

Actualidad desde la ciencia

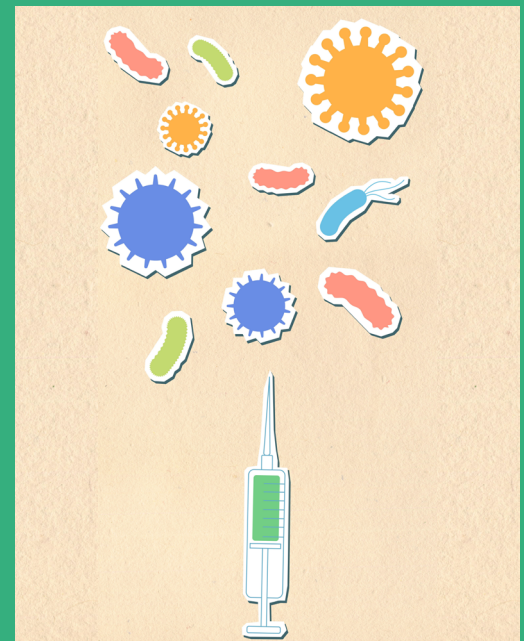
Lo nanoscópico que habita en ti

Reyna-Lázaro, L.A.^{1*} , Trujillo-Nolasco, R.M.¹ ,
Gutiérrez-Vázquez, M.T.²

La nanotecnología es la ciencia que estudia la escala nano, o bien, la milmillonésima parte de un metro, que existe en nuestra vida diaria (comida, ropa, autos, etc.). En este artículo se explica esta escala y se exploran las nanopartículas (np) usadas en el área médica, motivadas por la perfección del cuerpo humano; lipoproteínas de alta densidad (HDL, por sus siglas en inglés) y lipoproteínas de baja densidad (LDL, por sus siglas en inglés).

Palabras clave:

Nanotecnología, nanopartícula, lipoproteína, terapia, investigación médica



Licencia de contenido de Pexels

¹Facultad de Medicina. Universidad Autónoma del Estado de México. C. Jesús Carranza, Moderna de la Cruz, CP 50180, Toluca de Lerdo, Estado de México, México.

²AHSI Arcadio Henkel Sánchez Institute. C. Industria Minera, Alfredo Nobel #102, Colonia San Lorenzo Tepaltitlán, CP 50010, Toluca de Lerdo, Estado de México,

*Autora de correspondencia:

Luz Araceli Reyna Lázaro. Facultad de Medicina. Universidad Autónoma del Estado de México. C. Jesús Carranza, Moderna de la Cruz, CP 50180, Toluca de Lerdo, Estado de México. Teléfono (55)45060649. E-mail: rluzreyna@hotmail.com

Recibido: 25 de febrero de 2026

Aceptado: 15 de abril de 2026

Publicación: 12 de junio de 2026

Cómo citar este artículo:

Reyna-Lázaro, L.A., Trujillo-Nolasco, R.M., Gutiérrez-Vázquez, M.T., (2025) Lo nanoscópico que habita en ti, Revista Pardalis, 2, e0062.

Te imaginas manipular algo tan pequeño que no puedes verlo a simple vista, pero que puede cambiar tu vida?; y para bien: evitar que te mojes, mejorar la eficiencia de un auto, aumentar la calidad de tus comidas favoritas, diagnosticarte, y curarte. Es algo con lo que se trabaja día a día en los diferentes laboratorios del mundo: la nanotecnología. Se reconoce como padre de esta tecnología a Richard Feynman (1959), y desde entonces se ha ido desmenuzando la diversidad de aplicaciones de esta maravillosa ciencia (Bodunde et al., 2021).



Nanotecnología en la vida

Nano se refiere a la mil millonésima parte de un metro (m). Las nanopartículas (np) se suelen clasificar según su composición (orgánica o inorgánica), o según su dimensión (D): 0D, 1D, 2D y 3D (Yan et al., 2024). Estas dimensiones se refieren a la estructura y dirección en el plano cartesiano, el cual tiene tres ejes (X, Y o Z). Las primeras suelen ser esféricas (Figura 1) y se orientan hacia todas direcciones, como las np que se revisan en este artículo. Las np 1D tienen un lado más alargado (dos dimensiones), como los nanotubos de carbono (Figura 1); las 2D tienen forma de láminas muy delgadas, como el grafeno, y se considera que tienen una dimensión; y por último, las 3D son uniones de np 2D, por lo que no tienen dimensiones, como el grafito (Adul-Rasool et al., 2024).

Lo increíble de lo nano es que las propiedades de cada material cambian cuando se trabaja a escala nanométrica. Por ejemplo, los nanotubos de carbono se utilizan para reforzar materiales de la construcción, o la ropa se adiciona con np de plata que inhiben el crecimiento bacteriano, eliminando el mal olor.



Figura 1. Tipos más comunes de np. La np de oro es inorgánica, mientras que las demás son orgánicas. El nanotubo de carbono es un ejemplo de 1D, las demás son 0D. Elaborada por Mariana Thamara Gutiérrez Vázquez.



Trabajar a escala nano implica utilizar herramientas que no se encuentran tan fácilmente en un laboratorio; por ejemplo, un microscopio electrónico de barrido (SEM, por sus siglas en inglés) que ayuda a ver la forma de las np, o el equipo de dispersión dinámica de luz (DLS, por sus siglas en inglés) para medir su tamaño.

Aplicaciones en el sector salud

Las np permiten transportar sustancias dentro o fuera de sí, siendo esta su aplicación principal, debido a que diversos medicamentos suelen tener una mala respuesta en el cuerpo debido al transporte, metabolismo o absorción o al no dirigirse a la zona de interés.

Las medicinas orales tradicionales, como las tabletas o cápsulas, usan excipientes (todo lo que acompaña al fármaco y permite su estabilidad, conservación y administración) para evitar que el fármaco se degrade en el estómago debido a su acidez, en este órgano la comida se degrada química y mecánicamente, y pueda llegar al intestino delgado, ser absorbido, eventualmente llegar a sangre y en el caso de algunos fármacos, llegar al órgano ->célula ->receptor (mecanismo celular que permite la entrada de sustancias y funciona como una caseta de vigilancia: si se reconoce lo que debe entrar, se permite el paso) para que el principio activo realice su trabajo.

Esta es una de las muchas formas que pueden llegar diversos fármacos a las células (Grogan & Preuss, 2023)

Sin embargo, se pierde gran cantidad de fármaco durante todo el trayecto. Por ejemplo, el intestino delgado y el hígado tienen un proceso llamado “metabolismo de primer paso” que literalmente transforma el fármaco y resulta en una gran probabilidad de que finalmente no funcione en el cuerpo. Además, el tiempo que transcurre desde que se toma el medicamento hasta su acción dependerá del cuerpo de cada persona, y puede ser el esperado o aplazarse, por lo que se debe estar atento a las dosis en las horas adecuadas. La inyección es otra vía de administración, pero suele ser dolorosa, y al dirigirse directamente al sistema circulatorio puede afectar otros órganos. Este es el caso de las quimioterapias, las cuales causan pérdida de cabello, desgaste en varios órganos, y debilidad general.

Las np pueden proteger y dirigir: imagínate un robot que lleve directamente la cura a la zona necesitada. Numerosos estudios demuestran el éxito de las np para nuevos tratamientos, principalmente para el cáncer, enfermedades autoinmunes, infecciones y enfermedades cardiovasculares, además de usos en medicina regenerativa (Prakash, 2023).

Sabemos que el cáncer es cambiante y difícil de tratar, y los fármacos empleados en quimioterapias (doxorubicina, paclitaxel, cisplatino, etc.) son problemáticos debido a que son difíciles de disolver en agua, lo que disminuye su disponibilidad en el cuerpo. Además, existen otras terapias nuevas (radioterapia, inmunoterapia, terapias génicas, etc.) las cuales han demostrado ser funcionales, pero suelen ser muy caras, y también generan efectos secundarios al no poder dirigirlos a zonas específicas del cuerpo. Sin embargo, en las np se pueden encapsular fármacos y ácidos nucleicos; también se puede agregar ligandos a su superficie que se unan a receptores de las membranas celulares que suelen ser más numerosos, esto es, sobreexpresarse, en células de cáncer. Es decir, se puede producir una administración dirigida al tumor, con bajos efectos secundarios negativos y un tiempo de circulación prolongado.

Existen nanopartículas en tu cuerpo ahora mismo

Las HDL y LDL (*High Density Lipoproteins* y *Low Density Lipoproteins*, respectivamente) son np esféricas de 8 a 20 nm que están involucradas en el transporte y metabolismo de lípidos, como colesterol, fosfolípidos y triglicéridos. Ambas son np

orgánicas 0D, tienen un caparazón de lípidos, o sea grasas y aceites, formando así un centro hidrofóbico (no se mezcla con el agua y tiene afinidad por los lípidos) desde el inicio de las cadenas de hidrocarburos hasta el núcleo, en donde pueden contener colesterol, como se puede ver en la Figura 2. Contienen en su exterior apolipoproteínas (un tipo específico de proteínas que se unen a los lípidos) que mantienen estable a las np, participan en el metabolismo, en el transporte lipídico y en la unión a receptores que se encuentran en las membranas de las células.

Entre las funciones de las HDL se encuentra proteger al corazón y los vasos sanguíneos, pues en su recorrido por el cuerpo remueven el colesterol, son antiinflamatorias y tienen propiedades antioxidantes (Kuai et al., 2016). Las LDL transportan colesterol principalmente a las células con crecimiento acelerado como las del hígado, o las células de cáncer. Sin embargo, las LDL también pueden dejar su carga en la sangre, y por ello que se dice que las LDL son “malas”, pero cabe recordar que los lípidos son muy importantes para la síntesis de hormonas, vitaminas y para las membranas celulares (siempre y cuando el equilibrio y el estado de salud de la persona se encuentre óptimo) (Harisa & Alanazi, 2014). Podemos pensar a las LDL como camiones repartidores que pueden ser despistados y tiran su

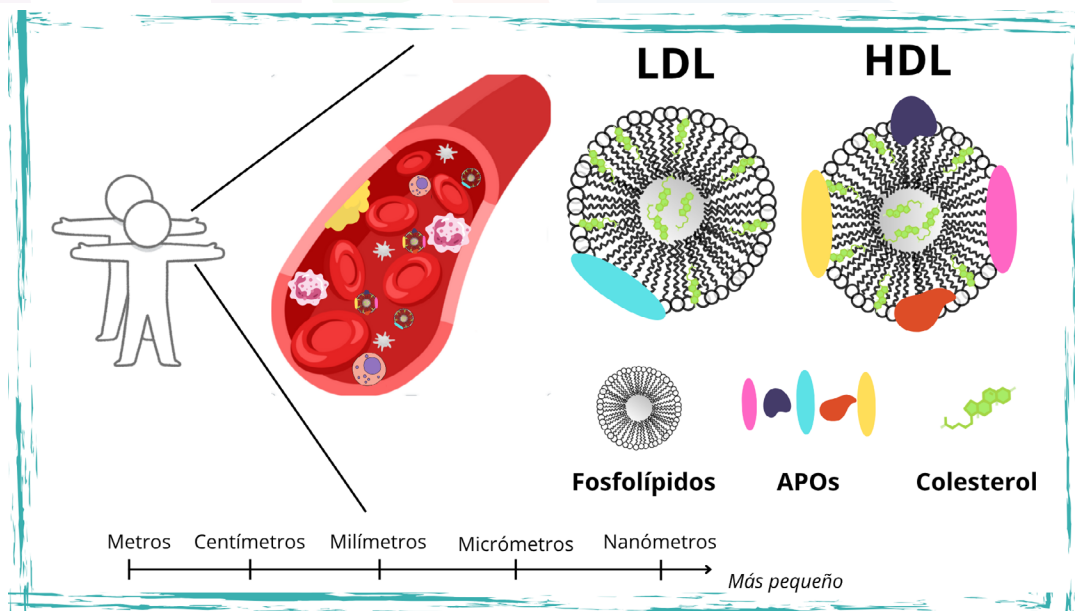


Figura 2. Esquema de las HDL y LDL que se encuentran en la sangre, así como sus componentes principales. La escala comienza en metros del lado izquierdo y hacia la derecha termina en nanómetros. Ejemplo, en micrómetros se encuentra el grosor de una vena, seguido del tamaño de un glóbulo blanco (células del sistema inmunológico), y después el tamaño de las np HDL y LDL a escala nanométrica y por último el minúsculo tamaño de sus componentes individuales. APOs; apolipoproteínas. Elaborada por Luz Araceli Reyna Lázaro.

mercancía en el camino, pero da gusto cuando el paquete llegó a su destino, y a las HDL como recolectores de basura o barredoras que limpian las calles.

Investigaciones basadas en LDL y HDL

Las LDL y HDL, al tener las apolipoproteínas en su superficie, permiten que se unan a receptores que se sobreexpresan en células de cáncer. Esto hace que sean una gran alternativa para llevar directamente los principios activos a la zona del tumor. Además, en su centro o en el exterior pueden cargarse fármacos, principalmente hidrofóbicos, moléculas hidrofílicas (que se disuelven en agua) con modificaciones químicas o físicas, o ADN y ARN hechos exclusivamente para matar a la célula de cáncer.

Aunque este tipo de np están en nuestros cuerpos, no se extraen y purifican a partir de seres humanos, pues el proceso sería costoso y la seguridad del usuario podría verse afectada. En cambio, se producen directamente en el laboratorio; de esta forma se tiene un control de los productos que se obtienen, y es posible hacer innumerables pruebas.



Se ha demostrado que las LDL y HDL se acumulan en la zona que rodea a los órganos, tejidos, células y tumores, llamada matriz extracelular, la cual de forma normal regula funciones fisiológicas en el organismo, pero cambia cuando se presenta un tumor, desarrollando alteraciones que lo benefician (Álvaro et al., 2010), por lo que el área de investigación se dirige al cáncer.

Las LDL y HDL pueden estar en el sistema circulatorio hasta por 24 horas y sin degradarse, por lo que, al introducirse al cuerpo, resisten y viajan a los receptores de la membrana de las células tumorales. Al reconocer la np como algo beneficioso para la célula, ésta la deja pasar y dentro es desintegrada por los lisosomas (partes de la célula, organelos, encargados de degradar sustancias). La célula de cáncer usa los componentes de la np (colesterol y fosfolípidos) para su supervivencia, como su alimento. Sin embargo, llevan consigo un componente que hará todo lo contrario, matarla, semejante al Caballo de Troya (Figura 3). La muerte de la célula dependerá del tipo de principio activo, desde dañar el ADN de la célula hasta interrumpir la división celular.

Puesto que son np que ya existen en nuestro cuerpo, no generan una respuesta inmunológica, es decir, no producen una reacción como cuando nos enfermamos, lo que evita estrés innecesario en el cuerpo.



Figura 3. Ejemplo de cómo la np elaborada en el laboratorio se une al receptor de la célula de cáncer. Elaborado por Mariana Thamara Gutiérrez Vázquez.



Claramente, surgen interrogantes sobre la seguridad a la salud y al ambiente de estos productos, pero recordemos que en su gran mayoría se realiza una investigación exhaustiva previa a salir al mercado. Además, no se ha atribuido ningún caso de enfermedad o muerte por el uso de np.

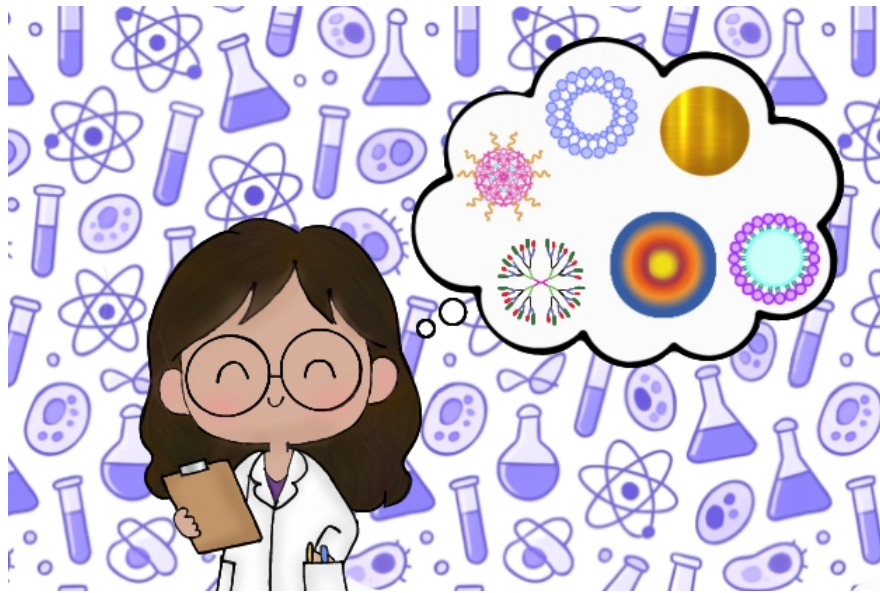


Figura 4. Los científicos pensamos e investigamos en las múltiples herramientas que nos permiten

Conclusión

Los medicamentos actuales no son malos, su desarrollo ha permitido la protección a los principios activos de ambientes hostiles (como en el estómago) e inclusive se han mejorado de tal forma que existe la liberación controlada de fármacos, como la prolongación mediante cápsulas modificadas. Sin embargo, como se describió anteriormente, hay desventajas que las np pueden mejorar. La nanotecnología aún está en sus primeros pasos: con tan solo 67 años ha demostrado mejorar nuestras vidas. Las np descritas (LDL y HDL) son, entre muchas otras, de las más estudiadas en el sector salud por su presencia natural en el cuerpo humano, fortaleciendo así nuestro cariño por lo que ya existe. Estas np orgánicas tienen grandes beneficios al ser biodegradables, biocompatibles y permitir la carga y transporte de fármacos e inclusive genes. Las np en el mundo de la medicina permiten diagnosticar y tratar (incluso simultáneamente) diversas enfermedades, como el cáncer, el cual presenta una alta prevalencia. Pero recordemos que no solo hay aplicaciones nanotecnológicas en el mundo de la medicina, en el día a día están presentes estas diminutas amigas.

Agradecimientos

A la Dra. Liliana Aranda Lara por su motivación en la escritura de este artículo y a Mariana por su cara de alegría cuando le platicaba sobre el artículo.

Conflicto de interés

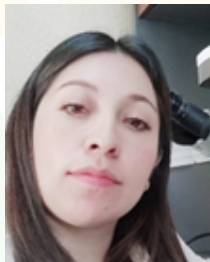
Las autoras declaran no tener conflicto de interés.

Quien escribe



Luz Araceli Reyna Lázaro

Es profesora del área de ciencias de preparatoria, y desarrolla su estancia de investigación en la Facultad de Medicina de la UAEMéx a través del proyecto “Investigadoras e investigadores COMECYT 2025”.



Rosa Maydelid Trujillo Nolasco

Es profesora de asignatura en la Facultad de Medicina de la UAEMéx, en donde también desarrolla su posdoctorado, además pertenece al Sistema Nacional de Investigadores Nivel I.



Mariana Thamara Gutiérrez Vázquez

Estudiante modelo de preparatoria, curiosa y participativa. Su promedio está dentro de los más altos de su escuela. Ganadora de la primera feria de Ciencias de la preparatoria AHSI.



Lecturas recomendadas

- » Benavides, D. E. P., Salvador, C. F. R., Sánchez, L. F. V., Carillo, Á. V. V., Carreño, A. de las M. A., & Granja, A. G. M. (2025). Nanotecnología y su impacto en la biología moderna. *South Florida Journal of Development*, 6(2), e5008. <https://doi.org/10.46932/sfjdv6n2-033>
- » Britto Hurtado, R., Cortez-Valadez, M., & Flores- Acosta, M. (2022). APLICACIONES TECNOLÓGICAS DE LAS NANOPARTÍCULAS EN LA MEDICINA E INDUSTRIA. *EPISTEMUS*, 16(33). <https://doi.org/10.36790/epistemus.v16i33.223>
- » Yahya, H., Hamza, A., Anas, M., Alvi, S. K., Farheen, A., & Alam, M. (2025). An Extensive Overview of Nanoparticle Classification, their Applications and Emerging Horizons in Nanotechnology. *Biosciences Biotechnology Research Asia*, 22(3), 936–953. <https://doi.org/10.13005/bbra/3416>

Referencias

- » Adul-Rasool, A. A., Athair, D. M., Zaidan, H. K., Rheima, A. M., Al-Sharify, Z. T., Mohammed, S. H., & Kianfar, E. (2024). 0,1,2,3D nanostructures, types of bulk nanostructured materials, and drug nanocrystals: An overview. *Cancer Treatment and Research Communications*, 40, 100834. <https://doi.org/10.1016/j.ctarc.2024.100834>
- » Álvaro, T., Noguera-Salvá, R., & Fariñas-Guerrero, F. (2010). La matriz extracelular: de la mecánica molecular al microambiente tumoral (parte II). *Revista Española de Patología*, 43(1), 24–32. <https://doi.org/10.1016/j.patol.2009.12.002>
- » Bodunde, O. P., Ikumapayi, O. M., Akinlabi, E. T., Oladapo, B. I., Adeoye, A. O. M., & Fatoba, S. O. (2021). A futuristic insight into a “nano-doctor”: A clinical review on medical diagnosis and devices using nanotechnology. *Materials Today: Proceedings*, 44, 1144–1153. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.11.232>
- » Grogan, S., & Preuss, C. (2023). Pharmacokinetics. In: StatPearls [Internet]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK557744/>
- » Harisa, G. I., & Alanazi, F. K. (2014). Low density lipoprotein bionanoparticles: From cholesterol transport to delivery of anti-cancer drugs. *Saudi Pharmaceutical Journal*, 22(6), 504–515. <https://doi.org/10.1016/j.jsps.2013.12.015>
- » Kuai, R., Li, D., Chen, Y. E., Moon, J. J., & Schwendeman, A. (2016). High-Density Lipoproteins: Nature's Multifunctional Nanoparticles. *ACS Nano*, 10(3), 3015–3041. <https://doi.org/10.1021/acsnano.5b07522>
- » Prakash, S. (2023). Nano-based drug delivery system for therapeutics: a comprehensive review. *Biomedical Physics & Engineering Express*, 9(5), 052002. <https://doi.org/10.1088/2057-1976/acedb2>
- » Yan, Z., Lin, S., Li, F., Qiang, J., & Zhang, S. (2024). Food nanotechnology: opportunities and challenges. *Food & Function*, 15(19), 9690–9706. <https://doi.org/10.1039/D4FO02119C>