



Espalhamento de Rutherford na sala de aula do Ensino Médio

A ciência, principalmente a física, como área de conhecimento que busca estudar e descrever os fenômenos da natureza, faz uso de muitos recursos para tentar, cada vez mais, aproximar-se do cidadão comum. Na tentativa de representar essa realidade, a ciência lança mão dos modelos¹. É o caso, por exemplo, dos modelos atômicos: eles são representações do objeto átomo, pois é impossível ter acesso à sua “verdadeira” realidade.

Assim, como destaca Brockington [1, p. 161], “os modelos desempenham um papel imprescindível na construção do conhecimento científico”, sendo a essência do processo científico, pelo qual pode-se apreender conceitualmente a realidade. Por isso, eles desempenham um papel importante no conhecimento científico.

Desta forma, os modelos se tornam aspectos importantes a serem discutidos em sala de aula, porque além de tratarem as várias representações de objetos ou conceitos desenvolvidos durante a história do pensamento da humanidade, mostram ainda como as ideias dos diversos cientistas são aperfeiçoadas, trazendo consigo um caráter epistemológico para o ensino de ciências, trabalhando a ideia de modelo utilizada na ciência. Entretanto, se olharmos para a sala de aula, veremos que eles estão longe de estarem presentes nesse ambiente. Isso gera um conflito: se os modelos desempenham papel tão importante no conhecimento científico, por que então eles estão pouco inseridos na sala de aula? Parece que o ensino não tem dado tanta importância aos

modelos como é dado pelo conhecimento científico. Apresentamos aqui como, a partir de uma atividade que aborda o espalhamento de Rutherford, pode-se discutir a ideia de modelo utilizado pela ciência.

O espalhamento desenvolvido por Rutherford

No início do século XX, dois modelos atômicos disputavam a atenção da comunidade científica. Um era o modelo de J.J. Thomson (1856-1940) proposto em 1903, que descreve o átomo como uma esfera maciça de carga positiva uniformemente distribuída, “embebida” de elétrons que vibravam em seu interior. O outro modelo foi elaborado pelo japonês Hantaro Nagaoka (1865-1950) em 1904. Para ele, o átomo era formado por um caroço central positivo rodeado de anéis de elétrons girando com a mesma velocidade angular, semelhante ao planeta Saturno. Ficou conhecido, portanto, como modelo saturniano.

Na tentativa de resolver esse impasse, Ernest Rutherford (1871-1937) e seus colaboradores Ernest Marsden (1889-1970) e Hans Geiger (1882-1945) perceberam, em 1908, que as partículas α , emitidas por substâncias radioativas (como o polônio), possuíam uma alta energia e uma massa elevada, sendo assim consideradas um bom instrumento para sondar o interior de outros átomos. Baseado nessas evidências, Rutherford montou uma experiência com o intuito de bombardear uma fina folha de ouro com partículas α .

No início do século XX, dois modelos atômicos disputavam a atenção da comunidade científica: o de Thomson, proposto em 1903, descrevia o átomo como uma esfera maciça de carga positiva uniformemente distribuída, “embebida” de elétrons que vibravam em seu interior, e o de Nagaoka, proposto em 1904, com, o átomo formado por um caroço central positivo rodeado de anéis de elétrons girando com a mesma velocidade angular

Maxwell Siqueira

Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, BA, Brasil
E-mail: maxwell_siqueira@hotmail.com

Mauricio Pietrocola

Laboratório de Pesquisa em Ensino de Física, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil
E-mail: mpietro@usp.br

Este artigo discute a ideia de modelo para a ciência e para o ensino de ciência, mostrando sua importância para a construção do conhecimento científico e uma possibilidade de explorá-lo em sala de aula. Para isso, utiliza-se o exemplo do experimento realizado por Rutherford na descoberta do núcleo atômico, através de uma atividade experimental. A atividade é uma analogia ao espalhamento de Rutherford que permite criar um ambiente, em sala de aula, propício para discutir a construção e validação de modelos, contribuindo para abordar aspectos sobre a ciência que dificilmente são tratados nas aulas de física. Além disso, tem o intuito de levar aos estudantes à discussão de como “enxergar” um objeto que não pode ser visto a olho nu, como é o caso do átomo.

No decorrer da experiência ele percebeu, através de cintilações luminosas produzidas em uma anteparo tratado com sulfeto de zinco (ZnS), que a maioria das partículas atravessavam a folha sem sofrer desvios, enquanto outras sofriam pequenos desvios, o que estava de acordo com o modelo atômico de Thomson. Mas, para seu espanto, algumas poucas partículas eram desviadas em ângulos superiores a 90°, pois esses grandes ângulos estavam fora o campo de previsão do modelo de Thomson. Em particular, no modelo de Thomson, a probabilidade de uma partícula sofrer um desvio superior a 90° era muito baixa, praticamente nula.

Observando isso, Rutherford pensou que se a carga positiva do átomo estiver concentrada em uma única região, a força repulsiva seria muito intensa para “impactos” frontais. Isso o levou a concluir que os grandes desvios observados (superiores a 90°) só poderiam resultar do encontro de uma partícula α com uma carga positiva concentrada em uma região menor do que o átomo.

Assim, em 1911, Rutherford propôs que o átomo se comportava como um sistema planetário em miniatura, formado de uma parte central positiva, a qual denominou *núcleo*, onde se concentrava praticamente toda a massa do átomo e, ao redor deste núcleo, haveria uma nuvem de elétrons girando, a *eletrosfera*. Com isso, o modelo atômico de Thomson foi derrubado. Esse novo modelo atômico modificou mais ainda a visão da natureza da matéria, contribuindo em definitivo para a queda do status de ‘elementar’ do átomo. Dessa forma, o conceito de átomo passou a ter um significado bem diferente daquele original dado pelos gregos.

A ideia de Rutherford do espalhamento utilizando partículas de alta energia inaugurou uma forma efetiva de sondar a estrutura atômica e, assim, tentar “enxergar” objetos

tão sutis como o núcleo atômico e, posteriormente, a estrutura de partículas como o próton e o nêutron. Esse método foi de fundamental importância na constatação da estrutura interna das partículas, consolidando através de medidas experimentais a ideia dos quarks².

Pensando na sala de aula, buscamos levar a discussão do desenvolvimento dos modelos atômicos com a ideia do espalhamento Rutherford. Para isso, foi elaborada uma atividade que pudesse, de maneira análoga, representar o trabalho de Rutherford e seus companheiros, porque levar para sala de aula o próprio experimento de espalhamento seria bem difícil, pois, além de ser um experimento de alto custo, requer um cuidado especial devido ao tipo de radiação à qual os alunos estarão expostos.

Além do mais, a sua visualização também se tornaria difícil, já que só é possível ver as cintilações deixadas pelas partículas no anteparo, podendo tornar-se algo muito mais estimulante para o professor do que

para o aluno.

Objetivos

A atividade teve o intuito de levar aos estudantes a discussão de como “enxergar” um objeto que não pode ser visto a olho nu devido ao seu tamanho microscópico, como é o caso do átomo e do núcleo atômico, materializando o método utilizado por Rutherford, muito utilizado na física nuclear, atômica e de partículas elementares. Além disso, teve-se a preocupação de mostrar que a ideia do espalhamento está mais próxima de nós do que imaginamos.

Utilizamos o espalhamento da luz a todo momento para enxergar os objetos e nem nos damos conta disso. Nesse caso, a luz que incide sobre o objeto observado é espalhada e é detectada pelos os nossos ‘detectores’, que são os olhos.

Através do trabalho com modelos atômicos, é possível discutir sobre o uso

Em 1911, Rutherford propôs que o átomo se comportava como um sistema planetário em miniatura, formado de uma parte central positiva, a qual denominou *núcleo*, onde se concentrava praticamente toda a massa do átomo e, ao redor deste núcleo, haveria uma nuvem de elétrons girando, a *eletrosfera*

A ideia de Rutherford do espalhamento utilizando partículas de alta energia inaugurou uma forma efetiva de sondar a estrutura atômica e, assim, tentar “enxergar” objetos tão sutis como o núcleo atômico

Com essa atividade, pode-se fazer uma discussão da validação de modelos, criando em sala de aula um ambiente propício para uma discussão análoga àquela que a comunidade científica cria com seus diversos grupos de pesquisas

de modelos na ciência e do próprio papel que os modelos desempenham nas teorias. Uma vez que não se tem certeza sobre a real forma do objeto que está sendo investigado, lança-se mão de modelos para fazer uma visão aproximada do objeto ou do fenômeno observado. Isso é o que a ciência faz para desenvolver suas teorias, tornando-se um aspecto relevante a ser trabalhado na sala de aula, pois poderá auxiliar o entendimento do trabalho científico pelos jovens alunos.

É possível ainda, com essa atividade, fazer uma discussão da validação de modelos, criando um ambiente em sala de aula propício para uma discussão análoga àquela que a comunidade científica cria com seus diversos grupos de pesquisas para poder validar um modelo sobre determinado fenômeno investigado, mostrando que é necessário haver um consenso na comunidade para que uma determinada ideia possa ser aceita em detrimento de outra. Assim, essas discussões acabam refletindo um pouco do que é o trabalho científico e como a ciência evolui, modificando seus modelos e teorias, na tentativa de se aproximar cada vez mais da realidade.

Descrição da atividade³

Os alunos são separados em grupos. Em mesas ou até mesmo no chão, cada grupo recebe uma placa de madeira, debaixo da qual foi colocado um objeto que é uma figura geométrica plana, mas que inicialmente não pode ser vista pelos alunos.

O trabalho dos grupos é identificar a forma de cada objeto. Para isso, eles poderão jogar bolinhas contra o objeto escondido e observar a deflexão que se produz na trajetória das bolinhas depois dela se chocar com o objeto (Fig. 1). Deve-se lembrar aos alunos o princípio da reflexão, no qual o ângulo de incidência corresponde ao ângulo de reflexão. O grupo terá cinco minutos para “observar” o objeto (Fig. 2). Depois disso, as placas dos



Figura 1 – Aluno lançando as bolinhas para marcar suas trajetórias, para depois analisá-las.

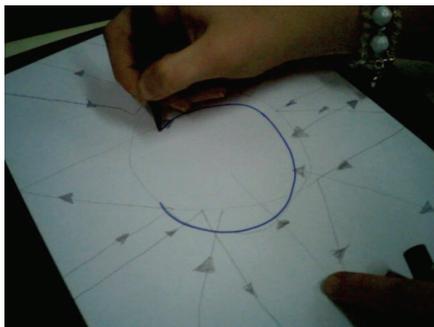


Figura 2 - Aluno analisando as trajetórias e tentando traçar a sua forma geométrica.

grupos são trocadas para que todos possam “investigar” cada uma das placas. A ideia é que todos os alunos observem todos os objetos existentes. Ao final da atividade, o professor deve promover uma discussão sobre as formas geométricas descobertas.

Para traçar a forma de cada objeto, coloca-se um pedaço de papel sobre o tampo de madeira esboçando a trajetória das bolinhas. Logo depois, analisa-se as informações recolhidas para determinar a forma efetiva do objeto.

Depois de fazer essa investigação sobre as formas que estão sob as placas, os alunos respondem a três questões presentes no roteiro⁴: você pode determinar o tamanho e a forma do objeto? É possível saber se as figuras têm detalhes em sua forma quando esses detalhes são pequenos comparados com o tamanho das bolinhas? Como você pode confirmar suas conclusões sem olhar os objetos?

Com essas questões inicia-se a discussão sobre os objetivos da atividade, tentando levar os alunos a uma compreensão de como são feitas as investigações sobre o átomo, como o desenvolvimento dos aceleradores de partículas permitiu fazer investigações cada vez mais detalhadas sobre o átomo e das próprias partículas. O ponto central da atividade está focado na resposta da última questão, quando

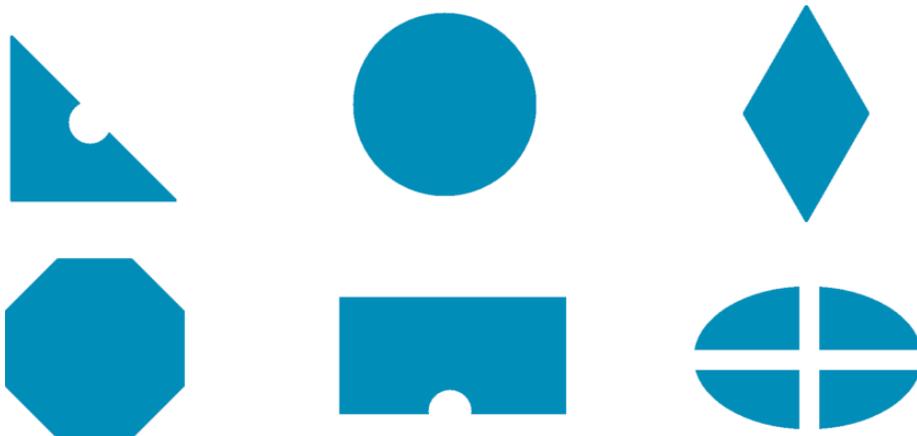


Figura 4 - Formas geométricas propostas para os objetos.

temos oportunidade de discutir a ideia de modelos, dando exemplos dos modelos atômicos utilizados nos livros de química e física do ensino médio.

Roteiro de confecção

Material

- 2 chapas de madeira (4 mm): uma de 30 cm x 30 cm e outra de 50 cm x 50 cm
- Folha de isopor de 15 mm
- Bolinhas de diversos tamanhos (bolinhas de gude, esferas metálicas de rolamento)

Montagem

Corte dois quadrados de compensado 4 mm nas medidas indicada na Fig. 3 (um 30 cm x 30 cm e o outro 50 cm x 50 cm). Pinte-os de preto (desta forma as placas serão pretas, dificultando o reconhecimento dos objetos caso algum aluno venha a olhar).

Recorte o isopor em uma das formas geométricas básicas mostradas na Fig. 4. Pinte-o de preto também. O objeto deve ter no máximo 13 cm de diâmetro.

Cole um lado do objeto centralizado no quadrado menor. Depois, cole o outro

lado do objeto centralizado no quadrado maior.

É interessante que alguns dos objetos possam ter algum tipo de detalhe, para que a discussão sobre as formas seja mais rica e possa aprofundar mais a discussão sobre o trabalho dos cientistas na determinação do tamanho e forma de objetos microscópicos.

Notas

¹Definição do dicionário Michaelis para modelo: 1. desenho ou imagem que representa o que se pretende reproduzir; 2. tudo que serve para ser imitado; 3. representação, em pequena escala, de um objeto que se pretende executar em ponto grande.

²Neste caso, como a ideia era sondar a estrutura interna das partículas, foi utilizada uma partícula elementar menor de alta energia, que no caso foi o elétron.

³O roteiro dessa atividade e o material complementar podem ser encontrados no sítio do NuPIC: <http://www.nupic.fe.usp.br/Projetos%20e%20Materiais/particulas-elementares-para-ensino-medio>.

⁴Vide nota acima.

⁵Essa é uma atividade adaptada do sítio <http://cpepweb.org>.

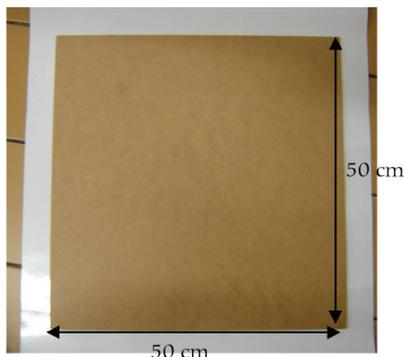
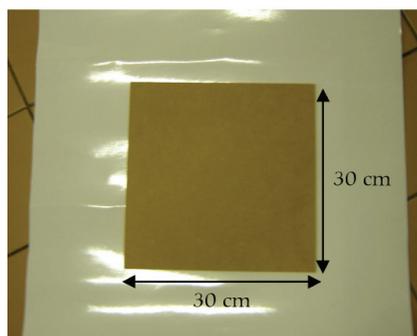


Figura 3 - Os quadrados cortados com lado de 30 e 50 cm. Eles devem ser pintados de preto.

Referência

[1] Guilherme Brockington, *A Realidade Escondida: A Dualidade Onda-Partícula para Alunos do Ensino Médio*. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, 2005.

Para saber mais

Maxwell Siqueira, *Do Visível ao Indivisível: Uma Proposta de Física de Partículas Elementares para o Ensino Médio*. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, 2006.