

# Campo Eléctrico (parte 2)

## Resumen de la parte I

---

Vimos que:

1. El campo eléctrico hace posible que, cuerpos y partículas con carga eléctrica, se puedan ejercer fuerzas de atracción ó repulsión mutua **sin que exista contacto entre ellos**.
2. Todo cuerpo (o partícula) portador de carga eléctrica, tiene asociado un campo eléctrico.
3. El campo eléctrico es una de las dos componentes del campo electromagnético, lo que verdaderamente existe en la naturaleza, ya que el campo eléctrico es un estado de excitación particular del anterior.
4. Un campo eléctrico, desde un punto de vista matemático, le asigna a cada punto del espacio donde existe, un **vector** campo eléctrico que lo representamos así:  $\vec{E}$ .
5. A los campos eléctricos que no varían en el tiempo se les denomina **campos electrostáticos**.
6. El campo eléctrico más simple de todos es el campo electrostático **uniforme**, que se caracteriza por tener el mismo vector campo eléctrico<sup>1</sup> en cada punto del espacio en donde existe.
7. Para visualizar el campo eléctrico disponemos de las **líneas del campo eléctrico**, que se originan en los cuerpos (partículas) cargados positivamente, y finalizan en los cargados negativamente, y nunca se cortan entre si<sup>2</sup>.
8. El potencial eléctrico es una característica energética (no energía) del campo eléctrico, y dentro del campo eléctrico se pueden identificar<sup>3</sup> líneas<sup>4</sup> que están al mismo potencial eléctrico, denominadas **líneas equipotenciales**.
9. Las líneas equipotenciales y las líneas del **mismo** campo eléctrico se cortan formando ángulos de 90°.

---

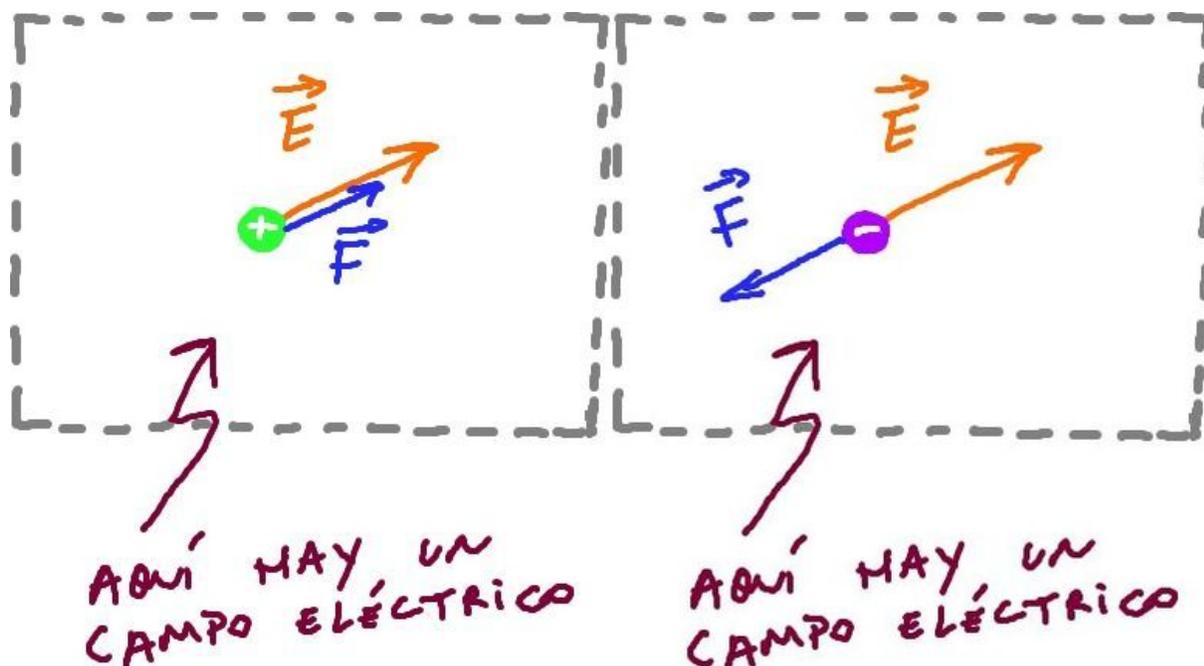
<sup>1</sup>Igual dirección, sentido, e intensidad.

<sup>2</sup>La líneas de un mismo campo eléctrico, claro esta.

<sup>3</sup>Haciendo el mapeo.

<sup>4</sup>o superficies si el campo eléctrico es 3-dimensional.

Supongamos que en cierta región del espacio se instaló un campo electrostático uniforme<sup>5</sup>. En un punto determinado de esa región (recuadro gris) el vector campo eléctrico es  $\vec{E}$  (ino tiene que ser siempre horizontal o vertical!), tal como se representa en anaranjado en los dos dibujos.



Si en ese punto que elegimos anteriormente situamos un protón (figura izquierdo), éste debido a su carga **positiva** experimentará una fuerza eléctrica  $\vec{F}$  en la misma dirección e **igual sentido** al del vector campo eléctrico  $\vec{E}$ .

Si ahora sacamos de ese punto al protón y lo sustituimos por un electrón (figura derecha), el electrón debido a su carga **negativa**, experimentará una fuerza de igual dirección pero **sentido opuesto** al del vector campo eléctrico.

La **intensidad** de la fuerza eléctrica dependerá de:

1. del valor de la carga eléctrica  $q$  que porta el cuerpo o la partícula<sup>6</sup>; y
2. de la intensidad del vector campo eléctrico  $\vec{E}$  en ese punto.

Así, para calcular la **intensidad** de la fuerza eléctrica, conocida la carga eléctrica del cuerpo o partícula, y la intensidad del vector campo eléctrico en el que se encuentra “sumergido” dicho cuerpo o partícula, disponemos de la ecuación:

$$F = q \cdot E$$

sin flechitas, ya que sirve para calcular la **intensidad** de la fuerza eléctrica, pues ya sabemos que si  $\vec{F}$  y  $\vec{E}$  “miran” para el mismo lado la carga es positiva, de lo contrario la carga es negativa. *Esta ecuación, vale decirlo ahora, es general: sirve para cualquier campo eléctrico, no solo para los campos electrostáticos uniforme.*

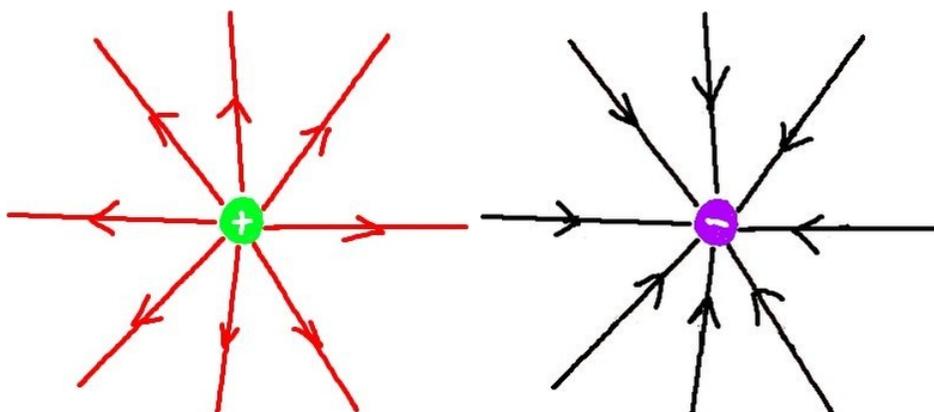
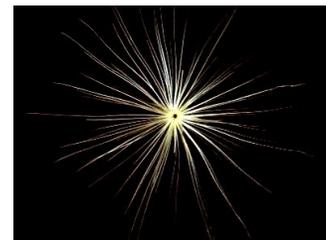
<sup>5</sup>¿Como se origina?, no importa, se origina de alguna manera.

<sup>6</sup>En el ejemplo anterior, dependerá del **valor** de la carga eléctrica del protón y del electrón, que sabemos son idénticas.

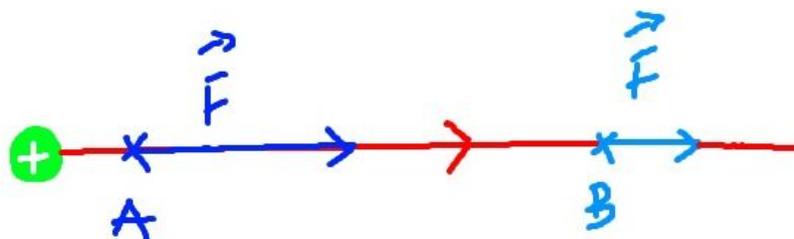
## Campo eléctrico de una carga puntual

El siguiente campo electrostático en complejidad es el debido a una carga puntual, como por ejemplo, el asociado a un protón o ha un electrón. Para representarnos el campo eléctrico de una carga puntual, nuevamente “tiramós” de las líneas del campo.

Para esto imagínense a un panadero... ¡no el que hace pan!, sino el de la derecha, la semilla voladora que seguramente vieron alguna vez. Ahora imaginen que el protón se ubica donde se sitúa la semilla, y los pelitos, que representarán las líneas del campo, se alargan derichitos, en teoría, hasta el infinito. Siguiendo el criterio anterior, las líneas del campo serían **salientes** de la carga puntual **positiva** (del protón, en este caso). Notar que este campo eléctrico es 3-dimensional. Si cambiamos el protón por un electrón, nuevamente las líneas del campo serán como los pelitos del panadero (la semilla voladora), pero esta vez **entrante** a la carga puntual **negativa** (el electrón, en este caso).



En cualquiera de los dos casos, la intensidad del campo eléctrico no será constante, como en el caso anterior. A medida que nos alejamos de la carga puntual, la intensidad disminuye: ¡con el inverso del cuadrado de la distancia!, igual que la fuerza que surge entre las cargas puntuales según la ley de Coulomb (¿se acuerdan?). En el siguiente dibujo se representa una línea del campo eléctrico (en rojo) que “sale” de la carga puntual positiva. En ella hay dos puntos marcados  $A$  y  $B$ , con sus respectivos vectores campo eléctrico, y como se notaran, el largo (=intensidad) de estos vectores son distintos: cuanto más lejos de la carga puntual (punto  $B$ ), menos intenso se hace el campo eléctrico (comparar con  $A$  que esta más cerca de la carga puntual).



Pero, ¿cómo se puede calcular la intensidad del campo eléctrico asociado a una carga puntual? Si  $q$  es el valor de la carga, y  $d$  la distancia entre la carga puntual y el punto del espacio donde se quiere calcular la intensidad del campo, en tal caso, disponemos de la siguiente ecuación:

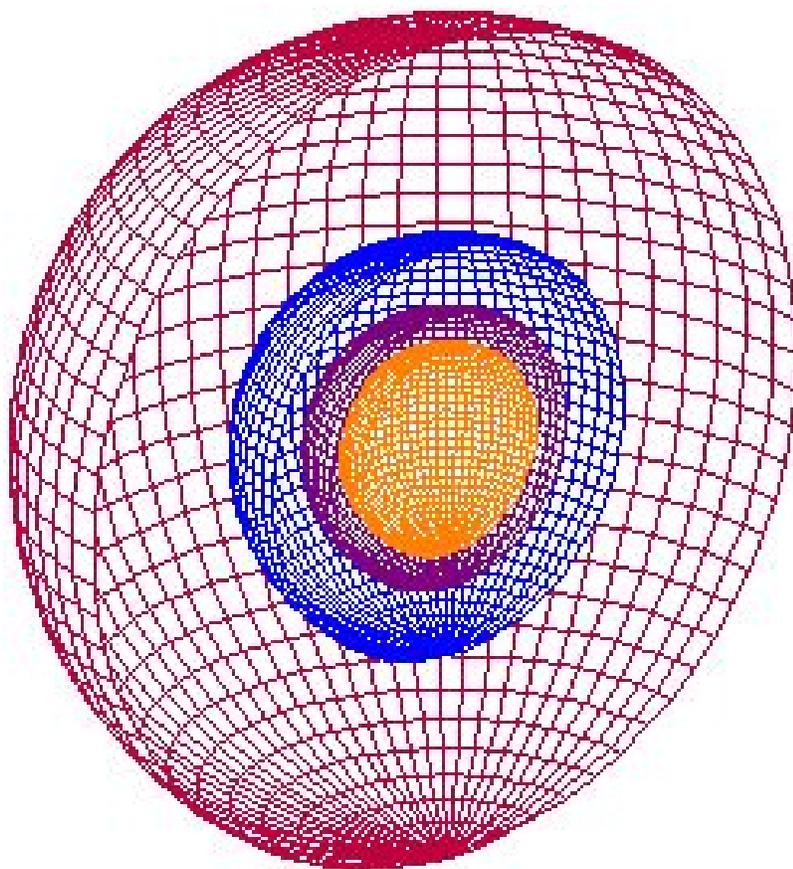
$$E = \frac{K \cdot q}{d^2}$$

siendo  $K$  la misma “ka” de la ecuación de la ley de Coulomb:  $K = 9,0 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$ .

## Superficies equipotenciales

---

Anteriormente vimos que el campo electrostático uniforme se podía mapear fácilmente a partir de las **líneas** equipotenciales, ya que en la situación experimental planteada (la bandeja con agua, ¿se acuerdan?), podíamos suponer que el campo electrostático uniforme era 2-dimensional. Pero la cosa cambia con el campo electrostático debido a una carga puntual: ueste campo es 3-dimensional!, no hay vuelta, en este campo eléctrico debemos considerar no líneas equipotenciales, sino más bien **superficies equipotenciales**. Así, cuando se trata de una campo electrostático debido a una carga puntual, las superficies equipotenciales tienen la forma de esferas concéntricas<sup>7</sup>. A continuación se muestran cuatro de estas esferas equipotenciales<sup>8</sup> “cortadas” por la mitad, para que se puedan ver las tres interiores dentro de la más grande.



<sup>7</sup>Esferas que comparten un mismo centro, donde se sitúa la carga puntual.

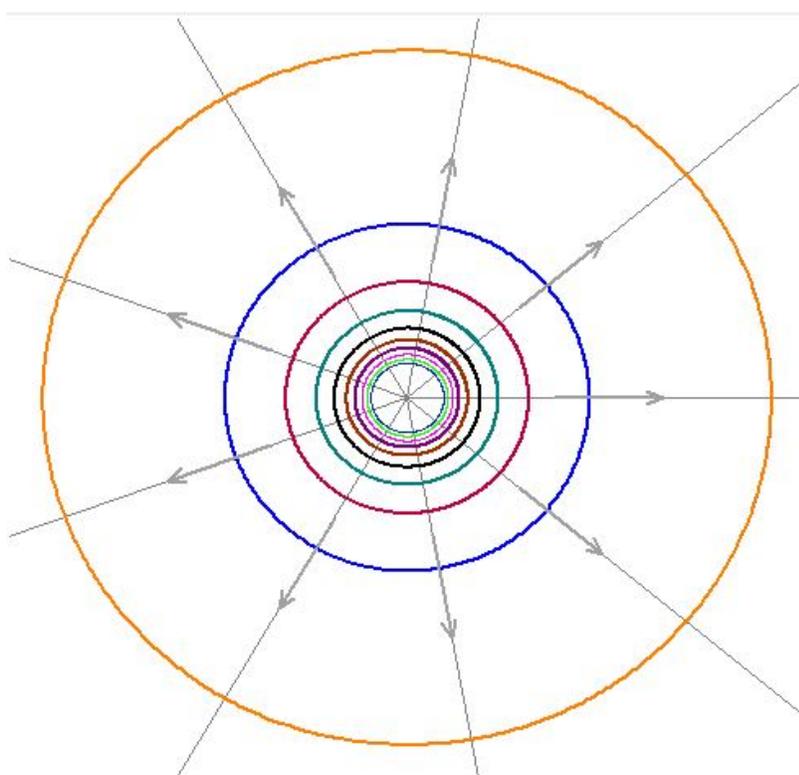
<sup>8</sup>En realidad son gráficas 3-dimensionales hechas con el programa [Winplot](#), que se puede descargar de [aquí](#).

Esto recuerda a las capas de una cebolla, o menos parecido, a las matrioshkas. . .



Fotos cortesía de Wikipedia.

Para no lidiar con las complicadas esferas equipotenciales 3-dimensionales, podemos hacer la siguiente simplificación 2-dimensional, es decir, círculos concéntricos<sup>9</sup>.



Notar que los anillos (que representan esferas), se van apretando cuánto más cerca están de la carga puntual situada en el centro, lo que nos indica, como es esperable por lo que ya sabemos, que el campo eléctrico se intensifica en la cercanías de la carga puntual: *cuanto más “apretadas” están las equipotenciales, más intenso es el campo en esa zona del espacio*. Si suponemos que la carga puntual es positiva, las líneas del campo eléctrico (los “pelitos” del panadero) tendrán dirección a lo largo de los radios de los anillos, o mejor dicho, de las esferas, razón por la cual se dice que las líneas del campo en cuestión tienen **dirección radial saliente**, y en caso de tratarse de una carga puntual negativa, **dirección radial entrante**.

<sup>9</sup>También hechos con Winplot.