

Sección: Arte en ciencia e ingeniería

Del matraz a la clínica: historia de una nanopartícula magnética

From flask to clinic: the story of a magnetic nanoparticle

Ashley J. Gutierrez-Onofre¹

Igor García-Atutxa²

Francisca Villanueva-Flores^{1*}

¹Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, Instituto Politécnico Nacional, Boulevard de la Tecnología 1036, Z-1, P 2/2, 62790, Xochitepec, Morelos, México.

²Universidad Católica San Antonio de Murcia (UCAM). Av. de los Jerónimos, 135, 30107, Murcia, España.

*Autor para la correspondencia: fvillanuevaf@ipn.mx

RESUMEN

El presente texto narra en primera persona, con una mirada creativa y rigurosa, el viaje de una nanopartícula magnética desde su nacimiento en un matraz hasta su llegada a la clínica. A través de imágenes de laboratorio y guiños de física y biología, la partícula describe cómo su magnetismo (anclado en lo cuántico) se convierte en una acción medible cuando un campo alterno la hace disipar calor local como apoyo terapéutico contra el cáncer. Entre recubrimientos biocompatibles y corona proteica, el relato muestra cómo una idea “casi” se convierte en una herramienta real para hacer el bien.

Palabras clave: Nanopartículas magnéticas, hipertermia magnética, corona protéica, cáncer.

SUMMARY

This text, tell in the first person, traces a magnetic nanoparticle's journey from its birth in a laboratory flask to its arrival in the clinic, combining creative imagery with scientific accuracy. Through snapshots of the lab and accessible hints of physics and biology, the particle explains how magnetism (rooted in quantum phenomena) becomes a measurable action when an alternating field drives localized heat dissipation as a therapeutic aid against cancer. Between biocompatible coatings and the protein corona, the narrative shows how a “nearly” idea can become a fundamental tool for doing good.

Keywords: Magnetic nanoparticles, magnetic hyperthermia, protein corona, cancer.

Yo no tuve infancia; tuve síntesis. Mi creador fue un estudiante de doctorado del Instituto Politécnico Nacional (IPN): joven, terco en el buen sentido, de los que llegan temprano y se van cuando el laboratorio ya suena hueco. Con él aprendí que la ciencia no es solo técnica: es carácter; si algo salía mal, no culpaba al azar: ajustaba el protocolo y volvía a intentarlo al día siguiente.

Todo empezó en un matraz de vidrio, con una barra magnética girando como si tuviera prisa y ese zumbido que sonaba a “ahí viene”. Al principio yo era apenas una posibilidad: sales de hierro disueltas, invisibles, flotando en ese estado de “casi”. Entonces él subió el pH con la precisión de quien ya falló lo suficiente como para respetar cada gota; y el hierro dejó de querer estar solo. La mezcla cambió de reglas: lo que era dispersión se volvió encuentro. En segundos, el líquido se llenó de diminutos puntos negros y, en ese instante exacto, dejé de ser idea para convertirme en partícula.

Lo difícil no fue hacerme, sino hacerme bien. Él no buscaba “algo nano” para lucirse; buscaba algo útil: tamaño correcto, superficie adecuada, estabilidad real. Demasiado grande y yo sería un imán indiscreto; demasiado pequeña y perdería parte de mi gracia. Me diseñó para responder cuando me llaman y, el resto del tiempo, quedarme tranquila: magnética, sí, pero sin imantar el mundo a cada paso.

Luego vino lo serio: volverme administrable en un cuerpo humano. Una partícula bonita no sirve si se agrupa, se oxida o provoca alarma. Por eso me lavó, me estabilizó, me midió una y otra vez, y me dejó lista en una suspensión inyectable. Ahí cambió el escenario: pasé del vidrio a la clínica, con un objetivo claro: ayudar a calentar un tumor de forma localizada cuando, desde fuera del cuerpo, se aplica un campo magnético que cambia rápidamente de dirección e intensidad (como un “vaivén” invisible). Ese vaivén hace que las nanopartículas intenten alinearse una y otra vez y, en ese es-

fuerzo, disipen energía en forma de calor. Así se estresan las células cancerosas y, en muchos protocolos, se potencian otros tratamientos [1].

Mi magnetismo, en el fondo, es cuántico: nace de los electrones y de su spin (no de un trompo diminuto, sino de una propiedad fundamental). En la práctica, me parezco a una brújula microscópica: un momento magnético único en tensión con el azar térmico; el agua y la temperatura me sacuden sin descanso. Por eso, cuando nadie me llama, no soy un imán agresivo. En muchos diseños de óxido de hierro somos superparamagnéticas: con campo nos alineamos; sin campo nos “apagamos” y evitamos amontonarnos como limaduras [2].

Antes de entrar, me vistieron con una capa biocompatible (polímeros, azúcares, sílice, proteínas... según el diseño) para que no me pegara a otras nanopartículas, para que células o superficies del cuerpo no se me engancharan y para reducir “pegajosidades” que puedan activar defensas o reacciones no deseadas. Aun así, en cuanto toco sangre, el organismo me asigna un “perfil”: las proteínas del plasma se me adhieren y forman una corona. No es decoración: es mi cara pública. Puede volverme más “invisible” o más “sospechosa”, acelerar mi retirada por los macrófagos o hacer que circule más [3].

Cuando llega el campo alternante, mi “aguja” interna intenta seguirlo, pero no lo hace del todo, y ese “no perfecto” es el punto. El desfase, ya sea porque mi magnetización rota internamente (relajación de Néel) o porque intento girar en el fluido (relajación browniana), disipa energía en forma de calor (hipertermia magnética). Ese aumento de temperatura (a menudo de ~42–45 °C en el tejido objetivo, según el protocolo) puede estresar las células tumorales y reforzar la radioterapia o la quimioterapia cuando se combina clínicamente. Todo depende del “dónde” y del “cuánto”. También del ritmo: la intensidad, la duración y la manera



Figura 1. Caricatura del “nacimiento” conceptual de una nanopartícula magnética: un estudiante registra el proceso de síntesis mientras, en el matraz con agitación magnética, la nanopartícula (personificada) emerge de las sales de hierro. Ilustración elaborada con Chat GTP5.2 de OpenAI.

de aplicar el campo, porque aquí el control no es un detalle; es el corazón del procedimiento. Cuando se cumple el tiempo de aplicación, la señal se detiene: ahí termina mi parte activa de la terapia [4].

Y entonces, sin ceremonia, el campo se apaga y todo vuelve a su ritmo normal: la brújula interna deja de perseguir pulsos y vuelvo a ser una partícula discreta, recubierta y con su corona. Lo siguiente no es épico, pero es honesto: el cuerpo ordena la salida. Con el tiempo me recogen células patrulla, me llevan a sus rutas de limpieza y me van desarmando; mi hierro termina integrado a sus reservas o eliminado gradualmente, según el diseño y la dosis. En esa fase final ya no “hago” nada: simplemente dejo de estorbar, como debe ser, y el organismo cierra el ciclo con su propia eficiencia [5]. En algún lugar, lejos de la bobina y del silencio clínico, el estudiante vuelve al laboratorio y abre su libreta: no para presumir,

sino para comprobar que lo que ajustó tantas veces en vidrio tuvo sentido en una persona. Ahí está su satisfacción, sin discursos: saber que una idea que empezó como “casi” se hizo útil. Y que, a veces, la ciencia sí alcanza a hacer el bien.

Agradecimientos

Se agradece el financiamiento de los fondos SIP20250306, SIP20251096 y SIP20254781, otorgado por el Instituto Politécnico Nacional, así como el proyecto Ciencia Básica y de Frontera 2025, otorgado por la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI), para la realización de este trabajo. AGO recibió una beca de la SECIHTI para sus estudios de posgrado, con el número 4063655. Se empleó inteligencia artificial (ChatGPT-5.2, OpenAI) como apoyo en la revisión gramatical y sintáctica

del manuscrito; el contenido, la originalidad y el rigor científico son responsabilidad exclusiva de las personas autoras.

Referencias

[1] Pankhurst, Q. A., Connolly, J., Jones, S. K., & Dobson, J. (2003). Applications of magnetic nanoparticles in biomedicine. *Journal of Physics D: Applied Physics*, 36(13), R167–R181. <https://doi.org/10.1088/0022-3727/36/13/201>

[2] Laurent, S., Dutz, S., Häfeli, U. O., & Mahmoudi, M. (2008). Magnetic iron oxide nanoparticles: Synthesis, stabilization, vectorization, physicochemical characterizations, and biological applications. *Chemical Reviews*, 108(6), 2064–2110. <https://doi.org/10.1021/cr068445e>

[3] Monopoli, M. P., Åberg, C., Salvati, A., & Dawson, K. A. (2012). Biomolecular coronas provide the biological identity of nanosized materials. *Nature Nanotechnology*, 7(12), 779–786. <https://doi.org/10.1038/nnano.2012.207>

[4] Hergt, R., & Dutz, S. (2007). Magnetic particle hyperthermia—Biophysical limitations of a visionary tumour therapy. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 311(1), 187–192. <https://doi.org/10.1016/j.jmmm.2006.10.1156>

[5] Nowak-Jary, J., & Machnicka, B. (2023). In vivo biodistribution and clearance of magnetic iron oxide nanoparticles for medical applications. *International Journal of Nanomedicine*, 18, 4067–4100. <https://doi.org/10.2147/IJN.S415063>