

Que fan els bacteris magnetics per relaxar-se?

Investigadors de l'ICFO han realitzat les primeres mesures de precisió del camp magnètic produït per bacteris magnetotàctics quan perden la seva orientació (es relaxen) després d'haver estat polaritzats per un camp magnètic intens. L'equip ha observat desviacions petites però significatives respecte al decaïment exponencial ideal, la qual cosa implica que alguns bacteris tenen més dificultats per relaxar-se que d'altres. Els resultats s'han presentat a EPJ Quantum Technology.

May 26, 2026

Magnetospirillum gryphiswaldense és un tipus especial de bacteri. A l'interior del seu cos, hi cultiva nanocristalls magnètics organitzats en una cadena lineal, cosa que dona lloc a un imant petit però potent. En un camp magnètic, com el de la Terra, tots els bacteris s'alineen amb el camp igual que una agulla de brúixola magnètica; una propietat que els ajuda a moure's i trobar aliment. Per aquesta raó, *M. gryphiswaldense* i els seus parents es coneixen com a **bacteris magnetotàctics**. Gràcies a la presència d'aquests nanoimants, una suspensió

de bacteris es també un material fortament magnètic: en aplicar un camp poc intens, el material es polaritza a mesura que gran part dels petits imants s'alinea.

Ara, els investigadors de l'ICFO, la **Maria Hernandez Ruiz**, el **Dr. Christopher Kiehl** i el **Dr. Vito Giovanni Lucivero**, liderats pel **Prof. ICREA Morgan W. Mitchell**, han presentat un **magnetometre bombat òpticament** (un sensor de camp magnètic) que pot mesurar amb precisió com els bacteris s'alineen amb un camp aplicat i com perden aquesta alineació (com es relaxen) quan el camp s'apaga. Utilitzant el sensor de precisió, l'equip ha observat que **la relaxació es gairebé, però no exactament, exponencial**; un resultat que la teoria ja havia predit, però que no s'havia observat mai. A més, la forma exacta de la relaxació indica que **una fracció dels bacteris es relaxa més lentament que d'altres**.

L'experiment consistia a aplicar un camp magnètic constant a una població de MSR-1 (un bacteri magnetotàctic molt estudiat), fent que els bacteris s'orientessin en aquesta direcció. Després, es va aplicar durant tres segons un camp magnètic molt més intens, perpendicular a l'original. En conseqüència, els bacteris van perdre la seva orientació prèvia, desplaçant-se cap al nou camp. Quan el camp intens es va apagar i només romanien el camp constant d'origen, els bacteris van quedar lliures per reorientar-se, i els seus senyals magnètics es van "relaxar" espontàniament cap a l'equilibri.

L'OPM (magnetometre bombat òpticament), que utilitzava un vapor d'àtoms de rubidi per detectar el camp, va mesurar amb precisió com canviaven aquests febles senyals magnètics un cop es va eliminar el camp intens. La relaxació general hauria d'assemblar-se a una aproximació exponencial a un valor estable. Tanmateix, els investigadors no van observar exactament això i, en canvi, van detectar petites desviacions quantificables respecte a un decaïment exponencial ideal. Aquestes diferències subtils probablement indiquen que els bacteris individuals dins de la població tenen diferents taxes de relaxació, en lloc de ser perfectament homogenis.

"Que sapiguem **aquesta es la primera vegada que s'observen directament aquestes inhomogeneïtats magnètiques i desviacions en la relaxació**", comenta el Prof. Morgan Mitchell, supervisor de l'estudi. "Per a aquest experiment de prova de concepte, vam treballar amb bacteris que no estaven vius, per mantenir una certa simplicitat. Serà molt interessant veure com aquests resultats canvien quan s'utilitzin bacteris vius que nedin en un camp magnètic", afegeix la investigadora principal Maria Hernandez Ruiz.

A més, es va demostrar que l'OPM funciona eficientment amb mostres opaques i en presència de dispersió de llum, dues condicions que normalment dificulten les tècniques òptiques tradicionals.

En conjunt, aquests resultats ressalten la capacitat dels magnetometres atòmics compactes per prendre imatges i quantificar propietats magnètiques en mostres biològiques, posicionant-los com a alternatives prometedores per a aquesta recerca. Així, l'estudi marca un avenc clau cap a la comprensió del comportament magnètic dels bacteris magnetotàctics, un tema de recerca fonamental en biofísica que, **a llarg termini, podria**

possibilitat la terapia dirigida contra tumors i altres aplicacions biomèdiques.

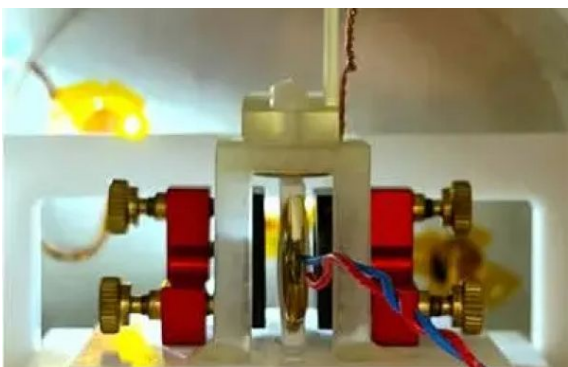
Referencia:

Hernandez Ruiz, M., Kiehl, C., Lucivero, V.G. et al. Magnetotactic bacterial population studied with a Pound-Drever-Hall atomic magnetometer. EPJ Quantum Technol. **13**, 45 (2026).

DOI: <https://doi.org/10.1140/epjqt/s40507-026-00487-x>

Agraiments:

This work has been supported by European Commission projects Field-SEER (ERC 101097313), OPMMEG (101099379) and QUANTIFY (101135931); Spanish Ministry of Science MCIN projects SAPONARIA (PID2021-123813NB-I00), SALVIA (PID2024-158479NB-I00), and MARICHAS (PID2021-126059OA-I00), i½NextGenerationEU/PRTR.i½ (Grant FJC2021-047840-I) and i½Severo Ochoai½ Center of Excellence CEX2019-0910-S; Generalitat de Catalunya through the CERCA program, DURSI grant No. 2021 SGR 0453 and QSENSE (GOV/51/2022). Fundacio Privada Cellex; Fundacio Mir-Puig. MHR acknowledges support from Ayuda PRE2021-098880 financiada por MCIN/AEI/ 10.13039/501100011033 y por el FSE+. VGL acknowledges financial support from European Union NextGenerationEU PNRR MUR project MAPPIQS, NQSTI Spoke 9 - CUP E63C22002180006 and from the Italian Ministry of University and Research (MUR) projects i½Rita Levi Moltancinii½ Bando 2021, AQUSENS and i½Budget MIUR - Dipartimenti di Eccellenza 2023 - 2027i½ (Law 232, 11 December 2016) - Quantum Sensing and Modelling for One-Health QuaSiModO). The funding bod(ies) had no role in design of the study and collection, analysis, and interpretation of data and in writing the manuscript.



Imatge de la cavitat òptica dins del blindatge amb una tapa oberta. A sobre d'aquesta es troba el portamostres de bacteris, que incorpora la bobina polaritzadora. Font: EPJ Quantum Technology.