

TEORIA DE ERRORES Y SUS APLICACIONES

OBJETIVOS

- 1.- Presentación del método científico.
- 2.- El alumno debe ser capaz de presentar en una forma adecuada el resultado de una medición experimental, haciendo uso de la teoría de error, de las cifras significativas y el redondeo.
- 3.- Construir y e interpretar adecuadamente un gráfico, con sus respectiva relación funcional.

INTRODUCCIÓN

La Física como ciencia fundamental de la naturaleza utiliza el método científico. En el trabajo que desarrolla un investigador, un científico, están siempre presentes de manera indisoluble los procesos de observación y de medición. Los profesionales de las áreas de ciencias médicas indudablemente que también deben utilizar los procesos de observación y medición.

El objeto fundamental de la Física es encontrar leyes físicas, es decir, encontrar relaciones de interdependencia entre varias magnitudes físicas o entre varios fenómenos.

Los científicos cuando estudian o investigan algunos fenómenos para llegar a establecer una ley, utilizan el método científico, si no hay método científico, no hay ciencia. Existen diferentes formas de abordar una investigación científica, así también podemos decir que no hay dos científicos que empleen los mismos procedimientos, pero no obstante lo dicho anteriormente se pueden entregar los pasos más fundamentales o generales del método científico.

No podemos dejar de mencionar el hecho del gran avance que ha tenido la tecnología en las últimas décadas lo que ha permitido poder trabajar con instrumentos y con técnicas instrumentales que son de un gran apoyo en nuestros campos profesionales, en los procesos de diagnóstico, en los procesos de análisis, en los procesos de prevención en los procesos de recuperación, etc. La física como ciencia da paso a la creación de tecnologías y estas a su vez devuelven la mano entregando nueva herramientas, nuevas ideas, es así por ejemplo que los instrumentos eléctricos, la radio, la electrónica nacieron de la física y estos después han servido para ayudar a resolver otros problemas y no solamente físicos, sino que mucho más general.

EL MÉTODO CIENTÍFICO

La física como ya hemos dicho utiliza, al igual que otras ciencias, el " Método Científico ". Los pasos fundamentales que caracterizan este método de investigación se pueden ordenar de la siguiente manera:

1. INFORMACIÓN SOBRE EL TEMA EN ESTUDIO

Se deberán tener ideas previas concernientes al tema de investigación, las que deberán complementarse con una adecuada investigación bibliográfica.

2. PLANTEAMIENTO DE LA HIPOTESIS

Con la información previa que se tiene sobre el tema se puede hacer conjeturas respecto del tema en cuestión. Esta conjetura es la que se llama HIPOTESIS.

3. VERIFICACION DE LA HIPOTESIS

Para verificar la hipótesis es necesario seguir una pauta:

- a. Re-observación del fenómeno: Este paso permite en primera aproximación identificar los factores que están influyendo y es lo que conocemos con el nombre de **variables**
- b. Identificación de las variables: Una vez que se identifican las variables es posible clasificarlas en: i) VARIABLES DE DEPENDENCIA FUERTE. ii) VARIABLES DE DEPENDENCIA DEBIL iii) VARIABLES INDEPENDIENTES DEL FENOMENO.

4. FORMULACION DE UN PLAN PARA HACER LA INVESTIGACION

Realizar un plan significa establecer un orden con los respectivos detalles que deben cumplirse en cada etapa, es decir, antes, durante y después de la observación experimental cuantitativa. Este plan puede ser modificado de acuerdo a las condiciones y recursos que se tengan.

5. MEDICION

Esta etapa consiste en realizar las mediciones pertinentes que nos permita encontrar la dependencia y relación entre las variables fuertes que fueron encontradas. Del investigador depende el usar los instrumentos adecuados y las técnicas apropiadas para tener éxito en su trabajo.

6. ANALISIS DE LOS RESULTADOS

En esta etapa el investigador hace el análisis y discusión de los resultados, deberá revisar los métodos usados, de modo de cerciorarse que los errores cometidos sean mínimos

7. CONCLUSIONES

En esta etapa el investigador está en condiciones de entregar sus resultados, sus conclusiones.

8. FORMULACION DE LA LEY

En esta etapa se establece la ley que rige el fenómeno, si es que es posible que la investigación lleve a ese resultado (en general este punto se omite ya que es aplicable a pocos fenómenos y en pocas oportunidades se puede establecer una ley a partir de la conclusiones).

Recordaremos que la ciencia **no tiene una estructura rígida ni estática**, sino que por el contrario siempre debe estar abierta a nuevas ideas, abierta a los cambios.

Debido al carácter empírico de la Física, como también de otras ciencias, es de gran importancia el conocer lo que involucra el proceso de medir y el cómo tratar los datos obtenidos durante la medición. Como ya hemos dicho **medir es comparar cuantitativamente una magnitud patrón con una magnitud desconocida** y que hay tipos de medición **DIRECTA**, como también las hay de tipo **INDIRECTA**.

Para medir se debe elegir el instrumento adecuado de medida cuyo rango (*) y sensibilidad (**) debe estar de acuerdo con la magnitud a medir, así por ejemplo no resultaría apropiado medir el espesor de una hoja de papel con una regla, ni la temperatura de un insecto con un termómetro común y corriente.

Supongamos que se necesita conocer el diámetro de un tubo de ensayo y para realizar la medición se usa el instrumento conocido como Pie de Metro que tiene una precisión a la centésima de milímetro, se le pide a dos alumnos que realicen la medida y obtienen los siguientes valores:

Primer alumno: Diámetro = 18,25mm Segundo alumno: Diámetro = 18,20mm

A pesar de que la medición se hiciese lo más cuidadosamente posible, siempre estará presente esta dificultad y nuestra misión será la de comunicar lo más preciso el valor de dicha medición.

El realizar una medición implica que siempre estará sujeta a un **grado de incerteza o de error**, situación que es inherente al proceso mismo de medición, ya que para poder realizarla se usa de algún instrumento de medida el cual tiene una determinada precisión y por otra parte esa medición dependerá de la habilidad que posea cada uno de nosotros para realizarla.

(*) **RANGO:** Se entiende por rango de un instrumento a la máxima medición posible de realizar con él.

(**) **SENSIBILIDAD:** Es la mínima medición para la cual la escala del instrumento se encuentra diseñado (precisión), así por ejemplo una regla común mide hasta 1 milímetro (mm)

Al realizar una medición designaremos por la letra "a" la medida de la magnitud y por " Δa " a la **imprecisión o error** que llamaremos " **error absoluto** ", el resultado de esa medición lo podemos entregar en la siguiente forma:

$$a \pm \Delta a$$

Esto significa que se ha realizado la medida de una cierta magnitud y se obtuvo el resultado "a", pero un examen del instrumento utilizado y del método de la medición nos lleva a la conclusión de que la medida se encuentra comprendida entre los valores $a - \Delta a$ y $a + \Delta a$

TIPOS DE ERRORES

Se pueden clasificar los errores en:

I.- ERRORES SISTEMÁTICOS.

Son errores que se repiten constantemente a lo largo del experimento, siendo su influencia de una única forma ya sea por exceso o bien por defecto. Las fuentes más comunes de error sistemático son.

- a) Por calibración del instrumento.
- b) Por condiciones experimentales inadecuadas.
- c) Por técnicas imperfectas de medición.
- d) Por el uso de fórmulas incorrectas.
- e) Por error de paralelaje.

II.- ERRORES ALEATORIOS

Son los que se producen por factores imposibles de predecir o controlar, como por ejemplo apreciación al hacer la lectura, condiciones de fluctuaciones del sistema en estudio, causas fortuitas o variables en general. Este tipo de error pueden disminuirse realizando un número apreciable de mediciones y luego hacer un tratamiento estadístico de los datos

CALCULO DE ERRORES

Se ha dicho que una medición "a" siempre debe llevar asociado un error Δa denominado error absoluto que depende del instrumento y existen diferentes maneras de determinarlo.

I.- Si se realiza una sola medición de un objeto es recomendable usar lo que se conoce como "**ERROR INSTRUMENTAL**", el cual se determina tomando la mitad de la menor división de la escala del instrumento usado (se le conoce también como error apreciado).

Así por ejemplo en la medición del tubo de ensayo por parte de uno de los alumnos este midió 18,25mm y como el pie de metro usado tenía como menor división la centésima de mm (0,01mm), el ERROR INSTRUMENTAL asociado es de 0,005mm. Es decir la medida realizada la podemos expresar como:

$$\text{Diámetro} = 18,250 \pm 0.005 \text{ (mm)}$$

Se hace notar que la medida original se expresó con una precisión a la milésima, igual que la del error asociado, por lo tanto se considera que el error es el que en definitiva determina las cifras decimales de una medida.

II.- Para hacer la medición de una magnitud física se hace más de una medición bajo las mismas condiciones, es decir, con el mismo instrumento, con el mismo método de medida, etc. y libre de errores sistemáticos. Con los n valores medidos se debe hacer un tratamiento estadístico para obtener el valor más representativo del total de las mediciones, y el error que tendrá

Para obtener el valor representativo a se puede aplicar un elemento estadístico de tendencia central como lo es la media aritmética o promedio aritmético (\bar{a}) y que se determina como:

$$\bar{a} = (a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n) / n = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} a_i}{n}, \text{ siendo } n \text{ el número de mediciones.}$$

El error de este valor representativo no se conoce, y para obtenerlo se debe usar un estadígrafo de dispersión.

CRITERIOS A CONSIDERAR.

1.- Si el número de medidas es pequeño ($n < 10$) no se hace un tratamiento estadístico sino que se usa el promedio y el error Δa se determina como:

$$\Delta a = \frac{a_{\text{máx}} - a_{\text{mín}}}{2}$$

La medida se expresa como: $a = \bar{a} \pm \Delta a$

Para $n=1$, Δa corresponde al error asociado.

2.- En los cálculos se usan todos los decimales y se acotan al presentar los resultados

3.- Cualquiera que sea la situación que se presente en la práctica, se puede definir el **ERROR RELATIVO** (ϵ_r) como el cociente entre el error absoluto de una medida y el valor de la misma, es decir:

$$\epsilon_r = \left| \frac{\Delta a}{a} \right|$$

El error relativo es más significativo que el concepto de error absoluto ya que el significado de precisión de una medida está dado efectivamente no por el error en sí, sino por el valor mismo comparado con la propia medida.

Por ejemplo de las dos medidas siguientes, el error absoluto de **b** es menor que el de **a**, sin embargo **b** es una medida con menor precisión.

$$a = 3,46 \pm 0,02$$
$$(\epsilon_r)_a = 0,6\%$$

$$b = 0,26 \pm 0,01$$
$$(\epsilon_r)_b = 6\%$$

Los errores porcentuales han sido escritos con una cifra significativa.

PROPAGACIÓN DE ERRORES

Cuando una magnitud física se deduce de otras medidas realizadas en forma directa, decimos que se está haciendo una medida indirecta. Por ejemplo el cálculo de la rapidez con que se desplaza una partícula se calcula mediante la expresión $v = d/t$, aquí para el cálculo de la distancia (d) y del tiempo (t) se hacen en forma directa con cierto error ϵ y cómo se conoce el error en el cálculo de la rapidez?

Para obtener dicho error se aplican ciertas reglas que describen a continuación.

Sean "a" y "b" los valores de las magnitudes medidas, siendo Δa y Δb sus respectivos errores absolutos, entonces se tiene que para la :

SUMA

$$(a \pm \Delta a) + (b \pm \Delta b) = (a+b) \pm (\Delta a + \Delta b)$$

RESTA

$$(a \pm \Delta a) - (b \pm \Delta b) = (a-b) \pm (\Delta a + \Delta b)$$

DIVISION

$$\frac{(a \pm \Delta a)}{(b \pm \Delta b)} = \frac{a}{b} \pm \frac{a}{b} * \left(\frac{\Delta a}{a} + \frac{\Delta b}{b} \right)$$

MULTIPLICACION

$$(a \pm \Delta a) * (b \pm \Delta b) = (a * b) \pm (a * b) * \left(\frac{\Delta a}{a} + \frac{\Delta b}{b} \right)$$

POTENCIAS Y RAICES

$$(a \pm \Delta a)^n = a^n \pm a^n * \left[\frac{n * \Delta a}{a} \right]$$

CIFRAS SIGNIFICATIVAS

Cuando realizamos una medición, por ejemplo el largo de una barra, existe la tendencia a pensar que la exactitud con que se ha hecho la medición queda indicada por el número de cifras decimales con que se entregue el resultado y esto no es cierto.

Se entiende por cifras significativas al número de cifras que razonablemente se está seguro, de acuerdo con el instrumento que se haya usado para hacer la medición. La precisión de la medida queda relacionada con el número de cifras con que se escribe el resultado de la medición.

Como ejemplo se entregan ciertos números con sus respectivas cifras significativas:

5	1 cifra significativa
5,0	2 cifras significativas
21,3	3 cifras significativas
21,30	4 cifras significativas
0,032	2 cifras significativas
0,0240	3 cifras significativas

De acuerdo a estos ejemplos se puede decir que se consideran como cifra significativa los dígitos necesarios para representar la precisión de la medida. No se consideran cifras significativas los ceros que están a la izquierda del primer dígito real distinto de cero.

Una medición puede expresarse en **NOTACIÓN CIENTÍFICA**, esta convención permite emplear el mismo número de cifras significativas cuando se trabaja con distintas cantidades, lo que permite no dar la impresión de exactitudes falsas, sobre todo cuando se emplean distintas unidades para medir una magnitud. Por ejemplo en las siguientes medidas se tiene lo siguiente:

$2 \text{ m} = 2 \cdot 10^0 \text{ m}$	1 cifra significativa
$200 \text{ cm} = 2 \cdot 10^2 \text{ m}$	1 cifra significativa
$2000 \text{ mm} = 2 \cdot 10^3 \text{ m}$	1 cifra significativa.

Cuando se realizan cálculos en una medición se deben utilizar **CRITERIOS DE APROXIMACION** de las medidas que son los siguientes (este es un criterio, existen otros):

1.- Si la medida se tiene que tener con 3 cifras significativas (dígito n) y la cifra que ocupa el lugar $n+1$ es menor que 5, la cifra que ocupa el lugar n no se altera.

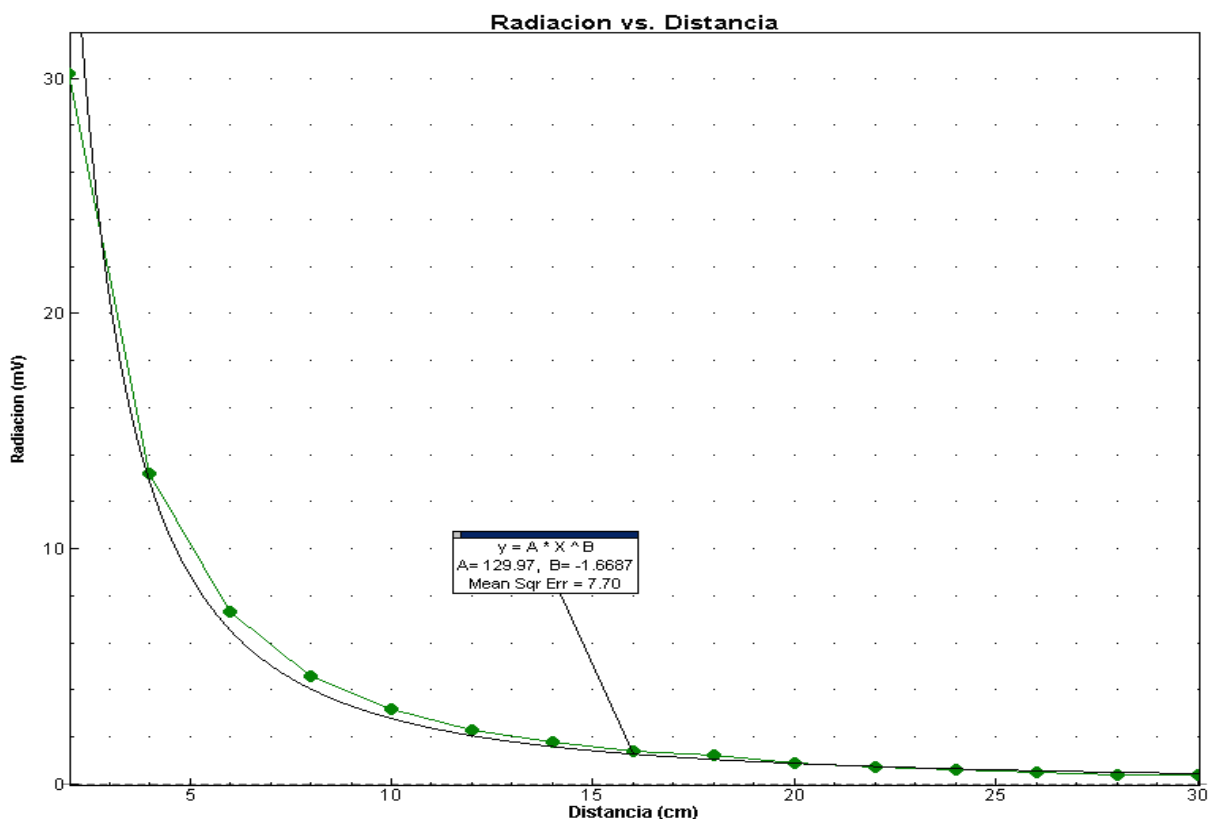
Ejemplo: el número medido es 23,743: Aquí $n = 7$; $n+1 = 4$, el número debe quedar como 23,7 .

2.- Si la medida se tiene que tener con 3 cifras significativas (dígito n) y la cifra que ocupa el lugar $n+1$ es mayor o igual que 5, a la cifra que ocupa el lugar n se le agrega una unidad.

Ejemplo: el número medido es 23,76: Aquí $n = 7$; $n+1 = 6$, el número debe quedar como 23,8

INTERPRETACION DE GRAFICOS Y RELACION FUNCIONAL ENTRE LAS VARIABLES

Cierto tipo de información se puede obtener a través de los gráficos, así por ejemplo se tiene que, si se interpreta el gráfico siguiente vemos que la radiación emitida por un "agente" disminuye fuertemente con la distancia, claramente se deduce que no es una relación lineal, la curva que se obtiene es de tipo exponencial. La expresión que liga las variables debiera ser de: $\text{Rad}(x) = 130 * x^{-1,67}$. Esta ecuación se obtiene de un programa computacional (Grafical analysys)



En Física como también en otras ciencias, uno de los principales objetivos de representar gráficamente el comportamiento de magnitudes físicas medidas en forma experimental, es encontrar un **MODELO LINEAL** que permita determinar los parámetros característicos del sistema o mecanismo en estudio.

En el campo de las matemáticas, una función es una relación que hace corresponder a cada elemento del dominio un único elemento del codominio, es decir, una variable que podemos llamar "**y**" (**variable dependiente**) es función de otra variable "**x**" (**variable independiente**), entendiéndose por **variable independiente** a la que se le atribuye un valor arbitrario y por **variable dependiente** a aquella cuyo valor depende de la independiente.

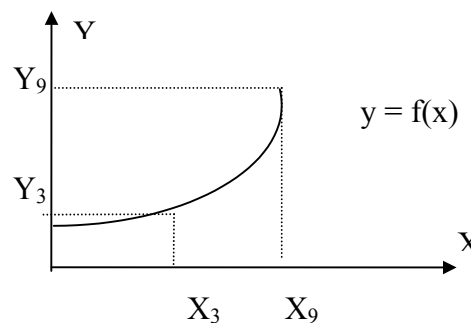
Con frecuencia los datos de una experiencia o de un suceso se presentan en una tabla de valores, y de esta tabla se pueden representar en un **GRAFICO** el cual permitirá de una **forma visual** estudiar una **relación funcional** para las variables que se están usando.

Para obtener la **expresión matemática o la relación funcional** entre las variables en estudio se debe recurrir a algunos elementos matemáticos como lo es la teoría de funciones que entrega un aporte más rico a la situación dada.

A continuación se da una tabla de valores y su representación en un gráfico. La determinación de la **relación funcional** o la función algebraica que liga las variables x e y , es uno de los objetivos importantes que analizaremos como realizarla.

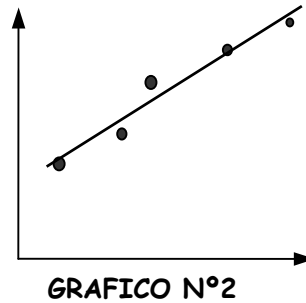
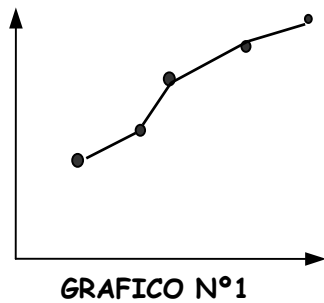
GRAFICO DE Y VERSUS X

X	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄					X _n
Y	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄					Y _n



NORMAS PARA UNA REPRESENTACION GRAFICA ADECUADA

- 1.- Se debe elegir un sistema de coordenadas adecuado, a menudo se usa el sistema de coordenadas ortogonal.
- 2.- Todo gráfico debe llevar un título que indique el fenómeno que representa para que sirva de guía a quien haga uso de él.
- 3.- Sobre los ejes se indican las magnitudes físicas que ellos representan con sus respectivas unidades. Se debe usar las escalas adecuadas para representar las medidas.
- 4.- Generalmente en el eje de las abscisas (eje x) se representa la variable independiente y en el eje de las ordenadas (eje y) la variable dependiente.
- 5.- Para la confección del gráfico puede usarse papel milimetrado, logarítmico o semilogarítmico dependiendo de las relaciones entre las variables.
- 6.- Al seleccionar la escala en la representación gráfica se recomienda
 - a) Que los puntos no queden muy juntos y esto se logra ampliando la o las escalas.
 - b) Los puntos obtenidos experimentales **no deben unirse** por medio de segmentos rectos como lo muestra el gráfico N°1, sino que **debe construirse mediante una curva suave** y continua o si así se vislumbra puede ser una línea recta como lo muestra el gráfico N°2 (ambos gráficos están incompletos)



Dependiendo del orden de magnitud de los valores experimentales obtenidos, se debe utilizar la notación científica adecuada para realizar los gráficos

RELACIÓN ENTRE MAGNITUDES MEDIDAS

Uno de los principales objetivos de representar gráficamente el comportamiento de magnitudes físicas medidas en forma experimental, es encontrar un MODELO LINEAL que permita determinar los parámetros característicos del sistema o mecanismo en estudio. Si la relación funcional o dependencia entre ambas magnitudes físicas NO ES LINEAL, se debe estudiar y aplicar un cambio de variables apropiado que permita LINEALIZAR (rectificar) la relación funcional existente entre tales magnitudes, de tal forma de obtener un modelo lineal representativo. (Hay en la actualidad programas computacionales que permiten determinar con cierta facilidad la relación funcional)

A.- RELACIÓN FUNCIONAL LINEAL

Cuando la relación funcional entre dos variables medidas experimentalmente es una relación lineal, es decir, la gráfica es una línea recta, su representación es de la forma :

$$y(x) = mx + b \quad (1)$$

Es decir, la ecuación de una línea recta, donde m es la pendiente de la recta y b el intercepto con el eje de las ordenadas.

Para determinar el valor de estos parámetros, se pueden aplicar los siguientes métodos :

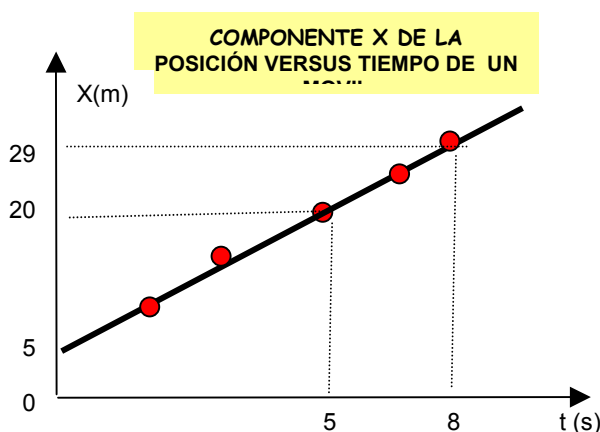
- a) Método Gráfico
- b) Método de Promedios
- c) Método de Mínimos Cuadrados.

a) METODO GRAFICO:

Analicemos la siguiente tabla de datos que nos entrega la forma como cambia la posición (d) en función del tiempo (t) de un cuerpo que se desplaza describiendo una trayectoria lineal.

t(s)	1	2	3	4	5	6	7	8
d(m)	8	10,9	14	17.1	20	23.1	26	29

Se utiliza para un número limitado de puntos de moderada precisión. Para determinar "m" y "n", se traza la mejor recta que se ajuste a los puntos representados y para su cálculo, se eligen dos puntos de fácil lectura que se encuentren sobre la recta trazada.



La pendiente **m** de la recta se determina como

$$m = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} \quad ;$$

$$m = \frac{26 - 8}{7 - 1} = 3 \text{ m/s}$$

El intercepto **n** es la ordenada donde la recta trazada corta al eje. Para nuestro gráfico se tiene que **n = 5**.

La relación funcional para este gráfico es: **X(t) = 5 + 3t**

Desde el punto de vista de la física la pendiente en este gráfico representa la rapidez (módulo de la velocidad) con la que se mueve el cuerpo, la cual es constante de valor 3m/s.

En el instante en que el móvil empieza a desplazarse, en t=0, se encontraba a 5 m desde la posición que se tomó como cero.

Se puede deducir por ejemplo que la posición del móvil a los 2,5 s de iniciado el movimiento era 12,5m respecto de la posición que se tomo como cero.

B.- RELACIÓN FUNCIONAL NO LINEAL

Cuando se realiza el gráfico con los datos experimentales y la distribución de puntos no es una línea recta se deben realizar ciertos cambios convenientes en las variables de modo que convirtamos la curva obtenida en una recta. Este método se conoce con el nombre de METODO DE RECTIFICACION. Es un mecanismo que consiste en hacer un nuevo gráfico con una de las variables modificadas matemáticamente de tal manera que el nuevo gráfico resulte ser una línea recta

Las relaciones funcionales no lineales que se presentan con mas frecuencia, son las del tipo exponencial y potencial.

I.- Los gráficos N°1 y N° 2 son curvas cuya intersección con el eje de las ordenadas es cero, la rectificación se logra cambiando la variable x por la de x elevado a un exponente n (x^n) con n número real mayor que cero, como lo muestra el gráfico N°3.

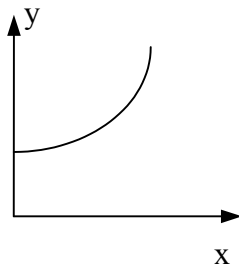


Gráfico 1

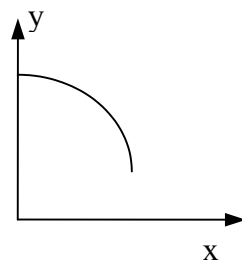


Gráfico 2

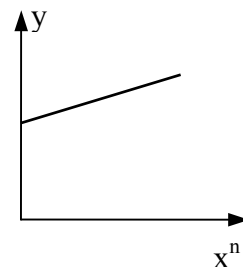


Gráfico 3

II.- Para este gráfico N°4 y disminuye cuando x aumenta, la rectificación se hace con $1/x^n$

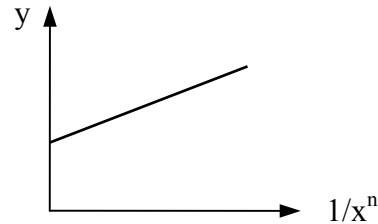
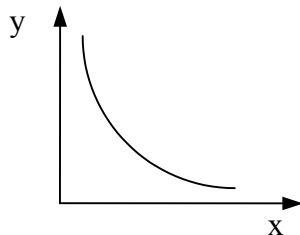


Gráfico 4

Podemos generalizar los casos a funciones exponenciales y funciones potenciales

Funciones Exponenciales : $y = Ae^{Bx}$

En este caso la relación lineal se obtiene haciendo el siguiente cambio de variables :

$$\ln y = Bx + \ln A$$

que al compararla con la ecuación de la recta se observa que $m = B$ y $n = \ln A$.

Funciones Potenciales : $y = Ax^m$

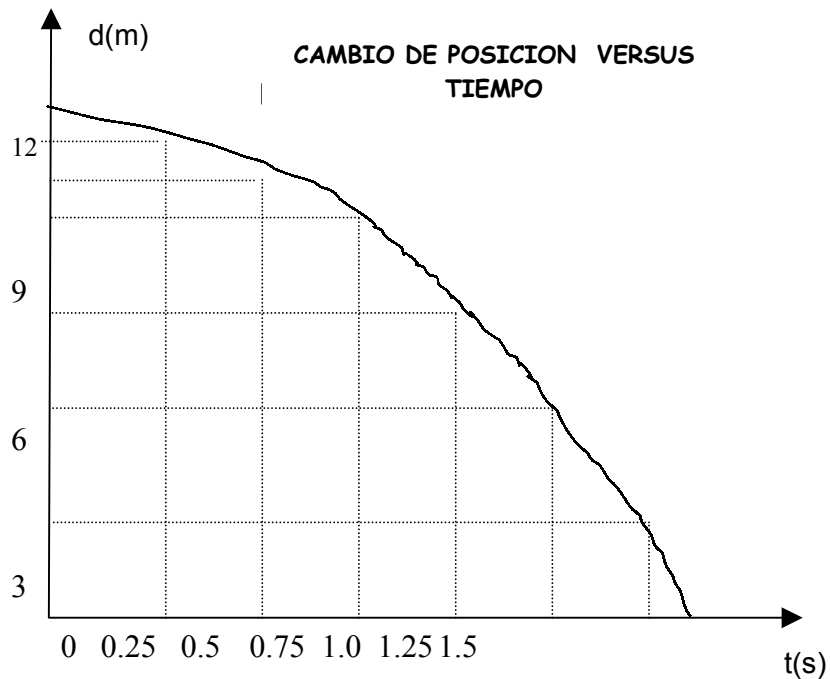
En este caso la relación lineal se obtiene haciendo el siguiente cambio de variables :

$$\log y = m \log x + \log A$$

Analizaremos los datos de una situación experimental en la cual se estudia como cambia la posición de una partícula con el tiempo de acuerdo a la siguiente tabla:

Tiempo (s)	0,0	0,25	0,5	0,75	1,0	1,25	1,5
Distancia (metro)	12,7	12,4	11,5	10,2	8,34	5,85	2,90

Se hace el gráfico d versus t (grafico) y la rectificación respectiva que se logra elevando al exponente 2 la variable t , es decir, con t^2 , , compruébelo que así es.



ACTIVIDADES A DESARROLLAR EN ESTE LABORATORIO

En este laboratorio su profesor le planteará las actividades a desarrollar, después deberá realizar el informe guiado para esta sesión..

A continuación se dan una serie de tabla de valores las cuales usted deberá graficar, en papel milimetrado, determinando la relación funcional (ecuación) que ligan estas variables, esto significa que, si es necesario, se deberá rectificar:

1.- La tabla N°1 de valores se obtuvo de una experiencia en la que se medía la dependencia entre la presión y el volumen. A partir de ella construya un gráfico presión versus volumen. Rectifíquelo si corresponde y determine la relación funcional interpretando las constantes.

USE PAPEL MILIMETRADO

TABLA N°1

Elongación (metro)	0.2	0.16	0.29	0.36	0.44	0.62	0.75	0.90
Fuerza (Newton)	60	48.1	87	107,9	132	186.1	224,6	270,4

La tabla N°1 muestra los resultados obtenidos en una experiencia en que se trata de determinar la relación entre el estiramiento o elongación de un resorte y la fuerza

que se le aplica para estirarlo. Grafique en Fuerza versus elongación en **PAPEL MILIMETRADO** y determine la relación funcional interpretando las constantes

2.- TABLA N°2

p (mm.c.Hg)	739,8	1057,3	1379,5	1627,2	1882,8	2232,0	2986,1
V (cm ³)	30,5	21,6	16,5	14	12,1	10,2	7.62

La tabla N°2 da cuenta de la relación entre la presión y el volumen de un gas que se comprime a temperatura constante

3.- TABLA N°3

Esta tabla muestra como varía la posición de un móvil en función del tiempo

t (segundo)	1,2	1,6	2,5	3,3	4,4	4,9	5,3	6,1	7,4
d(metros)	12,5	16,2	22,0	28,1	36,2	40,0	44,1	49,5	58,3

Tabla N°4

En una experiencia que se realizó se necesitaba determinar la relación entre la variación de la radiación térmica con la distancia y se obtuvieron los siguientes datos

d(cm)	1 0	1 4	1 8	2 2	2 6	3 0	3 4	3 6	3 8	4 0	42	4 4	4 6	4 8	5 0
rad(mvolts)	6.7	3.8	2.5	1.8	1.3	1.0	0.8	0.7	0.6	0.5	0.45	0.4	0.4	0.4	0.3

BIBLIOGRAFIA

- Física Experimental. C.B. Daish , D.H. Fender.
- Sistema Internacional de Unidades (SI). Instituto Nacional de Normalización.
- Física general y experimental. E. Perucca

ANEXO SOBRE MAGNITUDES FÍSICAS Y METODOS DE MEDICION

A continuación se dan algunas definiciones de ciertos conceptos que se deben manejar en este curso.

MAGNITUDES FÍSICAS:

Las magnitudes físicas son los conceptos fundamentales de la física que se expresan por

símbolos convencionales. Por ejemplo: longitud (L), masa (m), tiempo (t), rapidez (v), velocidad (\vec{v}), fuerza (\vec{F}), presión (p), densidad (ρ), corriente eléctrica (i), etc.

MAGNITUDES FUNDAMENTALES:

Las magnitudes físicas fundamentales, son aquellas cantidades que no pueden expresarse o definirse a partir de otras. Por ejemplo: longitud, masa, tiempo, temperatura, corriente eléctrica, etc.

MAGNITUDES DERIVADAS:

Son aquellas cantidades físicas que se expresan en función de las magnitudes físicas fundamentales, por medio de definiciones operacionales, que no son otra cosa que las leyes de la física. Por ejemplo: presión, volumen, densidad, aceleración, velocidad, etc.

DEFINICIÓN OPERACIONAL:

En general, las magnitudes físicas se definen operacionalmente, puesto que no tiene sentido en física generar una magnitud física, que no se puedan medir en forma práctica.

Se entiende por definición operacional, la descripción del método experimental que permite medir una magnitud física. Para medir una magnitud física, es necesario comparar la magnitud a medir con otra unitaria de la misma especie.

MEDICIÓN DE LAS MAGNITUDES FÍSICAS:

El objetivo principal de una medición, es obtener información cuantitativa acerca de algún proceso.

MEDIR es comparar cuantitativamente un patrón - unidad de medida - con una magnitud desconocida.

Ahora, tanto los patrones de medida como los procedimientos de medición, se encuentran estandarizados por determinadas normas.

Métodos de medición.

Existen métodos de medición directo e indirecto

DIRECTO : el patrón de medida se confronta directamente con la magnitud a medir. Ejemplo: con una huincha graduada se puede medir el ancho del pizarrón, el largo de un bebe al nacer.

INDIRECTO : un dispositivo o mecanismo, transforma una señal de entrada en otra señal que puede ser leída y/o registrada. Ejemplo: sistema ecográfico.

SISTEMA DE UNIDADES.

El conjunto de unidades asociadas a las magnitudes físicas fundamentales, es lo que se llama un Sistema de Unidades. Podemos citar cuatro sistemas de unidades que se usan y estos son: a) el sistema internacional de unidades (SI) b) el sistema C.G.S. c) el sistema Técnico gravitacional d) sistema técnico inglés f.p.s.

De estos cuatro sistemas el sistema internacional es el que se ha tratado de universalizar.