

REPRESENTACIONES DE CAMPOS Y POTENCIALES ELÉCTRICOS PARA SIMETRÍAS RADIALES

Nieves Noemí Baade, Fabiana Prodanoff

Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Ingeniería. Departamento de Fisicomatemática. IMApEC
1 y 47. 1900. La Plata. Argentina. nbaade@volta.ing.unlp.edu.ar

RESUMEN

La decisión a la que deben enfrentarse los docentes al momento de planificarse su actividad conlleva la tarea de decidir el material a utilizar para propiciar una correcta transferencia del conocimiento.

Esto implica que verificar que los alumnos tengan las competencias necesarias para comprender y manipular dicho elemento.

Si bien, rápidamente se piensan en situaciones problemáticas de lápiz y papel, estas no deben presentar dificultades matemáticas que superen la capacidad del alumno y, además, no enmascaren el concepto a transferir.

Si se piensa en actividades para realizar con el uso de la informática, no debe presumirse que todos los alumnos conozcan esta herramienta de trabajo.

Pensando en lo anterior es que se presenta en este trabajo el desarrollo de una guía didáctica para trabajar con un programa de cálculo el tema Ley de Gauss.

Palabras claves: guía didáctica, informática, Ley de Gauss.

INTRODUCCIÓN

En el marco del proyecto CyTalfa, durante la estadía en la Universidade do Vale do Rio Dos Sinos, Sao Leopoldo, Brasil y de la UID IMApEC se desarrolló una guía didáctica utilizando un programa de calculo, con la finalidad de facilitar el cálculo de campos electrostáticos mediante la Ley de Gauss y el cálculo de potenciales eléctricos, que habitualmente, por su complejidad en el cálculo y representación gráfica no son abordadas en el aula por falta de tiempo.

Pero para hacer uso de los programas de calculo el alumno tenia que conocer el lenguaje del mismo y desarrollar los archivos para cada situación en particular.

Con el fin de salvar esta nueva dificultad hemos realizado una aplicación del programa comercial Mathematica con el uso de unos **botones** que permiten que el alumno, menos entrenado, solo se aboque al problema fisico.

El proyecto mencionado tiene por objetivo no sólo la elaboración del material didáctico utilizando programas de cálculo, simulaciones, páginas WEB y todo producto tecnológico vinculado con la informática, sino también su implementación en el aula, acompañada por las evaluaciones correspondientes tanto del material como de su efectividad.

Teniendo presente lo antes dicho, en este trabajo sólo se presenta la primera etapa, la generación del material, la segunda etapa consistirá en la aplicación en el aula con la elaboración del instrumento que permita su evaluación.

Si bien en una lectura rápida, pareciera que el cálculo del campo a través de la Ley de Gauss y el cálculo de potencial no presenta mayores inconvenientes, la investigación en el aula muestra que muy por el contrario hay una serie de dificultades en los alumnos para comprender integralmente qué se esta calculando y bajo qué condiciones.

Lo mismo ocurre con el cálculo del potencial electrostático que dejaremos para una próxima discusión.

LAS SITUACIONES A DISCUTIR

Cuando se realiza la transposición didáctica se tiene en cuenta, como elemento de partida, los errores que comúnmente comenten los alumnos en el tema a desarrollar identificado en cursos anteriores. Para comprobar el nivel de aprendizaje se realizan evaluaciones puntuales que permiten ir ajustando las propuestas didácticas para la realimentación del proceso de enseñanza aprendizaje.

En particular, en este trabajo solo se pretende salvar las dificultades concernientes al cálculo y el posterior análisis de los resultados gráficos obtenidos. Siempre teniendo en cuenta la problemática de enseñar más en tiempos cada vez más reducidos para la asignatura Física en las carreras de Ingeniería, pudiendo abordar situaciones más complejas que de otra forma no podrían discutirse.

Como es sabido la Ley de Gauss es una de las leyes que rige el electromagnetismo, es una ley de flujo que nos indica cuáles son las fuentes del campo. Además, es una herramienta que nos permite calcular los campos en situaciones en las cuales la distribución de carga es simétrica.

Aquí se va a utilizar para calcular el campo de distribuciones de cargas que permiten predecir un campo radial en el espacio, como son los casos de esferas y alambres o cilindros infinitos, cargados. Estas configuraciones son tales que, por su simetría, nos permiten elegir superficies gaussianas esféricas o cilíndricas donde, sobre las mismas, el campo es constante, por lo que el cálculo del flujo eléctrico se reduce a hallar las áreas de esferas y cilindros y permite obtener el valor del campo en función de la carga encerrada

USO DE TECNOLOGÍAS EN EL AULA

Actualmente nadie discute que la informática ha invadido, casi sin permiso, las aulas. Lo que queda por discutir es como debe utilizarse con el fin de que mejore el proceso de enseñanza aprendizaje.

Es por ello, que estamos trabajando en la generación de material de aplicación y en la medición de su impacto, teniendo presente que el uso de la informática nos permita profundizar en los contenidos físicos.

Como docentes investigadores nos encontramos abocados a la generación y aplicación de innovaciones sobre temas puntuales en el aula. La idea final es la de llegar a crear un paquete completo de experiencias que nos permita hacer un cambio integral en la forma de dictar los cursos, siempre respetando la idiosincrasia de nuestros alumnos.

Los alumnos que actualmente llegan a nuestra facultad no tienen la cultura del estudio, es por ello que al enfrentarlos a situaciones muy complicadas se desalientan rápidamente. Una posible solución a esta realidad sería resolver situaciones sencillas con lápiz y papel y las más complicadas mediatizarlas a través de una interfase amigable que los incentive al estudio, es esta la tentativa del material.

Al proponer la utilización de un material de multimedia no se pretende que su utilización promueva sólo un estudio sistemático y automático sino, muy por el contrario, se quiere que el mismo genere tiempos de reflexión y discusión. Tarea no fácil ya que se deben generar espacios dentro de una curricula extensa y con pocas horas de desarrollo presencial. Es así que estamos trabajando en un cambio profundo en el desarrollo de la cursada que nos permita trabajar en la construcción de un paquete cerrado, compacto y consistente que genere los espacios faltantes actualmente.

EN QUE CONSISTE EL MATERIAL

Lo que se pretende es enfrentar al alumno con situaciones problemáticas, que se resuelven a través de la Ley de Gauss, pero con un grado de dificultad mayor a lo que habitualmente se realizan en clase. Para ello se utiliza el programa Mathematica para calcular y graficar los campos electrostáticos y potenciales en función de la posición, permitiendo un estudio más profundo a través del análisis de las gráficas.

Teniendo en cuenta lo anterior, el material que se desarrollo tiene las bondades de:

- a) Estudiar distribuciones volumétricas de cargas complejas.
- b) Analizar gráficamente el comportamiento del potencial electrostático en las diferentes zonas donde el campo electrostático es diferente, mostrando la continuidad de la función.
- c) Dedicar más tiempo al análisis del resultado obtenido que a la resolución de integrales complicadas.
- d) Permitir el trabajo con integrales numéricas, es decir se integran funciones cuyas primitivas no son conocidas.
- e) El alumno no necesita conocer el lenguaje de programación del Mathematica.

Respecto a este ultimo punto fue que el material desarrollado utilizo una herramienta del programa Mathematica que consiste en el uso de “botones” que permiten en forma muy sencilla y rápida el cambio de las funciones con las que se esta trabajando, sin que halla que realizar una nueva programación.

Hace un largo tiempo que trabajamos con este programa, en los comienzos debimos editar un apunte para que los alumnos aprendieran los comandos básicos para poder realizar las graficas. Aunque la experiencia fue buena, complicaba ya que muchos alumnos no tenían (y aun no tienen) un buen manejo de la computadora.

El uso de estos “botones” implica un adelanto importante para el trabajo áulico, mejora la eficiencia de este programa pero no las falencias que tienen los alumnos en el manejo de las computadoras. No debe confundirse el chateo, navegación y uso de utilitarios con ser buenos usuarios de la informática.

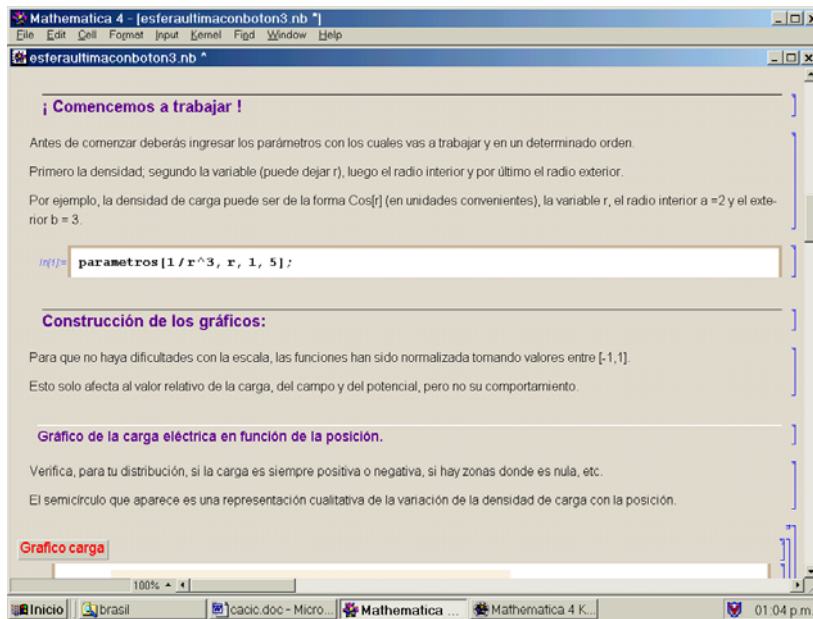
El paquete que se desarrollo modeliza una esfera de radio interior a y radio exterior b , con una densidad de carga volumétrica que es una función del radio r . Dependiendo del valor del radio interno, se puede trazar una esfera no conductora o un casquete no conductor, como también esferas conductoras según sea la distribución de cargas.

Se grafica el campo y el potencial electrostático para diferentes distribuciones y se los compara con los mismos gráficos para una carga puntual cuyo valor coincide con el de la carga total del problema, permitiendo que el alumno por si solo compruebe la coincidencia de ambos para valores de r mayores que el radio exterior de la esfera.

Situación Problemática:

Se tiene una esfera hueca de radio interno 1 unidades y radio externo 5 unidades cuya densidad de carga volumétrica es $Cte \frac{1}{r^3}$, en unidades convenientes. Hallar, gráficamente la distribución de carga, el campo eléctrico y el potencial eléctrico.

El alumno debe introducir solamente la distribución de carga, en el lugar donde se le indica.



Luego apretando el botón de la gráfica correspondiente, se obtendrán las respuestas buscadas. Esto se puede observar en la figura 1 que representa como se distribuye la carga, en función de r, las figuras 2 y 3 representan el campo y el potencial electrostático, respectivamente para la misma distribución. Con línea punteada marrón, en ambas figuras esta superpuesto el valor del campo o del potencial, según corresponda, de una carga puntual de igual valor que la carga neta de la esfera anterior.

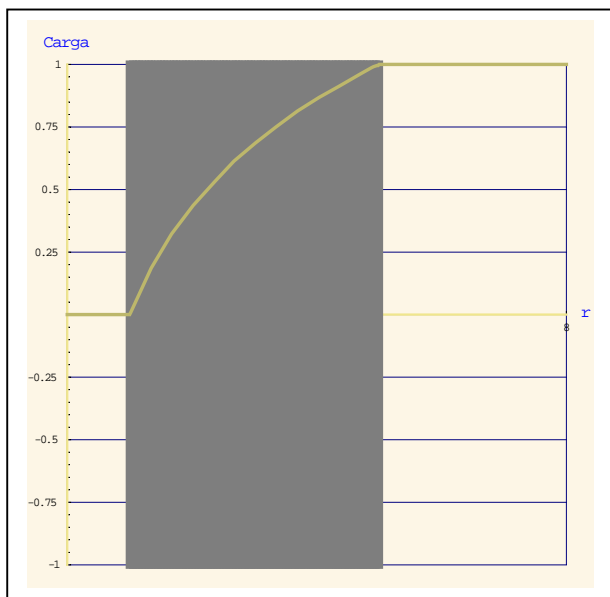


Fig. 1: Gráfico de la carga en función de la posición para una distribución de carga $\frac{1}{r^3}$

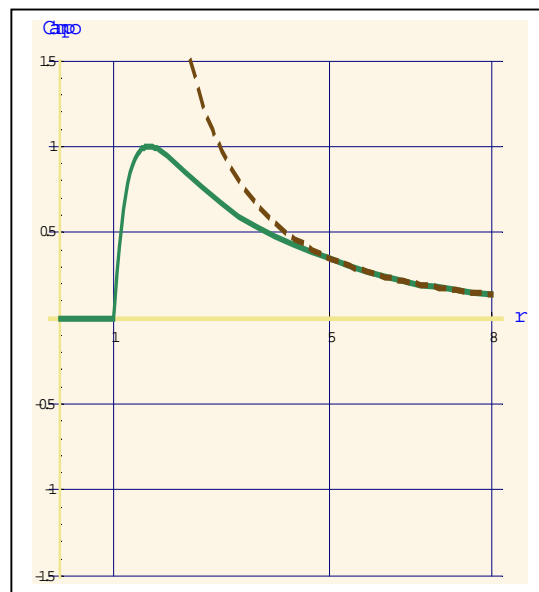


Fig. 2: Gráfico del campo eléctrico en función de la posición para una distribución de carga $\frac{1}{r^3}$

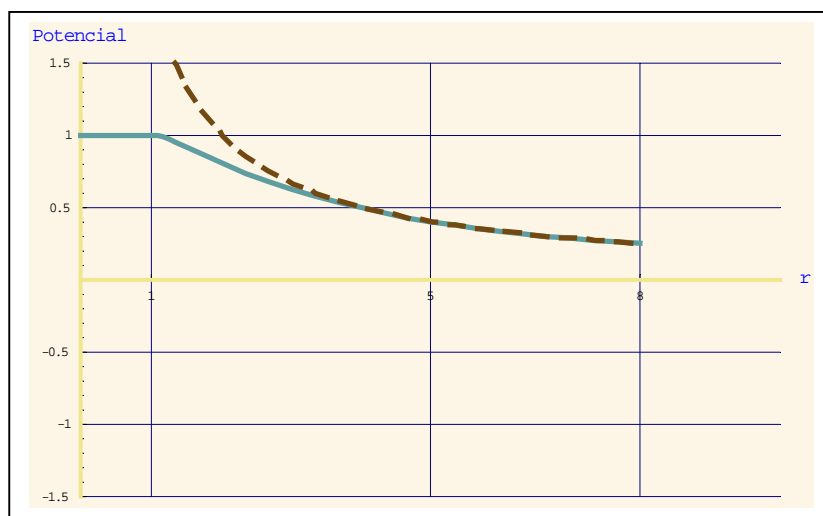


Fig. 3: Gráfico del potencial en función de la posición para una distribución de carga $\frac{1}{r^3}$

Los temas que podrían discutirse con los alumnos serían por ejemplo, coincidencia de los valores del campo y potencial electrostático para la carga puntual cuando r es muy grande; observar como en el interior de la esfera el campo eléctrico es cero y el potencial toma un valor constante distinto de cero; donde piensan que debiera ubicarse el referencial para el calculo del potencial.

Del mismo modo en que se ha trabajado con una esfera cuya distribución de carga varía con r , se podría trabajar con cilindros infinitos que también presentar una distribución radial de la carga.

Como podría ser el caso de un cilindro de radio interior 3 unidades y exterior 4 unidades, que presenta una distribución e^{r^2} .

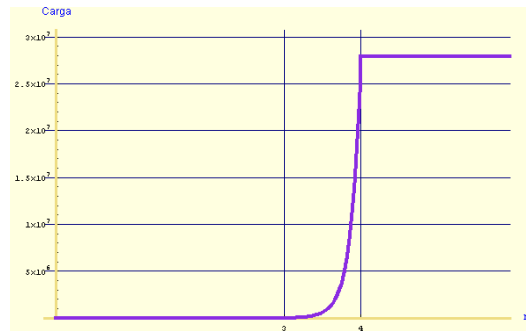


Fig. 4: Gráfico de la carga en función de la posición para un cilindro cuya distribución de carga es e^{r^2}

En el caso de distribuciones cilíndricas, los campos y potenciales fuera del cilindro son comparados con distribución lineales de carga de manera que la carga de la línea coincide con la carga total del cilindro, este tema se discutiría con los alumnos como en el caso de las esferas, entre otros. Esto se puede observar en las figuras 5 y 6, siendo la línea punteada el campo o el potencial para la línea infinita de carga.

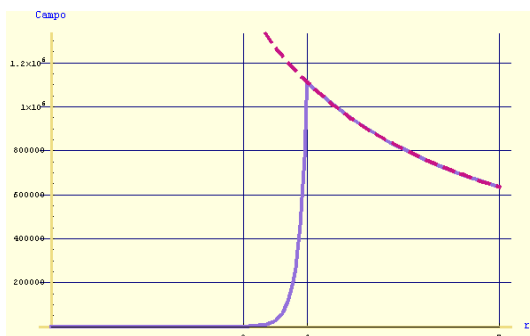


Fig. 5: Gráfico del campo en función de la posición para un cilindro cuya distribución de carga es e^{r^2}

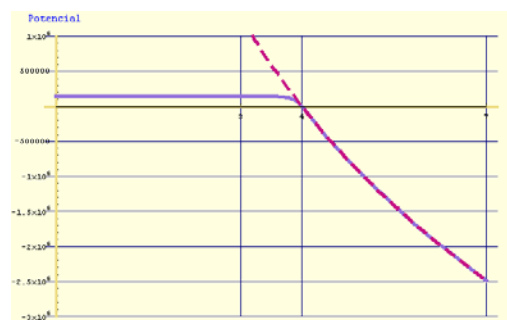


Fig. 6: Gráfico del potencial en función de la posición para un cilindro cuya distribución de carga es e^{r^2}

CONCLUSIÓN

La incorporación de esta tecnología contribuirá a que los alumnos abocados la tarea de aprender Física, no se dispersen con las dificultades matemáticas que aparecen habitualmente en las situaciones problemáticas planteadas.

Por otra parte al docente le servirá de ayuda en cursos masivos donde la relación docente-alumno no es la mas adecuada. También cabe destacar que este material se encontraría disponible para estudiar fuera de los horarios de Cátedra, permitiéndole una autoevaluación con una realimentación continua. Se puede definir como un autoaprendizaje asistido que puede facilitar a los alumnos la superación de algunas etapas.

Si bien este material no se a podido aplicar en el aula aún, se ha estado trabajando con ayudantes alumnos de la Cátedra.

Ellos se han manifestado muy entusiasmados, inventando nuevas distribuciones más allá de las propuestas, buscando situaciones donde el campo se hiciera cero en el exterior, cambiando el referencial para el caso del cálculo del potencial.

BIBLIOGRAFÍA

<http://www.bib.uab.es/pub/ensenanzadelasciencias/02124521v19n3p393.pdf>

<http://colos.fcu.um.es/colos/proyectos/alfa/indice.html>

MATHEMATICA 4 Wolfram Research, Inc.

Baade N, Prodanoff.F y Bordogna C. "Cuánto más nos permite avanzar la PC en el estudio de un tema de electrostática". *Educación en Ciencias. Revista de la UNSAM, Argentina*. Vol II N5. 12-21, 1998

Baade N, Lavagna M y Prodanoff F., "Trabajando con la Ley de Gauss" Memorias, *2º Congreso Argentino de Enseñanza en Ingeniería*, 2CAEDI, San Juan, Septiembre 1998.

Prodanoff F, Quinteros M, Bordogna C y Baade N., "Integración entre las representaciones gráficas del potencial y su significado físico". *Revista Educuencias, Venezuela*. www.geocities.com/athens/agora/4128, julio 1998.