden tener baja especificidad, por lo que se asocian con efectos secundarios y consecuencias a largo plazo. Otros problemas de las terapias convencionales incluyen la solubilidad de los fármacos y el desarrollo de resistencia a los medicamentos [3].

La nanomedicina ha surgido como una alternativa a las terapias convencionales, con el uso de las nanopartículas como vehículos para dirigir los medicamentos o para eliminar directamente las células tumorales. Al utilizar nanopartículas se ha mejorado la detección temprana y el tratamiento del cáncer. Estos avances han permitido una mayor precisión en la administración de medicamentos, reducción de los efectos secundarios y la posibilidad de dar tratamientos personalizados. La nanomedicina ha contribuido a transformar la forma en que abordamos el cáncer, y su uso en la clínica podría mejorar la eficacia de los tratamientos y, por tanto, la calidad de vida de los pacientes [3].

Los estudios realizados en células tumorales que crecen en ambientes controlados han determinado el potencial de las nanopartículas como vehículos para el transporte y liberación de fármacos de manera controlada, además han permitido comprender algunos de los mecanismos de acción y las vías metabólicas con las que interactúan. Adicionalmente, se ha evaluado la capacidad de las nanopartículas de superar las barreras biológicas mediante la modificación indirecta de la membrana y el recubrimiento de estas, permitiendo una liberación específica,

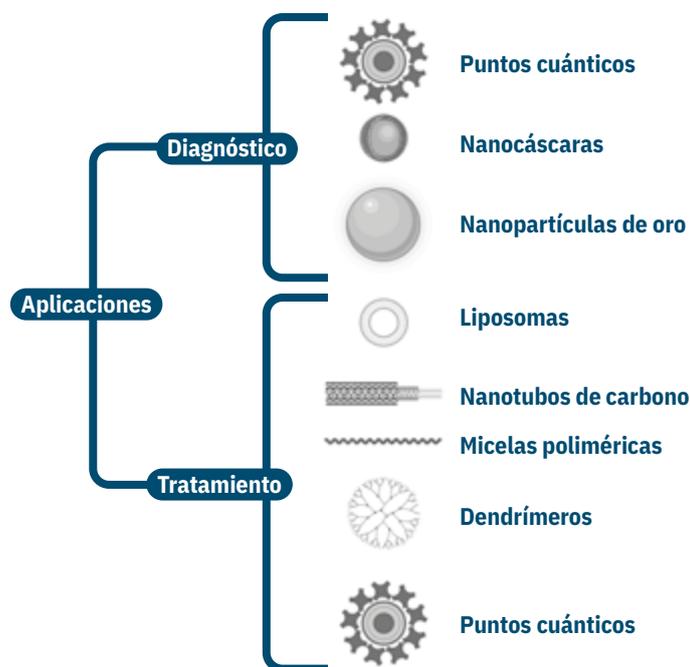


Figura 2. Posibles aplicaciones de las nanopartículas en cáncer. Creado con BioRender.com

aumento de la vida media del fármaco y la inhibición del crecimiento celular. El estudio en células tumorales en ambientes controlados ha arrojado resultados favorables y ha abierto la oportunidad para realizar estudios en modelos animales de experimentación [4].

La evaluación de nanopartículas en modelos animales con diferentes tipos de cáncer ha arrojado resultados prometedores sobre su comportamiento en sistemas biológicos y su potencial aplicación en la clínica, donde el objetivo principal ha sido evaluar la seguridad y su eficacia dentro del organismo. Se ha descrito que las nanopartículas pueden inhibir el crecimiento de tumores en ratones e incluso aumentar su supervivencia [5].

Aunque se ha demostrado el potencial de las nanopartículas en ratones con cáncer, existen ciertas preocupaciones sobre su toxicidad, acumulación en órganos internos, eliminación y posibles daños. Los estudios en animales de experimentación son relevantes, porque permiten comprender la distribución, comportamiento y los posibles efectos tóxicos de las nanopartículas. La investigación conti-



núa: diversos protocolos estudian de manera directa estos efectos para que su uso en clínica sea posible [5].

Estos protocolos, tanto en células tumorales tratadas en ambientes controlados, como modelos animales de experimentación con diversos tipos de cáncer, han probado que las nanopartículas por sí solas o incluso conjugadas con medicamentos pueden mejorar la eficacia, especificidad y distribución corporal. Se evalúa la disminución del impacto de los fármacos quimioterapéuticos mediante la capacidad de dirigirlos contra las células tumorales, mejorando las propiedades farmacológicas, así como la disminución de la acumulación y la toxicidad de las nanopartículas en el organismo [1].

Aunque se han logrado algunos éxitos en ensayos preclínicos, la mayoría de los nanomedicamentos no llegan a la clínica. Los principales factores asociados a este evento son la complejidad del diseño, la comprensión incompleta de mecanismos biológicos y altas exigencias durante el proceso de fabricación.

Para que las nanopartículas puedan ser utilizadas en la clínica deben realizarse investigaciones que combinen conocimientos de disciplinas como la biología celular, la química y la fisiopatología de los tumores, para comprender cómo las características y modificaciones de las nanopartículas afectan los sistemas biológicos [3].

Una luz en el camino

La nanomedicina en cáncer representa un campo de investigación fascinante y prometedor. Los avances en esta área han abierto nuevas perspectivas con potencial transformador en la detección y tratamiento de esta enfermedad. Aún existen desafíos que deben abordarse para que la nanomedicina en cáncer alcance su aplicación. Futuros estudios deben evaluar la seguridad de las nanopartículas y los efectos secundarios a largo plazo, además será necesario contar con una regulación adecuada para garan-

tizar la calidad, seguridad, aprobación y costos para uso clínico.

En resumen, la nanomedicina en el cáncer está en una etapa emocionante de desarrollo y ofrece la promesa de revolucionar la forma en que comprendemos, detectamos y tratamos esta enfermedad. 🌱

Referencias

1. Malik S, Muhammad K, Waheed Y. Nanotechnology: A revolution in modern industry. *Molecules* [Internet]. 2023;28(2):661. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/molecules28020661>
2. Niculescu A-G, Chircov C, Grumezescu AM. Magnetite nanoparticles: Synthesis methods – A comparative review. *Methods* [Internet]. 2022;199:16-27. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jymeth.2021.04.018>
3. Paus C, van der Voort R, Cambi A. Nanomedicine in cancer therapy: promises and hurdles of polymeric nanoparticles. *Explor Med* [Internet]. 2021; Disponible en: <http://dx.doi.org/10.37349/emed.2021.00040>
4. Cheng, Z., Li, M., Dey, R., Chen, Y. (2021). Nanomaterials for cancer therapy: Current progress and perspectives. *Journal of Hematology & Oncology*, 14(1). <https://doi.org/10.1186/s13045-021-01096-0>
5. Mundekkad, D., & Cho, W. C. (2022). Nanoparticles in clinical translation for cancer therapy. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(3), 1685. <https://doi.org/10.3390/ijms23031685>

Jovani Guadalupe Aguirre-León Ingeniero en nanotecnología. Estudiante del Doctorado en Farmacología, del Centro Universitario de Ciencias de la Salud, Instituto de Investigación en Cáncer en la Infancia y Adolescencia (INICIA).

Álvaro Salazar-Loera Becario de la Dirección General de Calidad y Educación en Salud, Secretaría de Salud, México. Estudiante del último año de la Licenciatura en Médico Cirujano y Partero, del Centro Universitario de Ciencias de la Salud, Instituto de Investigación en Cáncer en la Infancia y Adolescencia.

Andrea Carolina Machado-Sulbaran Doctora en Ciencias Biomédicas orientación inmunología. Profesora Investigadora Asociado C adscrita al Departamento de Microbiología y Patología del CUCS. Directora del INICIA. Contacto: andrea.machado5223@academicos.udg.mx