

## Editorial

### Nanobioingeniería: Historia y futuro

MARCELO RAÚL RISK<sup>1</sup>

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina  
Departamento de Bioingeniería, Instituto Tecnológico de Buenos Aires (ITBA), Argentina  
[mrisk@itba.edu.ar](mailto:mrisk@itba.edu.ar)

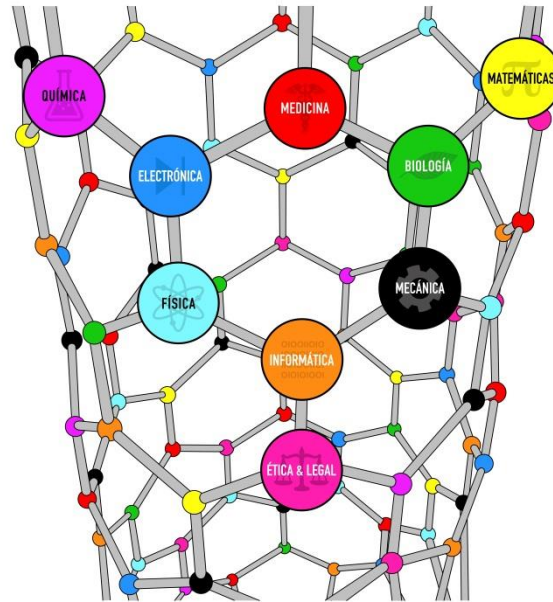
La primera mención sobre la nanotecnología surge en 1959, en forma conceptual, durante una conferencia del Dr. Richard Feynman, donde habló acerca de la posibilidad de manipular directamente átomos y moléculas, pero recién en los años 1970 fue el Dr. Norio Taniguchi el primero en utilizar el término nanotecnología para describir sus investigaciones [1]. El prefijo “nano” significa enano en griego, y si hablamos de dimensiones, un nanómetro es una milésima de millonésima de metro. Para tener una idea de dicha magnitud, por ejemplo el diámetro de la doble hélice del ADN es de aproximadamente 2 nm, y el espacio que ocupa una molécula de agua es una esfera de aproximadamente 0,2 nm. Desde entonces se pensó sobre el potencial para la resolución de problemas y múltiples aplicaciones, y por lo tanto el potencial económico de la nanotecnología, tanto para el desarrollo como la implementación de bienes y servicios, todo en escala nanométrica, por lo tanto se convierte en un desafío para la tecnología, pero también una empresa muy prometedora.

En la naturaleza se pueden apreciar máquinas biológicas a nivel molecular, y esto puede servir como inspiración para el desarrollo de máquinas a dicha escala. Entre los primeros logros de la nanotecnología fueron los desarrollos con el fullereno, que es una forma estable de estructuras de carbono que permite crear nanotubos y nanoesferas, elementos que conforman los componentes de estructuras más complejas. El descubrimiento del fullereno fue reconocido a los doctores Harry Kroto, Richard Smalley y Robert Curl cuando les otorgaron el premio Nobel de Química en 1996 [2].

Desde la década de 1970 a la fecha la expansión de la nanotecnología ha sido sostenida, y actualmente tiene aplicaciones en energía, medio ambiente, biotecnología, agricultura, alimentos, y por supuesto en bioingeniería y medicina. Podemos apreciar su crecimiento por ejemplo si tenemos en cuenta las inversiones de 3700 millones de dólares de los Estados Unidos, a través de la National Nanotechnology Initiative; los 750 millones de dólares que aportó Japón, y los 1200 millones de dólares de la Unión Europea. Las aplicaciones de la nanotecnología desde la ingeniería a los ámbitos de la biología y la medicina constituyen la nanobioingeniería [3]. Entonces la nanobioingeniería se puede describir como un área de trabajo multidisciplinaria, donde convergen las ciencias básicas como biología, matemática, química y física, con la medicina, la electrónica, la mecánica, informática y los aspectos éticos y legales. La Fig. 1 muestra una composición sobre un nanotubo de las disciplinas que conforman la nanobioingeniería.

---

<sup>1</sup> Dr. Ingeniería, Universidad Nacional de Córdoba, Dr. Ciencias Fisiológicas, Facultad de Medicina  
Universidad de Buenos Aires, Ingeniero en Electrónica, Universidad Tecnológica Nacional, Argentina.



## NANOBIOINGENIERÍA

Fig. 1. Composición sobre un nanotubo de las disciplinas que conforman la nanobioingeniería. Fuente: Autor

En nuestro laboratorio estamos estudiando el fenómeno de electropermeabilización de membranas celulares, que se produce cuando se producen poros, ya sean temporarios o permanentes, en una célula bajo la influencia de campos eléctricos. El estudio de los procesos que involucran el transporte de componentes químicos a través de la membrana de plasma hacia el interior de la célula es relevante para numerosos procedimientos usados en medicina y biología. La aplicación de un campo eléctrico externo es la base para la transfección de material genético [4] y el suministro de drogas, incluida la electroquimioterapia para el cáncer.

Aunque este proceso en un principio fue llamado electroporación, siguiendo la hipótesis de que los campos eléctricos de la transmembrana suprafisiológica causan la formación de poros conductivos en la membrana, el término más general electropermeabilización también es usado, con el fin de enfatizar que no ha sido establecido un mecanismo molecular completo, incluyendo la estructura precisa de la membrana conductiva. Recientemente, simulaciones de dinámica molecular (DM) han mostrado que un campo eléctrico transversal puede producir poros en los fosfolípidos bicapa [5], y el DM ha sido adoptado como un método útil para el estudio de la electroporación.

Nuestro grupo ha demostrado recientemente, a través de simulaciones de DM, que se pueden producir poros estables, dentro de un rango de campos eléctricos [6]. La Fig. 2 muestra la apertura de un poro, donde se pueden apreciar como las moléculas de agua, representadas con círculos azules (oxígeno) y blancos (hidrógeno), cruzan a través de la membrana celular bilipídica, las cabezas de los lípidos son representadas con círculos rojos y amarillos, y sus colas en celeste. En la misma Fig. 2 se pueden apreciar las colas de los lípidos que normalmente se encuentran orientadas hacia adentro de la membrana celular, cuando se abre el poro rotan (Fig. 2b y 2c).

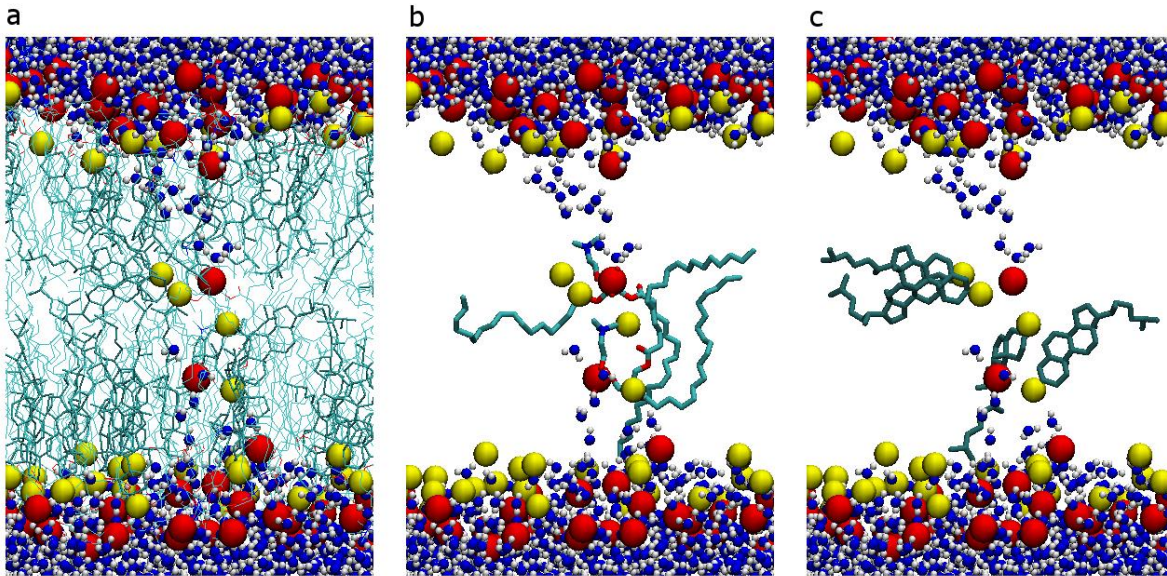


Fig. 2. Simulación de un electroporo en una membrana celular. Fuente: Autor

Finalmente, para desarrollar la nanobioingeniería se necesita tanto de la investigación básica, como de su transferencia para la resolución de problemas, esto es un desafío que comienza en la formación de recursos humanos de alto nivel, y todo esto desde una perspectiva integral. Esta perspectiva integral debe tener en cuenta la importancia de la formación rigurosa en ciencias básicas, como la matemática, la física y la química, porque no sabemos cómo será el futuro, podemos tener una sospecha, pero sí estamos seguros que necesitamos estar preparados lo mejor posible para poder adaptarnos y lograr los mejores resultados.

## Referencias

- [1] N. Taniguchi, "On the basic concept of 'nano-technology,'" in *Proc. Intl. Conf. Prod. Eng.*, 1974.
- [2] H. W. Kroto, J. R. Heath, S. C. O'Brien, R. F. Curl, and R. E. Smalley, "C60: Buckminsterfullerene," *Nature*, vol. 318, no. 6042, pp. 162-163, Nov. 1985.
- [3] A. Elersawi, *World of Nanobioengineering: Potential Big Ideas for the Future*. Indiana, USA: AuthorHouse, 2010, p. 196.
- [4] E. Neumann, S. Kakorin, and K. Toensing, "Fundamentals of electroporative delivery of drugs and genes," *Bioelectrochem. Bioenerg.*, vol. 48, no. 1, pp. 3-16, Feb. 1999.
- [5] M. J. Ziegler and P. T. Vernier, "Interface water dynamics and porating electric fields for phospholipid bilayers," *J. Phys. Chem. B*, vol. 112, no. 43, pp. 13588-96, Oct. 2008.
- [6] M. L. Fernández, M. Risk, R. Reigada, and P. T. Vernier, "Size-controlled nanopores in lipid membranes with stabilizing electric fields.," *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, vol. 423, no. 2, pp. 325-30, Jun. 2012.