

Propuesta de Tesis de Seminario

Modelado y simulación del efecto de contaminantes sobre la movilidad bacteriana.

Director: Dra. Florencia Carusela (UNGS-CONICET)

Co-Director: Dra. Diana Vullo (UNGS-CONICET)

Lugar de Trabajo: Instituto de Ciencias, Universidad Nacional de General Sarmiento

Objetivo

Estudiar el efecto de la presencia de contaminantes en la movilidad de bacterias inmersas en un medio acuoso

Descripción

En los últimos años muchos estudios se vienen realizando con el objeto de explorar y estudiar la aplicación de estrategias de supervivencia y productos de secreción microbianos en procesos de biorremediación. Los mismos dan claros indicios de que la movilidad es uno de los factores relevantes a tener en cuenta en el diseño de un proyecto de biorremediación eficiente. Diversos metales suelen ser contaminantes cada vez más comunes en los cursos de agua debido a la actividad industrial. El efecto de estos metales sobre los microorganismos, sus funciones y comportamientos dentro de un ecosistema debe ser cuidadosamente examinado antes de proponerlos para el desarrollo de nuevas tecnologías de saneamiento. Por ejemplo, recientemente hemos encontrado a partir de estudios experimentales con cepas aisladas de ambientes naturales de la Pcia. de Bs. As. que metales de relevancia ambiental como Cd(II), Cu(II), Cr(VI) y Zn(II) afectan la movilidad de *Pseudomonas veronii* 2E, *Delftia acidovorans* AR y *Ralstonia taiwanensis* M2. Actualmente estamos estudiando estas cepas como candidatas a ser utilizadas en procesos de biorremediación *ex situ*, específicamente en biotratamientos de efluentes industriales a base de biorreactores de lecho fijo o fluidizado.

Es bien sabido que una de las mayores ventajas adaptativas en la evolución es la movilidad de los seres vivos. En el proceso evolucionario, los microorganismos adquirieron estrategias de propulsión que explotan el arrastre viscoso, propulsándose por medio de un único o múltiples apéndices denominados flagelos. El desplazamiento es llamado *swimming* y consta de fases (*run* y *tumbling*) que se alternan con una frecuencia determinada por las condiciones ambientales. El propósito del movimiento *run-tumble* es detectar gradientes en la concentración de nutrientes (quimiotaxis), oxígeno (aerotaxis) o temperatura (para evitar regiones con muy alta o muy baja temperatura), entre otros. Además las bacterias no se movilizan sólo individualmente, sino que también pueden presentar un comportamiento colectivo en la forma de nubes o enjambres (*swarming*), como puede observarse en superficies viscosas húmedas o películas de líquidos delgados.

Diversos modelos teóricos han sido desarrollados para estudiar el comportamiento de micronadadores flagelados. Los micronadadores pueden catalogarse en clases o tipos (ej. Purcell, Three-bead, Squirmers) que sirven como modelos genéricos para elucidar los principios físicos. Además se requiere incorporar la dinámica del fluido incompresible en el que se encuentran inmersos, la que es descripta por las ecuaciones de Navier-Stokes en el caso de bajo número de Reynolds. A todo esto se suma la presencia de ruido y de fluctuaciones, ya sean térmicas o debidas a procesos activos, elementos que podrían afectar considerablemente el movimiento de los micronadadores. Por otra parte y debido a que los microorganismos no son cuerpos esféricos, sino cuerpos largos y delgados, pueden nadar en un fluido realizando movimientos tipo meneo o rotando los flagelos debido a la fricción hidrodinámica que entonces es anisotrópica.

En este contexto se propone estudiar cómo el movimiento de bacterias inmersas en un medio acuoso se ve afectada por la presencia de contaminantes.

Referencias

- Bacterial swimming, swarming and chemotactic response to heavy metals' presence: which could be the influence on wastewater biotreatment efficiency? Matías R. Barrionuevo y Diana L. Vullo, World Journal of Microbiology and Biotechnology, Springer, ISSN 0959-3993, 28(9): 2813-2825, (2012).
- Kinetics of *Pseudomonas veronii* 2E biofilm development under different nutritional conditions for a proper bioreactor design. María Alejandra Daniel, Matías R. Barrionuevo, Santiago R. Doyle, Diana L. Vullo, Biochemical Engineering Journal, ISSN: 1369-703X, 105:150-158, 2016.
- Trabajo de la materia Avances de Microbiología e Inmunología de Cs. Químicas (FCyN-UBA) "Efecto de los metales pesados sobre la movilidad de *Pseudomonas aeruginosa* PAO1", Lazzarini I.(2012) Dir. Diana Vullo
- Physics of microswimmers – single particle motion and collective behavior: a review, Rep. Prog. Phys 78, 056601 (2015)

Actividades Propuestas

- A partir de modelos genéricos se propondrá un modelo para estudiar la movilidad dirigida (quimiotaxis) de microswimmers en un medio acuoso. Se propondrá un modelo de flagelos de acuerdo a la observada en *Pseudomonas veronii* 2E.
- Se estudiará el movimiento en presencia de confinamientos u obstáculos debidos a la existencia de algún núcleo de alta concentración de contaminantes. Se propondrá un modelo sencillo para la región del contaminante, su difusión y la interacción de los swimmers con la misma a partir de observaciones experimentales realizadas previamente.

- El estudio se realizará a partir de simulaciones numéricas. Se analizarán los regímenes dinámicos de las fases *run* y *tumbling*. Se compararán los resultados con seguimientos de microswimmers obtenidos por secuencias de imágenes de microscopía óptica.

Esta propuesta de trabajo es de carácter interdisciplinario y de interés en áreas de investigación relacionadas a temas ambientales y de procesos de biorremediación. Las actividades se realizarán interactuando con físicos, químicos y microbiólogos, integrando simulaciones numéricas y resultados experimentales tomados en el Laboratorio de Microbiología del Instituto de Ciencias-UNGS.