



Fecha de presentación: marzo, 2020 Fecha de aceptación: mayo, 2020 Fecha de publicación: julio, 2020

3

## Uso del software libre QuickField como elemento motivador en la práctica de laboratorio “Líneas equipotenciales”

Uso of QuickField free software as a motivator in laboratory practice.  
“Equipotential lines”

Dr.C Arcelio A. Hernández Fereira<sup>1</sup>

[archdez@ucf.edu.cu](mailto:archdez@ucf.edu.cu),

ORCID: <https://ORCID.org/0000-0001-8234-9422>

Ing. Ariel Hernández Gessa<sup>2</sup>,

[gessa87@nauta.cu](mailto:gessa87@nauta.cu)

ORCID: <https://ORCID.org/0000-0002-3068-8032>

Cita sugerida (APA, sexta edición)

Hernández Fereira, A. A. & Hernández Gessa, A. (2020) Uso del software libre QuickField como elemento motivador en la práctica de laboratorio “Líneas equipotenciales”. Revista Mapa, 3(20), 46- 63. Recuperado de <http://revistamapa.org/index.php/es>

---

<sup>1</sup> Profesor investigador. Departamento de Física, Facultad de Ingeniería, Universidad de Cienfuegos. Cuba

<sup>2</sup> Profesor investigador. Departamento de Física, Facultad de Ingeniería, Universidad de Cienfuegos. Cuba



## RESUMEN

La obtención y trazado de las líneas equipotenciales del campo electrostático es una práctica de laboratorio convencional presente en casi todos los programas de prácticas de Electricidad y Magnetismo de los cursos de Física General. Sin embargo, en el montaje tradicional y con la forma de realización que se recoge en la literatura resulta poco atractiva. Para ganar en la motivación de los estudiantes, se decidió añadir al trabajo de laboratorio el cálculo computarizado de las líneas equipotenciales usando la versión estudiantil 6.3 del software libre QuickField. Para esto se emplearon los datos correspondientes a las mismas situaciones que cuando se hizo mediante mediciones experimentales del potencial. La obtención experimental de las líneas equipotenciales se hace en una cubeta con agua y tres geometrías diferentes de los electrodos empleados para generar el campo electrostático y las líneas se construyen con datos obtenidos mediante un voltímetro digital tomando las coordenadas punto a punto. La comparación de los datos experimentales obtenidos y del modelado tuvo un alto grado de coincidencia. Se ilustró, además, la posibilidad de explotar las facilidades del software QuickField que permiten reafirmar en los estudiantes los conceptos de potencial, vector intensidad de campo electrostático, su relación y familiarizarlos con el procedimiento de simulación o modelado de situaciones físicas y su contrastación con valores experimentales tan importante en su futura actividad profesional como ingeniero.

**Palabras clave:** Modelación y simulación computarizado, líneas equipotenciales, campo electrostático

## ABSTRACT

Obtaining and plotting of the electrostatic field equipotential lines is a standard laboratory practice in almost all Electricity and Magnetism course lab programs of General Physics. However, in the traditional assembly and with the way to carry out it collected in literature, it is unattractive. To win in student's motivation, it was decided to add computerized lab work calculation of equipotential lines using the 6.3 student version of the free software QuickField. For this, data corresponding to the same situations than experimental measurements of the potential were used. Obtaining experimental equipotential lines was done in a tray of water and three different geometries of the electrodes used to generate the electrostatic field and the lines were constructed with data obtained by a digital voltmeter taking coordinates point to point. Comparison of the experimental data and modeling had a high degree of coincidence. It also illustrated the possibility of exploiting the facilities of QuickField software that allow reaffirm in students the concepts of potential, vector intensity electrostatic field, their relationship and familiarize them with the simulation or modeling process of physical situations and its comparison with experimental values so important in their future professional activity as engineer.

**Keywords:** electrostatic field, computing modeling and simulation, equipotential lines

## INTRODUCCIÓN

Entre los trabajos de laboratorio generalmente incluidos en los cursos de Electricidad y Magnetismo, como regla general, predominan aquellos dedicados a los circuitos, en menor medida están presentes los que abordan mediciones relacionadas con el campo magnético y son muy escasas las prácticas vinculadas con el campo electrostático.

Es por ello que la práctica de laboratorio tradicional de obtención de las líneas equipotenciales del campo electrostático en una cubeta no debe ser abandonada porque la misma permite dar una imagen directa y su operatoria es simple. Sin embargo, en el montaje tradicional y con la forma de realización que se recoge en la literatura resulta poco atractiva. Una revisión de las guías de laboratorio de instituciones universitarias de varios países iberoamericanos lo corrobora.

A manera de muestra para ilustrarlo se pueden consultar (Castaño *et al.*, Colectivo de autores, Reyes *et al.*, Velazco *et al.*). Como un recurso para darle más atractivo a dicha práctica de laboratorio y elevar la motivación de los estudiantes, decidimos combinar la obtención experimental de las líneas equipotenciales con su cálculo usando un software especializado, de fácil manejo y disponible de forma libre como lo es el QuickField en su edición estudiantil 6.3. De paso contribuíamos al desarrollo de una futura habilidad profesional como lo es la de simular situaciones y contrastar los resultados con mediciones experimentales.

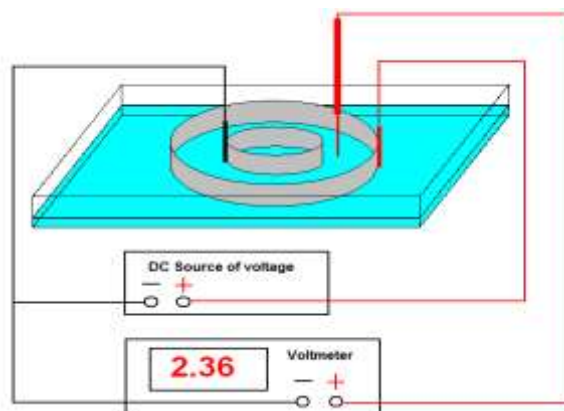
## MATERIALES Y MÉTODOS.

La obtención experimental de las líneas equipotenciales se hizo en una cubeta rectangular de acrílico de dimensiones 30,3 x 19,3 x 4,5 cm. En la misma se vierte agua y se sitúan los electrodos metálicos empleados para generar el campo electrostático. Se usaron tres geometrías diferentes para los electrodos: dos varillas delgadas afiladas, dos láminas planas y dos aros circulares delgados y concéntricos.

En la figura 1 se muestra esquemáticamente el montaje para el caso de los electrodos circulares. Con las geometrías usadas para los electrodos se pretende modelar las situaciones correspondientes a dos cargas puntuales, dos láminas plano paralelas infinitas y dos cilindros infinitos coaxiales. De esta forma las líneas equipotenciales obtenidas serían las intercepciones de las superficies equipotenciales de los mencionados sistemas con el plano horizontal de la cubeta.

A los electrodos se conectaban los terminales de una fuente de corriente directa y se aplicaba una diferencia de potencial de 10 V. Para la construcción de las líneas equipotenciales se

midieron los potenciales de los diferentes puntos situados entre los electrodos y se precisaron sus coordenadas. Los valores se obtuvieron mediante un voltímetro digital y las coordenadas de cada punto se tomaban, para las coordenadas cartesianas, de un papel milimetrado situado en el fondo transparente de la cubeta y para las coordenadas polares, de un papel polar.



**FIGURA 1.** Representación esquemática del montaje utilizado.

**Fuente:** datos de la investigación

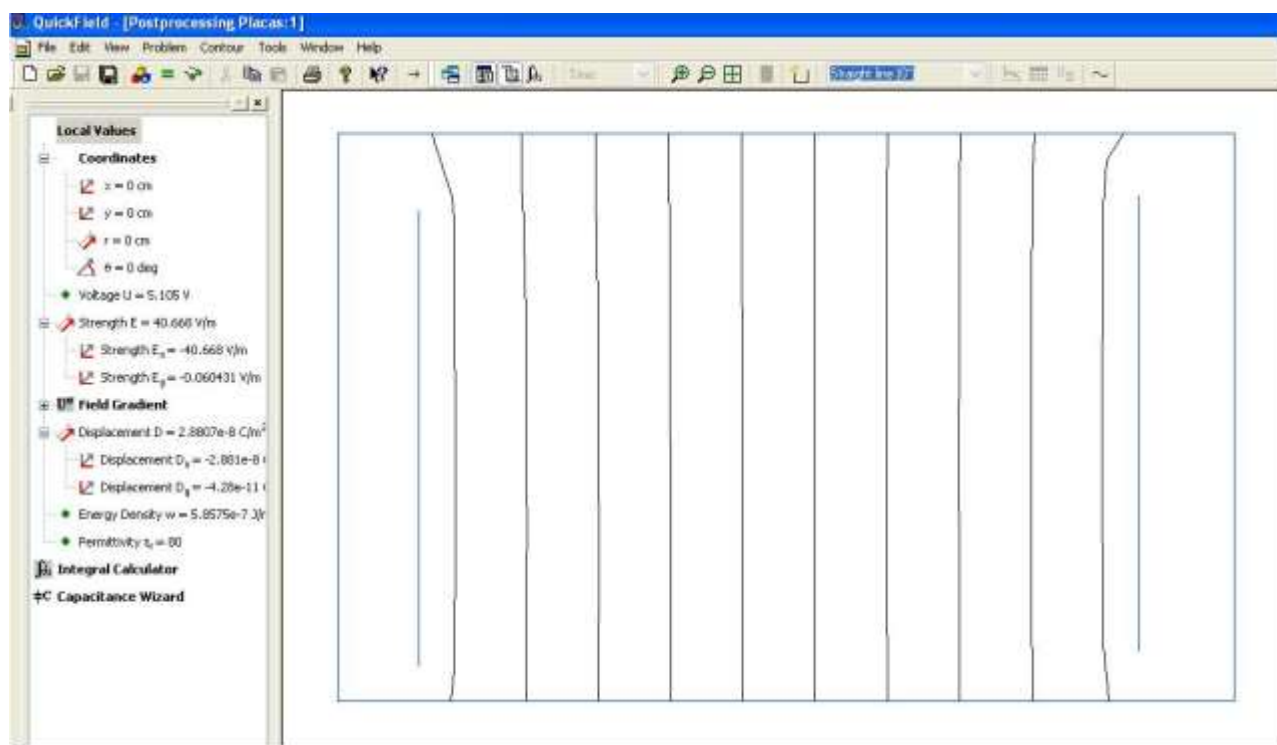
**Elaborado por:** autoría propia

Usando Excel se tabularon los valores de las coordenadas cartesianas o polares (en dependencia de la geometría) de los puntos con un mismo valor de potencial y se graficaron en diagramas de dispersión y radial.

El cálculo computarizado de las líneas equipotenciales se hizo haciendo uso del software libre QuickField versión estudiantil 6.3 (Software Quickfield Student Edition 6.3). Este es un software basado en el cálculo de elementos finitos que resulta muy sencillo de manejar por parte de los estudiantes. Inicialmente cuando se dibuja el modelo geométrico plano se usan los datos correspondientes a las dimensiones de la cubeta y la ubicación y dimensiones de los electrodos. Luego se introducen las propiedades del agua como medio que llena la cubeta y los valores de la diferencia de potencial entre los electrodos. De esta manera se están realizando los cálculos para las mismas condiciones que cuando se realizaron las mediciones experimentales del potencial.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

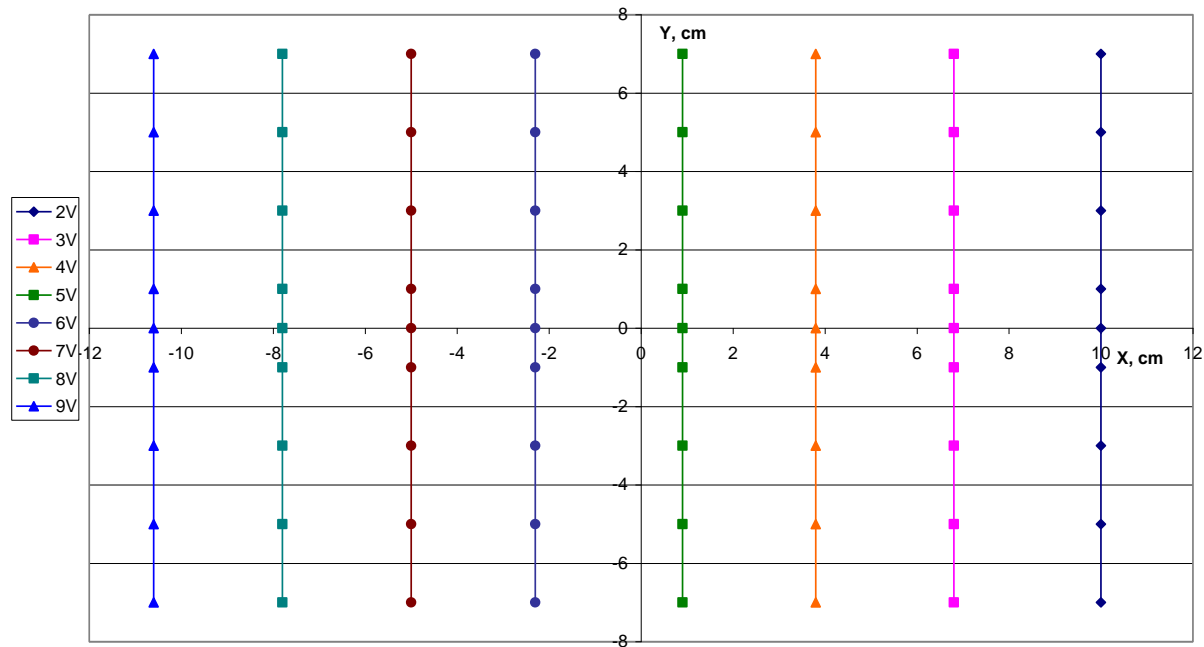
El aspecto de las líneas equipotenciales obtenidas por ambos métodos es muy similar tal y como se puede observar en las figuras 2-7.



**FIGURA 2.** Aspecto de las líneas equipotenciales para electrodos planos y valores locales para el centro de la cubeta obtenidas con el uso del QuickField.

**Fuente:** datos de la investigación

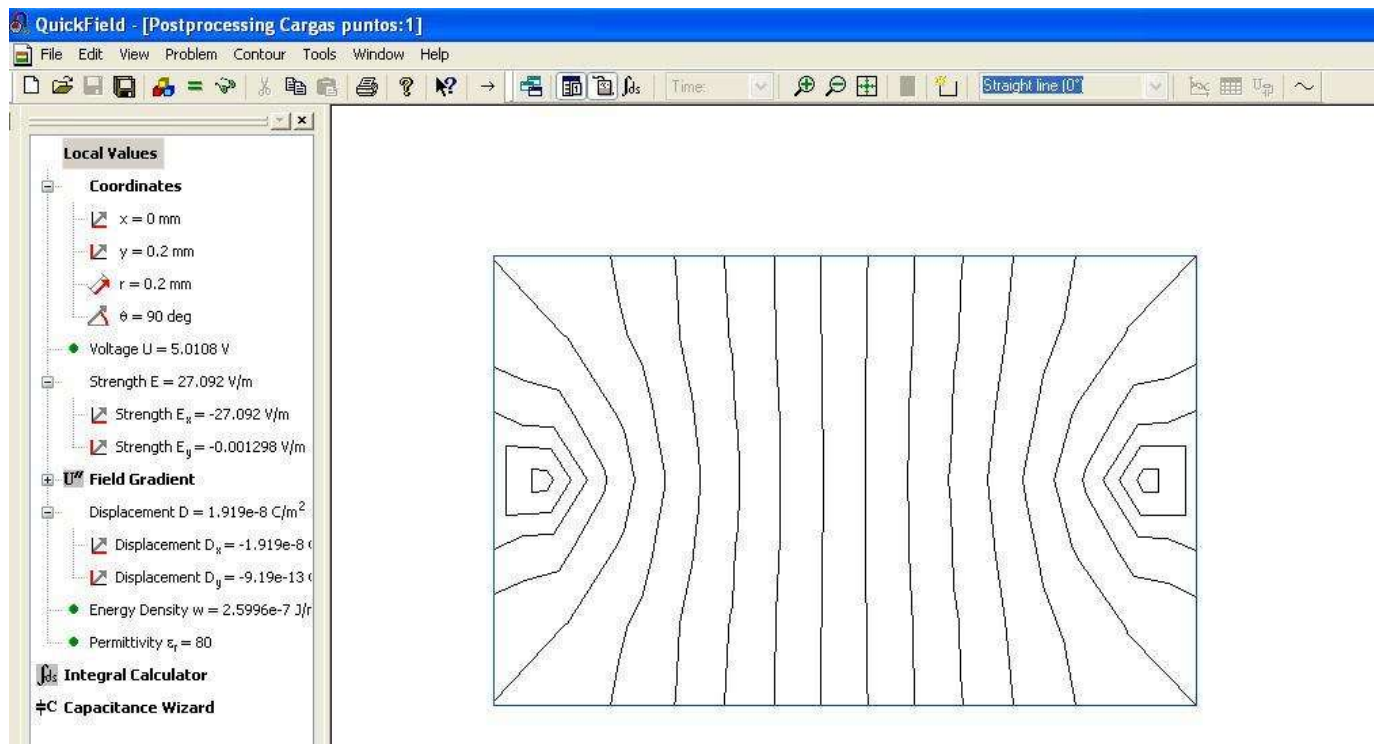
**Elaborado por:** autoría propia

**Electrodos planos**

**FIGURA 3.** Aspecto de las líneas equipotenciales para electrodos planos construidas partiendo de valores experimentales.

**Fuente:** datos de la investigación

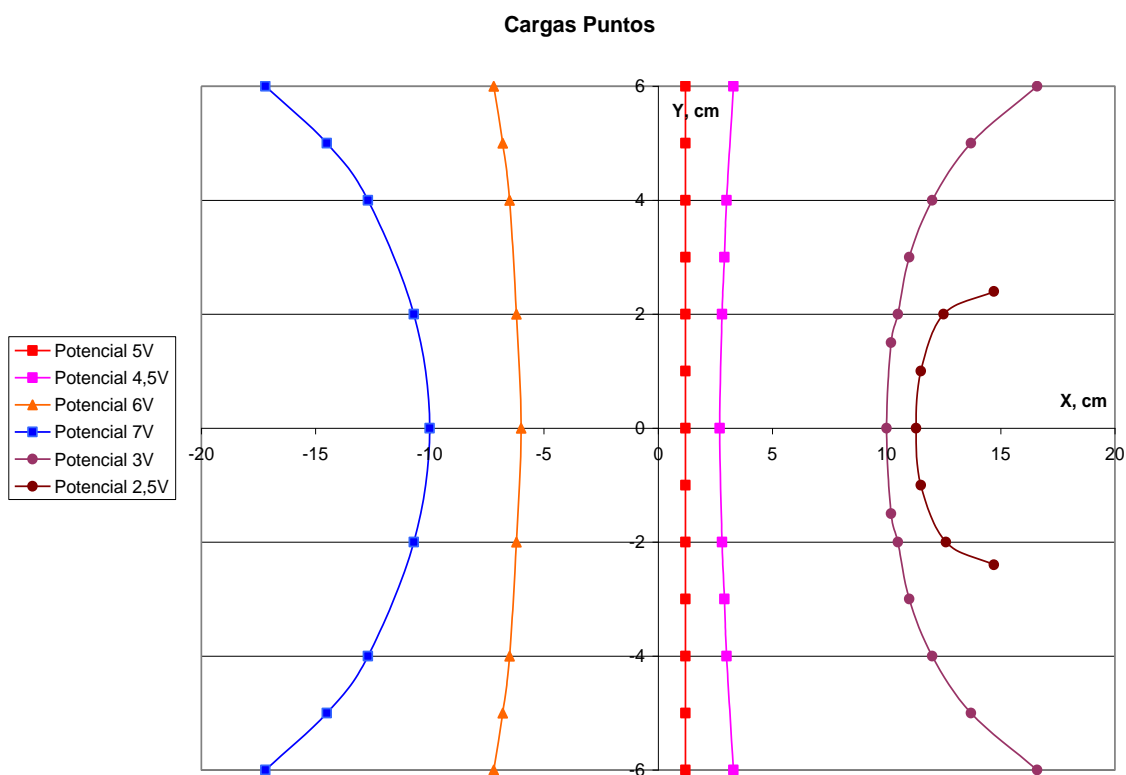
**Elaborado por:** autoría propia



**FIGURA 4.** Aspecto de las líneas equipotenciales para electrodos puntuales y valores locales para un punto cercano al centro de la cubeta obtenidas con el uso del QuickField.

**Fuente:** datos de la investigación

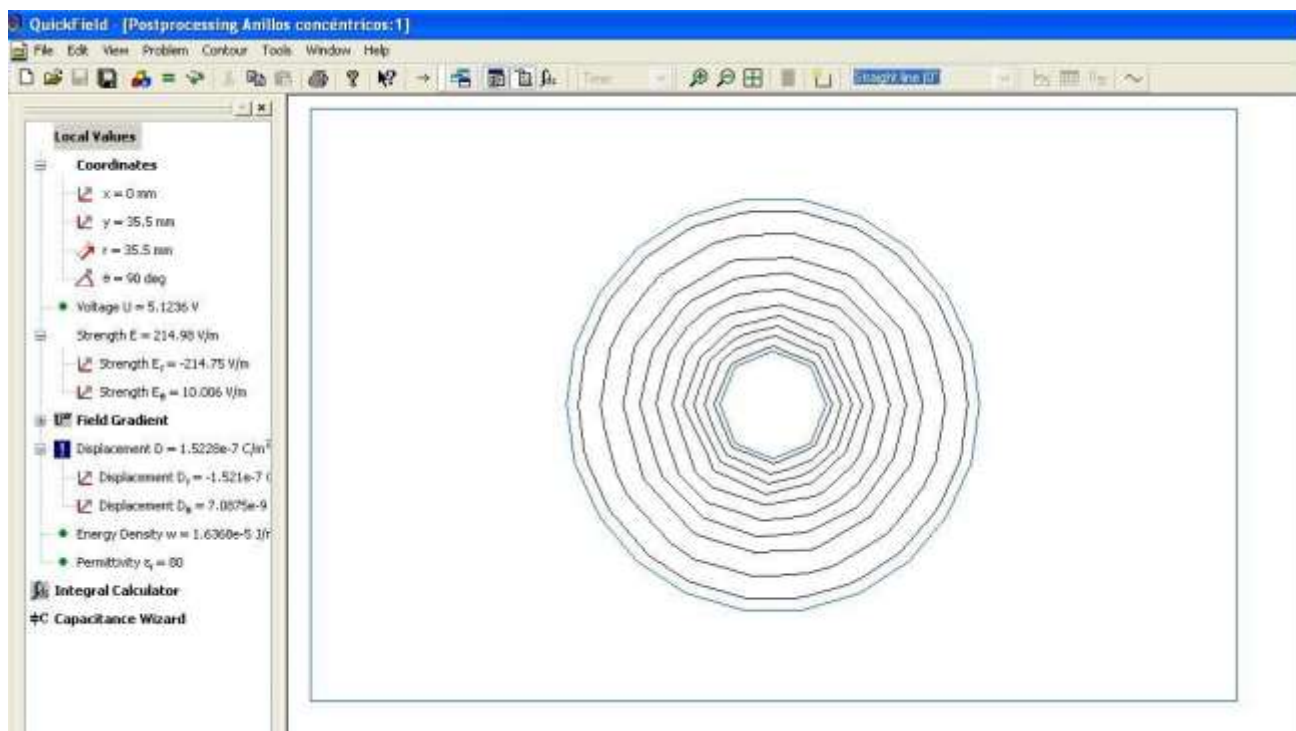
**Elaborado por:** autoría propia



**FIGURA 5.** Aspecto de las líneas equipotenciales para electrodos puntuales construidas partiendo de valores experimentales.

**Fuente:** datos de la investigación

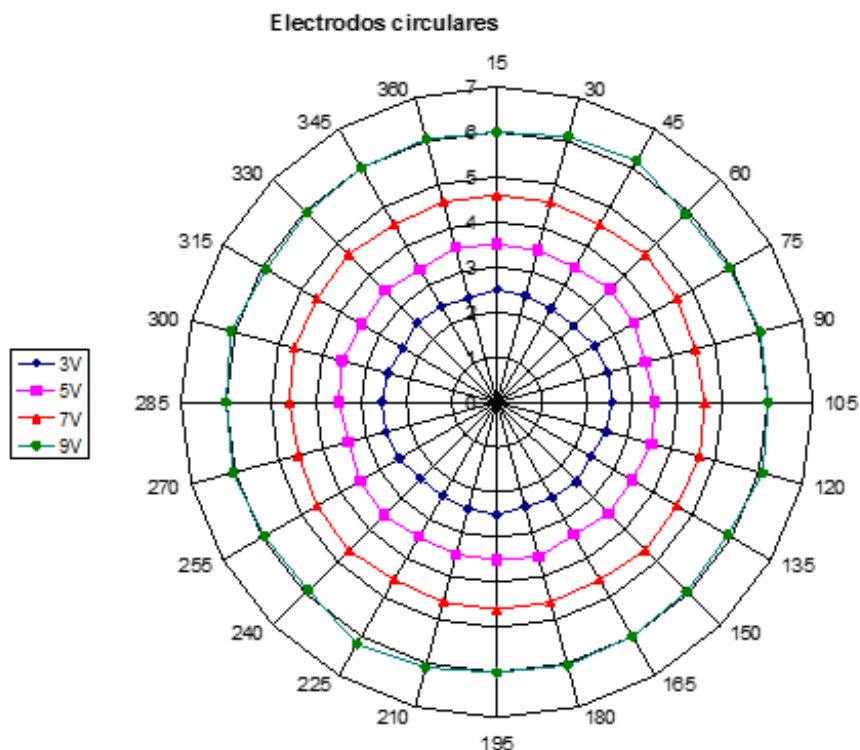
**Elaborado por:** autoría propia



**FIGURA 6.** Aspecto de las líneas equipotenciales para electrodos circulares y valores locales para un punto entre los dos electrodos obtenidas con el uso del QuickField.

**Fuente:** datos de la investigación

**Elaborado por:** autoría propia

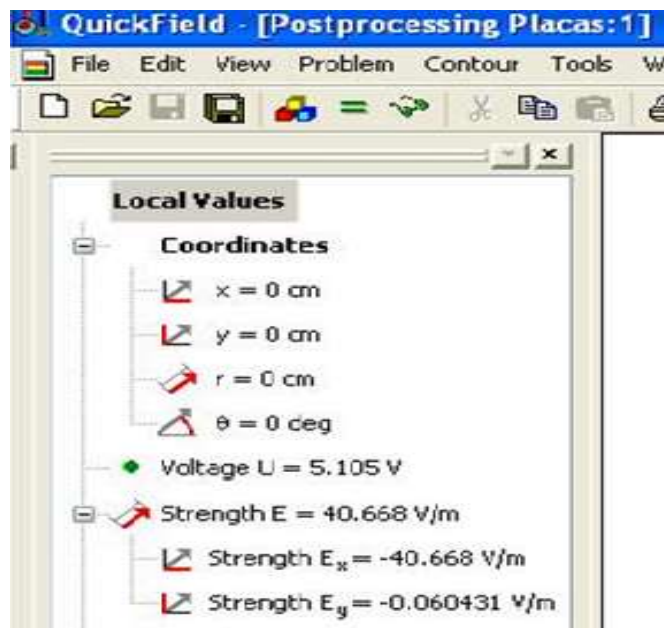


**FIGURA 7.** Aspecto de las líneas equipotenciales para electrodos circulares construidas partiendo de valores experimentales.

**Fuente:** datos de la investigación

**Elaborado por:** autoría propia

El software QuickField tiene muchas facilidades para razonar con los estudiantes situaciones diversas que resultan de interés. Una de estas facilidades es la obtención de valores locales del potencial, la magnitud del vector intensidad de campo eléctrico (o del vector desplazamiento eléctrico) y de sus componentes. A manera de ilustración en la figura 8 se muestran los resultados de los valores locales para el centro de la cubeta en el caso de los electrodos de geometría plana.



**FIGURA 8.** Valores locales del potencial y el campo eléctrico para el centro de la cubeta con electrodos planos obtenidos con el uso del QuickField.

**Fuente:** datos de la investigación

**Elaborado por:** autoría propia

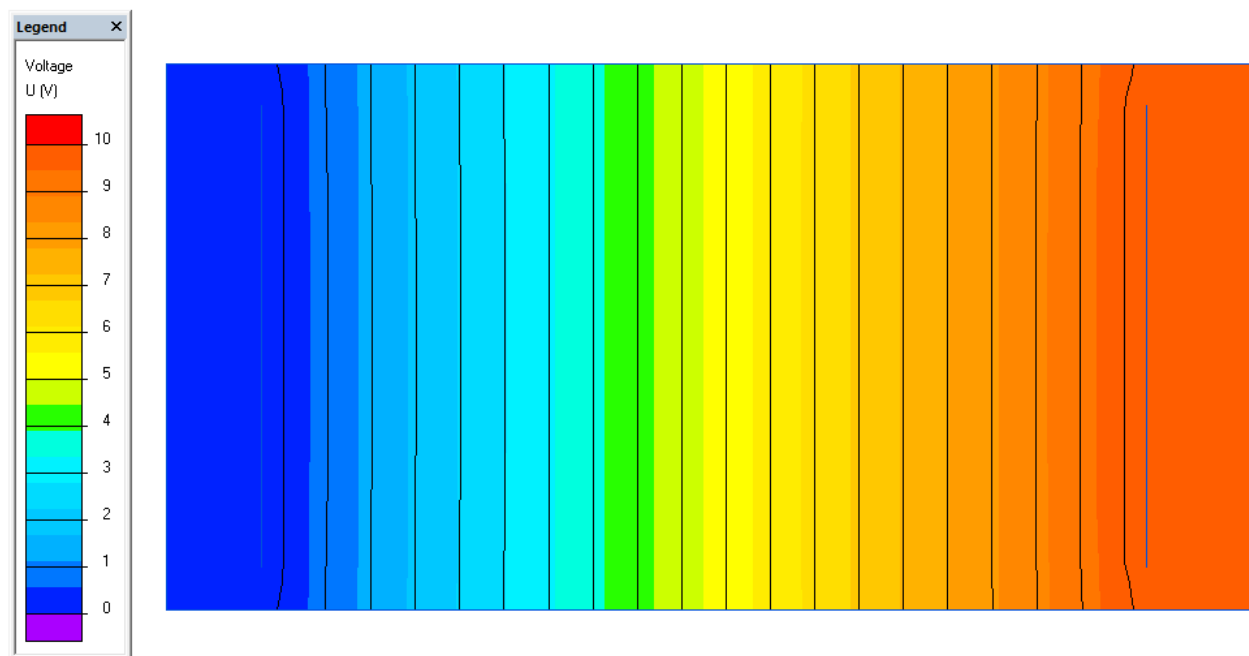
En el montaje real los electrodos no quedaban simétricamente ubicados respecto al centro de la cubeta, ni en la posición horizontal, ni en la vertical. Al mostrar el resultado de los cálculos esto se refleja en el valor del potencial mostrado para el centro de la cubeta con coordenadas (0,0) que no es 5,0 V, como era de esperar si la diferencia de potencial era de 10V y los electrodos estuvieran simétricamente ubicados. El valor es 5.105 V, superior porque el electrodo de la derecha (conectado al borne positivo de la fuente) está más próximo del centro que el de la izquierda. También el vector intensidad de campo electrostático E tiene componente vertical ( $E_y$ ) en este caso hacia abajo, producto de que el electrodo de la derecha está ligeramente por encima del de la izquierda. Si estuvieran al mismo nivel esta componente valdría cero en este punto.

Podemos representar los potenciales en un diagrama de colores con su leyenda como en la figura 9. Al discutir los resultados obtenidos con los cálculos utilizando el QuickField tenemos la posibilidad de destacar la relación entre la dirección de las líneas de fuerza del vector intensidad de campo eléctrico y las líneas equipotenciales y los estudiantes pueden verificar

la condición de que estas son perpendiculares a las líneas equipotenciales (ver las figuras 10-12).

Por último, consideramos esta modalidad de realización de la práctica mucho más conveniente que combinar la práctica real con alguna virtual por cuanto en este caso ambas modalidades inciden sobre los mismos aspectos de los contenidos específicos (Bonnin *et al.*, 2013, p. 669), (Rodríguez *et al.*, 2013, p.181), (Rodríguez, Llovera, 2015, p. 2402-1). Sin embargo, con nuestro tratamiento se puede además contribuir a una nueva habilidad profesional que es la relacionada con los procesos de simulación y modelado con el uso de cálculos computarizados o programas de computación y la contrastación de los resultados obtenidos con mediciones de las magnitudes de forma experimental. Los trabajos de Alzugaray (2020, p. 91) y Aysheshim (2015, p. 2402-1) están enfocados en este mismo sentido.

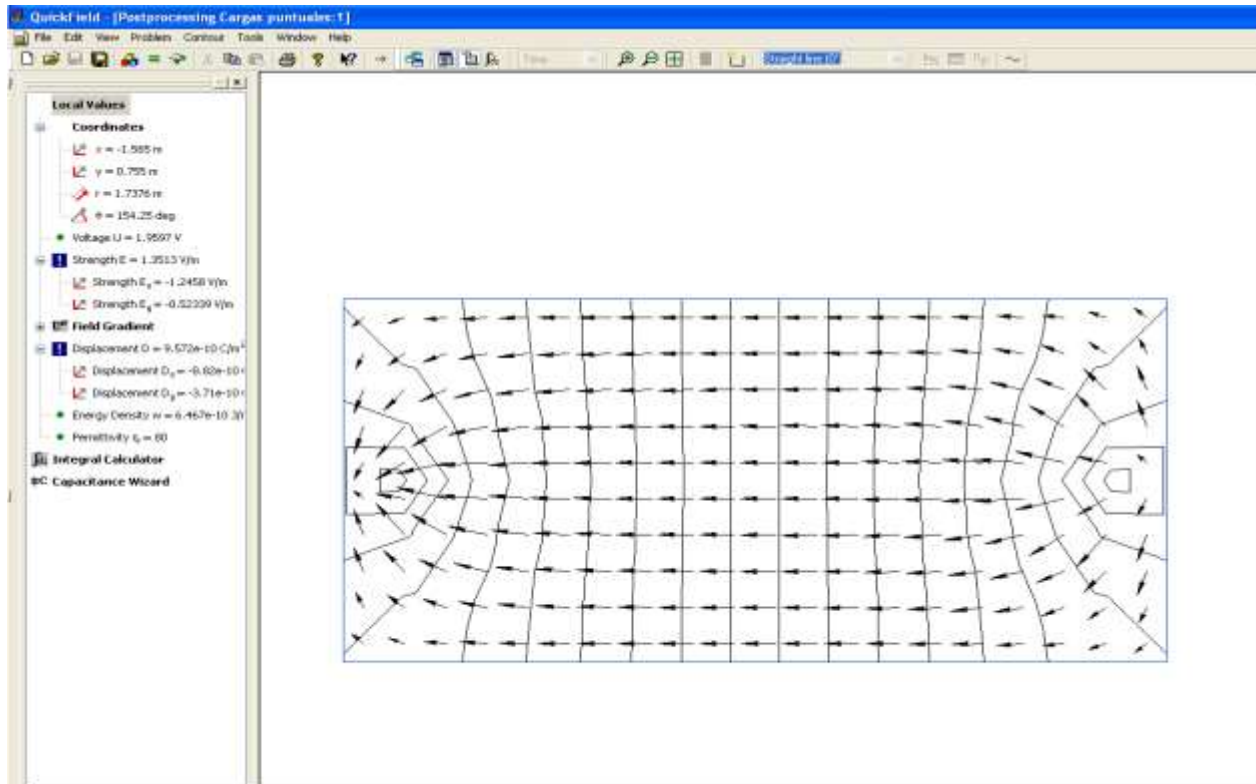
1



**FIGURA 9.** Aspecto de las líneas equipotenciales para electrodos planos y diagrama de colores para los valores con su leyenda obtenidas con el uso del QuickField.

**Fuente:** datos de la investigación

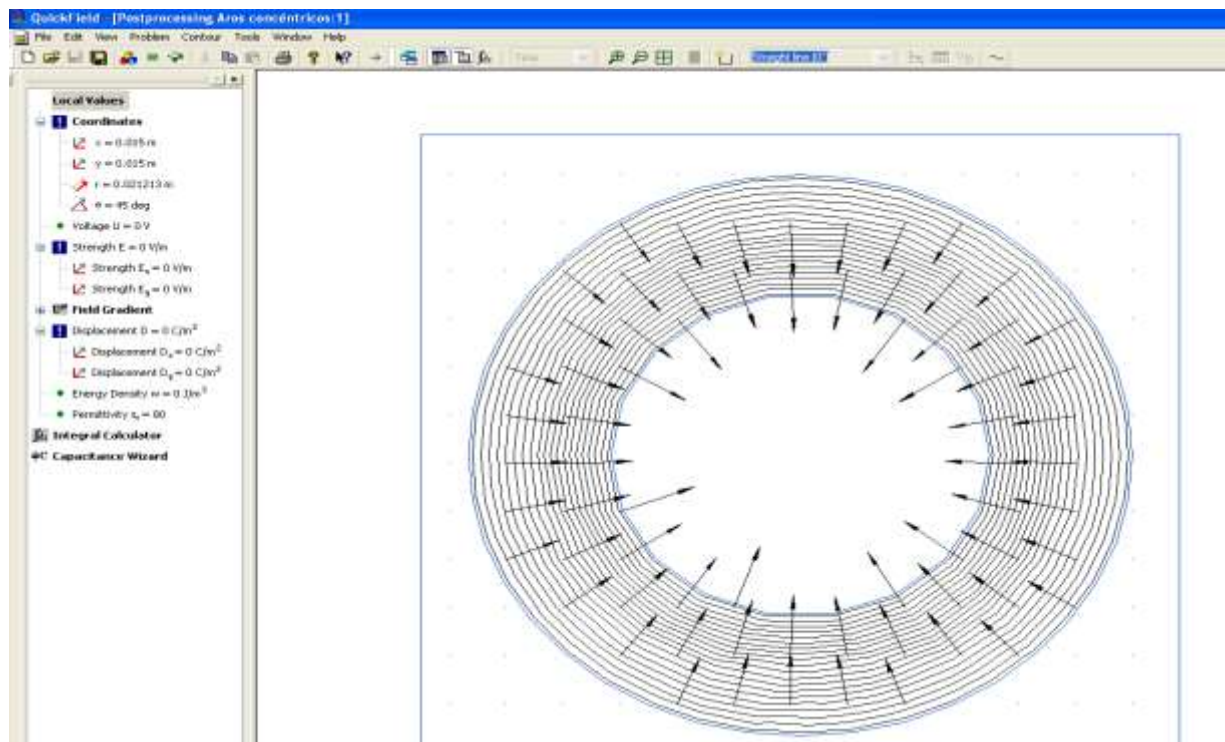
**Elaborado por:** autoría propia



**FIGURA 10.** Líneas de fuerza del campo eléctrico para dos electrodos puntuales y valores locales del mismo obtenidos con el uso del QuickField.

**Fuente:** datos de la investigación

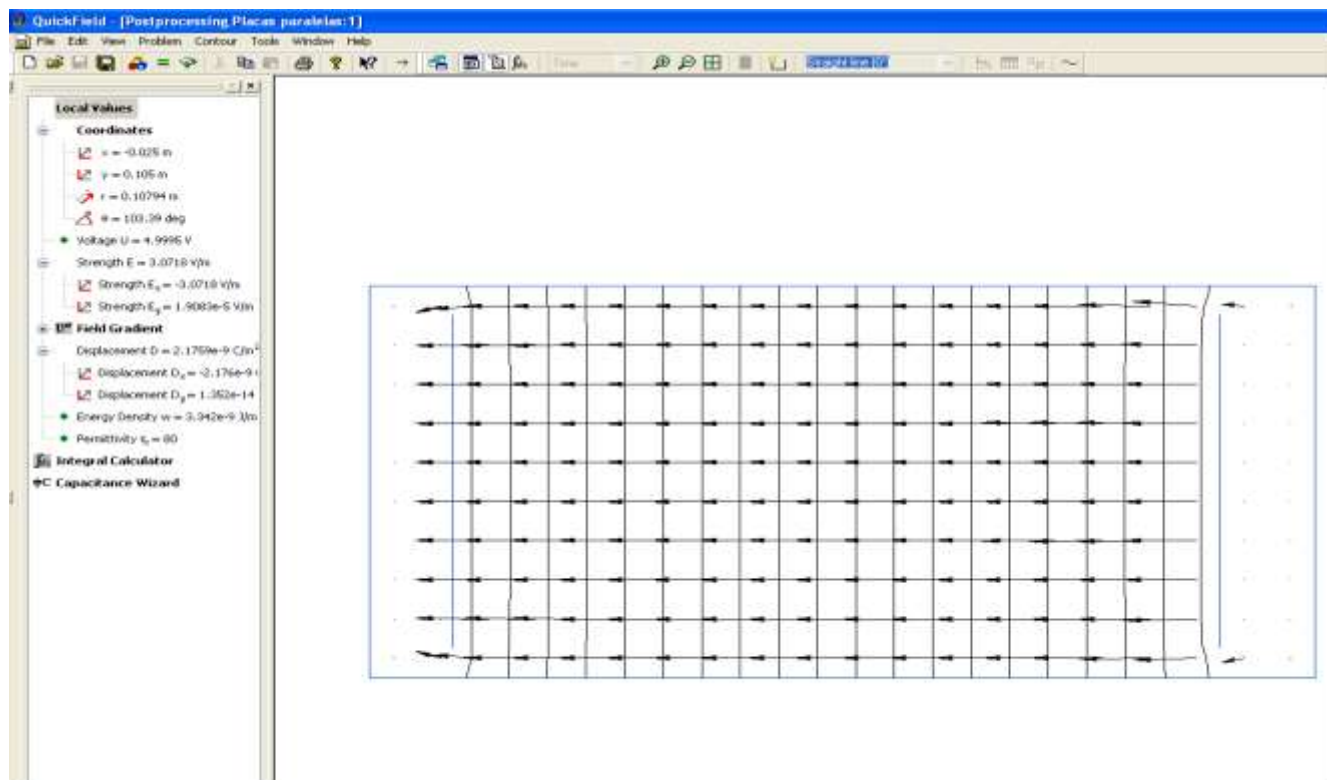
**Elaborado por:** autoría propia



**FIGURA 11.** Líneas de fuerza del campo eléctrico para dos electrodos circulares y valores locales del mismo obtenidos con el uso del QuickField.

**Fuente:** datos de la investigación

**Elaborado por:** autoría propia



**FIGURA 12.** Líneas de fuerza del campo eléctrico para dos electrodos planos y valores locales del mismo obtenidos con el uso del QuickField.

**Fuente:** datos de la investigación

**Elaborado por:** autoría propia



Como puede apreciarse la práctica de laboratorio en la modalidad propuesta resulta mucho más atractiva para los estudiantes. El hecho de que ellos puedan comparar directamente el resultado de las mediciones del potencial y las curvas construidas con los mismos con las correspondientes a los cálculos realizados con ayuda del programa QuickField le confiere un mayor grado de veracidad y objetividad a la práctica e inspira confianza en la teoría presentada para la descripción de los fenómenos electrostáticos. A esto se añade la preferencia de los jóvenes por la computación y su uso en las más disímiles esferas de trabajo. Finalmente, nuestros estudiantes pueden quedar motivados para usar el QuickField en otros ámbitos además del Electromagnetismo como lo son la resistencia de materiales y la transferencia de calor.

## CONCLUSIONES.

El aspecto de las líneas equipotenciales obtenidas por ambos métodos es similar.

Es posible explotar las facilidades del software para reafirmar en los estudiantes los conceptos de potencial eléctrico, vector intensidad de campo electrostático y la relación entre ellos vinculados directamente con el tema de esta práctica.

Este primer acercamiento al QuickField puede dejarlos motivados para que lo sigan empleando y los docentes tendrán la oportunidad de seguir explotando todas sus potencialidades al abordar otros temas de la Electroestática o del Electromagnetismo en general y en futuro a otros campos como el de la resistencia de materiales o la transferencia de calor.

La práctica permite vincular a los estudiantes con el procedimiento de simulación o modelado de situaciones físicas y su contrastación con valores experimentales, lo cual los acompañará en su futura actividad profesional.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alzugaray Gloria E., Massa Marta B., Moreira Marco A. (2020). La potencialidad de las simulaciones de campo eléctrico desde la perspectiva de la teoría de los campos conceptuales de Vergnaud. *Latin American Journal of Physics Education*, 8(1), 91–99.

Aysheshim Mengistu, Gebregziabher Kahsay. (2015). The effect of computer simulation used as a teaching aid in students' understanding in learning the concepts of electric fields and electric forces. *Latin American Journal of Physics Education*, 9(2), 2402–1 – 2402–8.

Bonnin Garcés A., Fariñas Piña B., Rodríguez Llerena A., Llovera González J.J. (2013). Simulaciones virtuales como complemento de las clases y los laboratorios de Física. Ejemplos en la carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones y Electrónica. *Latin American Journal of Physics Education*, 7(4), 669–673.

Castaño Arturo, Rey Cesar, Mendivil Andrés, Expucchi José, Rodríguez Abel U. (n.d.) Trabajo de Laboratorio No 2: Potencial Eléctrico Mapa de Campo Eléctrico. Cátedra de Física III, Facultad de Ingeniería Universidad Nacional del Nordeste, Argentina. Recuperado de

<http://ing.unne.edu.ar/pub/fisica3/170308/lab/tpn2.pdf>

Colectivo de Autores. (n.d.) Líneas equipotenciales. Departamento de Física, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad Tecnológica de Pereira. Recuperado de

<http://media.utp.edu.co/facultad-ciencias-basicas/archivos/contenidos-departamento-de-fisica/guia-lineas-equipotenciales.pdf>

Reyes Aldasoro Constantino, Salcedo González Ante, Carrillo Valderrábano Fernando. (n.d.) Práctica 2. Superficies equipotenciales y campo eléctrico. Manual de experimentos de electromagnetismo. Laboratorio de Ondas Guiadas, Departamento de Sistemas Digitales. ITAM. Recuperado de <http://allman.rhon.itam.mx/~creyes/apuntes/manualem.pdf>

Rodríguez Llerena Áurea D., Llovera González Juan J. (2010). Estudio comparativo de las potencialidades didácticas de las simulaciones virtuales y de los experimentos reales en la enseñanza de la Física General para estudiantes universitarios de ciencias técnicas. *Latin American Journal of Physics Education*, 4(1), 181–187.



Rodríguez Llerena Áurea D., Llovera González Juan J. (2015). Estrategias de enseñanza en el laboratorio docente de Física para estudiantes de ingeniería. *Latin American Journal of Physics Education*, 9(2), 2402-1 – 2402-8.

Software QuickField. (Student Edition 6.3). Tera Analysis. Recuperado de <http://www.quickfield.com>

Velasco A.M., Soler J.P., Botina O.A. (n.d.) Líneas equipotenciales. Departamento de Física, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de [http://www.fisica.ru/dfmg/teacher/archivos/Lineas Equipotenciales.pdf](http://www.fisica.ru/dfmg/teacher/archivos/Lineas_Equipotenciales.pdf)