

Laboratorio de Física 1 (ByG)

Guía 3: Análisis de relaciones entre dos magnitudes

1 Objetivo

Análisis de relaciones entre dos magnitudes medidas

2 Introducción

En esta guía estudiaremos cómo analizar y buscar cuál es la relación que se puede establecer entre dos magnitudes medidas, principalmente cómo hacer para determinar cuál es la forma funcional de dicha relación.

Los casos de estudio que te proponemos son la Ley de Weber-Fechner y las leyes de escala alométricas.

2.1 Ley de Weber – Fechner

Esta ley experimental establece la relación la mínima diferencia apreciable (R) entre dos estímulos similares y la intensidad de los mismos (S). Por ejemplo, una persona que sostiene dos pesos, uno de 100g y otro de 110g, puede apreciar la diferencia entre ambos, pero no puede apreciar la diferencia entre 1000 g y 1010 g. Weber y Fechner plantearon que la mínima diferencia apreciable es proporcional al logaritmo de S .

$$R = k \log (S) + A \quad (1)$$

2.2 Leyes de escala alométricas

Un ejemplo muy impresionante de leyes de escala en biología es el caso de leyes alométricas que se expresan de la forma

$$Y = Y_0 M^b \quad (3)$$

donde Y es la variable biológica, M es la masa, mientras que b y Y_0 son constantes que caracterizan la relación. Muchos fenómenos biológicos escalan como “cuartos”, por ejemplo, la tasa metabólica escala como $M^{3/4}$, el ritmo cardíaco y la tasa de metabolismo celular escala como $M^{-1/4}$, el tiempo de circulación de la sangre y crecimiento embrionario escala como $M^{1/4}$. En este caso, las magnitudes que se miden son Y y M , y la relación teórica (ley) que se conoce entre estas magnitudes se llama ley de escala. Es posible entonces contrastar los datos medidos con esta teoría y verificar si los datos son consistentes con ella. Si es así, entonces es posible estimar, a partir de los datos, parámetros que se desconocen, en este caso Y_0 y b . Existe un modelo elaborado por West, Brown y Enquist (modelo de WBE) que propone que, tanto en plantas como en animales, la evolución por selección natural ha resultado en optimizar las redes vasculares de forma fractal.

3 Actividades

3.1 Ley de Weber – Fechner

La pregunta que se pretende contestar con estos experimentos es cómo los seres humanos percibimos nuestro entorno, y se propone revisar el caso del Peso. ¿Cómo depende del estímulo presentado? ¿Y cómo lo hace del rango de estímulos presentados?

Diseño experimental propuesto:

Proponemos que pesen y luego sostengan con una mano un determinada pesa, peso patrón (S). En la otra mano sostengan otra pesa con igual peso que el peso patrón y vayan agregándole pesas. Determinen el peso mínimo (S_0) a partir del cual perciben una diferencia de peso con el peso patrón.

Queremos estudiar si este conjunto de datos satisface la relación (1) propuesta por la Ley de Weber-Feshner. Para ello grafiquen el mínimo incremento de peso percibido R, igual a la diferencia entre S y S_0 , en función de S y del $\text{Log}(S)$.

Algunas observaciones

- ¿Qué ocurre si se repite la experiencia con el mismo peso patrón?
- Si frente al mismo peso patrón, el estudiante percibe una diferencia mínima diferente, ¿cómo podrías combinar esos valores para informar un valor percibido para ese patrón, con su incertidumbre? ¿Te parece que esto puede “mejorar” cada medición?

3.2 Leyes de escala alométricas

Lo que proponemos básicamente en esta práctica es juntar hojas de árboles, plantas, etc. y medir. Tenés que coleccionar por lo menos 10 hojas frescas (pueden ser de la misma especie o de especies diferentes). Lo importante es que abarquen un rango amplio de tamaños (por ejemplo, hoja de orégano y hoja de gomero).

Para cada hoja medí: la masa y el largo, el ancho o el área. Podés agregar además otras variables como el número de nervaduras o las que te parezcan relevantes. La idea es graficar una magnitud medida en función de la otra. Por ejemplo: longitud en función de la masa.

- ¿Qué forma tienen los datos? (por ejemplo: recta, cuadrática, cúbica, raíz cuadrada, etc). ¿Podrías hacer un ajuste lineal?
- ¿Qué pasa si aplicás logaritmo a las variables? ¿Qué forma adoptan en esta representación? Discutí la información que podría obtenerse de un ajuste lineal.

Algunas preguntas que te pueden orientar a lo largo de la práctica:

- ¿Cómo se puede medir el área de una hoja? ¿Qué incerteza le adjudicás a dicha medición?
- ¿Qué otros modos de cuantificar el “tamaño” se te ocurren?
- Si la masa de una hoja crece al doble, entonces el largo/ancho/área de la hoja crece al doble también?

Información adicional:

En el caso de plantas, el modelo de WBE permite realizar ciertas predicciones:

$$L = L_0 M^{1/4} \quad (4)$$

$$r = r_0 M^{3/8} \quad (5)$$

siendo L el largo de la planta, r el radio y M la masa. Respecto de la geometría de la planta, también hay predicciones interesantes:

$$A = A_0 r^2 \quad (6)$$

$$N = N_0 r^{-2} \quad (7)$$

siendo A el área de la hoja, N el número de ramas, y r el radio.