

## Departamento de Física Teórica de la Materia Condensada

### "A los físicos nos gusta describir cosas sencillas a un nivel muy profundo"

#### Pedro Tarazona Lafarga es director del departamento de Física Teórica de la Materia Condensada

Entre sus clases de Física Estadística, su participación en dos máster, Biofísica y Física de la materia y Nanotecnología, y la dirección de dos tesis doctorales, el director del departamento de Física Teórica de la Materia Condensada nos recibe en su despacho de la UAM para contarnos quién es y hacia dónde van sus investigaciones.



Pedro Tarazona Lafarga

#### Cristina de Pedro Martín

Licenciado y doctor en Físicas por la universidad Autónoma de Madrid, su trayectoria profesional proviene de la Física Estadística, de la teoría de líquidos. Hace 15 años Tarazona se planteó acercarse hacia problemas biológicos, para lo que se fue a investigar a Austria. Promotor del máster de Biofísica y director del mismo durante la primera etapa, hoy en día su carrera evoluciona hacia lograr la conexión entre la Física y la Biología. Pedro Tarazona Lafarga lleva más de un año como director del departamento. Lo que a primera vista podría parecer una promoción positiva en su carrera como investigador, supone una carga para el profesor. "Preferiría enfocar todo mi tiempo disponible a la investigación, que es lo que más me motiva. La docencia también forma parte de ello, es el reflejo de lo que aprendemos. Pero en cuanto a la carga administrativa, son muy pocos los profesionales que encuentra su aspecto vocacional", confiesa Tarazona.

El departamento estudia la física de la materia condensada desde un punto de vista teórico. Se conoce por materia condensada los líquidos y sólidos, es decir, fases cuya densidad son lo suficientemente elevadas como para que las interacciones entre los átomos o moléculas constituyentes sean relevantes.

Tarazona lidera un grupo teórico de apoyo a un proyecto europeo de nuevos antibióticos. Aunque su participación es relativa en este programa, el investigador quiso destacar que es significativo que "la gente que está trabajando en aspectos biotecnológicos se esté dando cuenta de que los físicos teóricos pueden aportar algo, esencialmente, la modelización. Se está dando cuenta de que merece la pena hablar con gente que tiene una cultura científica distinta", asegura.

#### Modelización.

El investigador está inmerso en un programa de la comunidad de Madrid, Modelización y sistematización de sistemas no homogéneos, que plantea la colaboración de 5 grupos de diferentes universidades de la comunidad de Madrid en el ámbito de la modelización.

"Estamos intentando representar la realidad por medio de sistemas más sencillos que podamos estudiar y extraer de allí lo que pueda haber de esencial", explica Tarazona. Su grupo trabaja por entender la forma más sencilla de escribir la realidad y utilizar esos modelos para hacer predicciones de sistemas mucho más complicados. "En un sistema de moléculas que están chocando entre sí, una modelización es imaginarse que son bolitas que chocan y olvidarse de todo lo que hay dentro de la estructura de la molécula. Tratamos de poner sobre la mesa todo lo que creemos que es esencial para lo que queremos estudiar y dejar fuera todo lo que es complicado pero no esencial. A los físicos nos gusta describir cosas sencillas a un nivel muy profundo", añade.

Concretamente, el profesor trata cada día de modelizar filamentos de proteínas. Hoy están tratando de aplicar esto a sistemas biológicos en los que la realidad es muy complicada. Existe un paso intermedio, los sistemas biosintéticos, en los que los experimentalistas toman partes de una bacteria que quieren estudiar y tratan de que esas partes funcionen en el tubo de ensayo sin el resto de los componentes. Esto ofrece a los físicos teóricos hacer un modelo sencillo de algo que no es tan complicado como todo el mecanismo de la bacteria. En particular, el profesor estudia unas proteínas que son esenciales para que la bacteria se divida en dos. Entender esos mecanismos supone permitir diseñar mejores antibióticos, por ejemplo. "Si tú entiendes como una bacteria logra dividirse cada pocas horas, puedes diseñar antibióticos que traten de evitar que pase justamente eso", explica el profesor.

Desde el punto de vista biológico, se sabe muy poco del funcionamiento del mecanismo interno de una bacteria. Los grupos experimentales con los que colabora Tarazona tratan de hacer experimentos mucho más sencillos que la bacteria completa en los que tratan solamente esa proteína para que empiece a funcionar. "Lo que hace esta proteína es formar cuerdas, filamentos. Estos filamentos se anudan sobre la bacteria y la estrangulan para partirla en dos. Existen experimentos en los que se puede ver la formación de estos filamentos sin toda la complicación que supone el resto de la bacteria. Nuestra aportación es hacer modelos, dar respuesta a preguntas como ¿qué tipo de interacción se da? ¿Cómo se atraen y empujan? Y dependiendo de cómo lo hagan, los filamentos tendrán un comportamiento u otro", asegura el físico. En resumen, el grupo de Tarazona trata de hacer un modelo sencillo que explique estos experimentos y que se pueda extrapolar para afirmar que lo que podría estar pasando en el complicado mundo de la bacteria puede explicarse según unos cuantos factores sencillos. De alguna forma, lo que acaba consiguiendo la modelización es clarificar en un sistema muy complicado cuáles son los aspectos que podrían ser esenciales respecto a los que son accesorios. El grupo del profesor está consiguiendo poner encima de la mesa unas hipótesis distintas hasta las que ahora manejan los biólogos moleculares. "Hemos conseguido resaltar que hay mecanismos mucho más sencillos que explican fenómenos mucho más complicados. El mecanismo por el cual estas proteínas pueden acabar actuando en la división de las bacterias es un mecanismo físico muy sencillo, sin la necesidad de una maquinaria bioquímica específica".

Otra aplicación práctica que el profesor quiso destacar es la modelización de cristales líquidos, esenciales para todas las displays electrónicos. Estos sistemas están compuestos de moléculas muy alargadas; hay situaciones en las que se colocan todas paralelas mientras que otras veces se mezclan, lo cual afecta al modo en el que dejan pasar la luz. "Son moléculas muy complicadas en las que lo esencial es su forma, como de delgadas son. Cuando la modelización entra en juego, se imaginan que es algo mucho más sencillo, por ejemplo una varilla; si tú tienes muchas varillas juntas apretadas y las agitas es muy fácil que tiendan a ponerse en paralelo. Tratas de nuevo de modelizar, de extraer la parte esencial de la parte accesoria", explica el profesor.

Igualmente, dentro del proyecto se plantean la modelización de los líquidos en materiales porosos. En este sentido, se están llevando a cabo contactos con la industria petroquímica. Para destilar el petróleo es muy útil usar materiales en los que de alguna forma separas unas moléculas de otras a modo de catalizador. Estas moléculas son muy complicadas, al igual que los sistemas porosos, pero acaba habiendo relaciones que son esencialmente geometría: qué forma tiene la molécula, qué forma tienen los poros, si estos poros permiten que entren o no la molécula. "Podrías lograr muchos experimentos distintos, pero al obtener muchas variables diferentes es muy complicado que acabes perdiéndote. La modelización es una especie de mapa que te da una visión sencilla, un plano que te muestra lo más importante para llegar a tu meta sin detenerte en las piedras ni en los arbustos, sólo señalando el río y las montañas", nos explica Pedro Tarazona.

#### Microfluídica

Otra línea de investigación que destaca el profesor dentro de la modelización son las superficies de líquidos. "Entender cómo se pasa de la visión hidrodinámica de un líquido, es decir, como lo vemos en el grifo de casa o en las olas de un estanque, a la escala de átomos y moléculas. Existen muchas teorías al respecto y nuestro trabajo consiste en enlazarlas", nos cuenta el investigador. Se está desarrollando una nueva tecnología conocida como la microfluídica, que consiste en el manejo de líquidos en cantidades muy pequeñas. "Uno podría acabar encerrando un laboratorio de química en un chip muy pequeño. Esto pasa por ser capaz de conducir un líquido en cantidades muy pequeñas a través de canales de unas micras, añadir válvulas, grifos, agitadores, sitios que mezclen, sitios que separen. Para poder construir este tipo de dispositivos uno tiene que entender como funciona un líquido a escalas muy pequeñas", explica Tarazona.

**"La modelización es una especie de mapa que te da una visión sencilla, un plano que te muestra lo más importante para llegar a tu meta sin detenerte en las piedras ni en los arbustos, sólo señalando el río y las montañas"**

**"Es significativo que la gente que está trabajando en aspectos biotecnológicos se esté dando cuenta de que los físicos teóricos pueden aportar algo, esencialmente, la modelización".**

# Departamento de Física Teórica de la Materia Condensada

## CENTRO

Universidad Autónoma de Madrid

## Líneas de Investigación

Física de superficies, Mecánica Estadística de sistemas desordenados, Transporte y superconductividad en sistemas mesoscópicos; Materia Condensada blanda y biofísica; Óptica cuántica en semiconductores; Sistemas de electrones fuertemente correlacionados; Nanomecánica y nanomateriales; Nanofotónica.

## Personal

Investigador: Pedro Tarazona Lafarga

---

### Datos de Contacto:

**Dirección:** Módulo C-V  
Facultad de Ciencias,  
Universidad Autónoma de Madrid  
28049 Madrid

**Teléfono:** 91 4973666

**e-mail:** [pedro@fluid5.fmc.uam.es](mailto:pedro@fluid5.fmc.uam.es)

**Web:** <http://www.uam.es/departamentos/ciencias/fisicateoricamateria/propia/default.html>