

Animação
**Conceitos e exemplos
de bioluminescência**

Reações fotoquímicas

Química
1ª Série | Ensino Médio

Coordenação Didático-Pedagógica

Stella M. Peixoto de Azevedo Pedrosa

Redação

Tito Tortori

Revisão

Camila Welikson

Projeto Gráfico

Eduardo Dantas

Diagramação

Isabela La Croix

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

Animação (Software)

Tema: Conceitos e exemplos de bioluminescência

Área de aprendizagem: Química

Conteúdo: Reações fotoquímicas

Conceitos envolvidos: agente oxidante, ATP, bioluminescência, catalisador, fotocitos, fóton, luciferina, luciferase, luminol, oxiluciferina, quimiluminescência e salto quântico.

Público-alvo: 1ª série do Ensino Médio

Objetivo geral:

Compreender o fenômeno da bioluminescência a partir do exemplo do vaga-lume.

Objetivos específicos:

Reconhecer a bioluminescência como um fenômeno bioquímico;

Citar exemplos de espécies bioluminescentes;

Identificar a importância da luciferina e da luciferase no processo de bioluminescência;

Explicar o processo químico envolvido no fenômeno da bioluminescência;

Reconhecer as “pulseiras de neon” como um exemplo de processo de luminescência;

Compreender o funcionamento do luminol usado na química forense;

Relacionar a bioluminescência com os saltos quânticos;

Identificar a importância de proteínas bioluminescentes nas pesquisas biomédicas.

Pré-requisitos:

Reações de oxirredução, radiação eletromagnética, modelos atômicos, teoria quântica e tabela periódica

Tempo previsto para a atividade:

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

Introdução

Este guia tem a pretensão de ser um recurso facilitador na apresentação do conteúdo, e por isso, além das orientações gerais, indicamos algumas leituras e sites onde materiais complementares poderão ser encontrados. Utilize-o livremente, explorando as sugestões pedagógicas da forma que considerar mais proveitosa para o desenvolvimento do seu plano de aula.

É importante saber usar as ferramentas disponíveis de forma adequada. O computador é um importante recurso pedagógico, desde que sua utilização ocorra dentro de um planejamento, com objetivos bem definidos.

Não se esqueça de reservar com antecedência a sala de informática para a apresentação da aula. Também é importante observar os requisitos técnicos para a utilização do software:

- Sistema operacional Windows, Macintosh ou Linux.
- Um navegador Web (Browser) que possua os seguintes recursos:
 - Plug-in Adobe Flash Player 8 ou superior instalado;
 - Recurso de Javascript habilitado pelo navegador.

dica!

Proponha que os alunos leiam o artigo *Luz Animal* escrito por RANGEL, Larissa para a revista *Ciência Hoje on-line*, publicado em 7 de maio de 2010.

Disponível no link <http://cienciahoje.uol.com.br/noticias/2010/05/luz-animal>.

1. Apresentação do Tema

A bioluminescência, abordada neste guia, é uma temática específica relacionada com as reações fotoquímicas. Esse tema pode interessar vivamente os alunos e, por ser capaz de instigar a curiosidade, pode contribuir de forma significativa para contextualizar o ensino de Química.

É provável que os alunos possuam alguns conhecimentos prévios sobre este assunto, principalmente em relação a alguma espécie que use a bioluminescência. Nesse caso, peça que eles citem exemplos de bioluminescência em animais e que proponham hipóteses para a função que esse fenômeno exerce em seus organismos.

Lembre que as reações químicas envolvidas nos fenômenos bioluminescentes são muito complexas e podem representar dificuldades para os alunos que estiverem iniciando os estudos de Química, portanto, trabalhe esse tema de modo a transformá-lo numa excelente ferramenta de motivação. Desse modo, os alunos poderão perceber que inúmeras reações químicas acontecem na natureza, superando a concepção alternativa comum de que a Química só existe em laboratórios.

2. Atividades – Na sala de computadores

BIOLUMINESCÊNCIA

Lembre aos alunos que a palavra **bioluminescência** é derivada dos radicais *bio*, que em grego significa vida, e *lumen*, cujo significado em latim é luz.

Provoque os alunos, questionando-os se a bioluminescência é um fenômeno químico ou biológico. É possível que eles se alternem na defesa de uma ou outra opção. Mencione, então, a **quimiluminescência** que ocorre nas células de certos seres vivos e conclua que, por isso, o mais correto é definir essas reações como sendo bioquímicas.

Defina, então, bioquímica como parte da ciência que estuda as reações químicas do interior dos seres vivos e, antes de prosseguir, fale sobre a fotoquímica, ramo que estuda as reações químicas envolvidas com a emissão de radiação eletromagnética ou luminescência, como também é chamada. Ressalte, então, que a bioluminescência faz parte desta área da ciência.

O EXEMPLO DO VAGA-LUME

O software destaca o caso do vaga-lume, comum em nosso país, como exemplo para entender a bioluminescência. Informe aos alunos que o termo vaga-lume é usado genericamente para nomear as espécies de besouros da família dos lampirídeos.

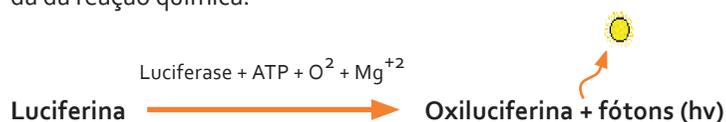
Explique que existem mais de 1.800 espécies de vaga-lumes que, na fase adulta adotam a estratégia de emitir luz através de “lanternas” dispostas na região abdominal. Lembre que as “lanternas biológicas” desses insetos existem tanto nos machos quanto nas fêmeas e que cada espécie tem uma sequência própria de piscadelas com a finalidade de atração sexual.

Informe aos alunos que nos **fortócitos** – células especializadas na produção de bioluminescência – existem duas substâncias envolvidas na emissão de luz: **luciferina** e **luciferase**.

É possível que os alunos façam a associação do nome dessas proteínas com o nome *Lúcifer*, de cunho religioso. Explique que esse nome vem do latim e significa “portador de luz”. A Teologia oficial o reconhece como um anjo decaído, e não como a personificação do demônio.

Explique que a luciferina é uma proteína que reage com o oxigênio graças à ação de enzimas como a luciferase. Nesse processo, que consome energia da célula na forma de **ATP** (adenosinatrifosfato), é formada a **oxiluciferina** com a consequente liberação de fótons. Esses fótons são liberados pelos fotócitos das lanternas, resultando na bioluminescência.

Pense em oferecer para os alunos, após o uso do software, o esquema a seguir, que apresenta uma versão bastante simplificada da reação química.



LIGHTSTICKS, LUMINOL E A QUÍMICA FORENSE

Pergunte aos alunos se eles já viram ou usaram em festas aquelas pulseiras que brilham no escuro, também chamadas “pulseiras de neon” ou *lightsticks*. Certamente, eles devem conhecer, mas não associam ao vaga-lume ou ao fenômeno da bioluminescência.

Explique que essas pulseiras contêm dois líquidos separados no interior de um tubo de plástico. Quando o tubo é dobrado, uma solução de peróxido de hidrogênio (H₂O₂) se mistura e reage com outra substância (*éster de fenil oxalato*), que se oxida e libera fótons de maneira semelhante ao que ocorre nas lanternas do vaga-lume.

dica!

Saiba mais sobre a bioluminescência dos vaga-lumes lendo o artigo *Luciferases de Vagalumes*, de VIVIANI, Vadim R. Revista Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento, nº 37, p. 8-19.

Disponível em <http://www.biotecnologia.com.br/revista/bio37/luciferases.pdf>

dica!

Proponha que os alunos leiam o texto *A Química do Vaga-Lume*, publicada no site *Química on-line*. Disponível em <http://www.quimicaonline.com/pagina/61/a-quimica-do-vaga-lume.aspx>

dica!

Os alunos podem entender melhor o princípio químico envolvido nos bastões luminosos lendo a matéria *Como Funcionam os Bastões Luminosos*, de HARRIS, Tom, publicado no site How Stuff Works? - Brasil. Disponível em <http://ciencia.hsw.uol.com.br/bastoes-luminosos3.htm>

O software apresenta, ainda, o exemplo de quimiluminescência do luminol. Pergunte aos alunos se eles já viram algum filme em que investigadores utilizam luminol e lâmpada ultravioleta para localizar vestígios de sangue. Explique que o processo é bastante semelhante ao uso das pulseiras quimiluminescentes.

Destaque a imagem que apresenta o exemplo da reação de oxidação do luminol. Informe que essa reação é semelhante àquela que ocorre no corpo do vaga-lume. Esclareça que o luminol ($C_8H_7O_3N_3$) permite o reconhecimento de vestígios de sangue porque, de maneira simplificada, reage com um **agente oxidante** – peróxido de hidrogênio (H_2O_2) – mas precisa de um catalisador para produzir um brilho mais forte.

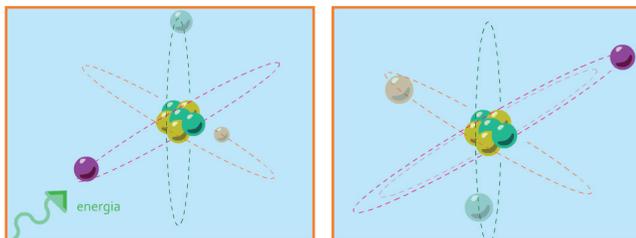


Indique que, nesse caso, o agente **catalisador** é o átomo de ferro, que faz parte da composição da molécula de hemoglobina presente no sangue. Assim, os locais onde existem resíduos de sangue, portanto, onde existem hemoglobina, emitirão uma luz de coloração azul mais intensa, permitindo identificar manchas de sangue em locais de crime, mesmo se tiverem sido lavados.

ELÉTRONS, SALTO QUÂNTICO E LUMINESCÊNCIA

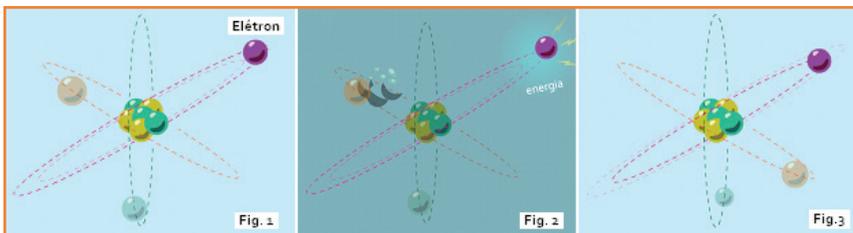
Aproveite as animações apresentadas no software para explicar que a luminescência é um fenômeno que envolve os elétrons. Lembre aos alunos que o núcleo atômico é cercado por sete camadas ou regiões onde os elétrons orbitam. Informe que quanto mais externa é a camada, maior é a energia do elétron.

Destaque a imagem baseada no modelo atômico de Rutherford, mostrando que os átomos das substâncias luminescentes recebem energia química das células e ficam “excitados” ou ativados.



A imagem mostra o “salto quântico”, no qual o elétron pula de uma camada mais interna da eletrosfera para uma camada mais externa. Esse estado mais energético, contudo, é transitório e de pouca duração. Quando essa situação é revertida, o elétron precisa liberar a energia armazenada e retornar ao seu orbital original. Isso é feito através da emissão de um **fóton**, ou seja, uma onda-partícula de luz.

Aponte para os alunos que o elétron, no início da animação, está em uma camada mais energética e, por isso, mais externa (Fig.1). Após a liberação de energia (Fig.2), que corresponde à emissão do fóton, o elétron retorna ao seu orbital de origem (Fig.3).



As imagens a seguir mostram, em detalhes, o comportamento do elétron que explica a emissão do fóton e o seu retorno ao orbital de menor energia e assim, consequentemente, o **fenômeno da luminescência**.



mais detalhes!

Pode ser interessante pedir que os alunos leiam a reportagem de divulgação científica intitulada *Bioluminescência profunda* da Agência FAPESP sobre a descoberta de novas espécies de seres vivos bioluminescentes. Disponível em <http://www.agencia.fapesp.br/materia/10952/divulgacao-cientifica/bioluminescencia-profunda.htm>

dica!

Sugira que os alunos leiam a reportagem *À Luz da Ciência Básica*, de ESCOBAR, Herton. Disponível em <http://blogs.estadao.com.br/herton-escobar/a-luz-da-ciencia-basica/>

IMPORTÂNCIA DO ESTUDO DE ESPÉCIES BIOLUMINESCENTES

Lembre aos alunos que a **bioluminescência** não é um fenômeno tão incomum. Explique que é encontrada principalmente em animais como peixes, insetos, águas-vivas etc., mas que fungos e bactérias também podem manifestar esse comportamento.

Informe que a bioluminescência pode ser usada como um recurso para facilitar a identificação de parceiros reprodutivos, ajudar na caça e na fuga dos predadores etc.

Aproveite esse tema para comentar com os alunos que muitas vezes a pesquisa pura pode resultar em uma aplicação prática não buscada. Explique que o estudo da bioluminescência acabou servindo de ponto de partida para o desenvolvimento de importantes **técnicas em microbiologia**.

Informe que, atualmente, as **proteínas bioluminescentes** são usadas em laboratórios do mundo todo como marcadores biológicos, para entender como as células se comportam em uma infinidade de doenças, como câncer, Alzheimer, distúrbios metabólicos etc., além da identificação de mecanismos biológicos, da eficiência de enzimas, anticorpos, medicamentos e de técnicas de terapia genética cruciais para a biomedicina humana.

3. Atividades Complementares

- a) Proponha que cada aluno **pesquise três espécies** que apresentem o fenômeno da **bioluminescência**. Em seguida, eles devem **produzir** pequenas **fichas técnicas** com o nome vulgar, nome científico, imagem e uma breve explicação sobre a importância desse recurso na sobrevivência da espécie. Estabeleça um padrão para o tamanho da ficha, das letras e da imagem e combine uma data para a exposição das fichas.
- b) Sugira aos alunos que **elaborem uma breve história em quadrinhos** em que o **luminol** seja usado pelos personagens. Utilize quaisquer tipos de recursos gráficos, inclusive software ou site próprio para esse tipo de atividade.
- c) Peça que os alunos, em grupos, **produzam um modelo atômico**, apresentando núcleo e eletrosfera e demonstrando o salto quântico e a emissão do fóton.
- d) Veja a possibilidade de levar pulseiras fluorescentes para a sala de aula. Permita que os alunos **observem cuidadosamente** e explique o seu funcionamento. Se possível, usando máscara e luvas, abra uma delas para que os alunos possam **conhecer o seu interior**.

4. Avaliação

É importante considerar que o processo de avaliação deve ocorrer de **forma continuada**, buscando sempre a **dimensão formativa**, ou seja, a avaliação é uma ferramenta de acompanhamento do processo de ensino-aprendizagem tanto em seu aspecto docente quanto discente.

Aproveite cada atividade ou estratégia didática para observar se os **objetivos** foram alcançados.

O envolvimento dos alunos, assim como a participação nas atividades, são pontos importantes que devem ser registrados e considerados no **processo de avaliação**.

Quando você **identificar** algum conteúdo que não tenha sido bem compreendido por seus alunos, proponha novas atividades até que os objetivos previstos sejam atingidos.



ANIMAÇÃO - SOFTWARE

EQUIPE PUC-RIO

Coordenação Geral do Projeto

Pércio Augusto Mardini Farias

Departamento de Química

Coordenação de Conteúdos

José Guerchon

Ricardo Queiroz Aucélio

Assistência

Camila Welikson

Produção de Conteúdos

PUC-Rio

CCEAD - Coordenação Central de Educação a Distância

Coordenação Geral

Gilda Helena Bernardino de Campos

Coordenação de Software

Renato Araujo

Assistência de Coordenação de Software

Bernardo Pereira Nunes

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

Camila Welikson

Gabriel Neves

Design

Isabela La Croix

Romulo Freitas

Revisão

Alessandra Muylaert Archer

Camila Welikson