

# O uso de experimentos na abordagem de física no ensino fundamental: O fenômeno da fluorescência

.....  
**Natália Quinquiole<sup>1\*</sup>**  
Universidade de São Paulo, Lorena, SP, Brasil

**Natan Quinquiole<sup>2</sup>**  
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Guaratinguetá, SP, Brasil

**Marcelo Ribeiro**  
Universidade de São Paulo, Lorena, SP, Brasil

## RESUMO

*O ensino de física contemporânea na educação básica enfrenta diversas dificuldades, seja nos conteúdos, considerados difíceis pelos alunos, seja nas formas utilizadas pelos professores, ou ainda no compartilhamento de conteúdo com outras disciplinas, como a química. A física atômica, que visa estudar a estrutura eletrônica dos átomos, apresenta grande variedade de temas que podem ser abordados de forma interativa em sala de aula, contribuindo para despertar o interesse dos alunos e criar conexões entre teoria e realidade. O presente trabalho buscou utilizar experimentos simples e de baixo custo para explicação e observação do fenômeno da fluorescência a partir da incidência de radiação ultravioleta em determinadas substâncias, conectando o dia a dia dos alunos aos conhecimentos científicos estudados na física moderna em turmas do 8º ano do ensino fundamental.*

**Palavras-chave:** física atômica; ensino de física; fluorescência

.....

## 1. Introdução

O conteúdo programático na área de física das escolas é eficiente ao focar o ensino na chamada física clássica, que abrange conteúdos importantes, mas frequentemente considerados difíceis ou desinteressantes pelos alunos. Já em áreas da física contemporânea, como a física atômica, muitas vezes os conteúdos são delegados à disciplina de química. Fischler e Lichtfeldt [1] colocam que a aprendizagem de física moderna se torna difícil porque, apesar de tratar de conteúdos contemporâneos, os exemplos e analogias remetem à física clássica, deixando a visão do aluno restrita a esses conceitos.

Ostermann e Moreira [2] levantam em seu trabalho diversas considerações sobre a importância da introdução da física moderna no currículo escolar de forma efetiva, buscando trazer a ciência presente no cotidiano para a sala de aula, considerando que o estudo desses assuntos é significativamente instigante, pois não está restrito a trabalhos de pesquisadores antigos e fora da contemporaneidade dos jovens, mas, ao contrário disso, permite que o aluno interaja com cientistas atuais, “falando na televisão sobre seus experimentos e expectativas para o futuro.”

Para Terrazzan [3] a escola e o professor devem estar dispostos a adotar novas metodologias para o ensino de física que não se restrinjam a aulas teóricas e experimentos clássicos, considerando de maneira diferente cada conteúdo a ser ensinado. O autor ressalta que cabe ao professor, como mediador

nesse processo de ensino-aprendizagem, escolher e adaptar a metodologia mais adequada a seu estilo e forma de lecionar.

A física atômica é responsável por estudar, entre outros assuntos, a estrutura eletrônica dos átomos. Apesar de tratar de conceitos importantes para diversos fenômenos físicos e químicos, conforme ressaltam Nery e Fernandez [4], existe uma dificuldade considerável na aprendizagem desses temas, que é a falta de experimentos que possam demonstrar o que é ensinado, tornando o assunto “ainda mais inacessível e, não raro, sem significado para os alunos”. Nesse contexto, portanto, objetivamos demonstrar o uso de experimentos simples e de baixo custo para explicação e observação do fenômeno de fluorescência a partir da incidência de radiação ultravioleta em determinadas substâncias, conectando o dia a dia dos alunos aos conhecimentos científicos estudados na física moderna.

Para fornecer uma base teórica aos alunos, dando os subsídios necessários para a compreensão

do tema abordado, foi desenvolvido um conteúdo teórico de fácil leitura e compreensão, impresso em forma de cartilha explicativa, elaborado com base em materiais didáticos da área de física e química.

### 1.1. O átomo e o modelo atômico de Rutherford-Bohr

O átomo é a unidade básica da matéria, composto por partículas conhecidas como prótons (positivos), nêutrons (neutros) e elétrons (negativos). É formado por um núcleo de prótons e

**A aprendizagem de física moderna se torna difícil porque, apesar de tratar de conteúdos contemporâneos, os exemplos e analogias remetem à física clássica, deixando a visão do aluno restrita a esses conceitos**

\*Autor de correspondência. E-mail: natalia.quinquiole@usp.br.

nêutrons e por uma nuvem eletrônica (eletrosfera), onde estão localizados os elétrons. Diversos foram os modelos atômicos estudados na história da humanidade. Desde as concepções mais filosóficas defendidas pelos gregos Leucipo e Demócrito, ainda no século V a.C., até os primeiros modelos atômicos baseados em evidências, com o inglês John Dalton, no fim do século XVIII d.C. e começo do século XIX d.C.. Mas foi apenas no século XX que o físico dinamarquês Niels Bohr aperfeiçoou o modelo proposto pelo seu orientador, o físico-químico neozelandês Ernest Rutherford, que comparava o átomo ao Sistema Solar.

Segundo o modelo proposto por Bohr, o átomo, com seu núcleo formado por prótons e nêutrons, era cercado por elétrons em órbita circular. Essas órbitas possuíam valores de energia bem definidos, bem como os elétrons que a habitavam. Bohr também afirmava em seu modelo que os elétrons, ao absorverem energia, eram capazes de se movimentar para órbitas mais externas, através de saltos, e, ao retornarem para o seu estado fundamental, liberavam essa diferença de energia em forma de luz.

Dentre os fenômenos de emissão de luz decorrentes desse movimento dos elétrons estão a fosforescência, a fluorescência e a bioluminescência. A fosforescência ocorre quando o elétron energizado volta para um nível intermediário, liberando luz num processo lento que pode durar desde alguns segundos até alguns dias. Já a fluorescência se dá quando o elétron energizado volta imediatamente ao campo inicial. Esse processo ocorre somente enquanto a fonte de energia estiver presente, excitando os elétrons. A bioluminescência, por sua vez, ocorre quando um organismo vivo produz e emite luz por meio da energia liberada em reações químicas, como a luz emitida por vagalumes.

### **1.2. Luz visível e cores – ondas eletromagnéticas**

A luz visível é um tipo de energia que se propaga por meio de ondas eletromagnéticas dentro do espectro que o olho humano é capaz de reconhecer. A luz possui várias frequências diferentes que conferem a ela cores que vão desde o vermelho até o violeta.

Nossa capacidade de enxergar está ligada à maneira como percebemos a luz. A maioria dos objetos não possui luz própria e, portanto, só podemos vê-

los porque uma luz incide sobre sua superfície e parte dessa radiação é refletida para nossos olhos. Nesse contexto, podemos dizer que um objeto de cor preta absorve a maior parte da luz incidente. Já um objeto de cor branca reflete a maior parte dessa luz.

No caso de um objeto percebido como colorido e monocromático (ex.: azul, vermelho, verde etc.), ocorre que a cor que lhe é atribuída é decorrente da faixa de radiação que ele reflete. Por exemplo, um objeto visto por um observador como vermelho está refletindo uma faixa de radiação próxima do vermelho e absorvendo o restante.

### **1.3. Radiação ultravioleta – luz negra**

A radiação ultravioleta (UV) é um tipo de radiação eletromagnética que possui um comprimento de onda menor que o da luz visível e maior que a dos chamados raios X; portanto, não é visível ao olho humano. Diversas substâncias, quando expostas à radiação ultravioleta (ex.: luz negra), comportam-se de maneira diferente de quando submetidas à luz comum (ex.: luz visível), apresentando o fenômeno da fluorescência. Esse fenômeno ocorre pela absorção de energia pelos elétrons nos átomos dessa substância, que se tornam excitados e mudam de nível energético. Quando retornam ao nível fundamental, a energia em excesso que esse elétron absorveu é liberada na forma de luz visível – a fluorescência.

## **2. Metodologia**

Para realização deste trabalho foram utilizadas duas aulas de 50 minutos cada em duas turmas de 8º ano em uma escola particular do município de Lorena, totalizando 32 estudantes.

No primeiro momento, foi solicitado aos alunos formarem quatro grupos, de forma livre. Uma vez reunidos, cada grupo recebeu uma cartilha e os materiais necessários para a realização dos experimentos. A professora então iniciou a problematização dos conteúdos, de forma cuidadosa para estimulá-los sem tornar a teoria desinteressante ou de alguma maneira de difícil entendimento para os alunos. Nesse contexto, utilizou exemplos e curiosidades próximas do contexto dos estudantes, como uso de tintas de rosto fluorescentes, drinques brilhantes feitos em festas,

marca-textos com brilho diferente etc. e conduziu a explicação de acordo com a interação e a participação dos alunos.

Considerando que o conteúdo de ótica e atomística ainda não faz parte do conteúdo programático do 8º ano, os alunos foram submetidos a uma breve explicação teórica dos conteúdos relativos aos átomos e suas subpartículas, aos fenômenos fosforescência, fluorescência e bioluminescência, à luz e às ondas eletromagnéticas, às cores e também à radiação ultravioleta. De todos os conteúdos citados, foram focados os conteúdos sobre átomos, fluorescência e radiação ultravioleta, sendo discutidos de forma problematizada, criando uma relação com as disciplinas de química, física e biologia e com a realidade dos alunos, buscando despertar o interesse dos mesmos pela atividade. Os demais conteúdos foram citados de modo superficial, como forma de construir um encadeamento de ideias.

Distribuímos uma cartilha inicial de aplicação, que foi aprimorada após

**Já a fluorescência se dá quando o elétron energizado volta imediatamente ao campo inicial. Esse processo ocorre somente enquanto a fonte de energia estiver presente, excitando os elétrons**

os resultados obtidos, de modo que os estudantes puderam acompanhar não só o roteiro de desenvolvimento dos experimentos como a teoria abordada pela professora. Fei-

ta a discussão, os alunos realizaram experimentos com dois tipos de radiação (celular adaptado e lanterna de luz negra), que permitiram a visualização da fluorescência em quatro substâncias: água tônica, diluição de vitamina do complexo B, diluição clorofilada e tinta de canetas marca-texto. Após a realização dos experimentos, foi gerada uma cartilha de aplicação que foi disponibilizada a professores que a solicitaram. Os materiais utilizados para a realização da atividade apresentaram custo total de R\$ 34,76, conforme descrito a seguir:

Materiais necessários para realização dos experimentos

- Texto para grifar (apostila)
- 80 mL de água (bebedouro da escola)
- 80 mL de água tônica (R\$ 2,49 lata de 350 mL)
- Pincel marcador azul (R\$ 3,69)
- Marca-texto amarelo e uma régua rígida (recurso dos próprios alunos)
- Fita adesiva transparente (R\$1,00 rolo pequeno)
- Celular com lanterna (foram

utilizados os celulares dos próprios alunos, de diversas marcas e modelos)

- 6 folhas de espinafre ou hortelã (retirados da horta da escola)
- Lanterna de luz negra para identificação de dinheiro falso (R\$ 5,00)
- 1 comprimido de vitamina B (R\$ 16,69 frasco com 20 comprimidos)
- 80 mL de acetato de etila ou removedor de esmalte (R\$ 5,89 frasco 200 mL)
- Recipiente rígido para macerar

### 2.1. Adaptando a lanterna do celular para "luz negra"

Foram cortados 6 pedaços de fita adesiva transparente. O primeiro pedaço de fita foi colado sobre a lanterna do celular e pintado com o pincel marcador azul. Colamos então um pedaço de fita adesiva por cima e pintamos novamente. Esse procedimento foi realizado até obtermos cinco ou seis camadas pintadas sobre a lanterna. Esse processo foi feito para produzir uma luz semelhante à luz negra, conforme Fig. 1.

### 2.2. Água tônica

Em um copo transparente,

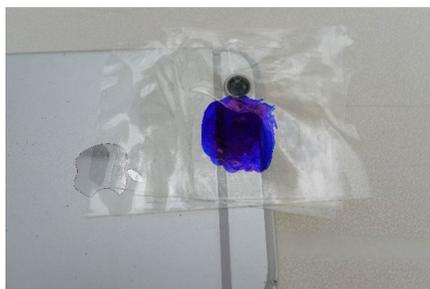


Figura 1 - Adaptação da lanterna do celular para luz semelhante à luz negra da lanterna.



Figura 2 - Folhas de espinafre maceradas antes da adição de acetato de etila.

colocamos cerca de 70 mL de água tônica e, com as luzes da sala apagadas, iluminamos o líquido com a adaptação do celular e com a lanterna de luz negra.

### 2.3. Clorofila - folhas de espinafre

No recipiente rígido, colocaram-se as folhas de espinafre e, com o pincel marcador, foram amassadas até sair um líquido esverdeado (Fig. 2). Adicionamos 80 mL de acetato de etila e mexeu-se devagar. Com cuidado, a solução diluída foi transferida para um copo limpo, sem os resíduos das folhas. Iluminamos o líquido com a adaptação do celular e com a lanterna de luz negra.

### 2.4. Marca-texto

Os alunos grifaram textos da apostila com um marca-texto amarelo e com o ambiente escuro iluminamos o texto com a adaptação do celular e com a lanterna de luz negra.

### 2.5. Riboflavina - comprimido de vitamina B

Sobre a carteira, usando uma régua rígida, amassamos um comprimido de vitamina B até virar pó, que foi transferido para um copo descartável. Foram adicionados 80 mL de água até dissolver. Iluminamos o líquido com a adaptação do celular e com a lanterna de luz negra.

## 3. Resultados

Durante a realização dos experimentos, os alunos não apresentaram dificuldades em seguir o roteiro proposto, interagindo constantemente com a professora que mediou a atividade. O primeiro experimento foi realizado com a água tônica. Ao incidir a luz da lanterna do celular, o líquido não apresentou a fluorescência esperada, refletindo somente a coloração violeta da luz (Fig. 3).



Figura 3 - Incidência da luz adaptada com a lanterna do celular na água tônica.



Figura 4 - Incidência de luz negra na água tônica.

Quando exposta à luz negra da lanterna, a fluorescência ocorreu, com a emissão de coloração azulada. Isso ocorreu porque a água tônica possui como componente a quinina, um alcaloide com propriedade fluorescente (Fig. 4).

No segundo experimento, a clorofila, pigmento natural nos vegetais que confere a cor verde, quando iluminada, emitiu radiação vermelha. Os resultados relativos à coloração puderam ser vistos com a incidência de luz dos dois dispositivos, porém a fluorescência foi mais intensa com a incidência de luz negra (Fig. 5).

No caso do marca-texto, ambos os dispositivos foram capazes de promover a fluorescência no texto grifado (Fig. 6).

No último experimento, a solução de vitamina B apresentou fluorescência esverdeada, sendo mais intensa com a luz negra. A fluorescência ocorre por conta da riboflavina, presente na vitamina B2 (Fig. 7).

Os alunos mostraram-se bastante entusiasmados e surpresos com os resultados apresentados, tirando fotos e



Figura 5 - Incidência de luz negra na solução de clorofila.



Figura 6 - Incidência da luz adaptada com a lanterna do celular na apostila grifada com marca-texto.



Figura 7 - Incidência de luz negra na solução de vitamina B.

comentando o que era observado. O grande questionamento da aplicação foi decorrente da não fluorescência de alguns compostos quando expostos à luz adaptada do celular, em comparação com a luz negra. Diversos experimentos e tutoriais na internet anunciavam tal adaptação da lanterna do

telefone móvel como sendo luz negra, como no site Manual do Mundo [5] ou Tecmundo [6], porém há uma diferença importante que pode ser verificada neste experimento e explicada a seguir.

A luz fluorescente normal, que utilizamos em nossas residências, é composta por um vapor de mercúrio e recoberta por um material à base de fósforo. Quando estimulado, esse fósforo emite fluorescência, transformando a radiação ultravioleta em luz visível. A luz negra consiste basicamente na mesma luz utilizada em casa, sendo a camada de fósforo substituída por uma tinta escura próxima do violeta. Essa luz emite coloração violeta intensa e também a radiação ultravioleta, pois não há a camada de fósforo. Sendo assim, ela emite radiação visível, luz violeta, e muita radiação não visível, a radiação ultravioleta.

A lanterna do celular é formada por uma luz de *led* que não emite radiação ultravioleta. Quando colocamos a coloração do pincel permanente, ela se assemelha à luz negra, mas não possui o mesmo efeito. Alguns materiais emitem a fluorescência com ambos os dispositivos, pois os elétrons dessas substâncias necessitam de uma quantidade de energia menor para realizar o salto entre níveis e consequentemente emitir luz, como é o caso do marca-texto. Outras substâncias, como a quinina, necessitam de uma quantidade de energia muito maior, possível somente com a incidência da radiação ultravioleta, para que gere

fluorescência.

#### 4. Conclusão

O ensino de determinados conteúdos de física na educação básica enfrenta diversos desafios, sendo necessário que o professor busque constantemente novas formas e metodologias para estimular os alunos. A preferência pelo uso de exemplos típicos da física clássica para explicar temas contemporâneos corrobora a manutenção da ideia de dissociação entre realidade e teoria. Nesse sentido, o uso de metodologias experimentais de baixo custo e fácil execução torna o ensino de física atômica interessante e coerente na visão dos estudantes.

O fenômeno da fluorescência, apesar de estar presente em diversas situações cotidianas, é um grande exemplo de como é possível despertar o interesse dos alunos pela ciência por meio de práticas investigativas elaboradas de forma simples e alinhadas com o entendimento e a realidade dos estudantes.

**O fenômeno da fluorescência, apesar de estar presente em diversas situações cotidianas, é um grande exemplo de como é possível despertar o interesse dos alunos pela ciência por meio de práticas investigativas elaboradas de forma simples e alinhadas com o entendimento e a realidade dos estudantes**

Nesta aplicação, esse interesse pôde ser percebido pelos diversos relatos dos alunos durante as experiências, associados à massiva participação dos estudantes de forma espontânea e a atenção dedicada pelos mesmos ao desenvolvimento

das atividades. Alguns alunos ainda procuraram a professora para questionar a possibilidade de repetir as experiências em casa, utilizando outros materiais, para verificar a existência ou não do fenômeno apresentado.

#### Referências

- [1] H. Fischler and M. Lichtfeldt, *International Journal of Science Education* **14**, 2 (1992).
- [2] F. Ostermann e M.A. Moreira, *Investigações em Ensino de Ciências* **5**, 1 (2000).
- [3] E.A. Terrazzan, *Perspectivas para a Inserção de Física Moderna na Escola Média*. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, 1994.
- [4] A.L.P. Nery e C. Fernandez, *Química Nova na Escola* **19**, 39 (2004).
- [5] I. Thenório, *Manual do Mundo* (2005). Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=Ajt6PJzVNQ>, acesso em 3/4/2019.
- [6] E. Harada, *Tecmundo* (2016). Disponível em <https://www.tecmundo.com.br/area-42/102593-area-42-fazer-lanterna-luz-negra-celular-video.htm>, acesso em 3/4/2019.