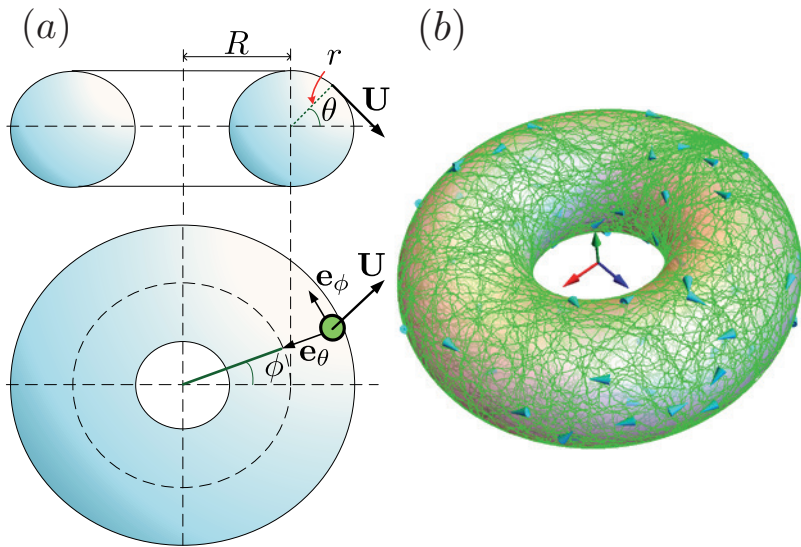


La UAM propone
estrategias para mitigar el

cambio climático



Alumnos del Posgrado en Física de la UAM participaron en el March Meeting 2021

Presentaron cuatro trabajos sobre materia activa, coordinados por el investigador Mario Sandoval

Alumnos del Posgrado en Física de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) –asesorados por el doctor Mario Sandoval Espinoza, investigador de la Unidad Iztapalapa– participaron en el March Meeting 2021, convocado por la American Physical Society y considerado el encuentro más grande en dicho ámbito.

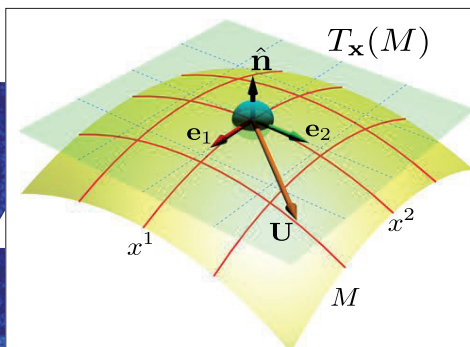
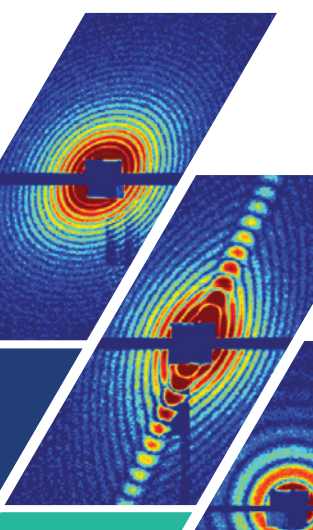
Alrededor de 11 mil científicos de diferentes instituciones del orbe se reúnen de manera alternada en una ciudad del Este y del Oeste de Estados Unidos, pero en esta ocasión el encuentro fue en línea, por lo que durante cinco días, los expertos del ramo expusieron trabajos inéditos –sobre todos los campos afines– que signifiquen avances relevantes para la disciplina.

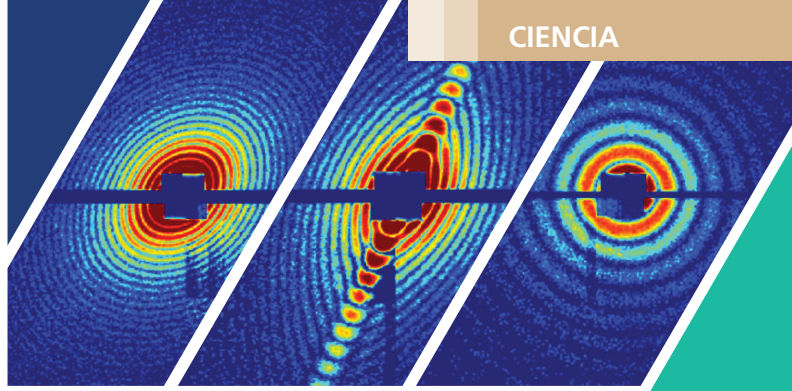
En entrevista, el académico del Departamento de Física de la UAM explicó que tanto él como sus alumnos, Luis Lorenzo Gutiérrez Martínez, Pedro Herrera y el posdoctorante Cecilio Tapia Ignacio, presentaron de manera oral, en inglés, cuatro indagaciones enmarcadas en la línea de la materia activa, un área que surgió alrededor de 1995, pero empezó a cobrar fuerza a partir de 2005.

Esta especialidad es de gran interés y futuro –tanto en aplicaciones como en resultados de investigación fundamental– dijo Sandoval Espinoza, quien matriculado en la Licenciatura fue reconocido en 2004 como el mejor estudiante de Física de México por la Fundación Mexicana Hertel, que le confirió una estancia en el Fermi National Laboratory de Estados Unidos.

La física estadística propició un progreso enorme en la disciplina, porque permitió “caracterizar y entender las propiedades de sólidos, líquidos y gases y, con eso, generar tecnología, pero desde 2005 nos hemos dado cuenta de que podemos adicionar energía interna a la materia, lo cual proporciona comportamientos distintos que pueden emplearse en materiales con ciertas particularidades y eso será de interés en pocos años”.

Un ejemplo de esto es una liga de goma estirada por una fuerza dada que se deforma a cierta distancia; “éste se considera un material pasivo, pero deja de serlo cuando cada molécula que lo constituye proporciona una fuerza impulsora –de auto-propulsión– al sistema y con ese cambio se convierte en un activo”, lo que implicaría que la liga se estire menos, por lo que esta modificación de propiedades puede tener varias aplicaciones.





En bioingeniería ha habido adelantos relevantes en el estudio del desplazamiento de micro-robots que se autopropulsan en el estómago de ratones con la finalidad de transportar de manera eficiente un medicamento. En conclusión y debido a su papel en las áreas de la física estadística fuera del equilibrio y la ciencia de materiales, muchos expertos en el mundo están trabajando con materia activa.

Nuevas perspectivas

El doctor Sandoval Espinoza participó en el March Meeting 2021 con el proyecto *Distribución de velocidades de Maxwell-Boltzmann para materia activa que no interactúa*, lo cual es un avance en el área de la física estadística fuera del equilibrio y un tema significativo, porque hay una distribución clásica (Maxwell-Boltzmann) con la cual es posible extraer propiedades de materiales y gases, además de que es muy utilizada en la física estadística para materia pasiva o muerta, es decir, que sus elementos constituyentes no tienen energía propia.

Una distribución matemática que describe la materia activa no interactuante y se considera inercia “la encontramos de manera analítica, mi alumno de Maestría y yo. Este producto teórico fue comparado con experimentos de un grupo alemán muy famoso en materia activa y los resultados fueron muy similares, lo que comprueba que nuestro proceso analítico fue correcto”.

Gutiérrez Martínez presentó, junto con el doctor Sandoval Espinoza, el estudio *Propulsión dependiente del tiempo de partículas estocásticas activas inerciales que no interactúan*.

El matriculado en la Maestría en Física explicó que hasta ahora, en la mayoría de los reportes sobre materia activa se descuida la inercia y se asume que la velocidad de autopropulsión es constante, aunque en este trabajo se plantea “un modelo en el que las partículas activas tienen una inercia no despreciable –masa y momento de inercia– y una fuerza de propulsión periódica general dependiente del tiempo.

“Nuestra propuesta fue tomar en cuenta la dependencia temporal de la fuerza de propulsión; realizamos un modelo teórico donde ésta varía en el tiempo y obtuvimos su efecto en la difusión y la presión de nado del sistema, que es más realista; por ejemplo, un renacuajo nada y recorre cierta distancia antes de parar y volver a moverse una y otra vez”, es decir, su fuerza de propulsión depende del tiempo. Algo para destacar del modelo es que puede aplicarse a escala macroscópica en robots.

Herrera presentó *Tiempo de supervivencia de partículas brownianas activas en curvas planas*, que tiene que ver con el tiempo promedio en

que una partícula browniana activa sobrearmortiguada (OABP) se mueva en cualquier curva plana con métrica, con el fin de alcanzar por primera vez un punto dado en la curva, el llamado tiempo medio de primer paso, MFPT.

Este problema puede interpretarse también como el tiempo de supervivencia que tiene un OABP, antes de que se absorba en un punto determinado de la curva. “A partir de este análisis se encuentra y resuelve una ecuación para el MFPT general que depende de la geometría de la curva y lo aplicamos para tres casos: un círculo, una elipse y un limaçon de segundo orden”. Los resultados también se validaron mediante el uso de simulaciones de dinámica Browniana.

Robots de juguete activos atrapados: teoría y experimento –de la autoría de Tapia Ignacio, Gutiérrez Martínez y Sandoval Espinoza– caracteriza difusión, velocidad cuadrática media, desplazamiento angular cuadrático medio y distribuciones de probabilidad radial y de velocidad de los robots conocidos como hexbugs-nano, desplazándose sobre una antena parabólica y simulando un pozo armónico.

Es un robot de juguete, pero a la antena parabólica donde se activan “le pusimos pintura plástica para generar un movimiento azaroso y ver cómo los hexbugs-nano se impulsan, por lo que a este sistema le describimos su dinámica”, es decir, cuáles son las ecuaciones de movimiento que lo rigen.

“Observamos que un modelo sin inercia rotacional pero con inercia traslacional es suficiente para describir la dinámica de los robots y que un mecanismo autoalineado de su vector de orientación hacia su velocidad no reproduce los experimentos. En cambio, la inclusión de una torca externa constante en la dinámica de orientación proporciona una descripción más apropiada”.

Con esto “concluimos que nuestra hipótesis teórica concuerda con los resultados del experimento y que la aportación de este trabajo consiste en que podemos realizar experimentos macroscópicos relativamente sencillos (con una antena dish y hexbugs) y calcular propiedades de la materia activa con inercia. Quizá algún robot con objetivos de búsqueda en caso de un desastre, podría ser un ejemplo de nuestro sistema”.

El doctor Sandoval Espinoza dijo que a partir de estos estudios se podrían abrir nuevas perspectivas de investigación, entre ellas la extensión del método numérico de Lattice Boltzman para simular la dinámica de fluidos activos.

El encuentro es convocado por la American Physical Society y la actividad mundial más grande en la disciplina.