



Programa  
**É Tempo de Química!**  
Reações com Emissão de Luz

Reações Fotoquímicas

Química  
1ª Série | Ensino Médio

CONTEÚDOS DIGITAIS MULTIMÍDIA

### Coordenação Didático-Pedagógica

Stella M. Peixoto de Azevedo Pedrosa

### Redação

Gislaine Garcia

Tito Tortori

### Revisão

Alessandra Muylaert Archer

### Projeto Gráfico

Eduardo Dantas

### Diagramação

Romulo Freitas

### Revisão Técnica

Nádia Suzana Henriques Schneider

### Produção

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro

### Realização

Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação

Ministério da Ciência e Tecnologia

Ministério da Educação

---

### Vídeo (Audiovisual)

Programa: É Tempo de Química!

Episódio: Reações com Emissão de Luz

Duração: 10 minutos

Área de aprendizagem: Química

Conteúdo: reações fotoquímicas

Conceitos envolvidos: bioluminescência, eletrosfera, estado excitado, fluorescência, fosforescência, luciferase, luciferina, luminescência, luminol, quimioluminescência, reações fotoquímicas.

Público-alvo: 1ª série do Ensino Médio

---

### Objetivo geral:

Refletir sobre os tipos de reações fotoquímicas por emissão de luz no contexto do cotidiano.

### Objetivos específicos:

Definir luminescência;

Definir bioluminescência;

Diferenciar fluorescência de fosforescência;

Reconhecer a importância da quimioluminescência para as investigações policiais e para a sociedade;

Identificar que os fenômenos luminescentes estão ligados ao comportamento dos elétrons dos átomos de materiais, por influência de fontes de energia.

### Pré-requisitos:

Não existem pré-requisitos.

### Tempo previsto para a atividade:

Consideramos que uma aula (45 a 50 minutos cada) será suficiente para o desenvolvimento das atividades propostas.

## Introdução

O episódio *Reações com Emissão de Luz*, da série de programas *É Tempo de Química!*, está apresentado neste guia na forma de sugestões e informações adicionais. O mesmo tema – reações fotoquímicas – também é abordado no episódio *Reações pelo Efeito da Luz*, cuja exibição você também poderá programar.

O objetivo deste guia é fornecer sugestões que possam contribuir para o melhor aproveitamento do vídeo. Desse modo, apresenta uma sequência, cujo objetivo é apoiar o planejamento do roteiro de aula. A sua experiência e o contexto de suas aulas, porém, irão determinar a melhor forma de conduzir a apresentação e as atividades para os alunos.

Utilize um computador ou um equipamento de DVD conectado a uma TV ou datashow para a exibição do programa. Não se esqueça de verificar a disponibilidade desses recursos para a projeção na data prevista para a sua aula!

### professor!

Propicie um ambiente descontraído para que seus alunos possam interagir sem qualquer tipo de constrangimento. Lembre-se do seu papel de facilitador da aprendizagem!

## I. Desenvolvimento

Utilize o episódio de forma sábia, aproveitando sempre as dúvidas apresentadas pelo grupo. Tente proporcionar um ambiente favorável aos questionamentos dos alunos. Faça uma breve introdução sobre o tema e reforce que as reações fotoquímicas com a emissão de luz estão presentes em nosso cotidiano de várias maneiras – este caráter peculiar irá favorecer muito o momento de apresentação do conteúdo.

É importante destacar que, embora o guia traga sugestões, informações e atividades a fim de contribuir com o seu trabalho, não é necessário explorar todo o material. Você deverá concentrar-se nos conteúdos que considerar mais relevantes.

### LUMINESCÊNCIA E BIOLUMINESCÊNCIA

*O que o ferro em brasa e o vagalume têm em comum?*

Rita | Participante

*Será que o que faz o ferro em brasa e o vagalume emitirem luz são reações químicas?*

Rita | Participante

Desperte a curiosidade dos alunos, lançando essas perguntas em sala de aula.

Deixe-os à vontade para discutirem entre si. Observe as respostas dadas por eles. Provavelmente os alunos terão dificuldade em fazer associações sobre por que alguns corpos e objetos emitem luz. Mas, certamente, conseguirão identificar que há emissão de luz tanto no ferro em brasa quanto no vagalume. Incentive-os a se lembrarem de outros exemplos e, em seguida questione-os por que esses objetos e corpos emitem luminosidade. Explique que a emissão de luz – **luminescência** – tanto pode estar associada a reações químicas quanto à estimulação energética dos átomos.

Explique que as **reações fotoquímicas** são aquelas que ocorrem por efeito da luz. Entretanto, em todos os exemplos, incluindo os apresentados no vídeo – caso do ferro e do vagalume – a **luminescência** é resultante do comportamento dos elétrons na eletrosfera de um átomo.

As figuras a seguir, retiradas do vídeo, representam esse comportamento do elétron na **elestrosfera**. A luminescência ocorre quando, ao colocar o ferro diretamente no fogo, os elétrons adquirem energia térmica, passando do estado fundamental, na

camada mais interna da eletrosfera ( $n=1$ ) para um estado mais energético ( $n=2$ ), em uma camada mais externa (seta amarela). Entretanto, o **estado excitado** é transitório e de pouca duração. Rapidamente os elétrons voltam do estado excitado para o estado fundamental (seta vermelha). Nesse **salto quântico**, emitem um fóton – energia na forma radiante (seta azul). Portanto, nesse estado, o ferro superaquecido produz luminescência (ferro em brasa) por conversão da energia térmica em energia radiante luminosa.



Lembre aos alunos que existem diferentes lâmpadas que utilizam esse mesmo fenômeno para gerar luz: as lâmpadas incandescentes de bulbo, feitas de filamento de tungstênio; as lâmpadas frias ou fluorescentes, muito utilizadas por economizar energia; além das lâmpadas de neon, usadas no comércio com o objetivo de atrair e chamar a atenção dos clientes.



lâmpada de bulbo  
incandescente



lâmpada fria  
ou fluorescente



lâmpada de neon

*Mas, o vagalume é o único ser vivo que apresenta essa bioluminescência?*

Maria | Participante

**dica!**

Saiba mais sobre as proteínas fluorescentes relacionadas com a bioluminescência lendo o artigo VIVIANI, Vadim R. e BECHARA, Etelvino J. H. *Um Prêmio Nobel por uma Proteína Brilhante*. Química Nova na Escola, nº 30, NOVEMBRO 2008, p. 24-26, disponível em:

<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc30/05-AQ-8408.pdf>

Informe aos alunos que, no caso do vagalume, ocorre uma reação química que libera energia em seu organismo. Essa reação é chamada **bioluminescência**. As pesquisas no campo da fisiologia da bioluminescência determinaram que o óxido nítrico é a substância mediadora entre o impulso elétrico emitido pelos neurônios do vagalume e as reações químicas que produzem o disparo do *flash* luminoso.

Um **modelo explicativo** proposto por cientistas da Universidade de Tufts, em Massachusetts, nos Estados Unidos, considera que o óxido nítrico atua nos fotócitos (células produtoras de bioluminescência) da lanterna biológica dos vagalumes, bloqueando o oxigênio da respiração das mitocôndrias. Nos experimentos realizados, esses insetos eram colocados em recipientes contendo óxido nítrico e os cientistas observaram que os vagalumes não se apagavam mais de modo intermitente, ficando permanentemente acesos.

Concluíram, então, que o óxido nítrico bloqueia o oxigênio da respiração das mitocôndrias das células dos insetos (as mitocôndrias são pequenas estruturas produtoras de energia das células). Nesse caso, o oxigênio fica disponível para a oxidação das luciferinas, que são catalisadas pelas luciferases, resultando em oxiluciferina e na bioluminescência (luz do vagalume).

É importante informar aos alunos que esse complexo sistema de reações químicas gera uma conversão de alto rendimento de energia química (moléculas de ATP - adenosina trifosfato) em energia luminosa. Explique que do total de energia química do sistema, 90 – 96% é produção de luz fria, enquanto apenas 4 - 10% é desprendido em calor.

Informe que são conhecidos muitos seres vivos que manifestam esse tipo de **fenômeno bioquímico**, como bactérias, águas-vivas, seres aquáticos que vivem nas regiões abissais e batiais, larvas de insetos e até cogumelos.

Lembre aos alunos que os seres vivos usam a bioluminescência para atrair as presas ou se defender de seus predadores. É interessante mostrar aos alunos, através das figuras retiradas do vídeo, a variedade de cores emitidas por cada espécie de água-viva.



Mas, como essas cores são produzidas?

O processo chamado de **oxidação biológica** torna possível a conversão da energia química da reação entre substâncias conhecidas como **luciferinas** e o oxigênio em energia luminosa (sem a produção de calor). Informe aos alunos que essas reações estão relacionadas com a existência de uma enzima denominada **luciferase**.

Destaque para a turma que as luciferases podem ser usadas como biomarcadores luminosos, permitindo acompanhar a evolução de uma infecção bacteriana ou o crescimento de células cancerígenas dentro do organismo.

Apresente uma curiosidade em relação aos vaga-lumes, explicando que esses insetos usam a luz como um código luminoso de atração para o acasalamento. Informe que as cores emitidas e o ritmo das piscadelas varia de acordo com a espécie. Entretanto, algumas espécies de vaga-lumes aprenderam a imitar as piscadas de outras espécies.

### mais detalhes!

Encontre mais informações a respeito da bioluminescência do vaga-lume no site <http://educar.sc.usp.br/licenciatura/98/keila.html>

## RELAÇÃO ENTRE FLUORESCENTE E FOSFORESCENTE

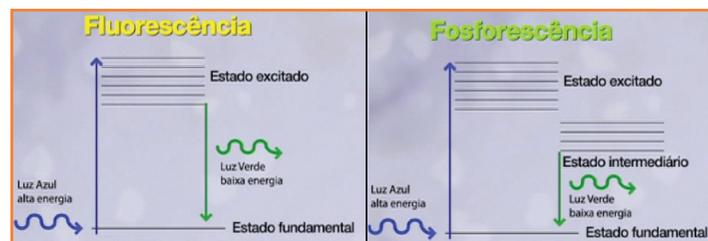
*Eu sempre tive curiosidade em saber, por exemplo, qual é a diferença dos objetos fluorescentes para os fosforescentes. Será que tem alguma diferença na reação química ou só muda o nome?*

Pedro | Participante

Pergunte aos alunos se eles sabem a diferença entre objetos **fluorescentes** e **fosforescentes**. Instigue-os ainda mais, perguntando como alguns objetos permanecem iluminados por mais tempo do que outros. Explique, então, que a reação que ocorre entre os dois é bastante simples e está relacionada ao estado excitado dos elétrons de certos materiais.

Associe que o processo é quase o mesmo do exemplo da incandescência, em que os elétrons captam a energia térmica ou da corrente elétrica, emitindo energia radiante quando voltam ao nível menos energético da eletrosfera.

No caso da **fluorescência** e da **fosforescência**, porém, a diferença está na forma como a radiação é dissipada. Ao exibir o vídeo, você, professor, poderá pausar na figura abaixo para tornar a diferença entre fluorescência e fosforescência mais clara e didática:



## mais detalhes!

Duas sugestões de leitura:

NERY, Ana Luiza Petillo e FERNANDEZ, Carmen. *Fluorescência e Estrutura Atômica: Experimento Simples para Abordar o Tema*. – Química Nova na Escola, nº19, maio 2004, p.39-42. <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc19/19-a12.pdf>

SARTORI, Paulo Henrique dos Santos e LORETO, Élgion Lúcio da Silva. *Medidor de Fluorescência Caseiro*. Química Nova na Escola, Vol. 31, nº 2, maio 2009, p. 150-154. [http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc31\\_2/13-EEQ-4508.pdf](http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc31_2/13-EEQ-4508.pdf)

Na **fluorescência**, a emissão da radiação é direta, ou seja, passa direto do estado fundamental para o excitado e, deste, para o fundamental. Portanto, no caso da fluorescência, quando a emissão de luz externa acaba, a radiação é finalizada. Um bom exemplo prático para contextualizar a fluorescência são as marcações de trânsito nas ruas, com faixas e placas, que dependem da luz externa para serem iluminadas. Depois que a fonte de emissão termina, ou seja, assim que os carros passam, apagam-se.

Outro exemplo são os adesivos iluminados inseridos pelos atletas noturnos nas bicicletas, *skates* e patins, e também nos uniformes de pessoas que trabalham à noite nas estradas e rodovias com o intuito de evitar acidentes.

Na **fosforescência**, o elétron passa do estado excitado para um intermediário e só depois para o fundamental. Explique para os alunos que, nesse caso, a energia que excitou os elétrons vai sendo liberada gradativamente na forma de fótons e, por isso, a luz dos objetos fosforescentes dura mais tempo.

Cite como exemplo de substância fosforescente o sulfeto de zinco presente em mostradores de relógio, nos adesivos que servem de enfeites nos quartos de crianças, nos interruptores de luz, etc.

Em termos práticos, no caso da fluorescência, a substância só emite a radiação enquanto está recebendo a fonte de energia externa, portanto, quando essa fonte de energia cessa, a radiação não é mais emitida. Nesse sentido, a fosforescência retém mais a radiação pelo estado intermediário.

Informe aos alunos que existem outros conceitos ou teorias acerca da fosforescência e da fluorescência, que utilizam o critério de ação pela temperatura para explicar essas duas fotoluminescências.

## QUIMIOLUMINESCÊNCIA

Questione os alunos se eles já viram algum seriado policial em que investigadores identificam manchas de sangue que foram limpas através de uma substância chamada **luminol**. Lembre-lhes que esse exemplo de **quimioluminescência** é importante quando a perícia precisa encontrar vestígios de sangue na cena do crime.

Destaque as imagens a seguir que mostram o luminol sob iluminação de lâmpadas especiais de ultravioleta.

Mas, como o **luminol** funciona? Mesmo quando o assassino tem a intenção de driblar a cena do crime, lavando roupas sujas de sangue ou limpando o local



onde ocorreu o fato, o luminol reage e produz marcas que determinam se havia sangue no local ou não. Será que os alunos sabem explicar como a reação química acontece com a utilização dessa substância?

Explique para os alunos que, além do luminol, o peróxido de hidrogênio (água oxigenada) também é um reagente importante usado no processo. Entretanto, para que a reação produza um brilho mais forte, é necessário um catalisador para acelerar e intensificar a liberação de quimioluminescência. Esse catalisador é exatamente o ferro contido na molécula de hemoglobina presente no sangue. Basta uma pequena quantidade de ferro para ativar a reação e, conseqüentemente, a produção de luminescência. Por isso, mesmo que o sangue tenha sido limpo, sempre haverá alguns poucos glóbulos vermelhos e, logicamente, átomos de ferro para catalisar a reação.

## 2. Atividades

- a) Peça aos alunos que **apresentem** uma experiência para outras turmas: eles deverão utilizar cápsulas de vitamina B trituradas e misturadas em água na ausência e na presença de uma lâmpada com luz UV. Peça para eles **explicarem** o que acontece, baseados nos conceitos da fotoluminescência.
- b) Proponha aos alunos que elaborem uma história em quadrinhos **utilizando** quaisquer tipos de recursos gráficos, inclusive software ou site próprio para esse tipo de atividade, e que, na história, seja **usado** pelos personagens algum tipo de fotoluminescência. **Lembre** aos alunos que o luminol pode ser uma ótima opção se a história for policial, assim como a luminescência pode ser muito bem empregada em histórias que envolvem acidentes de trânsito.
- c) Peça aos alunos para **fazerem** uma pesquisa para saber o que ocorre em algumas casas noturnas onde as roupas e os objetos brancos parecem brilhar, emitindo uma luz azulada, e que **elaborem** uma resposta para a próxima aula. Oriente-os a **pesquisarem** a partir do termo "luz negra".
- d) **Divida** a turma em grupos e peça para **pesquisarem elementos**, a fim de **organizarem** coletivamente uma exposição sobre objetos fluorescentes e fosforescentes, bioluminescência e quimioluminescência. Cada grupo deve escolher um tema para **apresentar** e **explicar** os fenômenos envolvidos em um dia agendado.
- e) Divida a turma em 7 grupos e peça para que cada grupo **pesquise** sobre cada um dos tipos de emissão de luz listados a seguir: incandescência, luminescência, triboluminescência, fluorescência, quimioluminescência, fosforescência e bioluminescência. Após essa pesquisa, os grupos devem **elaborar**, em conjunto, um cartaz com figuras e deixar colado em sala de aula.

### mais detalhes!

Você poderá saber mais sobre o luminol lendo o artigo *Os Detetives Químicos*, Química, n. 109, abr/jun, 2008, p.21-24. [http://www.spq.pt/boletim/docs/boletimSPQ\\_109\\_021\\_15.pdf](http://www.spq.pt/boletim/docs/boletimSPQ_109_021_15.pdf).



### 3. Avaliação

Para um **processo de avaliação** eficiente, comece apresentando objetivos bem delimitados, para que tanto você quanto eles saibam as metas que precisam ser alcançadas.

A **participação** dos alunos em sala é um bom indicador do processo de construção do conhecimento. Mas é importante saber que a participação vai além da exposição oral: deve considerar a postura do aluno durante a aula, a sua disponibilidade, a realização das tarefas, entre outros elementos.

A **autoavaliação** do professor é fundamental e deve considerar, entre outros elementos, o resultado das avaliações propostas aos alunos, pois este é um importante indicador da necessidade ou não de se reapresentar o tema em estudo.

## VÍDEO - AUDIOVISUAL

### EQUIPE PUC-RIO

Coordenação Geral do Projeto  
Pércio Augusto Mardini Farias

### Departamento de Química

Coordenação de Conteúdos

José Guerchon

Revisão Técnica

Letícia R. Teixeira

Assistência

Camila Welikson

Produção de Conteúdos

Tatiana Saint'Pierre

### CCEAD - Coordenação Central de Educação a Distância

Coordenação Geral

Gilda Helena Bernardino de Campos

Coordenação de Audiovisual

Sergio Botelho do Amaral

Assistência de Coordenação de Audiovisual

Eduardo Quental Moraes

Coordenação de Avaliação e Acompanhamento

Gianna Oliveira Bogossian Roque

Coordenação de Produção dos Guias do Professor

Stella M. Peixoto de Azevedo Pedrosa

Assistência de Produção dos Guias do Professor

Tito Tortori

Redação

Alessandra Muylaert Archer

Gisele da Silva Moura

Gislaine Garcia

Tito Tortori

Design

Eduardo Dantas

Romulo Freitas

Revisão

Alessandra Muylaert Archer

Gislaine Garcia