



Introduciendo el concepto de campo eléctrico mediante una actividad colaborativa con ayuda de las TIC

Ayax Santos Guevara, Osvaldo Aquines Gutiérrez, Héctor González Flores

Universidad de Monterrey, Av. Morones Prieto 4500 Pte. San Pedro Garza García, N.L. México.

ARTICLE INFO

Received: June 10, 2017

Accepted: June 20, 2017

Available on-line: October 30, 2017

Keywords:

Aprendizaje activo
campo eléctrico
simulaciones físicas

E-mail addresses:

ayax.santos@udem.edu

osvaldo.aquines@udem.edu

hector.gonzalezf@udem.edu

ISSN 2007-9842

© 2017 Institute of Science Education.

All rights reserved

ABSTRACT

A collaborative learning activity was developed to introduce the concept of electric field using a computer based physical simulation [1]. Participants were a group of engineering students in the Electricity and Magnetism summer course at Universidad de Monterrey. The purpose of this work is to introduce the concept of source charge (transmitter), test charge (the sensor) and the application of the principle of superposition with the help of the CBT's. After the activity, students were asked to analyze a two-charge system and justify the direction of the resultant electric field.

Se desarrolló una actividad de aprendizaje colaborativa introductoria para el tema del campo eléctrico utilizando una simulación física [1]. Los participantes fueron estudiantes de Ingeniería inscritos en un grupo de verano del curso de Electricidad y Magnetismo de la Universidad de Monterrey. El propósito de este trabajo es introducir el concepto de carga de fuente (emisora), carga de prueba (el sensor) con ayuda de las TIC's. Después de terminar con la actividad se les pidió que analizaran un sistema de dos cargas y justificar la dirección del vector resultante del campo eléctrico.

I. INTRODUCCIÓN

El campo eléctrico es uno de los conceptos claves en el curso de Electricidad y Magnetismo y dada su naturaleza abstracta suele ser difícil de comprender para los estudiantes [2, 3] ya que al introducir el tema se define el campo eléctrico y las líneas de campo correspondientes a las cargas positiva y negativa. Sin embargo, cuando se les presenta un sistema compuesto por dos o más cargas continúan pensando en la atracción o repulsión que experimenta la carga de prueba (punto P) y determinan la dirección del campo de acuerdo a la dirección de la fuerza eléctrica entre las cargas. La confusión que experimentan los estudiantes se debe a que no siempre coincide la dirección del campo y la fuerza eléctrica.

En el libro de texto Física Universitaria de Sears-Zemansky [4] se propone la siguiente situación que se muestra en la figura 1 como introducción al tema:



FIGURA 1. Cuerpos con carga positiva. Ambos experimentan una fuerza repulsiva F_0 . Este es un ejemplo en donde la fuerza eléctrica coincide con la dirección del campo eléctrico.

En la figura se observan dos cuerpos, A y B, ambos cargados con carga positiva. Dado que tienen la misma carga ambos experimentan una fuerza repulsiva (en la figura representada por F_0). ¿Cómo sabe el cuerpo cargado A que ahí se encuentra el cuerpo cargado B y el cuerpo cargado B que ahí se encuentra A? Para responder a esta pregunta los autores del libro le sugieren al lector imaginar que el cuerpo A de algún modo “modifica las propiedades del espacio que la rodea” mientras que el cuerpo B experimenta una fuerza repulsiva como consecuencia a esa modificación causada por A. De manera similar, y simultáneamente, el cuerpo B modifica el espacio que lo rodea y el cuerpo A experimenta una fuerza repulsiva como respuesta a esa modificación causada por B. Desde este punto de vista el campo eléctrico es el intermediario mediante el cual los cuerpos cargados comunican su presencia en el espacio. Para explicar la modificación en el espacio se dice que tanto A como B crean o emiten un campo eléctrico. Enseguida, en el libro, se muestra al cuerpo A y el cuerpo B se reemplaza por un punto permitiendo a los autores llegar a la definición de campo como $\vec{E} = \vec{F}_0/q_0$.

Por lo anterior, es que realizamos una actividad de aprendizaje colaborativa introductoria al tema del campo eléctrico utilizando la simulación Phet de cargas y campos [1]. El propósito es que observen en la simulación la carga fuente del campo eléctrico (que es la causante de lo que en [4] llaman modificación en el espacio) y la carga de prueba (punto P). Primero se les pide que observen lo que pasa cuando hay una carga y se concluye la actividad con el caso de un sistema de dos cargas con la intención que reflexionen acerca de la dirección de ambos campos ya que en la simulación únicamente se muestra la dirección del campo eléctrico neto sobre el punto P. La idea es que apliquen el principio de superposición y apliquen lo observado previamente.

Después de terminar con la actividad se les pidió que analizaran un sistema compuesto de dos cargas y aplicaran lo aprendido para interpretar y justificar la dirección del campo eléctrico neto.

II. Descripción de la actividad

La actividad se realizó durante el verano con estudiantes de cuarto semestre de las carreras de Ingeniería de la Universidad de Monterrey. Con la intención de facilitar la introducción del concepto de campo eléctrico se desarrolló una actividad colaborativa para aplicarla antes de la explicación del tema. Utilizamos la simulación Phet de cargas y campos [1] con el objetivo que el estudiante comprenda el concepto de carga fuente de campo eléctrico, las líneas de campo eléctrico, el punto de campo (también conocido como punto P que es el lugar donde colocamos el sensor) y la aplicación del principio de superposición en sistemas compuestos por dos cargas. De esta manera, al colocar una carga en la pantalla es posible visualizar las líneas de campo como se muestra a continuación en la Figura 2:



FIGURA 2. En la figura se muestra la carga de fuente y las líneas de campo asociadas a esta carga.

Antes de colocar la carga en la pantalla, ésta se ve en color negro y al agregar la carga se muestra el patrón como se observa en la Figura 2. De esta manera, en la siguiente sesión es posible referirse a la modificación en el espacio causada por la carga y que el estudiante tenga una idea mental de ello.

La actividad propuesta fue la siguiente:

Abre un navegador web y ve a la dirección <https://phet.colorado.edu/es/simulation/charges-and-fields>. Verifica que en la parte derecha de la pantalla esté seleccionada la opción Campo eléctrico.

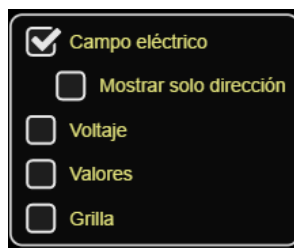


FIGURA 3. Opciones mostradas en la simulación. Inicialmente se trabajó con la opción seleccionada para mostrar las líneas de campo. En la segunda parte se les pidió que quitaran esta opción para que en la pantalla únicamente se viera la dirección del campo eléctrico neto.

Una vez ahí observarás en la parte inferior la siguiente imagen:

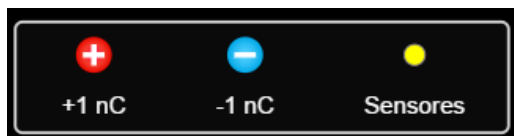











FIGURA 4. Del lado izquierdo se observa una carga positiva, en el centro una carga negativa y del lado derecho el sensor.

En la tabla I se encuentran las instrucciones de la actividad y la respuesta de uno de los equipos participantes.

TABLA I. En la columna del lado izquierdo se indican las instrucciones de la actividad y en la columna derecha las respuestas de uno de los equipos participantes.

| <i>Instrucciones</i> | <i>Respuestas (de un equipo seleccionado al azar)</i> |
|--|--|
| <p>1.- Toma una carga positiva de la parte inferior de la pantalla (Figura 4) y colócala en cualquier parte. ¿Qué observas en la pantalla? Si mueves la carga alrededor de la pantalla, ¿qué sucede? ¿cambia el patrón observado?</p> | <p>“Se observan flechas dirigidas a todos lados menos hacia la carga que pusimos. Si movemos la carga cambia el patrón, pero no cambia el comportamiento de las flechas”.</p> <p>Comentario: Este ítem tiene como propósito que el estudiante observe el patrón que las líneas de campo se alejan o se dirigen hacia afuera cuando se coloca una carga positiva.</p> <p>Con la intención por describir lo observado, algunos equipos recurrieron al concepto familiar de energía mencionando que la carga positiva “desprende energía”, al moverla alrededor de la pantalla.</p> <p>Otros equipos utilizan el concepto de repulsión visto previamente en el tema de fuerza eléctrica. “Al mover la carga positiva alrededor de la pantalla ejercen una fuerza de repulsión sobre el patrón dado”.</p> |
| <p>2.- De la parte inferior toma un sensor (en la pantalla lo localizas con el color amarillo). El sensor tiene la utilidad que nos permite medir el campo eléctrico. Coloca el sensor en algún lugar cercano a la carga. ¿Qué sucede con el sensor? Si acercas el sensor, ¿qué sucede?, ¿Qué pasa si lo alejas?</p> | <p>“Cuando colocas el sensor cerca de la carga positiva, el campo eléctrico va en aumento. Mientras más cerca, más grande. Si lo alejas se reduce”.</p> |
| <p>3.- Si acercas el sensor a la carga positiva, ¿qué sucede? Si alejas la carga, ¿qué sucede con la medida del sensor? ¿Qué dirección tiene?</p> | <p>“El campo eléctrico aumenta paralelamente en la dirección a la que la carga se dirige”.</p> <p>Comentario: Se buscaba que descubrieran por ellos mismos acerca que cuando la carga es positiva la línea del campo se aleja o se dirige en sentido contrario de la carga.</p> |
| <p>4.- Observa la siguiente imagen. ¿Cuál es la explicación que el sensor señale únicamente una componente horizontal?</p>  | <p>“Ya que las dos cargas positivas están cerca del sensor, la dirección resultante es balanceada y se concentra en una dirección en común, suponemos que tiene que ver la distancia a la que se encuentran”.</p> <p>Comentario: En la figura del lado izquierdo se observa un sistema de dos cargas actuando simultáneamente sobre el punto P. Se buscaba que explicaran la dirección del campo eléctrico neto utilizando el principio de superposición. La mayoría de los equipos describieron la imagen mediante la fuerza repulsiva entre la carga y el sensor.</p> |
| <p>5.- ¿Qué esperarías que ocurriera si en lugar de dos cargas positivas</p> | |

| | |
|--|--|
| <p>fueran una positiva y una negativa? ¿La medición en el sensor sería igual? Explica.</p> | <p>“Que el campo eléctrico no fuera atraído a ninguna dirección y se quedara el punto amarillo solo”.</p> |
| <p>6.- Repite los pasos 1 al 4 pero con carga negativa. ¿Cuál es la principal diferencia con respecto al sensor? ¿Notas alguna diferencia?</p> | <p>Primero, las flechas van hacia la carga negativa. Segundo, el campo eléctrico se dirige hacia la carga negativa y mientras más cerca esté más grande es. Tercero, más cerca es más grande y más lejos es más pequeño. Cuarto, sucede lo mismo que las cargas positivas pero el campo eléctrico es mucho mayor mientras más cerca se encuentren y también se balancea en un punto en común</p> <p>Comentario: Este equipo anexó unas gráficas que se muestran en la Figura 6.</p> |
| <p>7.- Después de realizar los pasos anteriores. Dibuja la medida del sensor para los siguientes casos:</p> <p>a)  c) </p> <p>b)  </p> | <p>a)  c) </p> <p>b)  </p> |
| | <p>Comentario: Como cierre de la actividad se les pidió que dibujaran la línea del campo eléctrico en el sensor (mostrado con un punto en color negro). Algunos equipos hicieron uso del simulador o alguna herramienta de dibujo de la computadora.</p> |

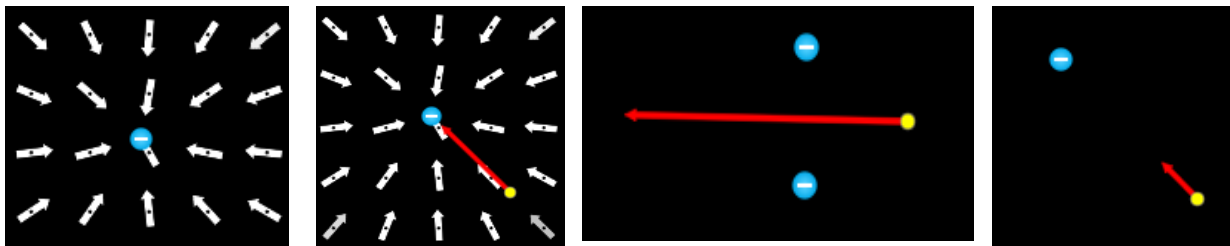


FIGURA 6. Imágenes presentadas por el equipo seleccionado que muestran los primeros cuatro pasos de la actividad para el caso de la carga negativa.

III.- Resultados

La actividad tiene como finalidad introducir la idea de carga emisora o fuente de campo eléctrico, el punto P (carga de prueba) con el sensor y las líneas de campo. Otro aspecto que se consideró importante fue que pudieran visualizar las líneas de campo eléctrico en la pantalla una vez que se coloca la carga eléctrica y observar la diferencia entre la carga positiva y la negativa. También que mediante ejemplos sencillos (sistema de dos cargas) pudieran observar el campo eléctrico neto en el punto P (en la simulación es el sensor).

Al concluir con la actividad se les pidió, de manera individual, que analizaran el problema que se muestra en la Figura 7. La diferencia con lo practicado en la simulación es que dado al conocimiento del signo de la carga inferior y

del vector del campo eléctrico neto en P indicado con la línea vertical debían determinar el signo de la carga superior. Las instrucciones del problema son las siguientes:

“Dos cargas puntuales Q y $+q$ (q es positiva) producen el campo eléctrico neto mostrado en P en la figura. La dirección del campo es paralela a la línea que une las dos cargas. A) ¿Qué concluyes acerca del signo y la magnitud de Q ? Explica tu razonamiento. B) Si la carga inferior fuera negativa, ¿sería posible que el campo eléctrico tuviera la dirección mostrada en la figura? Explica tu razonamiento”.

La respuesta dada por uno de los estudiantes fue:

- a) “Que tiene signo negativo y que es de igual magnitud, ya que la dirección del campo solo presenta componentes en el eje de las y dirigidas a esta partícula”.
- b) “No, la dirección cambia. Ya que la carga es negativa la componente vertical se balancea. Ahora la flecha apuntaría hacia la izquierda”.

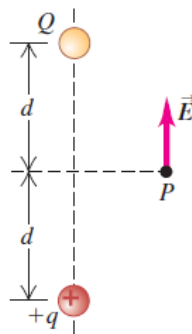


FIGURA 7. Un sistema de dos cargas eléctricas. En la imagen se aprecia la dirección del campo eléctrico resultante y a partir de esa información determinar el signo de la carga de la parte superior de la figura.

En la justificación se esperaba encontrar un diagrama donde se apreciaran las líneas que acababan de observar en la simulación. A pesar de ello, la mayoría respondió que el signo de la carga Q que se encuentra en la parte superior debe ser de la misma magnitud que $+q$ pero con signo contrario. Sin embargo, en la segunda pregunta todos consiguieron responder que si las dos cargas fueran negativas la dirección del campo sería horizontal y apuntaría a la izquierda. Cabe mencionar que fue la misma situación presentada durante la actividad (ver la tercera imagen viendo de izquierda a derecha) en la Figura 7. En cursos anteriores, difícilmente podrían haber respondido estas preguntas sin tener que mencionar que en P se puede colocar una carga de prueba positiva, sobre todo sin haber definido aún el concepto de campo.

Durante la sesión posterior a la actividad, se definió el campo eléctrico y fue notable la interpretación y destreza para representar las líneas de campo en los ejemplos propuestos. Su hizo hincapié en la importancia de la elaboración de un diagrama donde mostrarán cada uno de los campos causados por cada una de las cargas en el punto P .

IV. CONCLUSIONES

Implementamos una actividad de aprendizaje colaborativa introductoria para el tema del campo eléctrico utilizando una simulación física de cargas y campos [1]. Esta actividad cumple con la finalidad de introducir la idea de carga emisora o fuente de campo eléctrico, el punto P (carga de prueba) con el sensor y las líneas de campo. Nos permite relacionar el patrón de las líneas de campo con lo que señala el libro de Física Universitaria [3] como la modificación en el espacio causada por una carga. Una ventaja notable de usar el simulador consiste en que el estudiante descubrió por sí mismo el patrón de las líneas de campo cuando una carga es positiva o negativa. Lo observado durante la simulación puede ser útil posteriormente en el tema de la ley de Gauss cuando se establece con una mayor claridad, en nuestra opinión, la relación entre la carga y el campo eléctrico. Un resultado que consideramos importante, por no haber definido campo eléctrico aún, es que pudieron determinar el signo de una carga dada la dirección del campo eléctrico neto

REFERENCIAS

(n.d.). *PhET Interactive Simulations*. Recuperado de: <https://phet.colorado.edu>. (15 junio 2017).

S. Tornkvist, K. A. Pettersson, and G. Transtromer, (1993). "Confusion by representation: On student's comprehension of the electric field concept," *Am. J. Phys.* 61(4), 335-338. doi: <http://dx.doi.org/10.1119/1.17265>.

A, Garza and G, Zavala (2013). "Contrasting students' understanding of electric field and electric force", *AIP Conf. Proc.* 1513142.

Young, H. Freedman, R. (2009). *Física universitaria con Física Moderna volumen 2* (pp. 721-723). México. Editorial Pearson.