	UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS		CÓDIGO: FO-DOC-112
	PROCESO GESTIÓN DE APOYO A LA ACADEMIA		VERSIÓN: 01 PÁGINA: 1 de 9
	FORMATO GUÍA PARA PRÁCTICAS DE LABORATORIO		FECHA: 02/09/2016
			VIGENCIA: 2016

LABORATORIO DE FÍSICA

UNIDAD ACADÉMICA: DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICAS Y FÍSICA

CURSO: FÍSICA MECÁNICA

PRACTICA Nº 2: AJUSTE DE DATOS EXPERIMENTALES A CURVAS I: RELACIÓN LINEAL

1. OBJETIVOS

- Obtener y tabular datos experimentales.
- Representar gráficamente los datos obtenidos desde el experimento.
- Identificar la relación funcional entre las variables a partir de la gráfica.
- Obtener explícitamente la relación funcional entre las variables, utilizando la regresión apropiada.

2. CONSULTA PREVIA

- Diámetro de una circunferencia.
- Perímetro de una circunferencia.

3. FUNDAMENTO TEÓRICO

3.1 INSTRUCCIONES PARA LA CONFECCIÓN DE UN GRÁFICO

Los gráficos se confeccionan sobre un papel especial, puede ser milimetrado, logarítmico o semilogarítmico. En general es conveniente primero graficar los datos en papel milimetrado, donde las unidades de ambos ejes están espaciadas uniformemente.

Si el gráfico resulta aproximadamente una línea recta, entonces la relación entre las variables "x" e "y" es lineal, o sea de la forma:

$$y = mx + b$$

Si la representación de los datos en papel milimetrado es una curva, es posible intentar cambiar a nuevas variables que estén relacionadas linealmente. Este proceso se llama "rectificación de los datos". Existen dos casos en que la solución es simple.

- 1) Si se sospecha por la inspección del gráfico en papel milimetrado que la relación entre las variables es "exponencial", es decir de la forma:

$$y = ae^{bx}$$


Entonces, su gráfico en papel "semilogarítmico", uniforme en "x" y logarítmico en base 10 para "y" será una línea recta, puesto que

$$\log y = \log a + bx$$

Del gráfico lineal se pueden entonces obtener las constantes a y b.

- 2) Si se sospecha por la inspección del gráfico en papel milimetrado que la relación entre las variables es de tipo "potencia", es decir de la forma:

$$y = ax^b$$

	UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS		CÓDIGO: FO-DOC-112
	PROCESO GESTIÓN DE APOYO A LA ACADEMIA		VERSIÓN: 01 PÁGINA: 2 de 9
	FORMATO GUÍA PARA PRÁCTICAS DE LABORATORIO		FECHA: 02/09/2016
			VIGENCIA: 2016

LABORATORIO DE FÍSICA

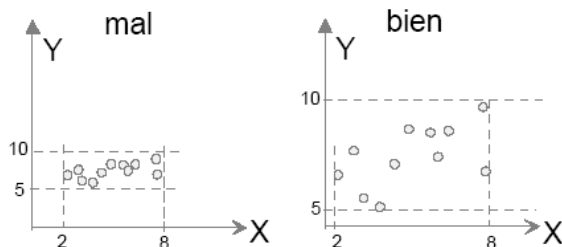
Entonces su gráfico en papel “log-log”, logarítmico en “x” y logarítmico en base 10 para “y”, será una línea recta, puesto que:

$$\log y = \log a + b \log x$$

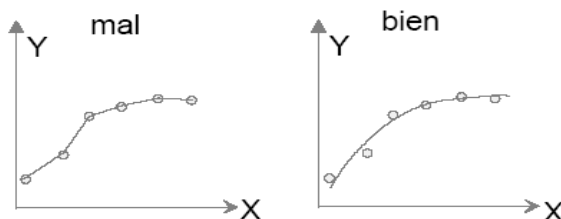
Del gráfico lineal se pueden entonces obtener las constantes a y b .

Se deben cumplir además las siguientes indicaciones:


- 1) El gráfico debe llevar un título que indique el fenómeno que representa y sirva de guía a quién haga uso de él.
- 2) Se elige un sistema de coordenadas; muy a menudo se usará el sistema de coordenadas ortogonal.
- 3) Sobre los ejes se indican las magnitudes físicas que en ellos se representan con sus correspondientes unidades y la escala adecuada.
- 4) Generalmente la variable independiente se representa en el eje de la abscisa y la variable dependiente en el eje de la ordenada.
- 5) Cuando se selecciona una escala en la representación gráfica (con papel milimetrado o logarítmico) de cualquier curva se recomienda:
 - a) Tratar que los puntos experimentales no queden muy juntos. Para una mejor información los puntos deben estar separados; para lograr esto se amplían las escalas como se indica en la figura.



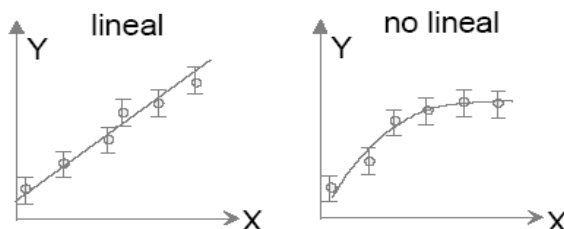
- b) Hay que evitar que las escalas elegidas sean complicadas.
- c) No deben unirse los puntos experimentales por medio de segmentos rectos; el gráfico tiene que construirse con una curva suave y continua que pase lo más cerca posible de los puntos obtenidos (curva de aproximación).



- d) Si es necesario graficar con errores, generalmente el error de la variable independiente se desprecia y el error de la variable dependiente se puede representar por una “barra de error”. La curva que se dibuje debe pasar por el interior de las barras de errores. En la figura se muestran dos casos para una relación lineal y otra no lineal.

	UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS		CÓDIGO: FO-DOC-112
			VERSIÓN: 01 PÁGINA: 3 de 9
	PROCESO GESTIÓN DE APOYO A LA ACADEMIA		FECHA: 02/09/2016
	FORMATO GUÍA PARA PRÁCTICAS DE LABORATORIO		VIGENCIA: 2016

LABORATORIO DE FÍSICA



3.2 ANÁLISIS DE UN GRÁFICO

Se analizará a continuación cómo determinar la relación funcional entre variables experimentales. Los pasos son los siguientes:

- 1) Obtener tabla de datos.
- 2) Graficar los datos. La gráfica puede ser:
 - a) Una relación lineal (línea recta).
 - b) Una relación no lineal (línea curva).
- 3) Para el caso (b), se intenta modificar las variables hasta que su gráfico sea una línea recta.
- 4) Se escribe la ecuación de la recta, determinando el valor de las constantes.
- 5) Interpretación física de la relación lineal obtenida.

Una vez lograda la relación lineal entre las originales o nuevas variables se debe determinar las constantes o parámetros de la recta.

La ley física entre las variables puede expresarse como:

$$y = f(x, m, b) = mx + b$$

donde:

y : variable dependiente


x : variable independiente

f : función lineal

m y b : constantes por determinar; m pendiente de la recta y b , ordenada del origen.

3.3 AJUSTE LINEAL

De acuerdo a lo recién explicado, si las variables originales o las nuevas variables que se seguirán llamando x, y , muestran una relación aproximadamente lineal, la tarea de encontrar una recta que pase por todos los puntos es normalmente una tarea imposible, puesto que en general se tienen varios puntos (x_i, y_i) con $i = 1, 2, 3, \dots, n$ y una recta queda determinada por dos puntos. La tarea que podemos resolver es la de encontrar la "mejor" recta que ajuste los datos.

	UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS		CÓDIGO: FO-DOC-112
			VERSIÓN: 01 PÁGINA: 4 de 9
	PROCESO GESTIÓN DE APOYO A LA ACADEMIA		FECHA: 02/09/2016
	FORMATO GUÍA PARA PRÁCTICAS DE LABORATORIO		VIGENCIA: 2016

LABORATORIO DE FÍSICA

La ecuación general de una recta es:

$$y = mx + b$$

Para determinar la pendiente m y la ordenada b en el origen, para la recta que se aproxime a los datos, se explicará a continuación el método de mínimos cuadrados.

MÉTODO DE MÍNIMOS CUADRADOS

Sea una colección de n datos,

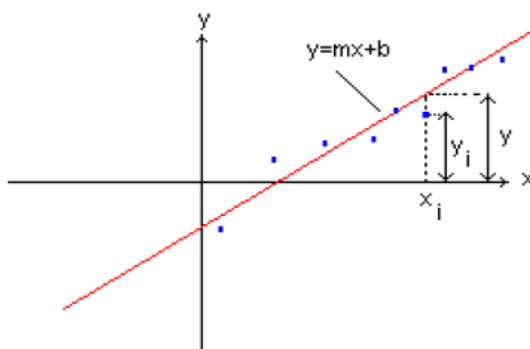
$$(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$$

de los cuales se sospecha que al representarlos gráficamente tratan de orientarse en línea recta. Esto lleva a responder la siguiente pregunta: ¿cuál es la ecuación de la línea recta que mejor representa esa colección de datos?

Supongamos que la medida de los x_i es precisa (o al menos de una precisión muy alta comparada con la precisión de las y_i). Si la incertidumbre en y_i es Δy_i , ésta será igual a:

$$\Delta y_i = y_i - y$$

$$\Delta y_i = [y_i - (mx_i + b)]$$




El método de los mínimos cuadrados responde la pregunta planteada basándose en el siguiente criterio: “la mejor recta de ajuste de una serie de datos puntuales es la que hace mínima la suma de los cuadrados de las desviaciones o incertidumbres Δy_i de los puntos con la recta”.

En otras palabras, debe minimizarse:

$$S = \sum_{i=1}^n (\Delta y_i)^2 = \sum_{i=1}^n [y_i - (mx_i + b)]^2$$

se obtendrá entonces:

ELABORADO POR: Profesores del área de Física, Dpto. Matemáticas y Física, FCBI.	CARGO: Profesores de tiempo completo.	FECHA: 23/04/2019
---	---------------------------------------	-------------------

	UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS		CÓDIGO: FO-DOC-112
	PROCESO GESTIÓN DE APOYO A LA ACADEMIA		VERSIÓN: 01 PÁGINA: 5 de 9
	FORMATO GUÍA PARA PRÁCTICAS DE LABORATORIO		FECHA: 02/09/2016
			VIGENCIA: 2016

LABORATORIO DE FÍSICA

$$S = \sum_i y_i^2 + m^2 \sum_i x_i^2 + nb^2 + 2mb \sum_i x_i - 2m \sum_i x_i y_i - 2b \sum_i y_i$$

y como (condición de mínima):

$$\frac{\partial S}{\partial m} = 0 \quad ; \quad \frac{\partial S}{\partial b} = 0$$

Por tanto, se llega a:

$$m = \frac{n \sum_i (x_i y_i) - \sum_i x_i \sum_i y_i}{n \sum_i x_i^2 - (\sum_i x_i)^2}$$


y

$$b = \frac{\sum_i x_i^2 \sum_i y_i - \sum_i x_i \sum_i x_i y_i}{n \sum_i x_i^2 - (\sum_i x_i)^2}$$

3.4 COEFICIENTE DE CORRELACIÓN LINEAL r

Si se realiza un ajuste de mínimos cuadrados, una medida de la “calidad” del ajuste la da el coeficiente de correlación lineal r . Si r^2 tiene un valor absoluto cercano a 1, el ajuste es “bueno”. El coeficiente r se calcula según la expresión:

$$r = \frac{\sum_i x_i y_i - \frac{1}{n} (\sum_i x_i) (\sum_i y_i)}{\sqrt{\sum_i x_i^2 - \frac{1}{n} (\sum_i x_i)^2} \sqrt{\sum_i y_i^2 - \frac{1}{n} (\sum_i y_i)^2}}$$

	UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS		CÓDIGO: FO-DOC-112
	PROCESO GESTIÓN DE APOYO A LA ACADEMIA		VERSIÓN: 01 PÁGINA: 6 de 9
	FORMATO GUÍA PARA PRÁCTICAS DE LABORATORIO		FECHA: 02/09/2016
			VIGENCIA: 2016

LABORATORIO DE FÍSICA

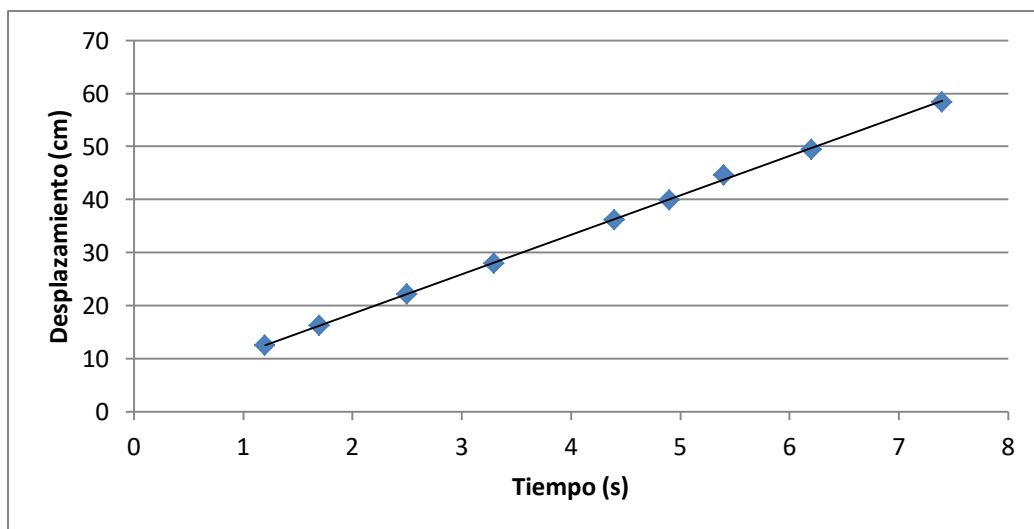
Ejemplo:


Se tiene un carrito que desliza en un riel de aire horizontal y un dispositivo conectado a un computador que entrega la tabla 1 de valores donde $x(t)$ indica el desplazamiento y t el tiempo transcurrido.

t (s)	x (cm)
1,2	12,5
1,7	16,2
2,5	22,1
3,3	28
4,4	36,2
4,9	39,9
5,4	44,6
6,2	49,5
7,4	58,4

Tabla 1. Evolución de la posición de un móvil con el tiempo.

Se desea encontrar la relación funcional entre posición y tiempo en el movimiento del móvil. Para ello, primero se hace una gráfica del desplazamiento en función del tiempo como se muestra a continuación:



	UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS		CÓDIGO: FO-DOC-112
	PROCESO GESTIÓN DE APOYO A LA ACADEMIA		VERSIÓN: 01 PÁGINA: 7 de 9
	FORMATO GUÍA PARA PRÁCTICAS DE LABORATORIO		FECHA: 02/09/2016
			VIGENCIA: 2016

LABORATORIO DE FÍSICA

A partir de la gráfica se puede deducir que la relación entre las variables es lineal. Por tanto, se calcula m y b utilizando el método de mínimos cuadrados. Así, manejando los datos, se obtiene la siguiente tabla:

t	x	tx	t^2
1,2	12,5	15,0	1,4
1,7	16,2	27,5	2,9
2,5	22,1	55,3	6,3
3,3	28,0	92,4	10,9
4,4	36,2	159,3	19,4
4,9	39,9	195,5	24,0
5,4	44,6	240,8	29,2
6,2	49,5	306,9	38,4
7,4	58,4	432,2	54,8
$\sum t$	$\sum x$	$\sum tx$	$\sum t^2$
37,0	307,4	1524,9	187,2

Y a partir de la tabla anterior, se deduce que:

$$m = \frac{(9 \times 1524,9) - (37,0 \times 307,4)}{(9 \times 187,2) - (37,0)^2} = 7,44$$


$$b = \frac{(187,2 \times 307,4) - (37,0 \times 1524,9)}{(9 \times 187,2) - (37,0)^2} = 3,559$$

Por tanto, la ecuación de la posición en función del tiempo es:

$$x(t) = 7,44t + 3,559$$

4. EQUIPOS, MATERIALES Y REACTIVOS

Equipos	Materiales	Sustancias y/o Reactivos
<ul style="list-style-type: none"> Calibrador pie de rey. Tornillo micrométrico. 	<ul style="list-style-type: none"> 10 objetos redondos diferentes. Hilo. Regla. Papel milimetrado. 	

	UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS		CÓDIGO: FO-DOC-112
	PROCESO GESTIÓN DE APOYO A LA ACADEMIA		VERSIÓN: 01 PÁGINA: 8 de 9
	FORMATO GUÍA PARA PRÁCTICAS DE LABORATORIO		FECHA: 02/09/2016
			VIGENCIA: 2016

LABORATORIO DE FÍSICA

5. PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA


- Mida el diámetro de diez (10) objetos redondos diferentes (monedas, platos, vasos, aros, discos, etc.). Registre los resultados en la tabla 2.
- Mida el perímetro de cada objeto redondo y regístrelo en la tabla 2. Utilice para ello una cuerda y una regla.
- Represente los datos obtenidos en una gráfica de perímetro vs diámetro utilizando escala milimetrada para ambas variables (eje x variable independiente, eje y variable dependiente).
- Identifique el tipo de relación funcional entre las variables: lineal, exponencial, potencial, logarítmica, sinusoidal, etc., tomando como referencia la gráfica.
- Indique cuál es tipo de expresión funcional (tipo de ecuación) que relaciona las variables.
- Calcule los parámetros de la recta: punto de corte de la recta con el eje vertical y la pendiente (tenga en cuenta las unidades correspondientes a cada eje).
- Reescriba la ecuación obtenida sustituyendo cada variable por el correspondiente símbolo de la magnitud física que representa: diámetro (d) y perímetro (p).
- Utilizando Excel, haga una gráfica del perímetro en función del diámetro, calcule la ecuación que relaciona estas variables, e indique el cuadrado del coeficiente de correlación lineal (r^2). ¿Qué se puede decir a partir del valor obtenido de r^2 ? Compare la ecuación que usted determinó con la calculada por Excel.

6. RESULTADOS

Registre los resultados obtenidos en la tabla 2.

Tabla 2. Diámetro y perímetro de diferentes objetos redondos.

OBJETO	DIAMETRO (cm)	PERIMETRO (cm)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

	UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS		CÓDIGO: FO-DOC-112
	PROCESO GESTIÓN DE APOYO A LA ACADEMIA		VERSIÓN: 01 PÁGINA: 9 de 9
	FORMATO GUÍA PARA PRÁCTICAS DE LABORATORIO		FECHA: 02/09/2016
			VIGENCIA: 2016

LABORATORIO DE FÍSICA

7. BIBLIOGRAFIA

- ABARZÚA GUIÑEZ, Jaime y otros. Laboratorio Física I. Departamento de Física. Facultad de Ciencia, Universidad de Santiago de Chile. Chile, 2003.
- GALINDO, Salvador. Experimentos de Física. Federación Latinoamericana de Sociedades de Física.
- SEARS, F., ZEMANSKY, M., YOUNG, H., FREEDMAN, R. Física Universitaria, Vol. 2 ,9^a Edición, Pearson Educación, México, 1999.