

LABORATORIO DE SOMBRAS

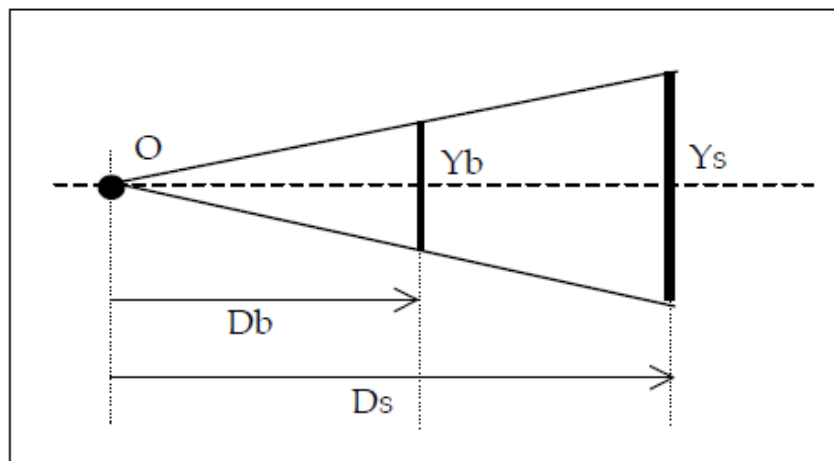
Realizaremos dos laboratorios de formación de sombras de fuentes luminosas puntuales:

1. LABORATORIO: Es un laboratorio dirigido directamente a los alumnos de magisterio. Tiene como objetivo el comprobar que una ley podemos obtenerla por dos caminos, uno deductivo a partir de una ley general y otro inductivo a partir de la representación y modelización de una clase de hechos.
2. LABORATORIO: Es un laboratorio didáctico, dirigido a los alumnos de primaria dentro de una unidad didáctica (la unidad “teatro de sombras chinas”).

LABORATORIO 1: (Parte teórica)

- Una ley general de partida:

El modelo de rayos aplicado a la formación de sombras es una ley muy general:



Se trata de un modelo de cuatro variables (Y_b, Y_s, D_b, D_s) con una relación entre ellas: $Y_s/Y_b = D_s/D_b$. Lo que nos permite conocer una variable cualquiera en función de las otras tres.

- Deducción de una ley técnica (más precisa):

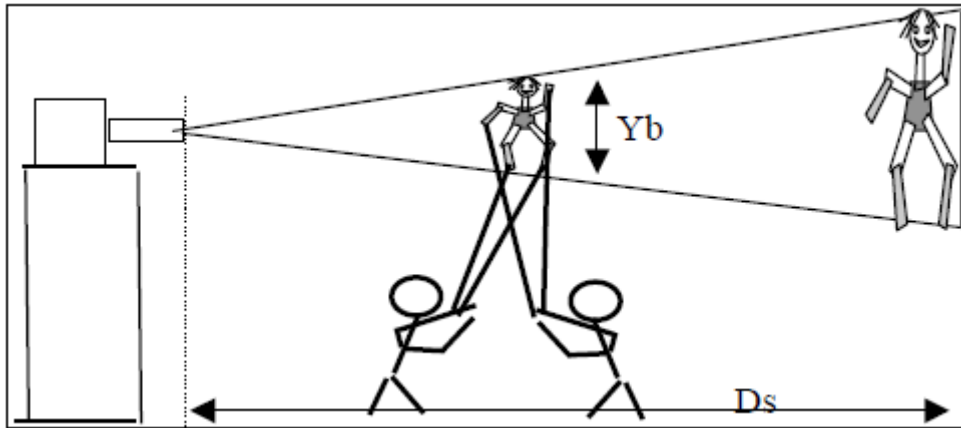
Si en la ley anterior (ley general: $w = f(x, y, z)$) establecemos una restricción podemos obtener por deducción una ley que es un caso particular de la misma, y que es una ley menos general ($z = f(x, y)$). Si a esa ley le aplicamos otra restricción, obtenemos una ley más “local”, que es una ley técnica ($y = f(x)$).

(Entendemos por una “restricción” el hacer constante alguna de las variables de una ley)

A. DEDUCCIÓN DE UNA LEY TÉCNICA A PARTIR DE UNA LEY GENERAL:

Supongamos que una maestra desea colocar un proyector en una pared del aula y que los alumnos proyecten en la pared opuesta la sombra de una silueta.

La maestra desea conocer la ley que le dará el tamaño de la sombra en función de dónde se coloque la silueta.



Esta maestra, si conoce la ley general de rayos para la formación de sombras, puede deducir de la misma la ley que desea.

Veamos este proceso de deducción:

- i. La maestra reconoce la ley general de rayos

$$\frac{Y_b}{Y_s} = \frac{D_b}{D_s}$$

puede “explicar” y ser un modelo para la ley que busca de formación de la sombra de la silueta de clase.

- ii. De las cuatro variables del modelo, la profesora ve que, en su caso, dos de ellas van a ser constantes:
 - La distancia D_s entre el foco de luz y la pared donde se forma la sombra
 - El tamaño Y_b de la silueta
- iii. La maestra puede especificar esta doble restricción en la ley general:

$$D_s = k_1, \quad Y_b = k_2$$

$$\frac{k_2}{Y_s} = \frac{D_b}{k_1}, \quad \text{o bien} \quad k_1 * k_2 = K = Y_s * D_b,$$

Deduciendo una ley más específica:

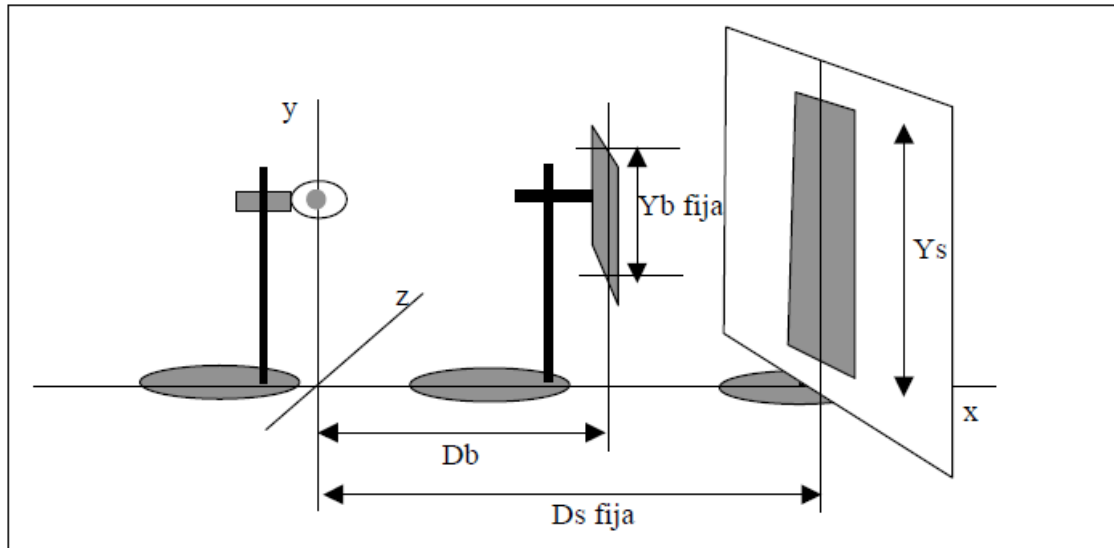
$$Y_s = K \frac{1}{D_b}$$

Tiene el estatus de una ley técnica respecto a la ley general anterior.

B. INDUCCIÓN DE UNA LEY TÉCNICA A PARTIR DE LA EXPERIENCIA:

La anterior ley técnica puede obtenerse, también, de forma inductiva a partir de la observación de un conjunto de “hechos” de formación de sombras que podemos producir de un modo sistemático en el laboratorio.

Se tratará de una clase de hechos de formación de la sombra de una barrera opaca, que podemos producir con el siguiente montaje:



En el que mantendremos constante

- El tamaño de Y_b de la barrera
- La distancia D_s del foco de luz a la pantalla

Los distintos “hechos” los produciremos moviendo la barrera en distintas posiciones D_b y observando las correspondientes alturas de la sombra Y_s que se produce en cada caso.

REALIZACIÓN DEL LABORATORIO 1 PARA HALLAR LA LEY

El laboratorio para recoger datos y para modelizar la ley suponen:

a) Pregunta “científica”

¿Qué relación existe entre la posición de un determinado objeto opaco y el tamaño de su sombra?

(suponiendo constantes: la distancia entre el foco luminoso y la pantalla, y el tamaño del objeto)

b) Etapa de adquisición y representación de la experiencia:

Con el montaje anterior, obtener la siguiente tabla de datos y representar en una gráfica dichos datos:

Db	Ys



Para ello, mover la barrera entre 25 y 70cm del foco, de 5 en 5 cm (tomar cinco medidas).

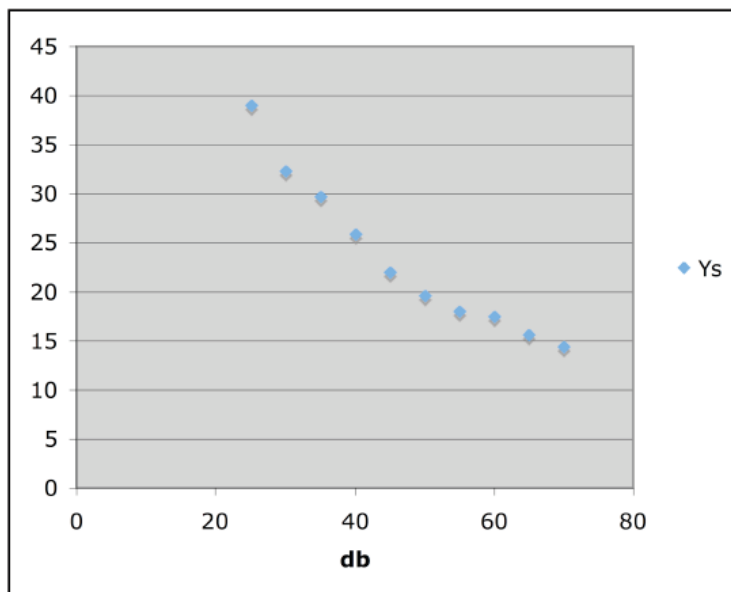
c) Etapa de modelización de los datos:

Explorar los datos anteriores (preferiblemente con ayuda de EXCEL) para inducir qué ley podemos inducir de los mismos.

➤ UN EJEMPLO DE REALIZACIÓN DEL LABORATORIO ANTERIOR:

- Adquisición y representación de experiencia:

Db	Ys
25	39
30	32,3
35	29,7
40	25,9
45	22
50	19,6
55	18
60	17,5
65	15,6
70	14,4



- Modelización de los datos anteriores:

Vemos que la relación entre Db e Ys es “cuanto más Db, menos Ys...” y probamos como hipótesis una relación inversa entre ambas variables:

$$Ys = k/Db$$

De la hipótesis se deduce que: $Ys \cdot Db = k$ y probamos en la tabla de datos si se verifica:

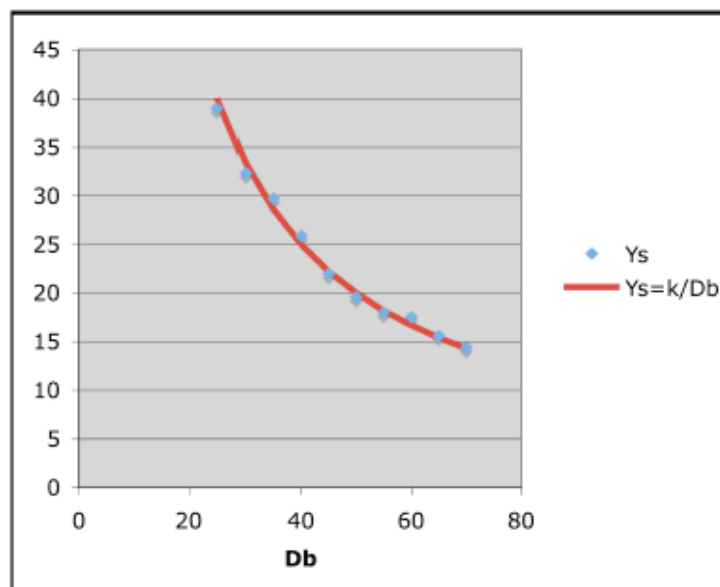
Db*Ys	Db	Ys
975	25	39
969	30	32,3
1039,5	35	29,7
1036	40	25,9
990	45	22
980	50	19,6
990	55	18
1050	60	17,5
1014	65	15,6
1008	70	14,4

Vemos que el producto $Ys \cdot Db$ es, con buena aproximación, un valor constante próximo a 1000, lo que confirma nuestra hipótesis, habiendo encontrado como modelo:

$$Ys = 1000/Db$$

Podemos ahora verificar que este modelo predice valores bastante bien ajustados a los datos, programando el modelo $Ys = 1000/Db$ en Excel:

k 1000		
Db	Ys	Ys=k/Db
25	39	40,00
30	32,3	33,33
35	29,7	28,57
40	25,9	25,00
45	22	22,22
50	19,6	20,00
55	18	18,18
60	17,5	16,67
65	15,6	15,38
70	14,4	14,29



REALIZACIÓN DEL LABORATORIO 2: LA LEY DE PRODUCCIÓN DE SOMBRAS DE ALTURA CONSTANTE

Realizaremos aquí el Laboratorio correspondiente a la unidad didáctica “Sombras chinescas”.

a) El problema experimental

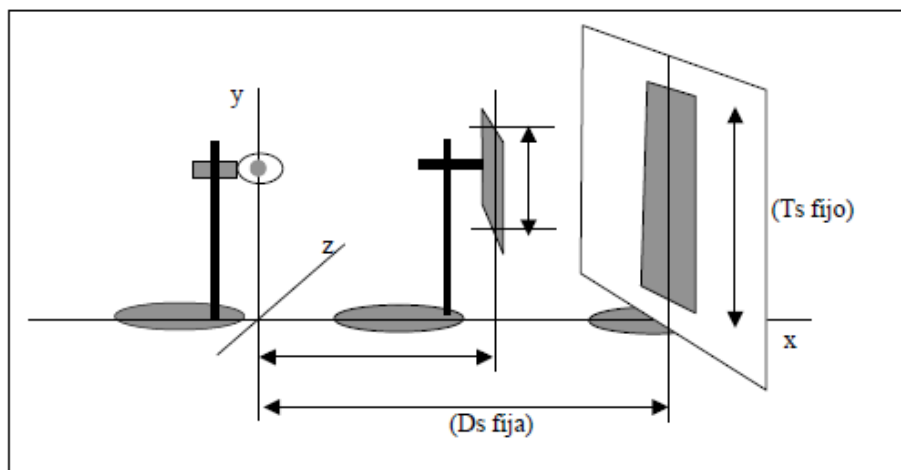
Con una fuente luminosa puntual, producir sombras de una barrera que tengan una altura fija en la pantalla.

Y nos planteamos el siguiente problema:

¿Qué relación existe entre la altura del objeto y su posición (respecto a la fuente luminosa)?

El fenómeno que producimos (con sus diversos estados) lo podemos “leer” como un sistema de dos variables (D_b y T_b), la posición y la altura de la barrera. Tomaremos, por comodidad la altura T_b como variable independiente y la posición D_b como variable dependiente. Buscamos la relación funcional $D_b = f(T_b)$.

b) El dispositivo experimental



Se trata de crear un espacio físico que produzca “hechos” (estados) relativos a este fenómeno, y en el que se puedan “leer” y modificar de la mejor forma posible las variables D_b y T_b .

La figura representa un diagrama-modelo que puede guiar la realización del dispositivo. Notas:

- Colocar la pantalla a una distancia fija (por ejemplo, 1m) de la fuente luminosa.
- Colocar en la pantalla una región de altura predeterminada (30cm, por ejemplo), que debe ocupar la sombra...
- Colocar un dispositivo de medida de distancias que tenga como origen la vertical de la posición del filamento de la fuente luminosa.
- Prolongar verticalmente (con una varilla o una cartulina) la posición de la barrera, para que su posición sea fácilmente medida.

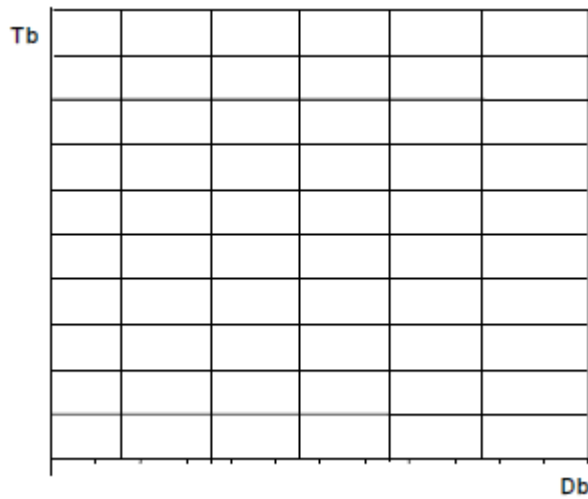
c) Etapa de representación de casos:

Proponemos que cada grupo de trabajo forma las sombras de 5 cartulinas (de 5,10,15...cm de alto).

- Representar los resultados experimentales como valores numéricos, en una tabla:

caso	Tb (cm)	Db (cm)
1		
2		
3		
4		
5		

- Representar los resultados experimentales como puntos, en una representación gráfica:



d) Etapa de modelización:

Buscar una función simple $Db = f(Tb)$ que relacione la posición Db con el tamaño de las barreras Tb.