



NANORROBÓTICA, DE LA CIENCIA FICCIÓN A LAS TERAPIAS DIRIGIDAS

Celia Pozo Ramos. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid
Trabajo de Fin de Grado. Febrero 2018

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la nanorrobótica es un gran avance en la terapia dirigida. Estos agentes son capaces de navegar de forma autónoma y controlada por el torrente sanguíneo hasta alcanzar su lugar de acción, distinguiéndose de otros aparatos electromecánicos por su gran capacidad de adaptación. La terapia dirigida evita la toxicidad y permite utilizar una dosis más pequeña, con su consecuente beneficio en seguridad, coste y eficacia. Aunque este escenario aún suena a ciencia ficción, esta nueva tecnología promete grandes avances en un futuro no tan lejano como parece.

OBJETIVOS

Este trabajo trata de aunar en un documento la información más relevante sobre la nanotecnología y, más concretamente, sobre la nanorrobótica aplicada a un ámbito farmacéutico.

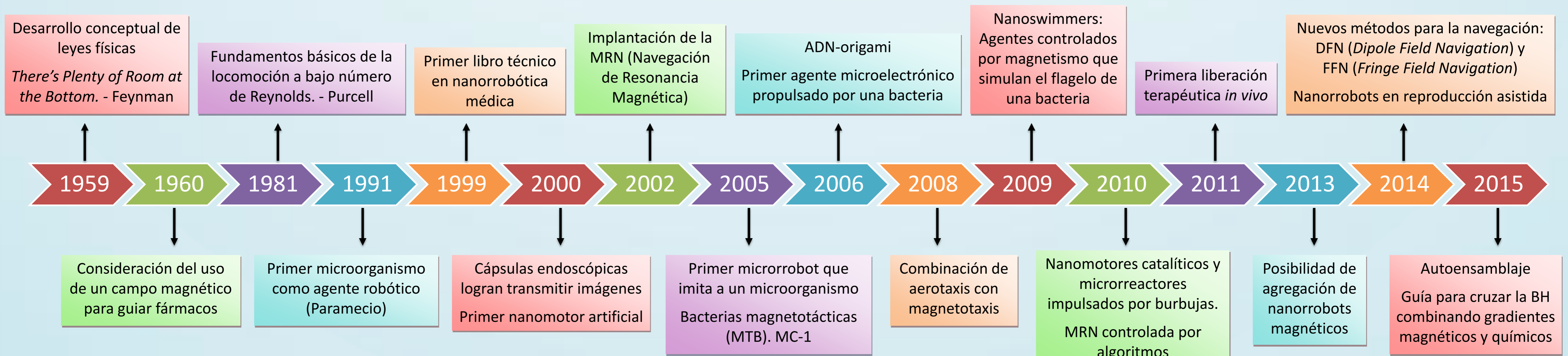
METODOLOGÍA

Búsqueda bibliográfica en distintas bases de datos, principalmente Pubmed y Scopus. Los términos usados para la búsqueda fueron: *nanotechnology, nanomedicine, nanorobotic y nanorobot.*



Cartel de la película *Fantastic Voyage* (1966). Narra la historia fantástica de un viaje al interior del cuerpo humano con un submarino tripulado.

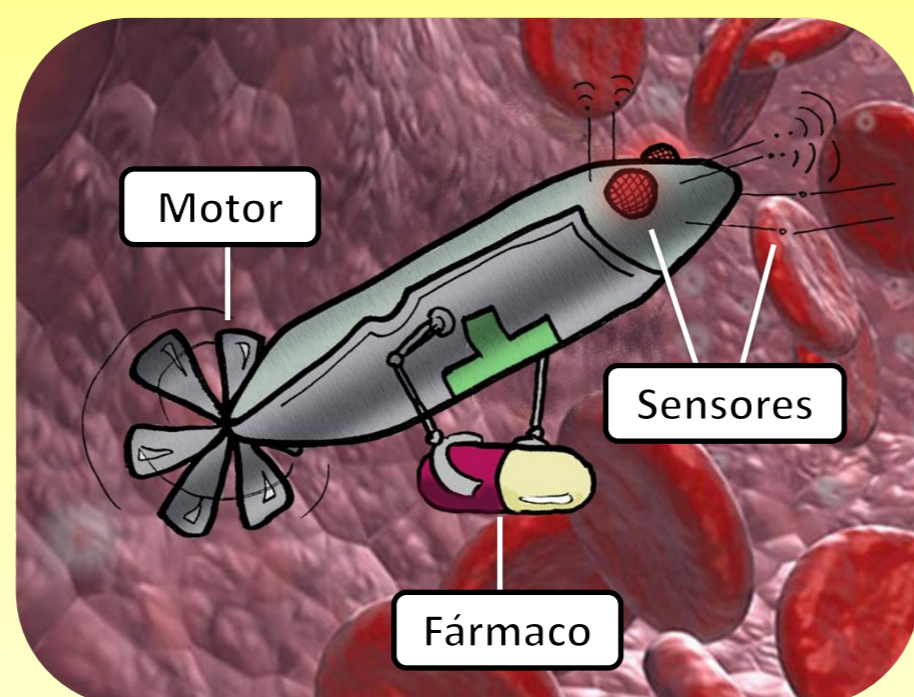
HISTORIA DE LA NANORROBÓTICA



DISEÑO Y ARQUITECTURA

Los nanorrobots tienen un diámetro entre 0,5 y 3 micrómetros y su componente primario es el carbono en forma de diamante o fullereno. La superficie exterior debe ser lisa y regular para no inducir la respuesta inmune.

En el interior se incorpora un **navegador**, **sensores**, un **motor de propulsión** y la dosis de **fármaco** pertinente.^{1,2}

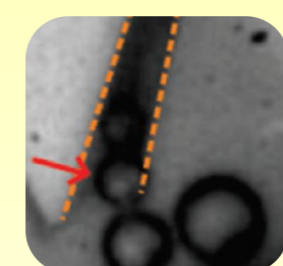
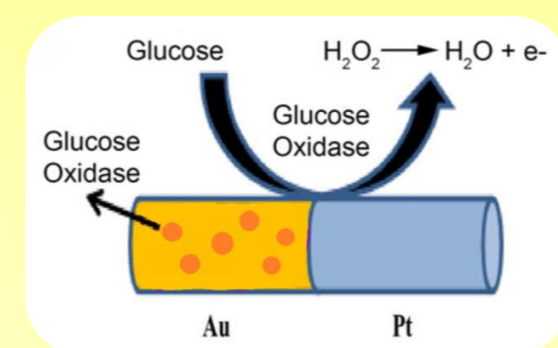


Nanoestructuras de ADN-origami.³

SISTEMAS DE NAVEGACIÓN

Autónomos

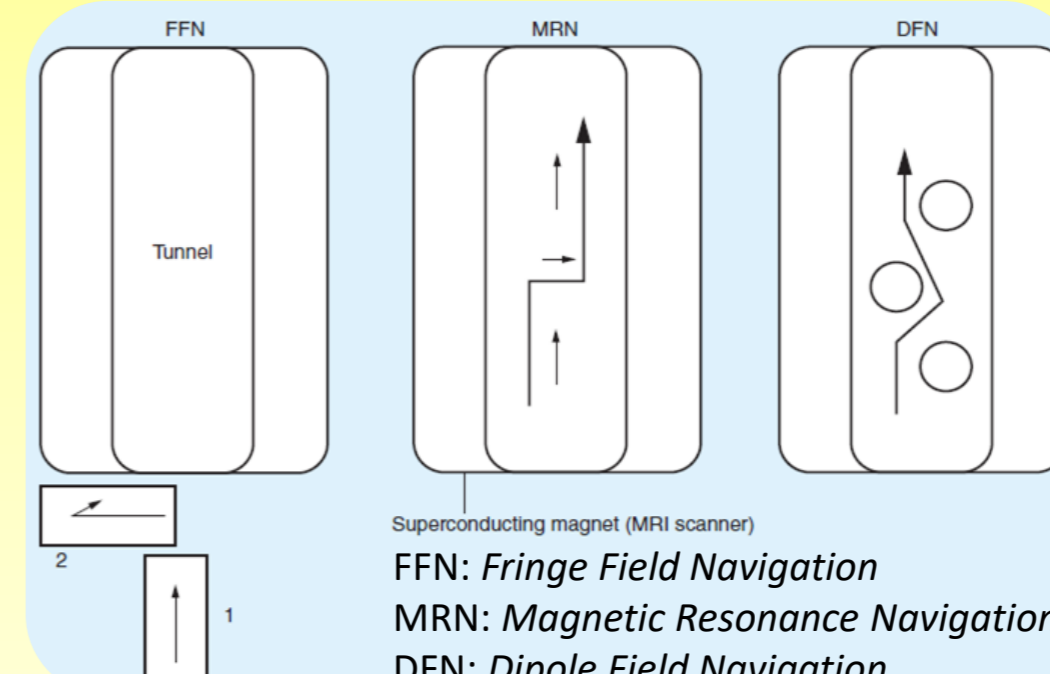
Son motores catalíticos que obtienen su propia propulsión de reacciones químicas.^{4,5}



Toxicidad

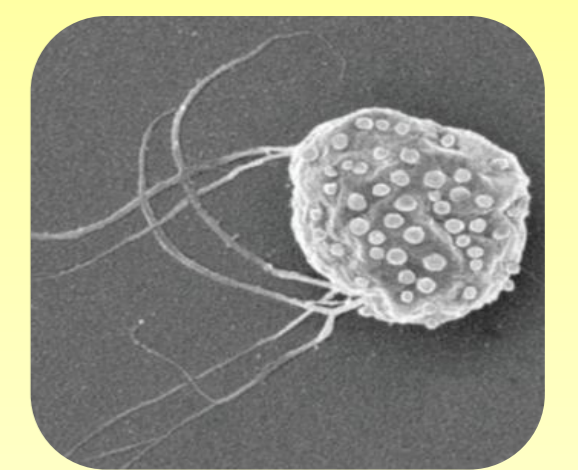
Propulsados de forma externa

Aunque hay varias maneras, la navegación magnética es la más utilizada. Se realiza gracias a la respuesta de nanopartículas a campos magnéticos.^{2,6}



Guiados por bacterias

Los biohíbridos aprovechan la movilidad de las bacterias, que deben ser biocompatibles y no patógenas.²

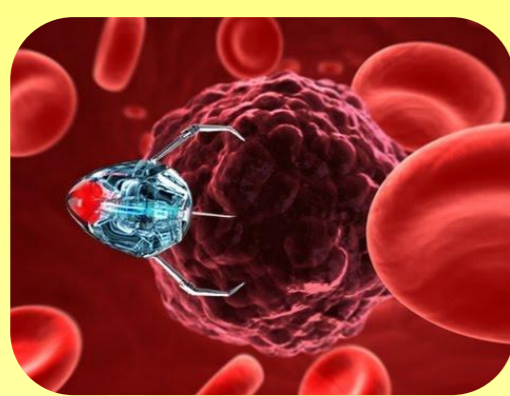


Vida media corta
Patogenicidad
Estudios *in vivo*

Lucha contra el cáncer

La liberación dirigida de los fármacos en estas terapias es muy importante debido a la gran toxicidad de los principios activos.

Además las zonas hipóxicas tumorales sirven de guía para los nanorrobots.^{1,6}



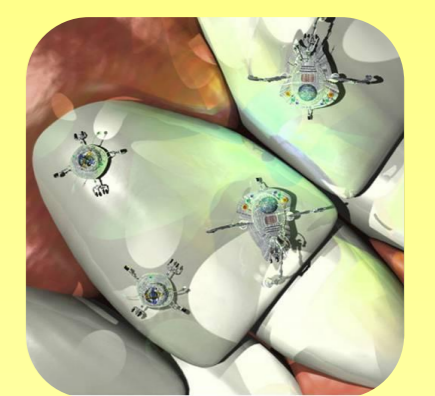
Cruzando la barrera hematoencefálica

El paso de los fármacos por la BH es uno de los grandes retos farmacéuticos. Gracias a la nanorrobótica se están estudiando técnicas de hipertermia que permitan la apertura de la barrera de forma reversible y selectiva.^{2,7}



Odontología

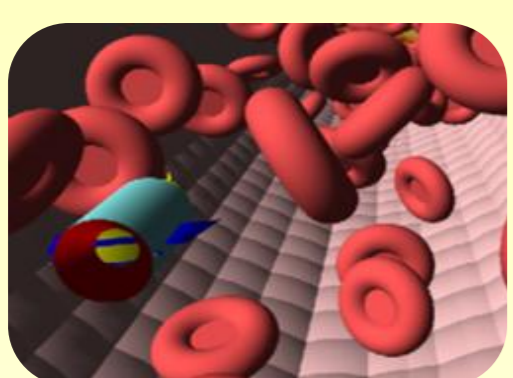
Los nanorrobots se están estudiando para inducir una anestesia local rápida y de total reversibilidad, para reposición de tejidos periodontales y para la fabricación de pastas dentífricas que alcancen todas las superficies.⁸



PRINCIPALES APLICACIONES

Diabetes

La nanorrobótica puede permitir un control a tiempo real de la glucemia, incluyendo la administración de insulina si fuera necesario.⁹



Respirocitos

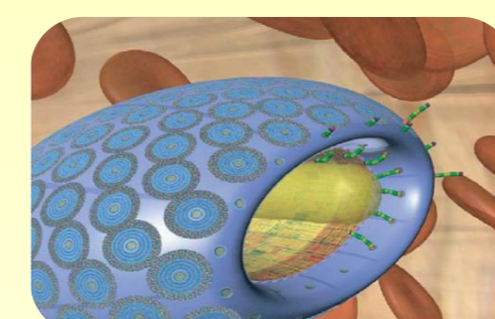
Los glóbulos rojos artificiales son capaces de transportar O₂ y CO₂. Además pueden tener función plaquetaria.^{10,11}

1L → 4 horas de oxigenación



Microbívoros

Los glóbulos blancos artificiales son capaces de fagocitar microorganismos patógenos de forma 80 veces más efectiva y limpia que los macrófagos.¹¹



Reproducción asistida

La innovación en reproducción asistida también ha llegado a la nanotecnología, donde se estudian nanorrobots que guíen espermatozoides con falta de motilidad al óvulo.¹²



CONCLUSIONES

La ciencia ficción ha dado paso a una realidad, los nanorrobots tienen un fuerte potencial de revolucionar el sistema de salud para tratar enfermedades en el futuro.

La nanorrobótica permitirá tratamientos dirigidos y personalizados que mejoren la eficacia y reduzcan los efectos secundarios. Aunque ciertamente, hace falta todavía mucha investigación para salvaguardar los riesgos.

Estamos en el alba de una nueva era en la que el conjunto de diferentes disciplinas deberán aunar sus fuerzas para desarrollar esta innovadora terapéutica.

Feynman Grand Prize 250.000 \$

Al diseño y construcción de:
• Brazo nanorrobótico
• Nanoordenador



BIBLIOGRAFÍA

- Saxena S, et al. Design, architecture and application of nanorobots in oncology. *Indian J Cancer.* 2015;52(2):236–41.
- Martel S. Targeting active cancer cells with smart bullets. *Ther Deliv.* 2017;8(5):301–12.
- Zhang F, et al. Structural DNA Nanotechnology: State of the Art and Future Perspective. *J Am Chem Soc.* 2014;136:11198–211.
- Sokolov IL, et al. Smart materials on the way to theranostic nanorobots: Molecular machines and nanomotors, advanced biosensors, and intelligent vehicles for drug delivery. *Elsevier BBA - Gen Subj.* 2017;1861(6):1530–44.
- Fomin VM, et al. Propulsion Mechanism of Catalytic Microjet Engines. *IEEE Trans Robot.* 2014;30(1):40–8.
- Martel S. Swimming microorganisms acting as nanorobots versus artificial nanorobotic agents. *AIP Biomicrofluidics.* 2016;021301(10):1–19.
- Tabatabaei SN, et al. Towards MR-navigable Nanorobotic Carriers for Drug Delivery into the Brain. *IEEE Int Conf Robot Autom.* 2012;727–32.
- Bhardwaj A, et al. Nanotechnology in dentistry: Present and future. *J Int Oral Heal.* 2014;6(1):121–6.
- Cavalcanti A, et al. Medical nanorobotics for diabetes control. *Nanomedicine NBM Elsevier.* 2008;4:127–38.
- Chang TMS. From artificial red blood cells, oxygen carriers, and oxygen therapeutics to artificial cells, nanomedicine, and beyond. *Artif Cells Blood Substit Immobil Biotechnol.* 2012;40(3):197–9.
- Freitas RA. Current Status of Nanomedicine and Medical Nanorobotics. *J Comput Theor Nanosci.* 2005;2:1–25.
- Chen X, et al. Recent developments in magnetically driven micro- and nanorobots. *Appl Mater Today Elsevier.* 2017;9:37–48.