



NUNO ARAÚJO

Física da Matéria Viva: da célula individual aos movimentos coletivos

A modelação da matéria viva, como células e tecidos, é uma tarefa ambiciosa. Envolve não apenas a descrição de processos que ocorrem em escalas de comprimento e tempo que se estendem por várias ordens de grandeza, mas também a consideração de processos bioquímicos intracelulares que podem ser determinantes. Além disso, em ambientes complexos, estas entidades são capazes de nadar, crescer, multiplicar-se, mudar de forma e responder lentamente (e com memória) a estímulos externos, o que coloca desafios significativos à sua descrição teórica. Nesta intervenção, discutiremos como temos vindo a combinar modelação física com técnicas computacionais avançadas, de forma a desenvolver modelos que atingem as escalas relevantes, mantendo a capacidade de reproduzir os fenómenos desejados. Serão apresentados exemplos que incluem a motilidade de bactérias na presença de obstáculos, o movimento coletivo de células próximas da confluência e a mecânica de tecidos celulares sobre substratos.

Referências:

S. Makarchuk, V. C. Braz, N. A.M. Araújo, L. Ciric, G. Volpe. *Enhanced propagation of motile bacteria on surfaces due to forward scattering*. *Nature Communications* **10**, 4110 (2019).

D. E. P. Pinto, D. M. Sussman, M. M. Telo da Gama, N. A. M. Araújo. *Hierarchical structure of the energy landscape in the Voronoi model of dense tissue*. *Physical Review Research* **4**, 023187 (2022).

C. S. Dias, M. Trivedi, G. Volpe, N. A. M. Araújo, G. Volpe. *Environmental memory boosts group formation of clueless individuals*. *Nature Communications* **14**, 7324 (2023).

B. H. Andersen, F. M. R. Safara, V. Grudtsyna, O. J. Meacock, S. G. Andersen, W. M. Durham, N. A. M. Araújo, A. Doostmohammadi. *Evidence of robust, universal conformal invariance in living biological matter*. Accepted for *Nature Physics*.

Physics of living matter: from individual cells to collective motion

The modeling of biological matter such as cells and tissue is ambitious. It not only involves processes at length and time scales over several orders of magnitude, but also biochemical processes occurring in the interior of the cell are likely to be relevant. In addition, in complex environments they are able self-propel, grow, divide, change shape, and respond slowly with memory, posing several changes to their theoretical model. In this talk, we will discuss how we have been combining theoretical modeling and advanced computational techniques to develop coarse-grained model that can reach the relevant scales and still describe the desired phenomena. Examples will include the bacteria motility in the presence of static and moving obstacles, the collective motion of cells near confluence, and the mechanics of cell tissues on substrates.

References:

S. Makarchuk, V. C. Braz, N. A.M. Araújo, L. Ciric, G. Volpe. *Enhanced propagation of motile bacteria on surfaces due to forward scattering*. *Nature Communications* **10**, 4110 (2019).

D. E. P. Pinto, D. M. Sussman, M. M. Telo da Gama, N. A. M. Araújo. *Hierarchical structure of the energy landscape in the Voronoi model of dense tissue*. *Physical Review Research* **4**, 023187 (2022).

C. S. Dias, M. Trivedi, G. Volpe, N. A. M. Araújo, G. Volpe. *Environmental memory boosts group formation of clueless individuals*. *Nature Communications* **14**, 7324 (2023).

B. H. Andersen, F. M. R. Safara, V. Grudtsyna, O. J. Meacock, S. G. Andersen, W. M. Durham, N. A. M. Araújo, A. Doostmohammadi. *Evidence of robust, universal conformal invariance in living biological matter*. Accepted for *Nature Physics*.

Academia das Ciências de Lisboa, 3 de abril de 2025