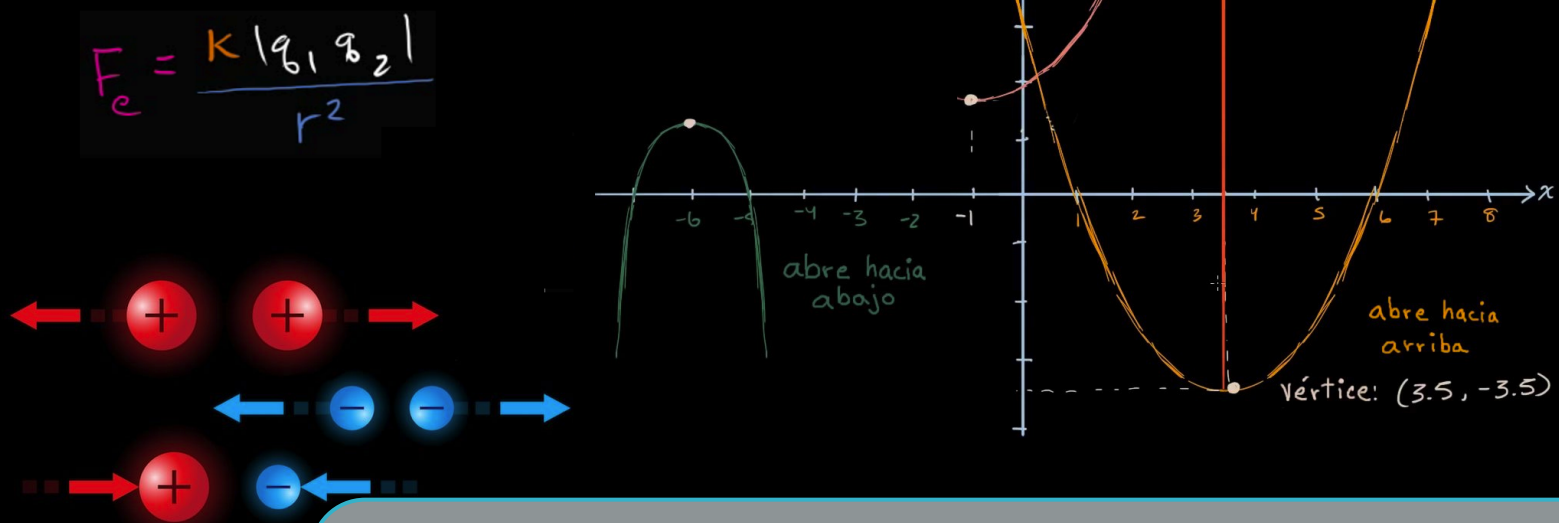




## 2. Ley de Coulomb - Análisis Potencial

### 2.1 Objetivos

#### 2.1.1 General

Identificar relaciones potenciales entre variables, con base en el análisis de la ley de Coulomb.

#### 2.1.2 Específicos

- Realizar gráficos en hojas milimetradas, logarítmicas y semilogarítmicas.
- Utilizar métodos de regresión potencial.

### 2.2 Marco Teórico

Se presenta a continuación una diferenciación teórica entre el componente disciplinar que hace relación a la comprensión del fenómeno de la Ley de Coulomb desde la perspectiva de la física y el componente estadístico que hace relación a los conceptos necesarios para un adecuado análisis de los datos obtenidos experimentalmente.

#### 2.2.1 Marco Disciplinar

La Ley de Coulomb establece que la fuerza eléctrica entre dos cargas puntuales es directamente proporcional al producto de las cargas, e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa, lo cual se puede escribir de la siguiente forma:

$$F = k \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{d^2} \cdot \hat{d} \quad (2.1)$$

Donde  $F$  es la fuerza eléctrica,  $q_1$  y  $q_2$  las cargas que están interactuando,  $d^2$  la distancia que las

separa, en dirección al vector unitario  $\hat{d}$  misma dirección en la que se produce la fuerza eléctrica y  $k$  hace referencia a una constante de proporcionalidad expresada por:

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \quad (2.2)$$

### 2.2.2 Marco Estadístico

Una relación potencial ente variables se expresa de forma generalizada como

$$y = a \cdot x^b \quad (2.3)$$

En donde  $a$  corresponde al coeficiente que multiplica la variable independiente y  $b$  es la potencia a la que se eleva la misma variable.

Para poder realizar un análisis estadístico a la ecuación potencial, el primer paso a dar es linealizar la expresión, para esto se realiza un cambio de variable, algunas opciones son:

1. Realizar la operación logaritmo en base 10 a ambos lados de la ecuación, de la forma:

$$\log y = \log a + b \cdot \log x \quad (2.4)$$

Entonces, se define  $Y = \log y$ ,  $B = \log a$ ,  $m = b$ ,  $x = \log x$ , de forma tal que la expresión que escrita en forma lineal así.

$$Y = B + m \cdot X \quad (2.5)$$

2. Definir una variable  $z = x^b$  de tal forma que la ecuación general queda expresada en términos lineales.

$$y = a \cdot z \quad (2.6)$$

Una vez linealizada la expresión se procede a realizar mínimos cuadrados como en cualquier linea recta, considerando que al final hay que volver a hacer el cambio de variable.

### 2.3 Actividades Previas al Laboratorio

Resuelva las siguientes actividades antes de la clase de laboratorio virtual, el desarrollo de las actividades previas le permite tener herramientas para el trabajo durante la clase

1. Establezca la expresión que corresponde a la ecuación 2,3 para cuando se está analizando la relación entre la fuerza eléctrica y la distancia que separa las cargas.
2. ¿Cuáles son los aspectos a tener en cuenta al realizar un gráfico en papel logarítmico? ¿y semi logarítmico?
3. Lleve dos hojas de papel milimetrado, dos de papel logarítmico y dos de papel semilogarítmico a la clase.

## 2.4 Herramienta virtual

Para esta práctica virtual es necesario:

1. Ingrese al simulador mediante el siguiente link: [https://phet.colorado.edu/sims/html/coulombs-law/latest/coulombs-law\\_es.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/coulombs-law/latest/coulombs-law_es.html)
2. Seleccione la opción Escala Macro.
3. Al finalizar debe verse como la imagen de la figura 2.2.

## 2.5 Toma y análisis de Datos

1. Haga constante el valor de las cargas  $q_1 = 10\mu C$  y  $q_2 = 10\mu C$  con  $q_1 q_2 = 100\mu C$ . Tenga presente que los ajustes que realiza con los controles de carga muestran en la figura 2.1, son valores que se asignan a las dos partículas de color rojo en la simulación.

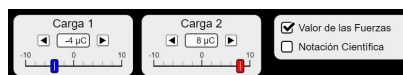


Figura 2.1: Controles para ajustar los valores de carga.

2. Para diferentes distancias de separación de las partículas (recuerde que con el mouse puede arrastrar las cargas y modificar la distancia de separación). Registre los datos de la distancia  $d$  y fuerza eléctrica entre las cargas  $F_e$  en la tabla 2.1.

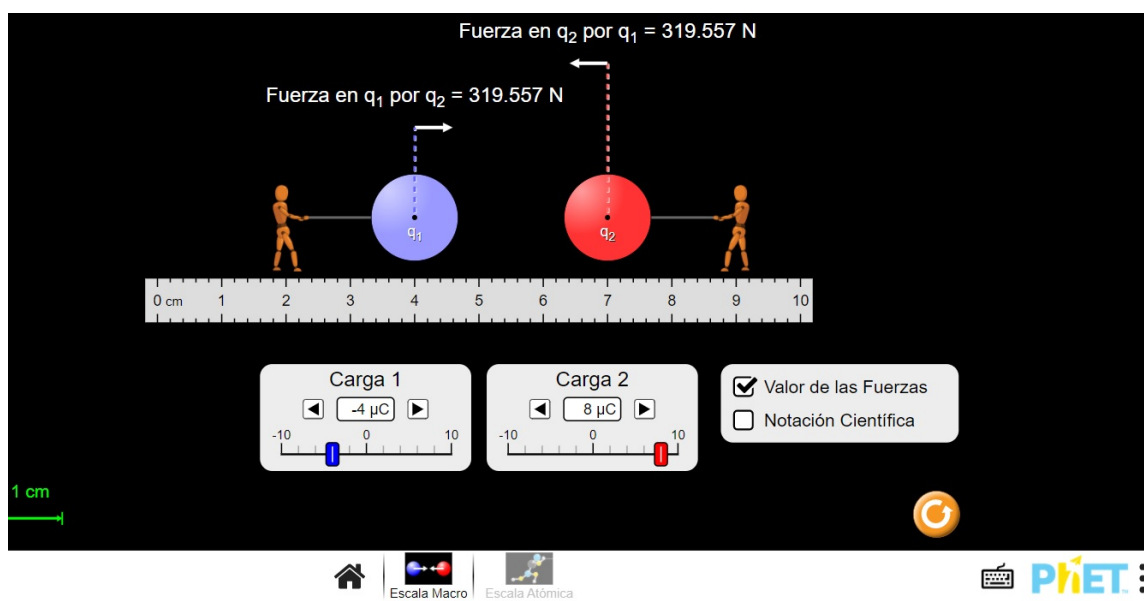


Figura 2.2: Simulación de Ley de Coulomb.

|        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| $d(m)$ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| $F(N)$ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Tabla 2.1: Relación entre fuerza y carga

3. Con los datos registrados en la tabla 2.1, realice la gráfica de fuerza eléctrica entre las cargas (eje y) en función de la distancia que las separa (eje x) en papel milimetrado.
4. Como su gráfica no muestra una relación lineal, realice su gráfica ahora en papel logarítmico y en semilogarítmico.
5. ¿Cuál regresión le parece más cómoda para linealizar la gráfica, por qué?
6. Por la regresión seleccionada realice la linealización según se orientó en el marco teórico, identifique el cambio de variable que debe realizar.
7. Determine la ecuación de la relación fuerza eléctrica con respecto al cambio de variable realizado para la distancia, utilizando la regresión lineal por mínimos cuadrados. Anexe el proceso y resultados de lo realizado.
8. Explique qué sentido físico tiene la ecuación de la relación fuerza eléctrica con respecto a la distancia que las separa.

## 2.6 Referencias

-  SEARS, F. W., ZEMANSKY, M. W. Y YOUNG, H. D. : Física Universitaria. Addison - Wesley Iberoamericana.
-  TIPLER, P. A.: “Física”. Vol. I. Ed. Reverte, Barcelona.
-  SERWAY, R. A.: “Física”. Tomo I McGraw- Hill (2002).