



1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

Título: La ley de Kleiber: fenomenología y fundamentos teóricos

Descripción general (resumen y metodología):

Dentro del ámbito de la biofísica, se conocen como leyes alométricas aquellas leyes que vinculan dos magnitudes características de un ser vivo o, en general, de un proceso biológico, mediante una función en forma de ley de potencias cuyo exponente es no trivial. Estas leyes excluyen, por tanto, relaciones esperadas como las relaciones de proporcionalidad (relaciones isométricas) que esperaríamos, por ejemplo, entre la masa de un ser vivo y su volumen. Ya en la primera mitad del siglo XVII, Galileo, extendiendo los trabajos originales de Aristóteles para leyes isométricas, observó una relación de este tipo entre el volumen de ciertos huesos de animales y la fragilidad de éstos, expresada a través de la fuerza mínima necesaria para romperlos.

En esta propuesta de trabajo de fin de grado (TFG) estudiaremos una de las leyes alométricas que ha despertado mayor interés desde su aparición (en torno a 1930) hasta nuestros días. Esta ley empírica, conocida como ley de Kleiber, aparece por primera vez como fruto de las observaciones del biólogo suizo Max Kleiber, y vincula el ritmo metabólico de un ser vivo (es decir, su gasto energético por unidad de tiempo en unas condiciones controladas) con la masa de dicho ser vivo. En este caso, el ritmo metabólico muestra una dependencia en forma de ley de potencias con la masa del animal, en la que ésta presenta un exponente, no trivial, compatible con $3/4$. La ley parece manifestarse experimentalmente dentro de un amplio rango de tamaños, desde pequeños roedores hasta animales del tamaño de los elefantes.

En las últimas décadas, se han presentado varios intentos de racionalización de esta ley. Entre los estudios más destacados, se encuentran aquellos en los que los sistemas de transporte de sustancia dentro del organismo (por ejemplo el sistema circulatorio) presentan una estructura fractal (o autosimilar). Es, en última instancia, la dimensión fractal asociada a estos sistemas de transporte la que permite justificar el exponente $3/4$. Por otra parte, han surgido, además, estudios en los que se cuestiona este exponente empírico, usando para ello tests de bondad estadística.

La metodología a seguir en este TFG constará de tres partes:

1. El/la estudiante hará una revisión bibliográfica extensa con la que se mostrará el estado actual de los problemas abiertos asociados con la ley de Kleiber.
2. Pese a tratarse de un TFG bibliográfico, el/la estudiante se familiarizará con conceptos básicos de geometría fractal e, idealmente, construirá modelos computacionales sencillos que produzcan estructuras fractales (v.g. el modelo de Eden).
3. Pese a tratarse de un TFG bibliográfico, el/la estudiante aplicará tests de bondad estadística a datos empíricos, con objeto de asignar un nivel de confianza a la ley de potencias propuesta.

Tipología: Trabajos bibliográficos sobre el estado actual de una temática relacionada con el Grado.

Objetivos planteados:

1. Resumen del estado del arte de las principales publicaciones asociadas a la ley de Kleiber.
2. Desarrollo de herramientas computacionales para la generación de fractales en 2D.
3. Implementación de tests de bondad estadística de datos empíricos.

Bibliografía básica:

- [1] M. Kleiber, "Body size and metabolic rate", *Physiological Reviews*. **27**, 511 (1947).
- [2] G.B. West, J.H. Brown, and B.J. Enquist, "A general model for the origin of allometric scaling laws in biology", *Science* **276**,122 (1997).
- [3] J.R. Banavar, et al., "A general basis for quarter-power scaling in animals", *PNAS* **107**, 15816 (2010)
- [4] B. Mandelbrot, "La Geometría Fractal de la Naturaleza", Tusquets Editores S.A.(2009).
- [5] A. Clauset, C. R. Shalizi, and M. E. Newman, "Power-Law Distributions in Empirical Data", *SIAM Rev.* **51**, 661 (2009).

Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:

Es aconsejable, aunque no necesario, que el/la estudiante posea conocimientos básicos de programación y tenga una base mínima de estadística.

Plazas: 1

2. DATOS DEL TUTOR/A:

Nombre y apellidos: SÁNDALO ROLDÁN VARGAS

Ámbito de conocimiento/Departamento: FÍSICA APLICADA

Correo electrónico: sandalo@ugr.es

3. COTUTOR/A DE LA UGR (en su caso):

Nombre y apellidos:

Ámbito de conocimiento/Departamento:

Correo electrónico:

4. COTUTOR/A EXTERNO/A (en su caso):

Nombre y apellidos:

Correo electrónico:

Nombre de la empresa o institución:

Dirección postal:

Puesto del tutor en la empresa o institución:

Centro de convenio Externo:

5. DATOS DEL ESTUDIANTE:

Nombre y apellidos:

Correo electrónico: