

Construcción de gráficas lineales, potenciales y exponenciales con experimentos sencillos

Carlos E. La Rosa

Departamento de Física, Universidad de Puerto Rico

Mónica M. La Rosa

Institución Educativa Privada Mark Twain, Lima, Perú

Introducción

Una gráfica es un diagrama que usa líneas, círculos, barras u otra forma geométrica para representar datos contenidos en una tabla de datos.

Las gráficas contienen esencialmente la misma información que una tabla de datos, sin embargo, su utilidad práctica radica en que compacta una gran cantidad de datos en un menor espacio y permite visualizar mejor la relación de las variables involucradas en los datos obtenidos. Las principales ventajas que tienen las gráficas se mencionan a continuación.

1. Llamar la atención del lector sobre el comportamiento de los datos, haciendo más fácil la detección de los valores extremos, tanto máximos como mínimos.
2. Visualizar la relación entre las variables consideradas en el experimento realizado
3. Comparar más fácilmente los datos de un experimento con otro similar.
4. Detectar algún comportamiento periódico de los datos del experimento

A pesar de todas las ventajas que ofrecen las gráficas, en algunos casos presentan algunos inconvenientes, especialmente cuando los datos se diferencian por pequeñas cifras decimales y en la escala práctica de la gráfica no se pueden detectar, a menos que se use una escala enormemente grande lo que puede resultar poco práctico.

En general las gráficas se pueden agrupar en dos categorías: gráficas de tablas estadísticas y gráficas funcionales. Las primeras usan barras o círculos dando origen a los histogramas y las gráficas tipo “pie”. Las gráficas funcionales usan líneas en un sistema de escalas para mostrar la relación entre dos variables experimentales.

Propósito del Taller

Construir gráficas lineales, potenciales, estadísticas normales y exponenciales usando datos obtenidos en experimentos simples que no requieren equipo especializado de laboratorio.

Los experimentos realizados comprenden la Ley de Hooke, Relación entre el volumen y el número de gotas en un tubo de ensayo, para obtener gráficas lineales. La relación entre el Período T y el largo L de un péndulo simple y la caída libre y el rebote de una pelotita de ping-pong para obtener gráficas potenciales. La tirada de 100 dados iguales para auscultar el comportamiento de las gráficas

VIII FESTIVAL INTERNACIONAL DE MATEMÁTICA

7 al 9 de junio de 2012. Sede Chorotega, Universidad Nacional, Liberia, Costa Rica

estadísticas normales. El enfriamiento de un termómetro repitiendo el experimento de Newton para estudiar la gráfica exponencial.

Actividades para las gráficas lineales

• Ley de Hooke

Esta ley fue originalmente establecida por Robert Hooke en 1676 a raíz de sus estudios del comportamiento del cambio longitudinal de materiales elásticos sometidos a fuerzas deformantes. La ley establece que el alargamiento unitario, Δx , que experimenta un material elástico es directamente proporcional a la fuerza aplicada F . Para el caso de un muelle o resorte se escribe la ecuación: $F = -k \Delta x$, donde k es llamada la constante elástica, y Δx es la elongación o estiramiento que experimenta el resorte debido a la fuerza F aplicada. El signo negativo en la expresión se debe a que la fuerza restauradora en el resorte es tiene dirección contraria al estiramiento del resorte.

Para obtener la gráfica lineal se van a tomar datos del estiramiento de un resorte debido a diferentes fuerzas (pesas) aplicadas.

Materiales requeridos

Soporte de madera. Resorte. Pesas. Regla graduada en cm.

Procedimiento

Ensamblar el equipo siguiendo el diagrama provisto

Colocar el resorte según indicado en el diagrama

Calibrar la posición de la regla graduada de tal manera que el cero coincida con el extremo inferior del resorte.

Ir colocando las pesas provistas e ir anotando la longitud del resorte leída en la regla

Anotar en la tabla provista los valores de las pesas y la longitud del resorte

Graficar los valores en la hoja de gráficas

Tabla de la relación elongación del resorte con la masa aplicada al resorte:

M	X
Masa aplicada	elongación del resorte

• Relación del Volumen de agua y el número de gotas vertidas en el tubo de ensayo

Materiales

Tubo de ensayo (o probeta) graduado en ml (mililitros). Gotero plástico. Agua

VIII FESTIVAL INTERNACIONAL DE MATEMÁTICA

7 al 9 de junio de 2012. Sede Chorotega, Universidad Nacional, Liberia, Costa Rica

Procedimiento

Llenar con agua el tubo de ensayo hasta que el nivel del agua llegue a la marca 0 cm

Echar 10 gotas de agua usando el gotero y anotar en la tabla la altura en cm leída en la regla graduada adosada al tubo de ensayo

Repetir el paso anterior, echando cada vez 10 gotas con el gotero y completar la tabla.

Tabla de la relación número de gotas con la variación de volumen

	Número de gotas	Lectura en cm
1	10	
2	20	
3	30	
4	40	
5	50	

Graficar los resultados en el papel de gráfica provisto.

Calcular el volumen promedio de cada gota vertida con el gotero.

Actividades para las gráficas potenciales

- **Relación entre la altura de caída libre y el rebote de una pelotita de ping-pong**

Materiales

Pelotita de ping-pong, regla de 1.5 m.

Procedimiento

Desde la altura de 1.5 m dejar caer libremente la pelotita de ping-pong para que rebote sobre una superficie sólida y lisa, que puede ser el piso o la superficie de la mesa. En ambos caso el nivel de referencia 0 metros estará en el piso o la superficie de la mesa.

Estimar la altura que alcanza el primer rebote de la pelotita, anotar esa medida en la tabla

Desde la altura del primer rebote, dejar caer libremente la pelotita y estimar la altura alcanzada por el segundo rebote, anote esta nueva medida en la tabla

Repita el paso anterior, siempre dejando caer la pelotita desde la altura del rebote anterior. Completar la tabla con el mayor número de datos que pueda obtener.

Grafique los datos de altura de rebote vs. el número del lanzamiento. Tabla de relación entre la altura de caída y la altura del rebote de una pelotita de ping-pong:

Número del lanzamiento	Altura de la caída	Altura del rebote
1	150 cm	
2		
3		

VIII FESTIVAL INTERNACIONAL DE MATEMÁTICA

7 al 9 de junio de 2012. Sede Chorotega, Universidad Nacional, Liberia, Costa Rica

4		
5		

• **Relación entre el período de oscilación, T y la longitud del péndulo simple**

Materiales

Masa de 50 g

Hilo de 1.2m

Procedimiento

Amarrar la masa de 50g con el hilo provisto y colocar el péndulo simple en el poste provisto de manera que la longitud del hilo del péndulo sea de 1.0m.

Haga oscilar por 10 veces el péndulo y anote el tiempo de esas 10 oscilaciones.

Divida ese dato entre 10 para obtener el tiempo del Período del péndulo

Acorte la longitud del hilo hasta 90 cm y haga oscilar el péndulo por unas 10 oscilaciones, anote el tiempo de esas 10 oscilaciones, nuevamente halle el período del péndulo en esta nueva condición.

Continúe acortando en 10 cm cada vez la longitud del hilo hasta llegar a 10 cm. En todos los casos haga oscilar el péndulo 10 veces, anote el tiempo en la tabla provista y calcule el período del péndulo en cada caso.

Tabla de la relación Período de oscilación y la longitud péndulo:

	t (10 oscilaciones) (segundos)	Período T= t ÷ 10 (segundos)	Longitud del péndulo (cm)
1			100
2			90
3			80
4			70
5			60
6			50
7			40
8			30
9			20
10			10

Grafique los datos en el papel de gráficas provisto. Compare la forma de la gráfica con la gráfica de alguna función potencial conocida.

VIII FESTIVAL INTERNACIONAL DE MATEMÁTICA

7 al 9 de junio de 2012. Sede Choroteaga, Universidad Nacional, Liberia, Costa Rica

• **Gráfica estadística normal. Modelo del decaimiento radiactivo**

La radiactividad espontánea fue descubierta por Henry Becquerel en 1896 y se refiere a la transmutación de algunos elementos más pesados de la Tabla Periódica. En ese proceso el elemento radiactivo pierde masa y se convierte en otro elemento químico. Cada elemento radiactivo tiene una tasa de decaimiento particular que se conoce como vida media.

La actividad que se propone con los dados trata de semejar el proceso de decaimiento de los elementos radiactivos, ya que en cada tirada se van a retirar los dados con un número que se haya escogido arbitrariamente. Después de retirar los dados marcados se cuentan los dados “vivos” que quedan. El proceso continúa hasta terminar con todos los dados.

Materiales

Una bolsa con 100 dados para cada equipo de trabajo

Procedimiento

Se forman equipos de entre 4 á 6 personas.

Cada equipo recibirá una bolsa con 100 dados iguales

Cada equipo escogerá un número al azar entre el 1 y el 6.

Se realiza la primera tirada de los 100 dados y se retiran todos aquellos que muestren en la cara superior el número escogido por el grupo.

Se cuentan los dados que quedan sin retirar, es decir los dados “vivos”

Se anota el número en la tabla provista

Se vuelven a mezclar en la bolsa los dados vivos para volver a tirar y retirar los dados con el número escogido por el grupo, repitiendo la actividad las veces que sea necesario hasta terminar con todos los dados. Se anotan en la tabla los dados vivos de cada tirada.

Se recopilan los datos de cada grupo en una tabla común y se calcula el promedio de dados “vivos” en cada tirada.

Esos datos finales se grafican en una gráfica que muestre el promedio de dados vivos vs el número de la tirada.

Tabla del número de dados “vivos” por tirada por grupo:

Tirada	A	B	C	Dados vivos
0	100	100	100	100
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				

VIII FESTIVAL INTERNACIONAL DE MATEMÁTICA

7 al 9 de junio de 2012. Sede Chorotega, Universidad Nacional, Liberia, Costa Rica

8				
9				
10				

Actividad para la gráfica exponencial

• **Ley de enfriamiento de Newton**

Isaac Newton se cita entre los primeros físicos en estudiar la razón de cambio de temperatura de un cuerpo que está a mayor temperatura que el medio que lo rodea, como resultado de los efectos combinados de conducción, convección y radiación. El proceso de enfriamiento se produce debido a la transferencia de energía del cuerpo al ambiente en una compleja superposición de fenómenos de conducción, convección y radiación.

Newton propuso lo que se conoce como la Ley de enfriamiento mediante la relación

$$\frac{dT}{dt} = -k(T - T_o)$$

Donde el término dT/dt representa la razón de cambio de la temperatura del cuerpo con respecto al tiempo, k representa la constante de enfriamiento del cuerpo, y (T - To) representa el cambio de temperatura del cuerpo en un instante dado con respecto a la temperatura del ambiente, To.

La solución propuesta para esa ecuación tiene la forma de una función exponencial:

$$T = T_o + (T_i - T_o) e^{-kt}$$

Materiales

Un recipiente con agua

Una estufa

Un termómetro

Un cronómetro

Procedimiento

Calentar el agua hasta unos 80° C

Sumergir el termómetro en el agua caliente y esperar que alcance la temperatura del agua.

Preparar el cronómetro para iniciar las lecturas temperatura en el termómetro cada 3 segundos tan pronto como se saque el termómetro del agua caliente.

Realizar las primeras tres lecturas cada 3 segundos, luego continuar leyendo la temperatura cada 5 segundos y más adelante cada 10 segundos. Anotar todos los datos en la tabla provista.

Graficar los valores de Temperatura leídos (eje y) vs el tiempo (eje x).

Note el comportamiento exponencial de la gráfica obtenida comparándola con la gráfica de la función exponencial $f(x) = e^{-x}$

Tabla de datos de temperatura vs tiempo:

VIII FESTIVAL INTERNACIONAL DE MATEMÁTICA

7 al 9 de junio de 2012. Sede Chorotega, Universidad Nacional, Liberia, Costa Rica

	t Segundos	Temperatura ° C
1	0	
2	3	
3	6	
4	11	
5	16	
6	21	
7	26	
8	31	
9	41	

Bibliografía

Fundamentals of Physical Measurement, Ernest Zebrowski, Jr. Duxbury Press, North Seituete, Mass. 1979.

Estadística. Mario F. Triola. Pearson Educación, México, 2004.

Laboratory Experiments in College Physics, Cicer H. Bernard, Chirold D. Epp. John Wiley & Sons, Inc. 1995.