

Experimentos con fenómenos electrostáticos

Gómez Arias, Andrés Navarrete Cruz, Erick Sebastián
Nellen Mondragón, Stefan Daniel

2 de abril de 2018

Resumen

1. Introducción

El campo magnético (magnitud) que surge del flujo (I_1) a través de un alambre recto infinito a una distancia s es:

$$B = \frac{\mu_o I_1}{2\pi s}$$

Por lo que la fuerza que éste ejerce hacia otro alambre recto paralelo con flujo I_2 está dada por:

$$F = I_2 B \int dl$$

donde, dada la naturaleza del problema, la integral sobre todo el alambre diverge. Pero para alambres finitos obtenemos una fuerza por unidad de longitud.

Así, la ley de Biot-Savart [1] aplicada a dos corrientes que fluyen sobre dos alambres rectos y paralelos toma la forma:

$$F = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{L}{D} I_1 I_2$$

Donde F es la fuerza que siente el alambre, $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ N/A} \cdot \text{m}^2$ es la permeabilidad del espacio libre, L es la longitud del alambre, D es la distancia entre los alambres e I_i es la corriente en su respectivo alambre. Si las corrientes tienen igual magnitud, tenemos una dependencia cuadrática:

$$F = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{L}{D} I^2 \quad (1)$$

donde si las corrientes fluyen paralelas, la fuerza es repulsiva y si fluyen contrarias, la fuerza es atractiva.

La dispersión de errores, dada por los cuadrados de las derivadas parciales está dada por:

$$dF = \frac{\mu_0 I}{D\pi} \sqrt{\frac{1}{4} I^2 dL^2 + L^2 dI^2 + \frac{1}{4} \frac{L^2}{D^2} I^2 dD^2} \quad (2)$$

2. Material

3. Metodología

4. Resultados

Las fuerzas medidas en el caso en el cual las corrientes eran perpendiculares (atracción) fueron:

	I[A]	dI[A]	F[N]	dF[N]	m[kg]	dm[kg]
0	4.00	0.001	39E-3	9E-3	4E-3	1E-3
1	5.00	0.001	88E-3	9E-3	9E-3	1E-3
2	6.00	0.001	147E-3	20E-3	15E-3	2E-3
3	7.00	0.001	244E-3	20E-3	25E-3	2E-3
4	8.00	0.001	342E-3	20E-3	35E-3	2E-3

y con corrientes paralelas (repulsión):

	I[A]	dI[A]	F[N]	dF[N]	m[kg]	dm[kg]
0	4.00	0.001	39E-3	9E-3	4E-3	1E-3
1	5.00	0.001	59E-3	9E-3	6E-3	1E-3
2	6.00	0.001	147E-3	20E-3	15E-3	2E-3
3	7.00	0.001	440E-3	20E-3	45E-3	2E-3
4	8.00	0.001	685E-3	20E-3	70E-3	2E-3

Para ajustar al modelo se necesitaron tomar en cuenta varios pormenores. Las varillas no eran de la misma longitud; la que se levanta tenía $L_1 = 28,9cm \pm 0,05cm$ y la fija tenía $L_2 = 32,3cm \pm 0,05cm$. Como ambas longitudes si afectan la fuerza, para el modelo se tomó el promedio $L = 0,306m \pm 0,0007m$. Dada la metodología aplicada para la medición de fuerza repulsiva, D si era constante durante todas las mediciones (sin importar la fuerza, pues siempre poníamos masa hasta llegar al mismo punto de equilibrio). Ese no fue el caso en la fuerza atractiva, en donde medíamos donde llegaba el laser dada la fuerza provocada por I a una distancia cada vez mayor, para luego obtener esa misma distancia con masas sin corriente. Así, en la primera tabla se tiene una dependencia de I y de D , y en la segunda se tiene una dependencia sólo de I . Desafortunadamente no había forma de medir directamente dicha distancia D , pues la corriente que circulaba era peligrosa y medir con el láser hubiera sido bastante impreciso (cualquier perturbación minima, incluso solo colocar las masas, movía el punto de equilibrio). Por otra parte, las variaciones en la fuerza eran tan pequeñas, que éstas provocaban una variación en D casi despreciable. Así, lo más que podemos hacer en ambos casos es probar la dependencia cuadrática y ajustar a D .

Con lo anterior en cuenta, a continuación se muestran las gráficas de las mediciones obtenidas aunadas a el ajuste realizado por la paquetería de análisis estadístico de python: numpy. Donde el ajuste tiene incluidas las barras de error dadas por (2), pero éstas son demasiado pequeñas como para ser distinguibles.

en el ajuste de atracción se obtuvo un $D_a = 1,4x10^{-5}m \pm 2x10^{-12}m$.

y en el de repulsión se obtuvo un ajuste de $D_r = 9x10^{-6}m \pm 6x10^{-12}m$

5. Discusión

6. Conclusión

Referencias

- [1] Griffins (1999), *An Introduction to Electromagnetism*. 3ra Edicion, p.217, The Biot-Savart Law

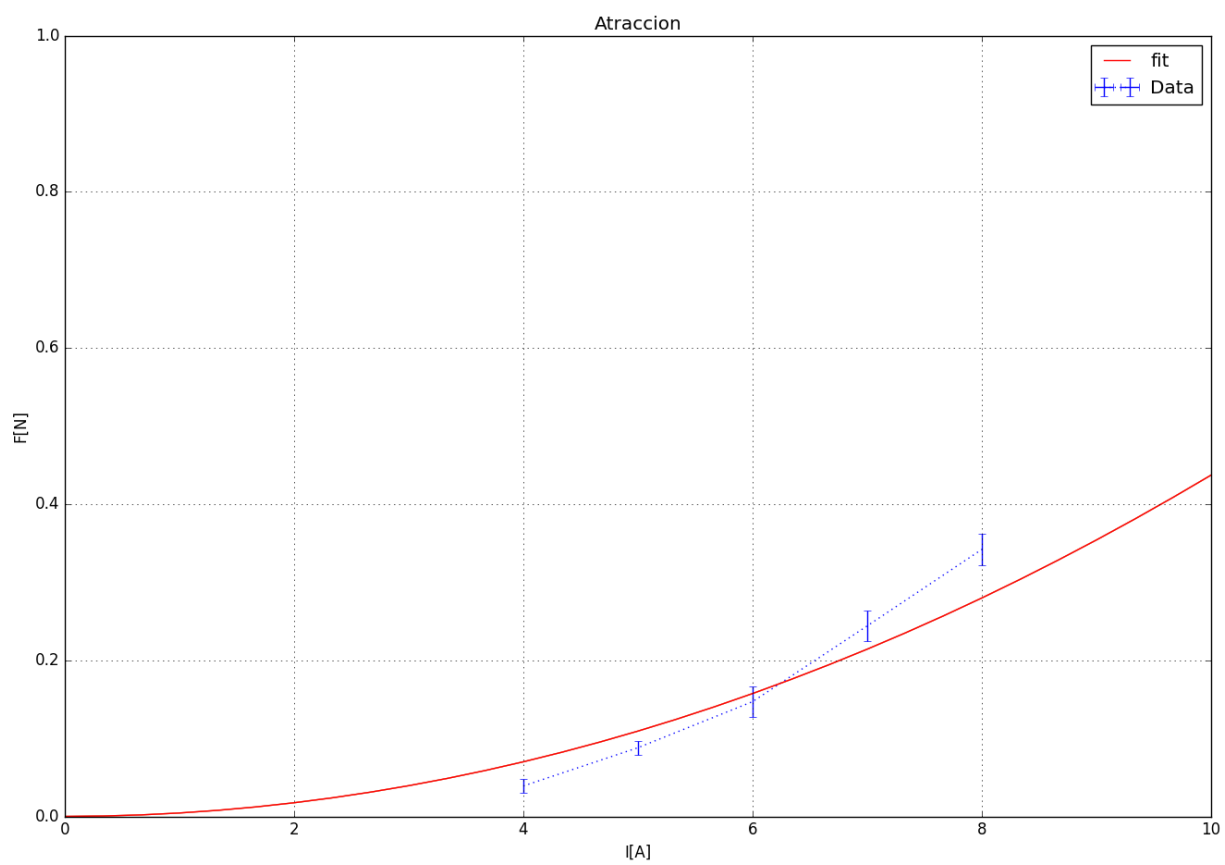


Figura 1: Fuerza de atracción

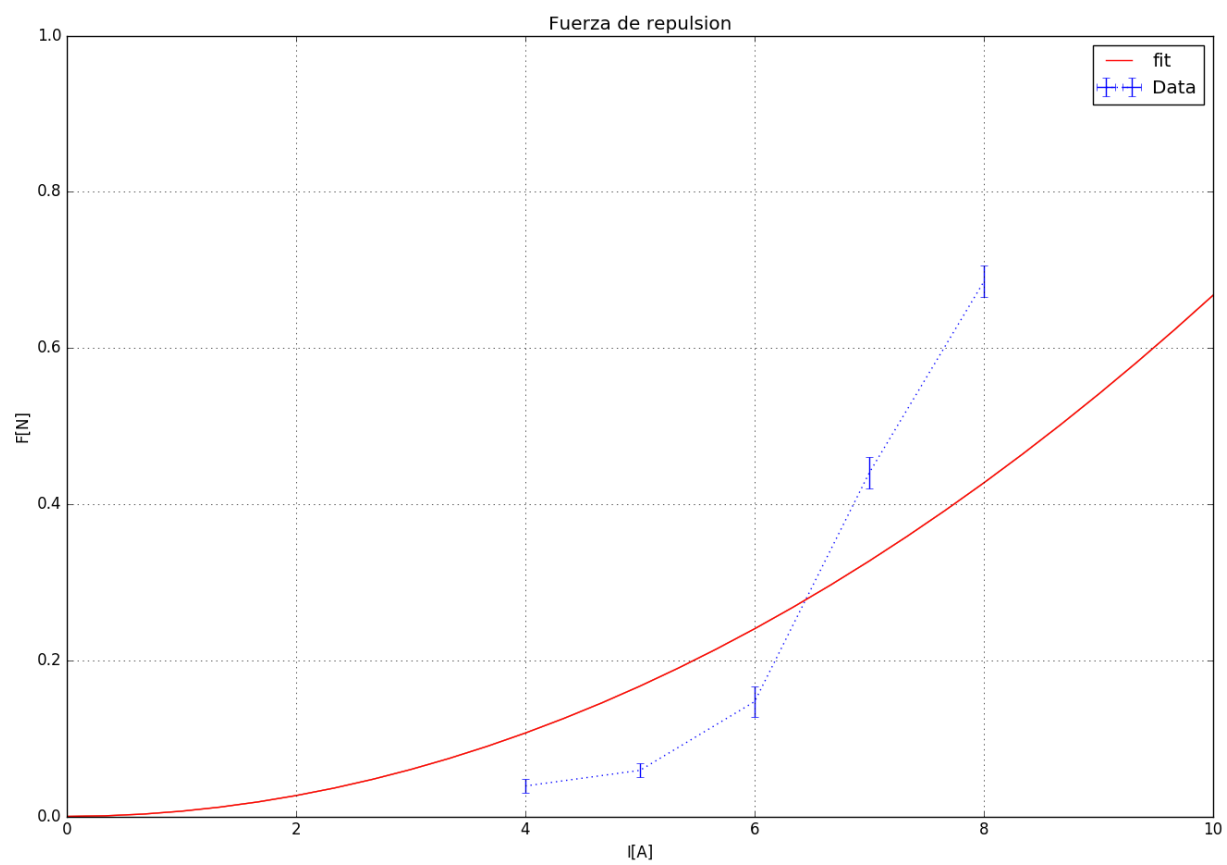


Figura 2: Fuerza de repulsión

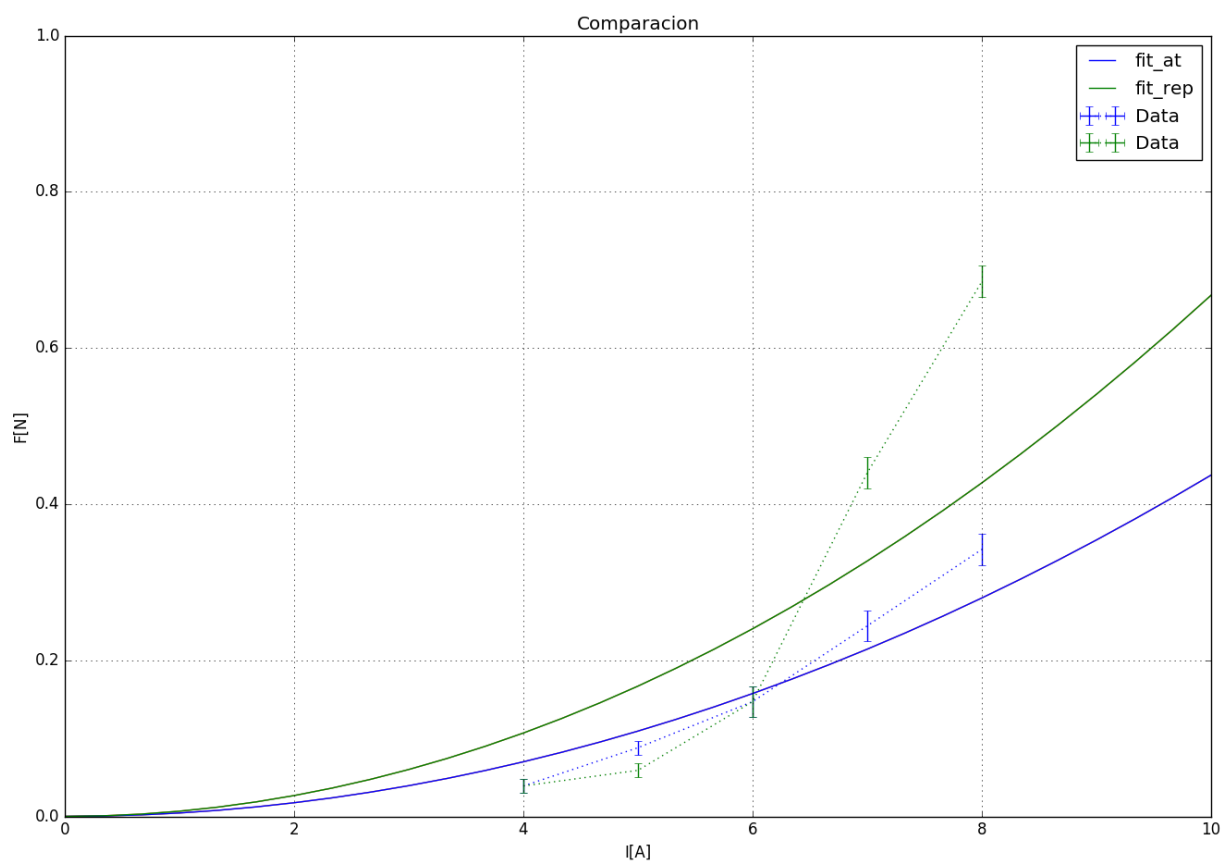


Figura 3: Comparación entre ambos experimentos