

## **Conceituando e Visualizando: Uma Proposta de Atividade em Física Nuclear**

Frederico Alan de Oliveira Cruz<sup>1</sup>, Francisco Antonio Lopes Laudares<sup>2</sup>,  
Tessie Gouvêa da Cruz<sup>3</sup> e Antonio Renato Bigansolli<sup>4</sup>

<sup>1,2</sup>Departamento de Física – DEFIS/UFRRJ – ICE. <sup>3,4</sup>Departamento de Engenharia Química – DEQ/UFRRJ – IT. E-mails: [1frederico@ufrj.br](mailto:1frederico@ufrj.br), [2laudares@ufrj.br](mailto:2laudares@ufrj.br), [3tessie@ufrj.br](mailto:3tessie@ufrj.br), [4bigansolli@ig.com.br](mailto:4bigansolli@ig.com.br).

**Resumo:** Em muitos casos, apesar do entendimento do processo matemático envolvido e das atividades experimentais, muitos alunos apresentam dificuldades na compreensão do fenômeno físico relacionado ao decaimento radioativo. A dificuldade de perceber tais características ocorre pela realização de atividades com roteiros pré-estabelecidos onde o aluno é induzido a produzir dados. A falta de um elemento motivador conceitual pode gerar falsa impressão de aprendizagem, sendo necessária a criação de atividades complementares para melhor entendimento do que será medido. Neste trabalho é descrita uma atividade realizada em laboratório, que permite criar elementos basilares para a compreensão do decaimento radioativo, conectando a teoria a atividade experimental, contribuindo para um processo de aprendizagem mais eficiente do fenômeno estudado.

**Palavras chave:** CR-39, <sup>241</sup>Am, Alfa-grafia.

**Title:** Conceptualizing, visualizing and measuring: Proposal Activity in Nuclear Physics.

**Abstract:** In many cases, despite the understanding of the process involved mathematical and experimental activities, many students have difficulties in understanding the physical phenomenon related to radioactive decay. The difficulty of perceive such characteristics, occurs by the completion of activities with pre-established scripts where the student is induced to produce data. Failure to a conceptual motivator can generate false impression learning, being necessary the creation of additional activities for better understanding of what is required will be measured. In this paper, describe an activity performed in the laboratory, which allows you to create basic elements for the understanding of radioactive decay, connecting theory to experimental activity, contributing to a more efficient learning process of the studied phenomenon.

**Keywords:** CR-39, 241Am, Alfa-graphy.

### **1. Introdução**

Entre os muitos fenômenos apresentados nas disciplinas ligadas a Física Moderna, um dos principais é aquele que discute sobre o decaimento radioativo. De uma forma geral, podemos entender que o decaimento radioativo está relacionado a uma forma de liberação de energia que se propaga sob a forma de

partículas, tais como alfa, beta e entre outras, ou de ondas eletromagnéticas, como os raios-X (Eisberg e Resnick, 1994; Pinto *et al.*, 2012).

Apesar de sua importância científica e da sua utilização tecnológica, muitas vezes a discussão sobre tal fenômeno ocorre apenas de forma teórica. Isso pode fornecer aos alunos uma visão muito fragmentada do assunto, fazendo com que eles não percebam o fenômeno físico que está sendo apresentado, mas apenas um conjunto de equações e dados, não permitindo que as características e propriedades intrínsecas sejam totalmente percebidas (Santana e Cruz, 2008).

No caso das atividades de laboratório, presentes nos cursos de graduação, essas são realizadas com roteiros pré-estabelecidos e materiais previamente preparados, ou seja, experimentos herméticos, onde não se tem autonomia para modificar ou mesmo implementar algum procedimento além dos fornecidos pelos roteiros, como nos casos dos experimentos de decaimentos radioativos.

## 2. A experimentação e a motivação

A aprendizagem associada pela prática tem como pressuposto que os conceitos físicos precisam ser vistos, entendidos e praticados, para que seja possível “construir conhecimento” (Galiuzzi *et al.*, 2001). A questão que se apresenta é que em alguns casos o aluno realizará uma atividade que pode estar desconectada do fenômeno em si, executando apenas um procedimento para obter dados para posterior entrega de relatório.

Na tentativa de criar um ambiente mais produtivo e que possibilite o estudo dos fenômenos, muitos professores recorrem ao uso de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), em especial dos aplicativos em linguagem Java conhecidos como applets, que são programas com caráter de animação, usado em várias áreas da ciência, inclusive Física Nuclear (figura 1), como elemento auxiliar no processo de construção do conhecimento (Silva *et al.*, 2011).

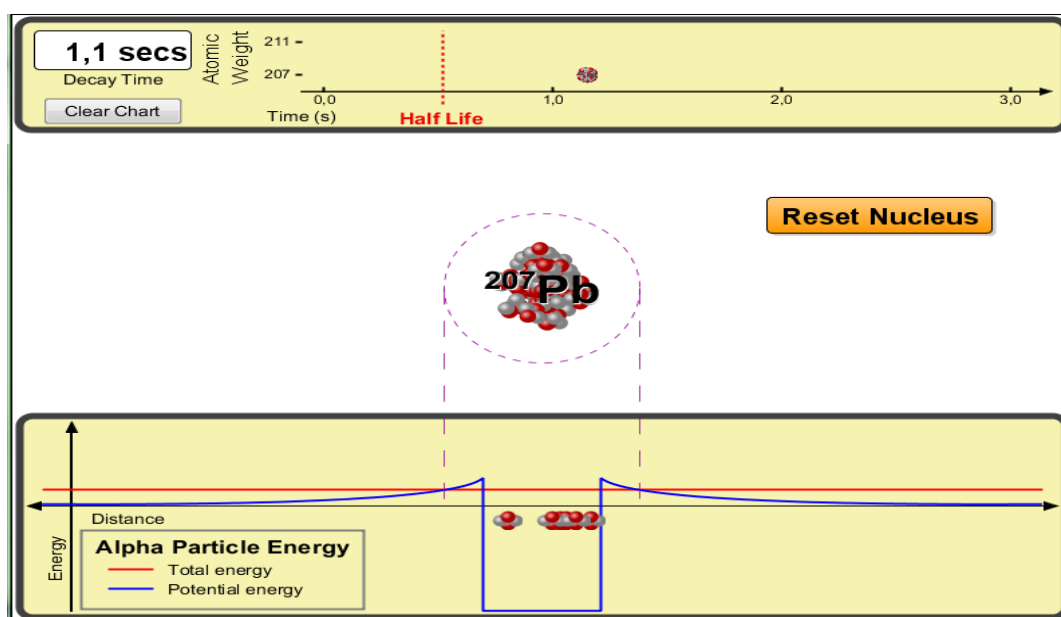


Figura 1. Applet sobre decaimento alfa (UC, 2012)

Apesar de serem muito úteis, os applets disponíveis para o ensino de Física Nuclear muitas vezes retratam, na maioria dos casos, devido a complexidade do

problema, apenas decaimento radioativo e não permitem a reprodução de alguma atividade experimental, como nos casos dos fenômenos elétricos (Felix *et al.*, 2012). Isso torna a sua utilização pouco atrativa pelo usuário, tornando sua aplicação em sala de aula, seja ela em atividades teóricas ou de laboratório, restrita ao papel motivacional do tema e assim facilitando o processo de ensino aprendizagem.

Mesmo sem ter muitas opções de aplicação em sala, o papel do applet em Física Nuclear não pode ser minimizado, seu uso é parte fundamental para a construção do conhecimento. A etapa de visualização dos conceitos ou da construção da informação, “ver” o fenômeno pode trazer à tona questões importantes, tais como: por que acontece e quando acontece. Nesse sentido, alguns dos applets podem realizar esse papel, tal como o mostrado na figura 1, e ser complementado com o applet “Radioactive Decay Series” (Fendt, 2010), onde é possível mostrar que os efeitos dos decaimentos da estrutura resultam em outros elementos (Fendt, 1998).

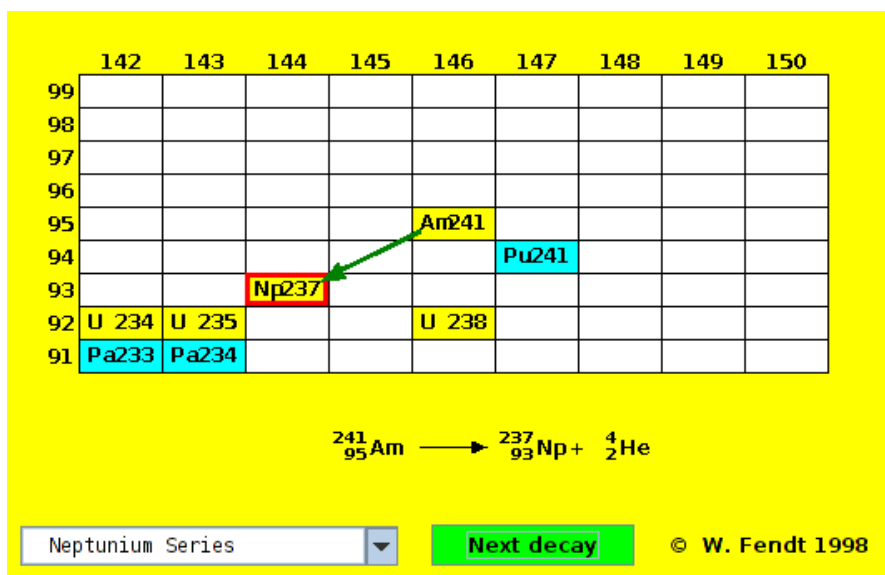


Figura 2. Applet sobre série de decaimento radioativo (Fendt, 1998)

### 3. A lacuna e a experiência

Uma vez que o applet seja utilizado para motivar e apresentar o fenômeno estudado, a grande questão presente no processo de discussão da atividade em Física Nuclear é como preencher a lacuna existente entre o processo de apresentação do fenômeno, via applet, e sua medição experimental, isto é, a obtenção de resultados quantitativos.



Figura 3. Representação das etapas de construção do conhecimento

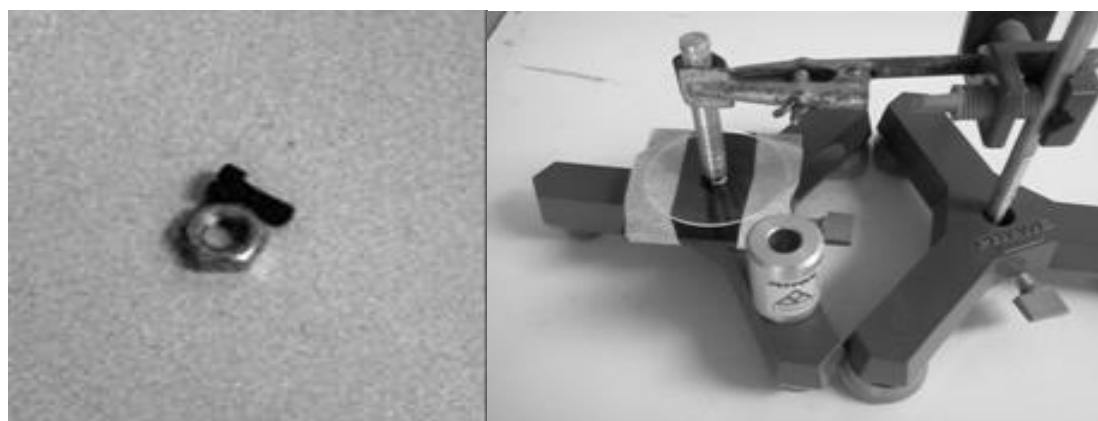
A lacuna evidente entre a etapa virtual de apresentação de conhecimento e medição dos resultados pode ser resolvida pela inserção de um processo de análise qualitativa do fenômeno, que deve ser preenchida pelos alunos envolvidos na atividade, com auxílio de professor.

No caso específico do conteúdo tratado, foi apresentada a questão de como detectar a presença de radiação alfa, sem o auxílio dos equipamentos presentes de laboratório para esse fim. Essa pergunta motivadora teve como objetivos: criar uma situação para os alunos discutirem a possibilidade de detecção da partícula em função da sua estrutura e analisar os efeitos dessa radiação em certos materiais.

No estudo das características da partícula alfa, os alunos perceberam que ela possui pequena propagação no espaço e baixa penetração nos materiais sólidos, dificultando a sua detecção, e na análise das características de detecção, percebeu-se que os materiais amorfos são sensíveis à radiação corpuscular. Na busca de um material deste tipo houve a "descoberta", pelos alunos, de que as lentes de óculos comuns possuem essas características e são fabricadas com um material chamado CR-39 (Columbia Resin número 39).

O CR-39 não é um material recente, ele foi desenvolvido durante a segunda guerra mundial pela Columbia Southern Chemical Company, a partir de estudos para obter um material que não fosse termoplástico. Esse material, devido suas características estruturais, passou a ser utilizado como detectores de traço em muitas áreas de interesse (Brito, 2013; Corrêa, 2011; Costa e Sá, 2013; Trindade, 2010), principalmente na detecção de partículas alfa e nêutrons.

Para comprovar a sensibilidade desse material a radiação alfa, foi seguido o procedimento proposto por Pinto *et al.* (2012), onde uma lente de CR-39, sem dioptria e sem riscos, foi fixada em um suporte, onde sobre ela foi colocado um parafuso e uma porca de metal. Esse conjunto foi exposto a uma fonte emissora de partícula alfa,  $^{241}\text{Am}$  (Amerício) da marca Phywe, por um período de 6 h (figura 4).



(a)

(b)

Figura 4. (a) Porca e parafuso utilizados; (b) Esquema de montagem do experimento

É importante ressaltar que o  $^{241}\text{Am}$  além de emissor alfa também possui emissões radioativas do tipo raios x e gama, ambas de baixa energia. No caso da partícula alfa emitida, esta possui alcance máximo de 40 mm, quando propagada no ar, e da ordem de  $10^{-3}$  mm no tecido humano, enquanto a radiação gama

sofre uma diminuição de metade da sua energia em uma profundidade não superior a 30 mm (Clain *et al.*, 1999; Marumo, 2006), isto é, com os devidos cuidados esse tipo de elemento radioativo possui boas características para ser usado em sala de aula.

O passo seguinte, após a exposição da lente a fonte radioativa, caracteriza-se como revelação. A interação da radiação alfa e o material produzem traços na superfície da lente, que mediante um ataque químico podem ser ampliados e assim visíveis a olho nu ou favorecendo sua observação mais detalhada pelas lentes de um microscópio (Pereira, 2000). Esse processo foi realizado inserido a lente em um recipiente de vidro refratário contendo uma solução de Soda Cáustica diluída em água mineral, numa proporção de 0,25 g/mL.

Esse recipiente foi introduzido em um forno elétrico comum durante uma hora, cuja temperatura interna foi mantida a aproximadamente 80°C. Após esse período, a lente foi retirada e lavada em água corrente por 20 min e, depois, seca com um pano macio, para ser enfim observada. O mesmo procedimento de revelação foi repetido para uma lente não exposta a uma fonte radioativa, para comparação final.

#### **4. Resultados e discussão**

Uma vez realizada a motivação e a exposição do conteúdo via applet, a grande questão que se coloca frente ao aluno é o que esperar dos resultados qualitativos. A lente no seu estado original não possui qualquer traço, ou marcação, e sem os graus de dioptria que definem seu uso. Essas lentes, chamadas planas por não possuírem grau, e não por suas características geométricas, permitiam sua visualização sem qualquer interferência (Fig. 5). Após o período de revelação, a lente que não havia sido exposta a qualquer fonte radioativa não apresentou traços ou qualquer marcação.



Figura 5. Foto da lente não exposta após a revelação

No caso da lente exposta ao  $^{241}\text{Am}$ , após o período de revelação dentro do forno e da posterior lavagem da lente, foi possível perceber a formação da imagem dos objetos utilizados como anteparos, com boa visualização dos detalhes da geometria dos mesmos (figura 6).

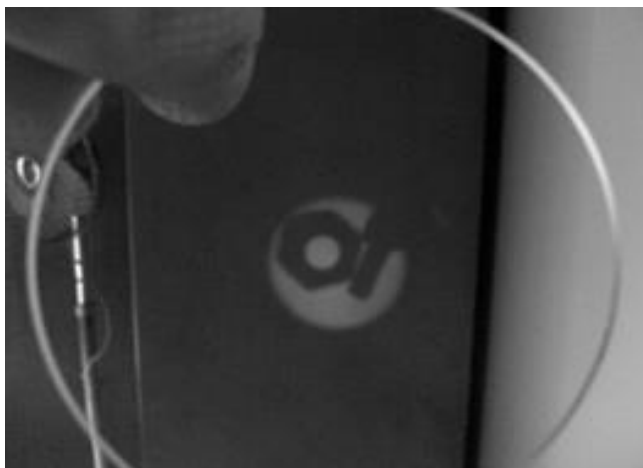


Figura 6. Foto da lente após a revelação

É importante notar que não houve defeitos da radiação sobre as imagens formadas atrás, mostrando que a mudança estrutural ocorreu apenas na região exposta a fonte de  $^{241}\text{Am}$ .

Apesar de ser uma etapa experimental, ela possui um caráter diferente da usual, pois permite que os alunos atuem de forma menos rígida e encontrem as respostas sobre o fenômeno sem se preocupar com a aquisição de dados. A elaboração de um procedimento como esse produz no aluno a certeza e a convicção que o fenômeno radioativo existe e que o procedimento posterior nada mais é que uma constatação quantitativa da etapa anterior.

## **5. Conclusões**

As atividades motivadoras, pela visualização do fenômeno pelo applet e do procedimento experimental qualitativo, permitem que o aluno possa perceber e preencher uma etapa fundamental na construção do conhecimento, conectando os conceitos apresentados inicialmente com os applets e a determinação de um resultado quantitativo pelo procedimento experimental que não permitam variações.

Devido ao procedimento experimental simplificado, o aluno torna-se elemento participante da etapa de construção do conhecimento. Sendo ator das ações e não mero figurante do processo ensino aprendizagem. Esta ação visa o treinamento do processo científico, permitindo que o aluno possa chegar às suas próprias conclusões sobre o fenômeno apresentado.

O resultado obtido, dentro do aspecto qualitativo, permite afirmar, que materiais de baixo custo, como uma lente de óculos, possibilitam o estudo de temas mais complexos ligados à Física Moderna.

## **6. Referências bibliográficas**

Brito, A. S. (2013). *Medição de concentrações de radônio em ambientes da região metropolitana de Salvador, BA*. Dissertação de Mestrado, Salvador: Universidade Federal da Bahia.

Corrêa, J. N. (2010). *Avaliação dos níveis de concentração de radônio em ambientes e águas de poços no Estado do Paraná*. Tese de Doutorado, Curitiba: Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Costa e Sá, T. F. F. (2013). *Estudo da presença de Eschrichia Coli O157: H7 em vegetais pela técnica de neutrográfica*. Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Clain, A. F., Aquino, J. O. e Domingues, M. L. F. (1999). Recuperação de  $^{241}\text{Am}$  de para-raios e detectores de fumação. *Química Nova*, 22 (5), 677-678.

Eisberg, R. e Resnick, R. M. (1994). *Decaimento Nuclear e Reações Nucleares. Física Quântica* (pp. 697-763). Rio de Janeiro: Campus.

Fendt, W. (1998). Physics Applets: Radioactive Decay Series. Disponível em: <http://www.walter-fendt.de/ph14e/decayseries.htm>. Acesso em: 27 jan. 2014.

Felix, J. S., Melo, R. M. B., Souza, T. M., Cruz, F. A. O. e Laudares, F. A. L. (2013). Experimentando em física: praticando no real e no virtual. *Anais do XX Simpósio Nacional de Ensino de Física*. São Paulo: SNEF. Disponível em: <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xx/sys/resumos/T0370-1.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2014.

Galiuzzi, M. C., Rocha, J. M. B., Schimitz, L. C., Souza, M. L., Giesta, S. e Gonçalves, F. P. (2001). Objetivos das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências. *Ciência & Educação*, 7 (2), 249-263.

Marumo, J. T. (2006). *Avaliação da contaminação provocada por pára-raios radioativos de Amerício-241 descartados em lixões*. Tese de Doutorado. São Paulo: Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares.

Pereira, M. A. S. *Emprego dos policarbonatos Makrofol-DE e CR-39 em radiografia de nêutrons*. Dissertação de Mestrado. São Paulo: Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares.

Pinto, C. C., Oliveira, K. A. M. e Cruz, F. A. O. (2012). Usando lentes de CR-39 revestidas como detectores de traço. *Resumos da 64ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira Para o Progresso da Ciência*. São Luís: SBPC. Disponível em: <http://www.sbpnet.org.br/livro/64ra/resumos/resumos/2010.htm>. Acesso em: 21 jan. 2014.

Santana, B. A. e Cruz, F. A. O. (2008). Determinação do índice de refração uma placa de acrílico. Uma proposta para o ensino médio. *Física na Escola*, 9, 40-43.

Trindade, A. C. (2010). *Reconhecimento de padrões de imagens de traços nucleares produzidos por partículas alfa em detectores de estado sólido*. Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Silva, A. A. R. (2005). *Radônio e Filhos em Residências da Cidade de São Paulo*. Tese de Doutorado. São Paulo: Universidade de São Paulo.

University of Colorado (UC), Alpha Decay. PhET. Disponível em: <http://phet.colorado.edu/en/simulation/alpha-decay>. Acesso em: 10 fev. 2011.