

A Transposição das Teorias Modernas e Contemporâneas para a Sala de Aula: Dualidade Onda-Partícula

BLOCO IV

Coordenador:

Prof. Dr. Maurício Pietrocola

Autor:

Prof. Ms. Guilherme Brockington

Aplicadores/Colaboradores:

Professores da Rede Pública

André Machado Rodrigues

Érika Regina Mozena

João Freitas da Silva

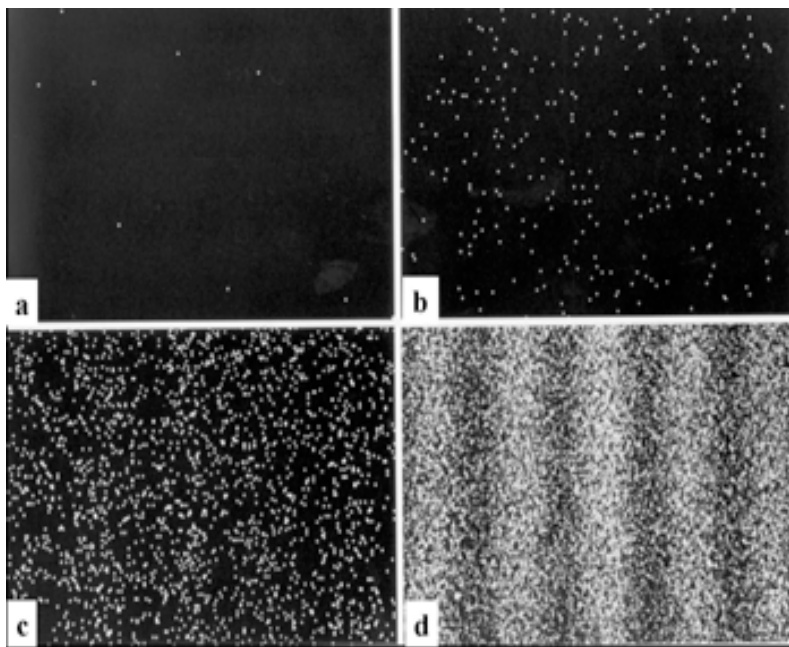
Josias Rogério Paiva

Maria Cristina P. S. de Azevedo

Wellington Batista de Souza

Iniciação Científica

Renata C. de Andrade Oliveira



São Paulo, 2007

BLOCO IV - BREVE DISCUSSÃO SOBRE CAMPOS: ELÉTRICO, MAGNÉTICO E GRAVITACIONAL

Iniciamos o estudo discutindo, a partir de uma atividade simples, o conceito de campo como agente transmissor de informação entre dois pontos. Em seguida, caracterizamos e representamos os campos elétrico, magnético e gravitacional, discutindo suas propriedades.

Objetivos gerais

Discutir a noção de campo.

Conteúdo

- campo elétrico;
- campo magnético;
- campo gravitacional.

Quadro Sintético

ATIVIDADE	MOMENTOS	TEMPO
1 – Noção de Campo	Demonstração do campo magnético como agente transmissor de informação	1 aula
	Comparação do campo elétrico com o magnético como agentes transmissores de informação	
	Relação entre os campos magnético, elétrico e gravitacional	
2 – Propriedades dos Campos	Discussão das propriedades do campo	1 aula
3 – Representação dos Campos	Representação de linhas de campo magnético (atividade prática para os alunos)	1 aula
	Comparação entre as representações elaboradas e a científica	
4 - Sistematização	Resgate das discussões através do texto	1 aula
	Resposta às questões do texto	
TOTAL DE AULAS		4 aulas

DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES**Atividade 1 - Noção de Campo**

Objetivo: Apresentar e discutir a idéia de campo como mediador das interações.

Conteúdo: Campo elétrico, magnético e gravitacional.

Recursos de Ensino: *Pêndulos Detectores de Campos (Recurso de Ensino 1).*

Dinâmica da Atividade:

- Durante a atividade incite os alunos, de modo que alguém mencione a palavra “campo”, deixando que eles manifestem suas idéias sobre campo.
- Aproveite esse momento para os alunos expressarem suas idéias e dúvidas sobre campos em geral, campo magnético da Terra etc.

- O aluno deve perceber que a informação é transmitida pelo campo. Caso insista que o ar é quem transmite a informação, colocar o pêndulo sobre a mesa e o ímã embaixo da mesa. Aproveite para discutir o fato de que a atração gravitacional ocorre no vácuo.

Atividade 2 - Propriedades dos Campos

Objetivo: Discutir as propriedades dos campos explicitando sua forma de interação com a matéria

Conteúdo: Relação da intensidade do campo com o inverso do quadrado da distância, infinitude do campo, diferentes interações provocadas pelos campos (atração ou repulsão).

Recursos de Ensino: Pêndulo de cliques para papel e ímã (**Recurso de Ensino 1**).

Dinâmica da Atividade:

- Variar a distância do pêndulo ao ímã para que os alunos percebam a mudança na intensidade da atração. Explicar a relação da intensidade do campo com a distância e sua infinitude, ou seja, que a função $1/r^2$ nunca se anula, portanto, apesar de não conseguirmos observar a interação, o campo não se anula.

DICA: O professor deve perguntar o que transmite a informação do ímã para o pêndulo. Como o pêndulo “sabe” de que lado está o ímã. Se os alunos disserem que o ar é quem transmite a informação, o pêndulo deve ser colocado sobre a mesa e o ímã embaixo e questione novamente a turma. Discutir as características do campo: diminui com a distância, atração e repulsão. Levar o aluno a perceber que no campo gravitacional só há atração.

Atividade 3 - Representação dos Campos

Objetivo: Compreender a necessidade da representação para os campos e conhecer a representação ou linguagem científica.

Conteúdo: Campo elétrico e magnético.

Recursos de Ensino: Roteiro para Atividade sobre Linhas de Campo (**Recurso de ensino 2**) e os materiais.

Dinâmica da Atividade:

- Retomar os conceitos já trabalhados: os pólos magnéticos, as cargas elétricas e a atração/repulsão entre elas.
- Propor Atividade sobre Linhas de Campo (**Recurso de ensino 2**).

Atividade 4 - Sistematização

Objetivo: Síntese do conteúdo e resoluções de questões ao final do texto.

Conteúdo: Campos elétrico, magnético e gravitacional.

Recursos de Ensino: Texto *Um Passei pelos Campos* e *Questões* do texto (**Recurso de ensino 3**).

Dinâmica da Atividade:

- Leitura e discussão do texto *Um Passei pelos Campos*.
- Resolução de discussão das questões propostas.

DICA: Cuidar para que na questão do astronauta eles proponham uma experiência e o resultado que deve ser obtido e na parte b. Também saliente que o astronauta deverá detectar a mudança.

- Depois que as questões forem respondidas o professor faz uma síntese sobre os campos elétrico, magnético e gravitacional.

Recurso de Ensino 1

PÊNDULOS DETECTORES DE CAMPOS – Demonstração Investigativa

Materiais

- fio de nylon
- 1 ímã
- 1 canudo de refresco
- 1 bolinha de isopor
- 1 bolinha ou círculo de alumínio



- clipes para papel de metal

Procedimentos

- 1 - Faça três pêndulos: um usando uma bolinha de isopor com clipes, ou algum outro metal, dentro, outro usando apenas o clipe para papel de metal e outro com uma bolinha ou círculo de alumínio. Você pode fazer um suporte para os pêndulos ou segura-los com a mão.
- 2 - Mostre o pêndulo de isopor (com o clipe dentro) e questione os alunos se ele é ou não atraído por um ímã e por um canudo eletrizado. Teste as hipóteses. Devido ao clipe interno o pêndulo será atraído pelo ímã, o que deverá surpreender os alunos e levá-los a supor a existência de algum metal ou outro ímã dentro do pêndulo. É importante que eles percebam que é impossível o ímã atrair apenas o isopor, portanto, caso os alunos não expressem essa constatação o professor deve retomar as diferenças entre o magnetismo e a eletrização.
- 3 - Mostre o pêndulo de clipe para papel e pergunte o que acontecerá quando colocarmos esse detector perto de um ímã. Teste a hipótese dos alunos e depois questione como o metal “sabe” de que lado está o ímã, ou seja, como ele “percebe” para que lado ele será atraído, e quem “informa” o clipe que tem um ímã por ali. Incite os alunos de modo que alguém mencione a palavra “campo” e deixe-o manifestar suas idéias sobre campo.
- 4 - Sistematizar esses dois momentos, explicando que o campo magnético é o responsável por transmitir essa informação e que ele está diretamente associado ao ímã.
- 5 - Agora mostre o pêndulo de alumínio, movendo-o ao redor de um canudo eletrizado e repetindo os questionamentos anteriores para que os alunos percebam as semelhanças de comportamento com os casos anteriores.
- 6 - Apresente situações que levem os alunos a discutirem o campo gravitacional.
- 7 - Finalize a experiência relacionando os três campos.

Recurso de Ensino 2

ROTEIRO PARA ATIVIDADE SOBRE LINHAS DE CAMPO

Materiais

- 2 ímãs com pólos Norte e Sul identificados
- limalha de ferro
- 1 bússola
- folha de papel sulfite



Procedimentos

- 1 - Apóie o ímã sobre a mesa, conforme cada situação. Preste atenção na disposição dos pólos do ímã. Em seguida, coloque uma folha de sulfite sobre o ímã, espalhe limalha de ferro e observe a figura formada pela limalha. Represente as linhas de campo, desenhando-as nas próprias figuras.

Imagem formada pela limalha sobre o ímã:

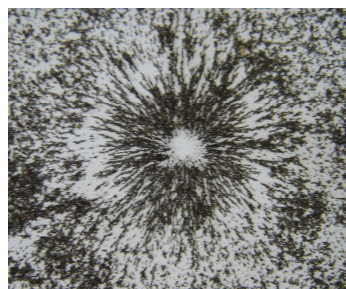


Imagem formada pela limalha sobre os ímãs:

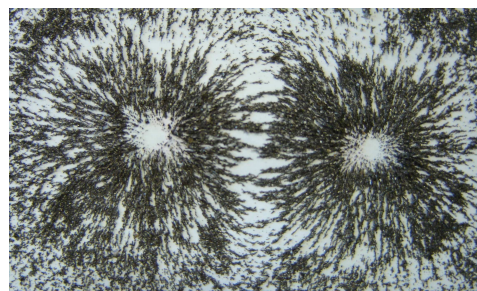
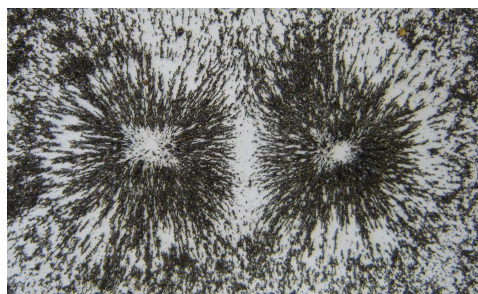
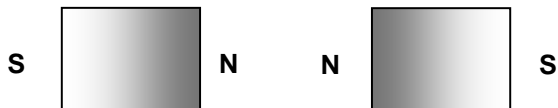


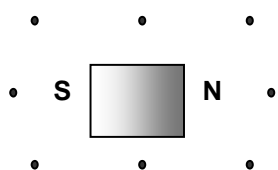
Imagem formada pela limalha sobre os ímãs:



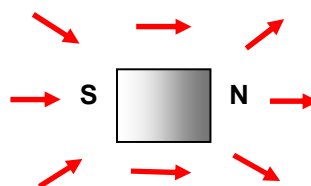
2 - Para as situações acima, as linhas de campo desenhadas poderiam ser diferentes?

(O objetivo desta questão é que o aluno reflita sobre outras possibilidades de representação das linhas de campo)

3 - Disponha o ímã conforme a figura abaixo. Coloque a bússola em cada ponto e determine a direção e o sentido do campo magnético do ímã, desenhando sua resposta na própria figura.



Resposta:



Recurso de Ensino 3

UM PASSEIO PELOS CAMPOS

Para os moradores das grandes cidades, pensar em um passeio pelo campo é sinônimo de paz e descanso, quase sempre associado às férias. E não é para menos, afinal, viver em uma metrópole significa estar sujeito a sofrer todos os *efeitos* que nela ocorrem, como trânsito, violência, barulho etc.

Assim, diante de todos esses efeitos a que estão sujeitos, os moradores das grandes cidades vêm a idéia de um passeio pelo campo como a realização de um *sonho*: o barulho dos carros dá lugar ao suave ruído das árvores balançadas pelo vento, a poluição cede espaço para o ar puro e nada de centenas de quilômetros de congestionamento – apenas passeios tranquilos! Porém, durante a viagem, é fácil descobrir que também estamos sujeitos a determinados tipos de *efeitos* (que só ocorrem no campo e não na cidade), como poucas opções de lazer, poucos estabelecimentos comerciais, os quais possuem horário restrito de funcionamento etc.

Claro que estamos usando a palavra “campo” como sinônimo de “região além dos limites das cidades, e longe do litoral, na qual se praticam, em maior ou menor escala, atividades agrícolas e pecuárias ou onde estão situadas pequenas cidades utilizadas para recreio e férias”¹, em oposto à palavra *metrópole*. Mas há outras interpretações diferentes para a palavra “campo”: por exemplo, você provavelmente já deve ter visto em um filme de guerra os soldados se referirem aos temíveis “campos minados”, geralmente representados por uma trilha ou estrada em que o exército inimigo enterrou explosivos. Realmente, atravessar um *campo minado* é um ato de muita coragem: os efeitos a que o soldado está sujeito são letais.

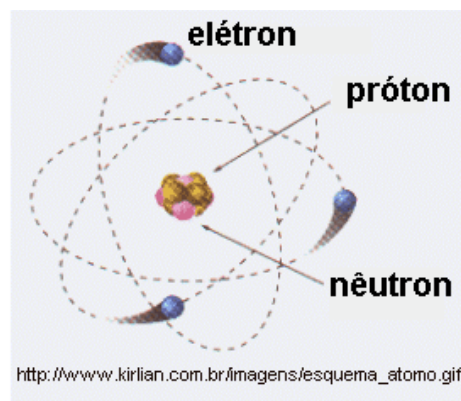
Perceba que em todas as definições que apresentamos para a palavra *campo*, podemos defini-la como uma *região no espaço em que um tipo específico de efeito deve ocorrer* (como o ar puro do campo rural, o trânsito no campo urbano ou as explosões no campo minado). A cada tipo de campo corresponde um efeito específico, mas não generalizado, como uma sensação: você não pode encontrar a fumaça que sai do escapamento dos carros em uma fazenda aonde não haja automóveis por perto. Todo campo apresenta uma característica específica e responde sempre pelo mesmo tipo de efeitos, que não podem ser atribuídos a nenhum outro campo. Como uma espécie de *impressão digital*.

Em Física, o conceito de campo é bem parecido, mas ao mesmo tempo muito diferente daquilo que apresentamos. Compreendemos os campos como sendo manifestações da matéria, que se estendem por todo o espaço; como nas experiências que você já realizou neste curso, os campos são os responsáveis pela interação entre os corpos. Os efeitos de um campo é que permitem que um corpo seja percebido. Mas, assim como no caso dos congestionamentos, é preciso a presença de um segundo corpo, que podemos chamar de **corpo de prova**, para demonstrar os efeitos de um campo gerado por outro corpo. Porém, precisamos lembrar que os campos existem mesmo que não haja um corpo de prova para senti-lo. Calma! Parece até complicado, mas na verdade é muito simples, mesmo. E fica muito fácil de entender se listarmos os tipos de campo primeiro. Há o campo gravitacional, que existe devido à presença de massa; todo corpo que possui massa tem associado ao seu redor um campo gravitacional. Também existem o campo elétrico que explicaremos melhor logo abaixo e o campo magnético, presente nos ímãs. Mas, como eles funcionam, exatamente?

Primeiro, vamos imaginar um lago, ou melhor, uma piscina com água límpida e temperatura agradável. Agora, imagine uma rolha ali boiando na água, quietinha, bem sossegada. Como se trata de uma piscina imaginária, vamos supor que não há nada que agite a água, está bem?

Então, lá está a rolha boiando, quando pegamos uma segunda rolha, fazemos pontaria na primeira rolha e atiramos com força... e erramos! No entanto, acertamos a água, que se agitou e empurrou a primeira rolha para o lado. Agora, volte um pouco seu *filme imaginário* e aproxime a imagem das rolhas com um *zoom*. O que você vê agora é que a primeira rolha se moveu devido à entrada da segunda rolha na água. Ou seja, elas *interagiram*. Com isso você já é capaz de formular sua primeira lei da física, que chamaremos de Lei da piscina imaginária, cujo enunciado ficaria mais ou menos assim: “ao jogarmos um objeto na água, objetos que estiverem boiando próximos ao local da queda irão se mover”. Mas, e se jogarmos uma pedra na água bem longe do local onde aquela rolha está boiando? Ela não irá se mover, afinal, a pedra moveria a água *localmente*, certo? Portanto, a interação nesse caso depende de dois fatores: Primeiro, da presença da água (realize o mesmo experimento mental novamente, mas desta vez com a piscina vazia, para ver o que acontece!). Segundo, da distância entre os corpos.

Agora ficou bem fácil assimilar o conceito físico de *campo*. Mas, para que você seja capaz de entender como funcionam as interações elétricas, é preciso dar uma olhada num modelo atômico, segundo o qual, o átomo é constituído por um núcleo formado por partículas que não possuem carga elétrica (os nêutrons) e pelos prótons, que possuem carga elétrica positiva. Ao redor deste núcleo estão os elétrons, sempre em movimento nas diferentes órbitas que lhe são permitidas, de acordo com seu nível de energia. Agora, lembrando que *tudo o que existe no universo é formado por átomos em constante movimento*, vamos imaginar um balão de gás (aquelas bexigas de festinhas infantis): como ela existe no universo, é obviamente formada por átomos (o que a torna perfeita para o nosso experimento). Em um dia seco de verão, *esfregue* a bexiga contra o cabelo (também seco e sem gel), gerando atrito entre eles.



¹ Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa. Consulta on-line: <http://biblioteca.uol.com.br/> acessado em 06/11/2006.

A essa altura, você já deve saber que ao *atritar* a bexiga contra o cabelo, elétrons passam de um corpo para o outro: é assim que a bexiga (que estava inicialmente com uma carga elétrica neutra, ou seja, com a mesma quantidade de prótons e elétrons) pode passar a ter uma carga total positiva (ao perder elétrons) ou negativa (ao ganhar elétrons arrancados de um outro corpo). Para pôr a prova o que estamos dizendo, basta aproximar a bexiga dos fios de cabelo para ver o *efeito* causado pelo desequilíbrio elétrico do balão de gás: os fios de cabelo serão atraídos pela bexiga, deixando a pessoa com um visual engraçado, pois o cabelo ficará “arrepiaado”. Isso acontece porque ao desequilibrar eletricamente a bexiga, um campo elétrico passa a atuar na região ao seu redor – no caso, aproximá-la do cabelo fez com que os fios servissem como *corpos de prova* (o que também poderia ser feito com pedaços de papel). O importante, porém, é reparar que da mesma forma como os corpos foram *atraídos* pela bexiga, também poderiam ter sido *repelidos* – afinal, todos já ouviram falar que cargas de *mesmo sinal* se repelem, enquanto cargas de *sinais diferentes* se atraem. É um conceito simples e bastante divertido: tente repetir o experimento com a bexiga, mas desta vez, aproxime-a de uma lata de refrigerante deitada sobre uma superfície lisa (a lata precisa estar vazia e seca e você não deve encostar a bexiga nela, apenas aproximar). A lata irá se mover, “seguindo” a bexiga, graças ao efeito do campo elétrico ao redor da bexiga. São várias as experiências fáceis de fazer para comprovar a existência de um campo elétrico – muitas delas, divertidas de fazer para os amigos, como famosos *truques* de mágica.

Como já dissemos lá em cima, os campos são responsáveis pelas interações entre os corpos; no caso do campo elétrico, é ele quem media as interações elétricas entre as cargas. Coulomb realizou uma série de experimentos para conseguir mostrar que a intensidade deste campo diminui com o inverso do quadrado da distância entre os corpos – ou seja, ela cai rapidamente à medida que o corpo de prova se afasta do corpo *eletrizado*. É claro que a presença do campo se torna mais perceptível de acordo com a intensidade do desequilíbrio de cargas do corpo.

Já no caso do Campo Magnético, foi fácil observar a presença do campo magnético gerado por um ímã durante a experiência do pêndulo: quando utilizamos um pedaço de ferro como *corpo de prova*, posicionando-o próximo ao ímã e percebendo a atração que ocorreu entre os dois. Porém, diferentemente do campo elétrico (que possui pólos *positivo* e *negativo*), um campo magnético possui pólos *norte* e *sul*: isso porque **não existem cargas magnéticas** na natureza. É possível identificar uma carga elétrica positiva ou negativa, separadamente; mas não é possível encontrarmos apenas um pólo norte magnético sem que exista um pólo sul correspondente. Mesmo que você tire uma *lasca* do pólo norte de um ímã, essa *lasca* irá apresentar um pólo norte e um pólo sul, dando origem a um novo ímã. Mas é importante lembrar que, no caso do ímã, **pólos de mesmo nome se repelem enquanto pólos de nome diferente se atraem**.

Não são todos os materiais que possuem propriedades magnéticas, apenas o ferro, o cobalto, o níquel e ligas originadas desses elementos. O planeta Terra possui um campo magnético ao seu redor, o chamado *campo geomagnético*, responsável (entre outras coisas) por proteger o planeta de grande parte da radiação emitida pelo Sol, o que o torna, em parte, responsável pela presença de vida na Terra. Para identificar a orientação do campo geomagnético, basta utilizar uma bússola (cujo ponteiro é um metal imantado colocado de forma a poder girar livremente) e ver que o pólo norte da agulha irá apontar para o pólo sul magnético do planeta (pólos magnéticos de nome diferente se atraem, lembra?), que não necessariamente corresponde ao chamado pólo sul geográfico do planeta. A intensidade do campo geomagnético diminui com o inverso do quadrado da distância ($1/d^2$), assim como o campo elétrico.

O Campo Gravitacional (capaz de mediar a interação entre todos os corpos que possuem massa por meio da atração mútua entre eles) entre dois corpos também diminui sua intensidade de acordo com o inverso do quadrado da distância entre eles. Quando soltamos um objeto ele cai em linha reta em direção ao solo, devido à sua interação com o Campo Gravitacional que existe ao redor do planeta Terra. Porém, se todo corpo que possui massa (você conhece algum que não possui?) tem associado a ele um campo gravitacional ao seu redor, você é capaz de dizer o que impede que duas maçãs colocadas em repouso sobre uma mesa, colidam devido à atração gravitacional que uma exerce sobre a outra? A razão para que isso não ocorra é que o valor da interação gravitacional depende do valor de uma constante chamada G, descoberta por Isaac Newton e cujo valor é muito, mas muito pequeno, o que faz com que o campo associado a um corpo qualquer na superfície terrestre seja muito fraco. Dessa maneira, quanto maior a massa do corpo, maior a intensidade do campo gravitacional ao seu redor – assim, a intensidade do campo gravitacional da Terra é tão grande, que os efeitos de interação gravitacional entre os corpos em sua superfície não se torna perceptível.

QUESTÕES

1 - Elabore um quadro de resumo das semelhanças e diferença/s entre os campos elétrico, magnético e gravitacional (O professor pode colocar a tabela na lousa):

	CAMPO ELÉTRICO	CAMPO MAGNETICO	CAMPO GRAVITACIONAL
A que está associado			
Expressões matemáticas	Discutir sem cálculo, apenas interpretar, mostrando a relação matemática entre as grandezas e seu significado.		
Até onde chega o campo?			
Intensidades			
Representações (desenhos)			

2 - Um astronauta chega a um planeta desconhecido, chamado X.

a) O que ele deve fazer para verificar se esse planeta tem campo magnético? E gravitacional?

b) Estando agora em sua nave, orbitando o planeta, ele detectaria alguma mudança nesses campos, caso eles existissem? Qual(ais)? Justifique.

3 - Explique usando o conceito de campo por que, após pentearmos o cabelo com um pente de plástico, o pente atrai pedacinhos de papel?