



## Propuesta de Trabajo Fin de Grado del Doble Grado en Física y Matemáticas (curso 2020-2021)

*Responsable de tutorización:* José Callejas Fernández

*Departamento:* Física Aplicada

*Área de conocimiento:* Física Aplicada

*Responsable de cotutorización:* Rafael Payá Albert

*Departamento:* Análisis Matemático

*Área de conocimiento:* Análisis Matemático

*(Rellenar sólo en caso de que la propuesta esté realizada a través de un estudiante)*

*Estudiante que propone el trabajo:* Isabel Pascual Robledo

**Título: DIMENSIÓN FRACTAL DE ESTRUCTURAS ESPACIALES DE NANOPARTÍCULAS**

*Tipología del trabajo (marcar una o varias de las siguientes casillas):*

- 1. Revisiones y/o trabajos bibliográficos sobre el estado actual de aspectos específicos relacionados con la titulación.
- 2. Estudio de casos, teóricos o prácticos, relacionados con la temática de la titulación, a partir del material disponible en los centros.
- 3. Trabajos experimentales, de toma de datos de campo, de laboratorio, etc.
- 4. Elaboración de nuevas prácticas de laboratorio
- 5. Elaboración de un informe o un proyecto en el ámbito del grado de naturaleza profesional
- 6. Trabajos relacionados con las prácticas externas

*Descripción y resumen de contenidos:*

El trabajo que se propone llevar a cabo en este TFG en los Departamentos de Análisis Matemático y Física Aplicada de la Universidad de Granada, pretende desarrollar dos temáticas que se consideran relacionadas entre sí. Por un lado, una parte más teórica basada en el concepto de dimensión fractal, y otra experimental en la que se mostrará cómo, usando ese concepto, se pueden caracterizar estructuras espaciales que se forman al agregar en agua partículas coloidales de tamaño nanométrico. Se analizará-estudiará la medida de Hausdorff, prestando especial atención al hecho de por qué un agregado de puntos puede ser considerado como un conjunto fractal. Asimismo, se revisarán los trabajos de B. Mandelbrot que han permitido relacionar esta teoría de la medida con fenómenos de la naturaleza, particularizando a los procesos de agregación coloidal. En el laboratorio, se obtendrán agregados coloidales en tres dimensiones utilizando partículas de distinto tipo y tamaño. Mediante experimentos de dispersión estática de luz láser, se medirá su dimensión fractal lo que permitirá discutir las interacciones físicas responsables de la formación de un tipo u otro de estructuras. Dependiendo de la evolución del trabajo en el tiempo, se abordará la tarea de hacer simulaciones de ordenador que muestren cómo las partículas agregan, lo que nos permitirá calcular también dimensiones fractales "virtuales" para su comparación con lo obtenido en el laboratorio.

### *Actividades a desarrollar:*

Las dos tareas anteriormente propuestas, al ser complementarias, se van a desarrollar en paralelo. La labor teórica implica el estudio de textos que expongan la teoría de la medida y la profundización en aquellos aspectos que se estime tengan más que ver con la consideración de un conjunto de puntos como “agregado fractal”. El estudio de los trabajos de Mandelbrot también centrará bastantes esfuerzos en este TFG. En el laboratorio, se comenzará con aprender el manejo y la puesta a punto de los dispositivos adecuados. Para ello, habrá que hacer un estudio previo de las técnicas de dispersión estática y dinámica de luz láser. Hecho esto, con partículas modelo en tamaño y forma, se harán unos primeros experimentos que permitan entender, tanto cuáles pueden ser los mecanismos de agregación entre partículas, como adquirir soltura en el laboratorio. Dependiendo del grado de avance en esa tarea, se podrán plantear experimentos con otro tipo de nanopartículas que tengan formas y tamaños diferentes, por ejemplo, nanogeles, vesículas, partículas alargadas y no esféricas, etc. Se cuenta con la ventaja de que en el Departamento de Física Aplicada existen grupos de investigación que tienen acceso a diversos tipos de nanopartículas.

### *Objetivos planteados*

- 1) Entender y profundizar en la teoría de la medida de Hausdorff.
- 2) Comprender los argumentos de B. Mandelbrot que llevaron a la aplicación de dicha teoría a fenómenos que ocurren en la naturaleza.
- 3) Formación en técnicas de dispersión de luz visible por partículas coloidales
- 4) Obtención en el laboratorio de dimensiones fractales de agregados coloidales.

### *Bibliografía*

1. Falconer, K.J., The Geometry of Fractal Sets, Univ. Bangalore Press (1997)
2. Guzmán, M. de, Martín, M.A., Morán, M. y Reyes, M., Estructuras fractales y sus aplicaciones, Lábor (1993)
3. Hiemenz, P.C., Principle of Colloid and Surface, Marcel Dekker
4. Kerker, M., The Scattering of Light and other Electromagnetic Radiation. Academic Press (1969)
5. Mandelbrot, B.B., The Fractal Geometry of Nature, Ed. Freeman W.H. (1982)
6. Rogers, C.A., Hausdorff Measures, Cambridge Univ. Press (1970)
7. Van de Hulst, H. C., Light Scattering by Small Particles, Dover (1981)
8. Xu, Particle Characterization: Light Scattering Methods, Kluwer (2002)
9. Yamaguti, M., Hata, M., Kigami, J., Mathematics of Fractals, Univ. Bangalore Press (1997)

Isabel Pascual Robledo

José Callejas Fernández

Firma del estudiante  
(solo para trabajos propuestos por alumnos)

Firma del responsable de tutorización



+

Rafael Payá Albert

Firma del responsable de cotutorización (*en su caso*)

En Granada, a 22 de Junio de 2020