Consideraciones para el análisis de datos en los cursos de laboratorio de Física

Héctor F. Hernández G.

7 de junio de 2024

Introducción

En este capítulo, se aprenderá cómo representar datos experimentales de manera efectiva mediante gráficos. Se abordarán técnicas para la creación de gráficos claros y comprensibles, así como para el análisis de datos a través de regresión lineal y la interpretación de pendientes e intersecciones.

Importancia de la visualización de datos

Para el científico, analista de datos o persona con la responsabilidad de escribir documentos técnicos, es importante desarrollar competencias en las técnicas de visualización de datos. Las presentaciones con gráficos deben ser claras, atractivas y convincentes, permitiendo traducir cantidades numéricas a ideas que permitan hacer extrapolaciones y proyecciones a situaciones futuras.

Tabulación de datos y resultados

La Física es una ciencia experimental y cuantitativa, depende del trabajo de laboratorio donde se tendrá la necesidad de medir magnitudes y procesar datos. Es una norma básica que dichos datos deben ser presentados en forma clara y ordenada, y la mejor forma para lograr esto es ubicarlos en tablas.

Ventajas de la tabulación

1. Cumplir con condiciones de claridad y orden.
2. Facilitar la lectura y la comprensión de los datos.
3. Reducir las posibilidades de equivocación al tomar valores para calcular.

Elementos de una tabla

Las tablas deben contar con:

- Título: breve, conciso y claro.
- Contenido: magnitudes con sus respectivos nombres y unidades.
- Número de la tabla.
- Notas explicativas: fuente de los datos, abreviaturas, etc.

Ejemplo de tabla

Tabla: Velocidad de carrera sobre 200 m y distancia de salto de longitud de un grupo de personas seleccionadas al azar.

Participante	Velocidad $\left(\mathrm{ms}^{-1}\right)$	Distancia (m)
1	10.53	2.38
2	11.16	1.83
3	9.54	2.04
4	15.77	NA[1]
5	12.82	1.74
Total	59.82	7.99
Promedio	11.964	1.997

[1] El participante 4 no pudo realizar el salto de longitud por razones médicas

Representaciones gráficas

La representación de gráficas o la visualización de datos es una técnica artística que permite transmitir el conocimiento científico. Debe ser precisa, estética y no debe contener información falsa ni errónea.

Importancia de la visualización de datos

Una acertada visualización de datos permite determinar valores que no han sido obtenidos experimentalmente, como:

1. Valores entre puntos experimentales (Interpolación).
2. Valores fuera del intervalo experimental (Extrapolación).
3. Valores de los parámetros constantes de la función matemática usada.

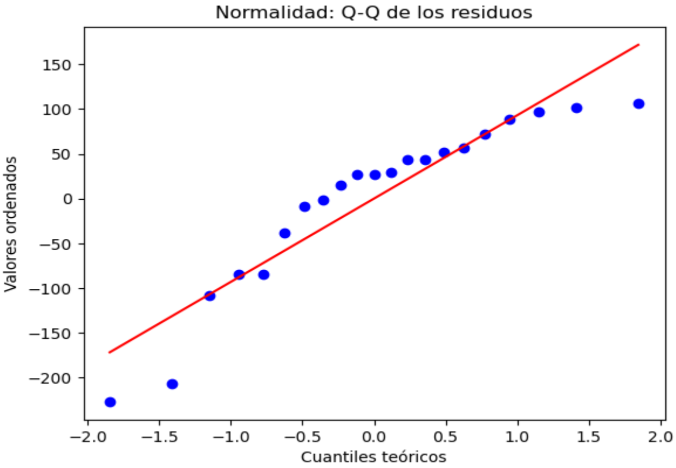


Figura: Ejemplos de diferentes estilos de gráficos.

Ejes de coordenadas

1. Los ejes deben tener las magnitudes y unidades claramente indicadas.
2. Solo deben colocarse los valores más representativos de la escala.
3. El origen no siempre debe estar en el punto cero.
4. La variable independiente se representa en el eje x y la dependiente en el eje y.

Selección de escalas

La selección de escalas es crucial para evitar la agrupación exagerada de puntos o la exageración de la precisión. En algunos casos, se utilizan escalas no lineales, como la escala logarítmica.

Ejemplo de mala selección de escalas

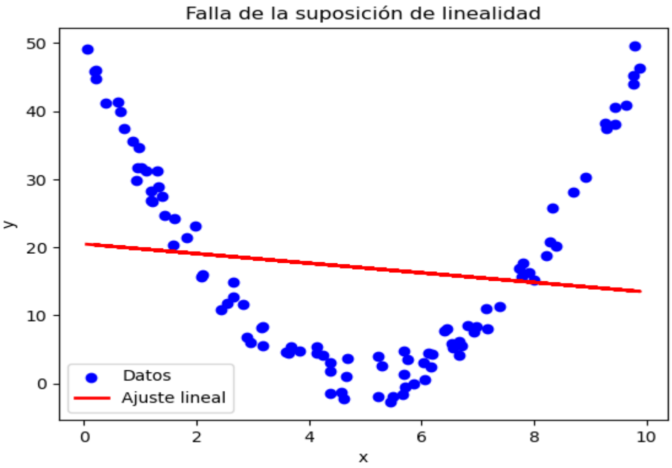


Figura: Muy mala selección de las escalas.

Ubicación de los puntos

Los valores experimentales deben representarse con el error absoluto. Se usan diferentes símbolos para representar cada conjunto de datos. Las barras de error se utilizan para mostrar la incertidumbre en los gráficos de dispersión.

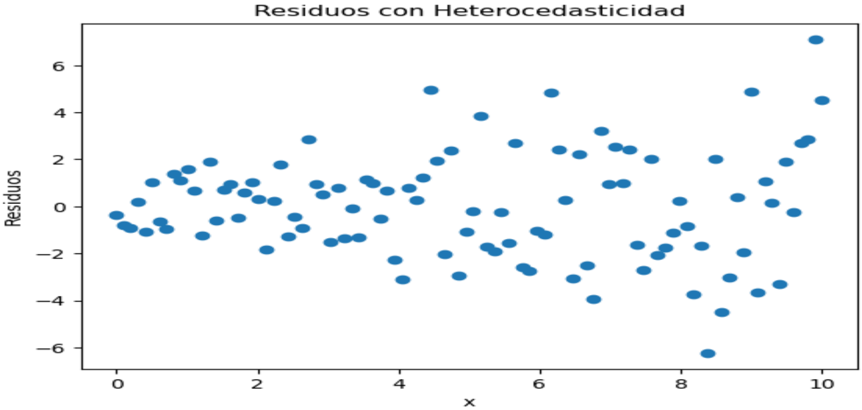


Figura: Representación de puntos experimentales con barras de error.

Análisis Gráfico de Funciones

En el análisis de un experimento, se dispone de un conjunto de datos que deben corresponder a una ley física expresada mediante una ecuación matemática. Se busca comparar la curva obtenida por las mediciones con la predicha por la teoría.

Función lineal

En algunos experimentos, las magnitudes físicas varían linealmente. El experimentador debe buscar la mejor recta que pase por el centroide de los puntos experimentales.

Ecuación de una recta

La ecuación de una recta es:

$$y = mx + b$$

donde m es la pendiente y b es el corte con el eje y.

Dada la función

$$y(x) = ka^{bx}$$

donde k, a y b son constantes. Si $b > 0$, la exponencial es creciente, y si $b < 0$, la exponencial es decreciente.

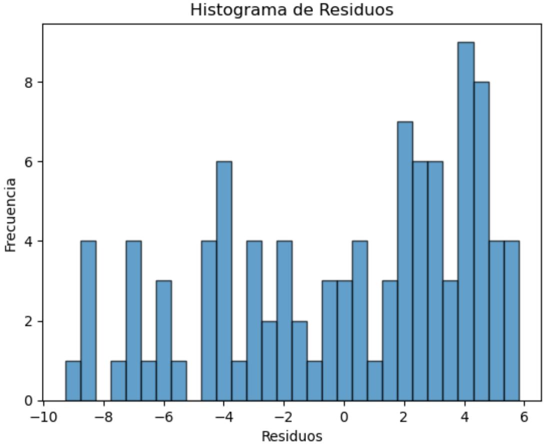
Transformación logarítmica

Tomando logaritmos, se obtiene:

$$\log(y) = b\log(a)x + \log(k)$$

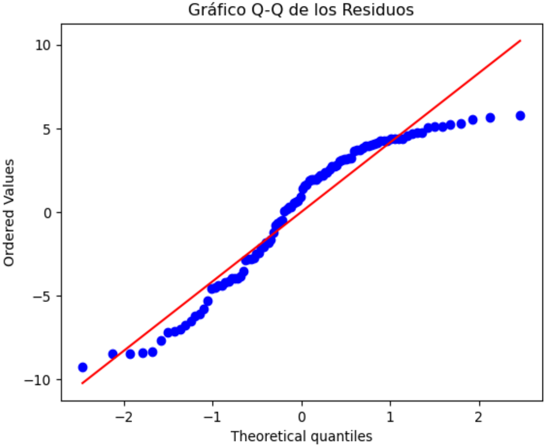
Esto se puede graficar en un papel semi-logarítmico para obtener una recta.

[language=Python] x = np.arange(10) y = 5*10**(1/3*x) plt.plot(x, y, 'o') plt.show()



Gráfica en escala logarítmica

[language=Python] plt.plot(x, y, '-o') plt.yscale("log") plt.show()



Función potencial

Dada la función:

$$y = cx^m$$

donde m y c son constantes.

Transformación logarítmica

Tomando logaritmos decimales se tiene:

$$\log(y) = m\log(x) + \log(c)$$

Si se hace una gráfica directamente $\log y$ en función de $\log x$ se obtendrá una recta, pero habría que calcular los logaritmos decimales de y y de x. Esto se puede evitar usando un papel especial llamado papel logarítmico (comúnmente llamado $\log - \log$), el cual tiene ambas escalas proporcionales a los logaritmos decimales.

Ecuación de la recta en escala log-log

El gráfico de la función $y = cx^m$ es una recta porque la ecuación se puede escribir como:

$$v = mu + k$$

donde $v = \log(y)$, $u = \log(x)$ y $k = \log(c)$.
La pendiente m de la recta está dada por:

$$m = \frac{v_2 - v_1}{u_2 - u_1} = \frac{\log y_2 - \log y_1}{\log x_2 - \log x_1} = \frac{\log\left(\frac{y_2}{y_1}\right)}{\log\left(\frac{x_2}{x_1}\right)}$$

y c representa el corte de la recta en $x = 1(\log 1 = 0)$.

Ejemplo en Python

Consideremos la función potencial siguiente:

$$y = 8x^3$$

[language=Python] x = np.arange(1, 20) y = 8*x**3 plt.plot(x, y, '*') plt.show()

```
                            OLS Regression Results
==============================================================================
Dep. Variable:                      y   R-squared:                       0.972
Model:                            OLS   Adj. R-squared:                  0.971
Method:                 Least Squares   F-statistic:                     3364.
Date:                Mon, 03 Jun 2024   Prob (F-statistic):           1.13e-77
Time:                        16:24:10   Log-Likelihood:                -285.95
No. Observations:                 100   AIC:                             575.9
Df Residuals:                      98   BIC:                             581.1
Df Model:                           1
Covariance Type:            nonrobust
==============================================================================
                 coef    std err          t      P>|t|      [0.025      0.975]
------------------------------------------------------------------------------
const          8.9013      0.847     10.511      0.000       7.221      10.582
x1            -8.4862      0.146    -58.002      0.000      -8.777      -8.196
==============================================================================
Omnibus:                       15.781   Durbin-Watson:                   0.099
Prob(Omnibus):                  0.000   Jarque-Bera (JB):                8.325
Skew:                          -0.525   Prob(JB):                       0.0156
Kurtosis:                       2.054   Cond. No.                         11.7
==============================================================================
```

Gráfica en escala log-log

Ahora la función lineal pero en escala log-log: [language=Python] plt.plot(x, y, '-*') plt.xscale("log") plt.yscale("log") plt.show()

Conclusión

En este capítulo se ha aprendido la importancia de la representación gráfica de los datos experimentales. Se han abordado técnicas para la creación de gráficos claros y comprensibles, así como para el análisis de datos a través de diferentes tipos de funciones y la interpretación de pendientes e intersecciones.