

Temática General: Mecánica de la Materia Activa

Título: ESTUDIO DE LA PRESION MECANICA EN SISTEMAS DE AGENTES ACTIVOS

Lugar de Trabajo: Laboratorio de materia blanda y activa - Depto. Física. FCEyN – UBA.

Directores: Dra. Verónica Raspa (raspa@df.uba.ar), Dr. Miguel Trejo (mtrejo@df.uba.ar)

Colaborador: Dr. Germán Patterson (gpatters@itba.edu.ar)

En la naturaleza abundan sistemas cuya dinámica global macroscópica depende de las características de los agentes individuales que los componen. Algunos ejemplos que barren varias escalas lo constituyen los cardúmenes, bandadas, motores moleculares, células y bacterias. Estos tipos de sistemas se denominan **materia activa**, ya que los agentes consumen la energía propia o del ambiente para propulsarse. Debido a lo anterior, ellos encuentran fuera del equilibrio termodinámico. Bajo ciertas condiciones se observan comportamientos sistemáticos comunes a todos los individuos (**comportamiento colectivo**), debido a un proceso de retroalimentación que depende de cómo estos interactúan entre sí y con el medio. Este comportamiento emergente puede también verse afectado por las condiciones de contorno como, por ejemplo, la presencia de obstáculos y/o aberturas angostas. Se han observado en estos sistemas la aparición de **intermitencias** en el flujo que pueden llevar a la detención total del movimiento de los agentes. Este fenómeno ha sido observado en distintos sistemas y variadas escalas: proliferación microbiana, suspensiones coloidales, material granular, rebaños de animales y evacuación de humanos. Pese a entender los efectos de la **densidad** de agentes en dicho comportamiento, el rol y el comportamiento de la **presión mecánica** en este fenómeno aún permanece elusivo. Algunos resultados teóricos y experimentales muestran que la presión mecánica ejercida por un conjunto de partículas autopropulsadas depende fuertemente del recinto contenedor (que no es el caso de los sistemas en equilibrio termodinámico). Sin embargo, los resultados no son del todo claros aún y han encendido un interesante debate dentro de la comunidad científica. Por este motivo, en esta propuesta abordaremos el estudio de la presión mecánica generada por los agentes en las inmediaciones de una abertura.

El objetivo principal de esta propuesta es el estudio experimental de la presión mecánica de un sistema de agentes propulsados por vibración. Las investigaciones se realizarán utilizando como agentes robots comerciales (**hexbugs^M**), donde estudiaremos su comportamiento e interacción en diferentes tipos de recintos (geometría), variando la densidad de agentes y la forma del confinamiento (total o parcial, ver Figura). Específicamente proponemos estimar **indirectamente la fuerza** (y por tanto la presión) que las partículas realizan en su interacción con diversos **medios flexibles** (vigas y/o cintas elásticas y flexibles). Dicha estimación se basa en el estudio de la **deformación** de las estructuras flexibles la cual, a través de un análisis numérico de datos (problemas de inversión) permitirá inferir la tensión que produce el colectivo sobre la estructura deformable. Así, las tareas específicas del proyecto involucran: la implementación de un montaje experimental adecuado para la obtención y procesamiento digital de imágenes de la dinámica de los agentes en función del tiempo (**particle tracking**), la detección y reconstrucción de las deformaciones de la estructura flexible (**análisis de imágenes de contacto**) y finalmente la inferencia de la fuerza ejercida (**problema numérico de inversión**). También se espera un trabajo sobre el diseño, fabricación y caracterización mecánica de las estructuras flexibles (utilizando **elastómeros siliconados y/o termoplásticos**) y la concepción y confección de diversas geometrías para los recintos de los agentes usando materiales rígidos (uso de taller mecánico, sala de muestras e impresión 3D).

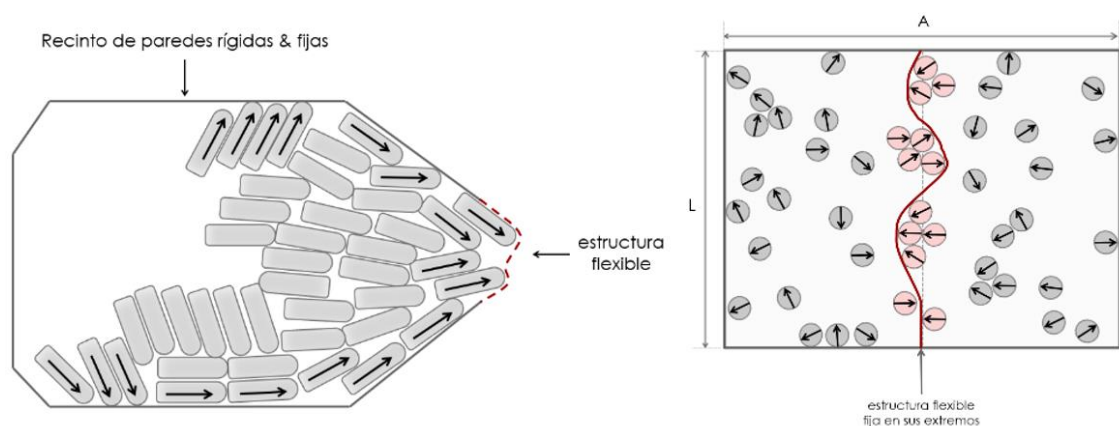


Figura: Posibles configuraciones de agentes (en gris) en recintos parcial y totalmente confinados interactuando con estructuras flexibles (en rojo)