


SEQUÊNCIA DIDÁTICA CTS: A LUZ DOS ELEMENTOS TERRAS RARAS

STS DIDACTIC SEQUENCE: THE LIGHT OF THE RARE EARTH ELEMENTS

Greice Cristina Santos de Faria 

Pedro Miranda Junior 

Resumo

A abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) objetiva uma educação para o exercício da cidadania, em que a construção de conhecimento se dá por meio do ensino contextualizado a partir da discussão de temáticas sociais relevantes, contribuindo para formação de cidadãos conscientes e reflexivos perante a tomada de decisões. Os elementos terras raras (TR), apesar de não abordados com detalhes nas aulas de química no Ensino Médio, possuem utilizações cotidianas que fazem parte da vivência dos jovens e adolescentes, principalmente na construção de aparatos eletroeletrônicos, como tablets, computadores, notebooks e celulares. A versatilidade da aplicação dos elementos TR justifica a abordagem deste tema em sala de aula; pensando nisso, uma sequência didática (SD) CTS com o tema “A luz dos elementos terras raras” foi elaborada a partir de uma pesquisa de mestrado desenvolvida com um grupo de 120 alunos da 1ª série do ensino médio de uma escola pública estadual. A SD está estruturada em seis etapas: (i) discussão diagnóstica; (ii) a imagem da mineração brasileira; (iii) usos, aplicações e implicações dos elementos TR; (iv) pesquisa direcionada; (v) experimento de fluorescência; (vi) descarte de resíduos eletrônicos. Cada etapa viabiliza discussões acerca da preservação ambiental, com destaque para a conscientização sobre consumo e descarte de dispositivos eletroeletrônicos. Consideramos que produtos educacionais contribuem para que professores da educação básica reflitam sobre a relevância do uso de diferentes estratégias de ensino em suas aulas, como também de sua autonomia para aperfeiçoar ou adaptar tais produtos de acordo com sua realidade escolar.

Palavras-chave: Sequência Didática. Ensino de Química. Elementos Terras Raras.

Abstract

The STS (Science, Technology and Society) approach aims at an education for the exercise of citizenship, in which the construction of knowledge occurs through contextualized teaching from the discussion of relevant social themes, contributing to the formation of conscious and reflective citizens before making decisions. The rare earth elements, although not covered in detail in high school chemistry classes, have daily uses that are part of the experience of young people and adolescents, mainly in the construction of electronic devices, such as tablets, computers, notebooks and cell phones. The application versatility of the elements justifies the approach of this theme in the classroom, thinking about it, a didactic sequence (DS) STS with the theme "The light of the rare earth elements" was elaborated from a master's research developed with a group of 120 students from the 1st grade of high school in a state public school. The DS is structured in six stages: (i) diagnostic discussion; (ii) the image of Brazilian mining; (iii) uses, applications and implications of the TR elements; (iv) targeted research; (v) fluorescence experiment; (vi) disposal of electronic waste. Each stage makes discussions about environmental preservation feasible, with emphasis on raising awareness about consumption and disposal of electronic devices. We consider that educational products contribute to basic education teachers to reflect on the relevance in using different teaching strategies in their classes, as well as their autonomy to improve or adapt these products according to their school reality.

Key words: Didactic Sequence. Chemistry Teaching. Rare Earth Elements.

Introdução

No ensino de química, diversos temas socioambientais são comumente utilizados para propor um ensino contextualizado. No entanto, um tópico relevante, mas praticamente não abordado nas aulas de química do Ensino Médio, é o dos elementos terras raras (TR).

Ao professor de química do Ensino Médio, em algum momento durante sua graduação, foram apresentadas algumas propriedades e aplicações dos elementos TR, provavelmente na disciplina de Química Inorgânica durante a abordagem de complexos metálicos com elementos do bloco f, ou de forma abreviada em Química Geral, ao estudar a classificação periódica dos elementos químicos, mas com um enfoque meramente explicativo, sem maiores aprofundamentos (CABRAL, 2014). Esse mesmo autor (p.5) ressalta tal afirmação, quando diz que: “até mesmo alunos do Ensino Superior desconhecem as propriedades e aplicações dessas substâncias, não havendo disciplinas que abordem o tema especificamente”.

A escolha do tema “A luz dos Elementos Terras Raras” para SD justifica-se pela ampla aplicação desses elementos na tecnologia de ponta e pelo seu valor estratégico para o país, além de inserir os estudantes na discussão de problemas ambientais e políticos decorrentes da exploração desses elementos da natureza. Pela falta de notabilidade desses elementos na sociedade, consequentemente lhes é atribuída menor importância por falta de conhecimento; assim, as questões ambientais, sociais, econômicas e éticas na exploração mineral desses elementos no ensino de química são deixadas de lado.

Ao tratar das questões sociais envolvidas, os processos de extração, principalmente o da monazita¹, causam impactos irreversíveis ao meio ambiente (LAPIDO; LOUREIRO, 2013). Outro fator é o “resíduo eletrônico”, pois somos bombardeados pela mídia a trocar nossos aparelhos eletrônicos por novos e, o que é feito com os aparelhos descartados? Segundo o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA, 2015), cerca de 40 milhões de toneladas de resíduos eletrônicos são descartados no mundo por ano. O Brasil, com 20 mil toneladas, apenas de celulares e impressoras, é um dos países com maior produção de resíduos eletroeletrônicos do mundo. Esse resíduo eletrônico é uma fonte significativa de elementos TR e o avanço da tecnologia viabiliza sua reciclagem, diminuindo a atividade mineradora, preservando o ambiente (ROCIO *et al.*, 2012).

Diante da importância dessa temática, este artigo propõe como produto educacional uma SD com abordagem CTS que, por meio de estratégias de ensino diversificadas, visa a participação

¹**Monazita (geol.)** Mineral do grupo dos fosfatos, com fósforo, urânio, tório e elementos terras raras em sua composição, de cor castanho-amarelada a avermelhada. Mineral de minério de [elementos terras raras]. O mineral apresenta leve radioatividade devido aos elementos que o compõem. KLEIN, C., DUTROW, B., 2012. Manual de ciência dos minerais.

ativa dos estudantes, além de proporcionar ao professor exercer o papel de mediador em um ensino de química contextualizado.

Elementos Terras Raras

A descoberta dos elementos Terras Raras (TR) teve início em 1787, quando Carl Axel Arrhenius descobriu a gadolinita, mineral composto de silicatos de cério, lantânio, neodímio, ítrio, berílio e ferro, principalmente; este mineral foi encontrado em Ytterby, uma região próxima de Vaxholm na Suécia (ROCIO *et al.*, 2012). Porém, apenas em 1913, Henry Moseley utilizou espectro de raios X para quantificar esses elementos, os quais são abundantes na crosta terrestre, mas de difícil extração, atribuindo à sua produção, um alto preço (ROCIO *et al.*, 2012). O grupo de elementos TR compreendem os elementos: escândio (Sc), ítrio (Y) e lantanídeos, localizados no grupo 3 da tabela periódica. Os elementos Sc e Y são elementos do bloco d e os lantanídeos são elementos do bloco 4 f. Os lantanídeos são constituídos pelos elementos: lantânio (La), cério (Ce), praseodímio (Pr), neodímio (Nd), promécio (Pm), samário (Sm), európio (Eu), gadolínio (Gd), térbio (Tb), disprósio (Dy), hólmio (Ho), érbio (Er), túlio (Tm), itérbio (Yb) e lutécio (Lu).

O nome “terras raras” deve-se ao fato de que na época de seu descobrimento os elementos TR, encontrados como óxidos, tinham aparência terrosa e eram considerados muito escassos devido ao desconhecimento de processos de purificação desses elementos. Mas hoje em dia sabe-se que esses elementos não são raros e alguns deles são mais abundantes de que o cobre e o chumbo, por exemplo, (MIRANDA JR, 2000).

Os elementos TR, apesar de pouco conhecidos pela sociedade, são extremamente importantes na produção de tecnologias como computadores, celulares, lâmpadas especiais, além de contribuir para o desenvolvimento de veículos híbridos e energias limpas como a eólica e a solar. Tais características conferem aos TR destaque no âmbito da indústria, conferindo aos países que consomem esses elementos em grande quantidade, o título de desenvolvidos industrialmente (FILHO; SERRA, 2015).

A China é o maior detentor mundial de reservas de TR, além de produtor é o principal consumidor desses elementos para produção de aparatos eletroeletrônicos, responsável por controlar 90% da demanda mundial. Porém, o Brasil é segundo em termos de reservas minerais, com 22 milhões de toneladas de TR, e por isso, possui enorme potencial para ser um futuro produtor de ETRL (Elementos Terras Raras Leves), elementos que correspondem à parte inicial da série dos elementos lantanídeos (La, Ce, Pr e Nd), aqueles com menor número atômico da série (MIRANDA JR, 2000).

Abordagem CTS e o Ensino de Química

A sigla CTS significa Ciência, Tecnologia e Sociedade. Surgiu com um movimento que criticava modelos de gestão e políticas de ciência e tecnologia. Em contexto mundial, o movimento CTS já é bem conhecido e, desde o século XX, reivindica a inovação e a reestruturação do currículo escolar para uma atuação cidadã, utilizando questões sociais de maneira multidisciplinar. Levando em consideração o seu surgimento em países desenvolvidos industrialmente (Europa e América do Norte), por volta da década de 1970, após o avanço da Ciência e Tecnologia (C & T), além da degradação do meio ambiente se tornar mais visível, fez-se necessário um olhar mais crítico voltado para os aspectos políticos, fomentando debates que levaram ao denominado “Movimento CTS” (AULER; BAZZO, 2001).

Já no Brasil, um dos marcos para o surgimento do movimento foi a Conferência Internacional sobre Ensino de Ciências para o Século XXI: ACT - Alfabetização em Ciência e Tecnologia, em 1990. Nesse contexto, pesquisadores do Brasil e de outros países apresentaram trabalhos sobre o Ensino de Ciências e a temática CTS (SANTOS; SCHNETZLER, 2014). Além de publicação de artigos e trabalhos, grupos de professores e pesquisadores começaram a desenvolver materiais didáticos com abordagem CTS voltados para o ensino médio.

Uma das funções do ensino de química na educação básica é informar e formar para a cidadania (SANTOS, SCHNETZLER, 2014), isso é fortalecido por documentos oficiais relacionados à educação básica, como os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 2000), a Lei de Diretrizes e Bases - LDB (BRASIL, 2012) e a Base Nacional Comum Curricular - BNCC (BRASIL, 2017) que propõem uma educação que permita o desenvolvimento pleno do discente, colaborando para que este exerça de maneira consciente a sua cidadania.

O objetivo principal da educação CTS é desenvolver a educação cidadã, ou seja, o papel da educação química envolvendo a abordagem CTS é o de educar para a cidadania, de maneira que o indivíduo seja capaz de utilizar os produtos tecnológicos desenvolvidos pela sociedade democrática, além de compreender e estabelecer uma opinião frente aos impactos causados por esses produtos (SANTOS, SCHNETZLER, 2014).

Tendo em vista a contribuição da abordagem CTS para o processo de ensino e aprendizagem e da relevância dos elementos TR para o desenvolvimento tecnológico do país e para o ensino de química, planejamos uma SD intitulada “A luz dos elementos Terras Raras”, de forma a contribuir para esta área de pesquisa e fortalecer a importância do conhecimento científico para leitura da realidade.

Sequência Didática

Entendemos que sequências didáticas facilitam a compreensão de determinado tema durante o ensino e a aprendizagem em sala de aula, pois utilizam a junção de ações pedagógicas para um ensino etapa por etapa (MAROQUIO *et al.*, 2015) e são estratégias didáticas adequadas para realização de um ensino CTS. Pensando nisso, a SD foi estruturada em 06 etapas para ser desenvolvida na disciplina de Química, especificamente para a 1ª série do Ensino Médio, durante 10 aulas, sendo que cada etapa pode ser adaptada de acordo com cada realidade escolar.

Etapa 1: Discussão Diagnóstica

Objetivo: Identificar os conhecimentos prévios dos alunos a fim de propor ações e intervenções adequadas para posterior aprofundamento temático.

Desenvolvimento: Tempo estimado: 1 aula de 50 minutos. Levante uma discussão com a turma acerca da utilização de aparatos eletroeletrônicos. Você poderá fazer algumas perguntas, tais como: Quantos de vocês já tiveram mais de um aparelho celular?; Como pode ser feito o descarte desses aparelhos?; Vocês sabem como são feitos e quais os materiais utilizados na confecção de aparatos tecnológicos?; Alguém sabe o que é fluorescente?. Essas questões podem ser utilizadas para introduzir o que são os Elementos Terras Raras e a importância destes para a produção de alta tecnologia.

Etapa 2: A imagem da mineração brasileira

Objetivo: Despertar o pensamento crítico por meio da utilização de imagens a fim de expor aos alunos as problemáticas ambientais e relacioná-las à realidade do contexto nacional, destacando as consequências para os indivíduos participantes desta realidade.

Desenvolvimento: Tempo estimado: 1 aula de 50 minutos. Divida a turma em grupos de 4 alunos e peça que eles disponham as carteiras em um grande círculo. Disponibilize no centro da roda imagens que retratam a extração mineral no território brasileiro; tais figuras podem ser impressas em folhas de papel A4, coladas em cartolinas ou até mesmo projetadas no quadro da sala. Em seguida, cada grupo deve escolher a paisagem que mais lhe chamou a atenção. Após a escolha, peça para o grupo discutir e elaborar um texto, retratando a primeira impressão coletiva sobre a imagem. No final da atividade é interessante que todos os grupos compartilhem suas impressões com a sala para confrontar com o que realmente significa cada paisagem.

Etapa 3: Usos, aplicações e implicações dos elementos TR

Objetivo: Relacionar os elementos TR à composição de alguns materiais cotidianos, demonstrando aos alunos a utilidade das TR, bem como as implicações ambientais envolvidas desde a extração dos minérios desses elementos.

Desenvolvimento: Tempo estimado: 1 aula de 50 minutos. Discuta sobre os principais usos e aplicações dos elementos TR; para isso, disponibilize aos grupos a imagem “Mil e uma utilidades na alta tecnologia”², com o intuito de incentivar o desenvolvimento do pensamento crítico e a defesa de seu ponto de vista sobre os aspectos negativos e positivos da utilização dos elementos terras raras, neste caso, a exploração mineral e a vasta utilidade para confecção de diferentes dispositivos, por exemplo, eletroeletrônicos. No final da aula, oriente cada grupo a escolher dois dispositivos, como lâmpada, TV, câmera, notebook, dentre outros, para realização de uma pesquisa sobre os elementos envolvidos no processo de fabricação desses equipamentos, além das características químicas e a localização desses elementos no território brasileiro. O trabalho de pesquisa poderá ser entregue na semana seguinte.

Etapa 4: Pesquisa direcionada

Objetivo: Identificar as principais características dos elementos terras raras presentes no material escolhido e a sua função.

Desenvolvimento: Tempo estimado: 2 aulas de 50 minutos. Inicie a aula comentando sobre os trabalhos de pesquisa realizados pelos grupos de alunos. Em seguida, utilizando a sala de informática da escola, peça aos alunos que acessem o *Software Tabela interativa em Português*³, para que eles comparem as informações do trabalho de pesquisa com aquelas disponíveis na Tabela Periódica virtual. Ao clicar em um dos elementos presentes na tabela interativa, são apresentadas diversas informações, tais como: a forma como é encontrado na natureza; suas principais aplicações no cotidiano; a quantidade existente no Universo, no corpo humano, na crosta terrestre e no oceano.

Etapa 5: Experimento de Fluorescência

Objetivo: Realizar um experimento (Figura 1) que demonstra a fluorescência de alguns materiais para diferenciar fluorescência de fosforescência, relacionando esta propriedade com a luz emitida em dispositivos eletroeletrônicos que contêm elementos terras raras.

Desenvolvimento: Tempo estimado: 2 aulas de 50 minutos. Na aula que antecede o experimento, solicite aos alunos que se organizem para trazer água tônica, caneta marca-texto e o celular, materiais utilizados neste experimento. Organize a turma em grupos de 4 alunos para realizar a aula prática. Este experimento foi elaborado a partir da adaptação de experimentos realizados na internet com materiais fluorescentes⁴ e com uso da lanterna de celular, divulgados no site “*manualdomundo.uol.com.br*”. No encerramento, solicite ao grupo que escreva um relatório ou um

²Fonte: http://www.senado.gov.br/noticias/jornal/emdiscussao/Upload/201304%20-%20setembro/pdf/em%20discuss%C3%A3o!_setembro_2013_internet.pdf

³Fonte: www.tabelaperiodica.org/tabela-periodica-com-aplicacoes-dos-elementos-quimicos/

⁴líquido fluorescente- <http://www.manualdomundo.com.br/2011/08/liquido-fluorescente/>

texto para descrever o experimento realizado e apresentar os principais conceitos que explicam o fenômeno observado na aula prática.

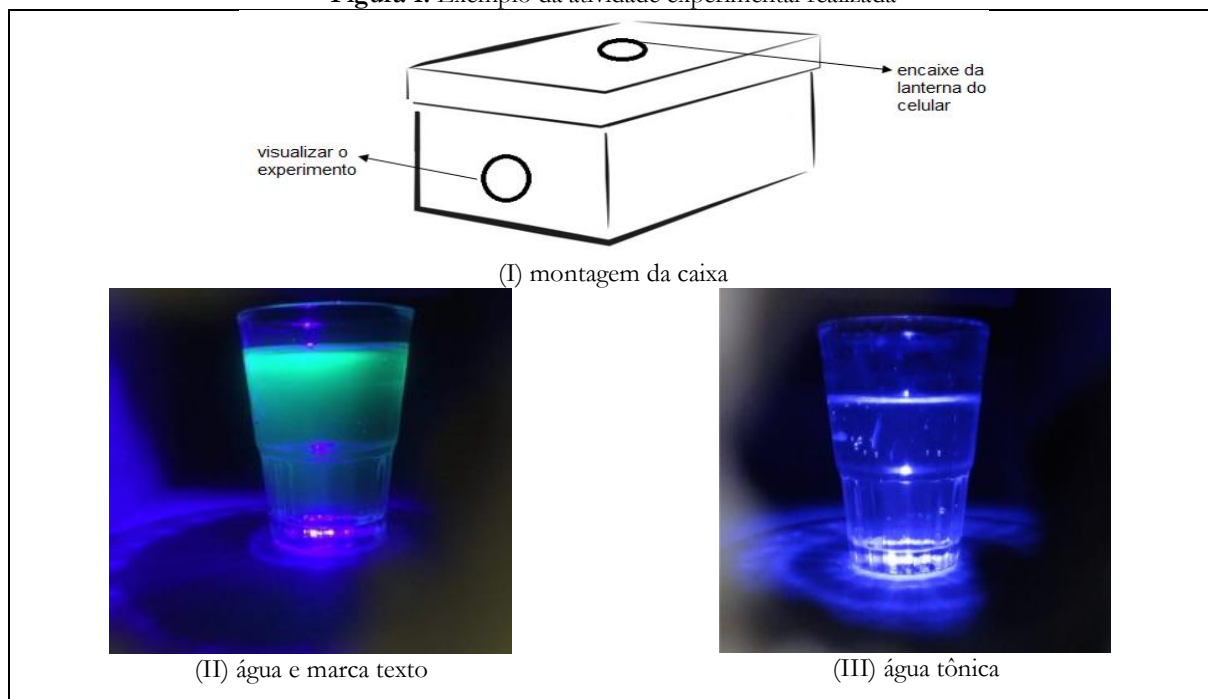
Roteiro experimental:

Materiais: Você vai precisar de uma caneta azul permanente, fita adesiva, celular, uma caneta marca-texto amarela, dois copos, água, água tônica e uma caixa de sapato.

Procedimentos:

- (1) Utilizando uma caixa de sapato, faça um furo na tampa para encaixar a lanterna do celular. Faça um furo na parte frontal da caixa para visualizar o líquido que será iluminado dentro da caixa.
- (2) Recorte cinco pedaços pequenos de fita adesiva que serão colados na lanterna do celular. Cole a primeira fita e pinte-a com caneta azul. Cole a segunda fita sobre a primeira e pinte novamente; continue até finalizar a quinta fita.
- (3) Retire a carga da caneta marca texto amarela e dissolva em um copo (béquer) com cerca de 200 mL de água, reserve.
- (4) Coloque a água tônica em outro copo (béquer), reserve.
- (5) Insira dentro da caixa o copo que contém a solução da tinta marca-texto. No furo da tampa coloque a lanterna do celular acionada. Observe pelo furo frontal da caixa o líquido iluminado no interior da caixa. Repita o procedimento com o copo que contém a água tônica.

Figura 1: Exemplo da atividade experimental realizada



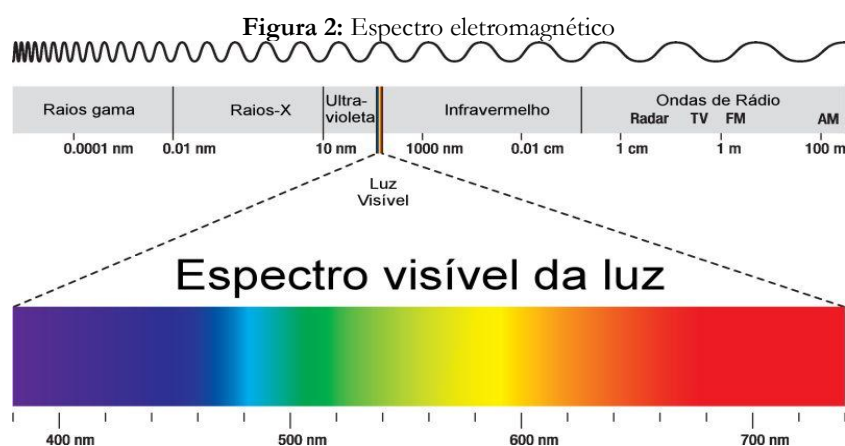
Fonte: Os autores.

Explicação do experimento

Ao término do experimento sugerimos que a professora ou o professor discuta com a turma os conceitos científicos envolvidos, tais como: excitação eletrônica; regiões do espectro eletromagnético; luminescência (fluorescência e fosforescência). Para o entendimento da excitação eletrônica pode utilizar o modelo atômico de Bohr. Na explicação do fenômeno, deve-se levar em

conta o nível escolar dos alunos, o Ensino Médio, tomando cuidado para não tornar o assunto muito complexo. Normalmente os cursos superiores de Física e Química abordam tais conhecimentos com detalhes. O mais importante é discutir o tema e instigar a curiosidade dos alunos. Este experimento pode ainda ser realizado em uma proposta interdisciplinar, com a colaboração da disciplina de Física.

A lanterna do celular emite a luz branca, que nada mais é que a junção das cores visíveis contidas no espectro eletromagnético (Figura 2). Quando utilizamos a cor azul da caneta permanente, ela encobre praticamente todas as cores visíveis e deixa passar pela fita adesiva uma pequena parte da luz visível violeta e a luz invisível ultravioleta. Quando a luz da lanterna adaptada é incidida na solução, há a absorção da radiação UV e emissão da radiação em outro comprimento de onda, na região visível, detectada pelo olho humano.



Fonte: CARVALHO, 2006. Disponível em: <Shutterstock.com>. Acesso em: 24 abr. 2020.

Alguns materiais, quando absorvem radiação ultravioleta ou outras formas de radiação, emitem de volta luz visível. Esse fenômeno é chamado de luminescência. Quando a emissão ocorre imediatamente após a incidência da radiação ultravioleta, o fenômeno é chamado de fluorescência; se, por outro lado, a emissão demorar alguns segundos ou até mesmo algumas horas, denomina-se fosforescência. Por exemplo, os interruptores de luz que brilham no escuro baseiam-se na fosforescência.

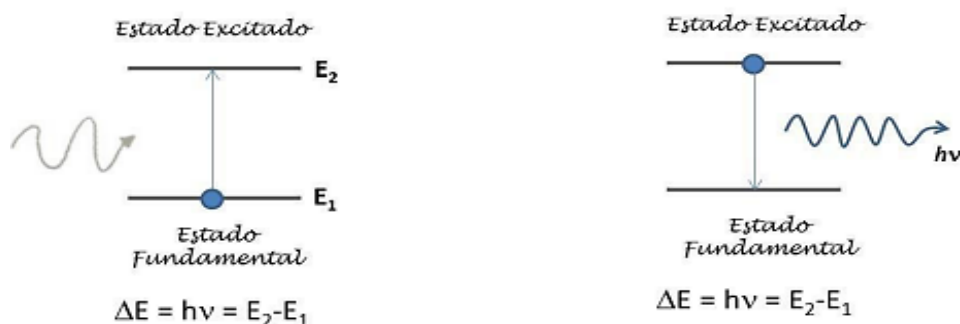
O fenômeno observado nas duas soluções é o da fluorescência, um tipo de luminescência. Você pode atingir os mesmos resultados utilizando outros materiais para o experimento, como por exemplo, o sabão em pó. Para demonstrar a fosforescência você pode utilizar enfeites que brilham no escuro como pulseiras de neon ou mesmo usar interruptores de luz.

A luminescência é utilizada para caracterizar os diferentes tipos de emissões de luz não incandescentes (sem calor), como a fluorescência, a fosforescência, a quimiluminescência e a bioluminescência, por exemplo. Devido à transição eletrônica, é capaz de emitir luz entre 400 e 700 nm (região visível do espectro eletromagnético). Este experimento tem o intuito apresentar aos

alunos conceitos referentes aos processos de emissão de luz do tipo fluorescência e fosforescência, mas não impede o aprofundamento, durante as suas aulas, dos outros tipos de emissões. A experimentação prioriza a fluorescência por ser característica de alguns elementos TR, como o íon Tb^{+3} , utilizado na fabricação de lasers e lume de relógios e o Eu^{+3} , para ativar a cor verde em televisores coloridos.

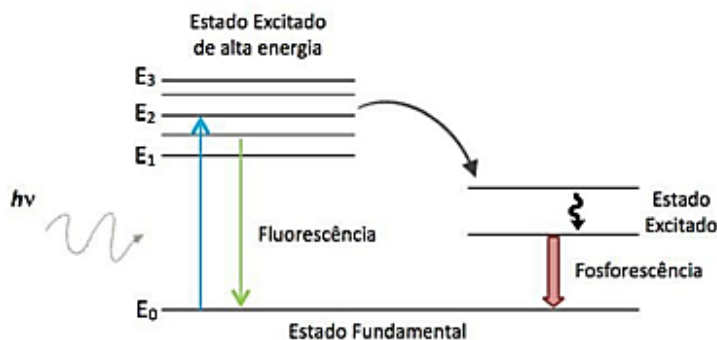
Na Figura 3 são representados fenômenos de absorção e emissão de fótons e, na Figura 4, o fenômeno da luminescência. Na fluorescência a emissão do fóton ocorre quando o elétron da espécie excitada retorna diretamente para estado fundamental, já na fosforescência, a espécie excitada sofre um decaimento para um nível intermediário de energia e ao retornar para o fundamental emite luz (SERRA; LIMA; FILHO, 2015).

Figura 3: Transição eletrônica com absorção e emissão de fótons.



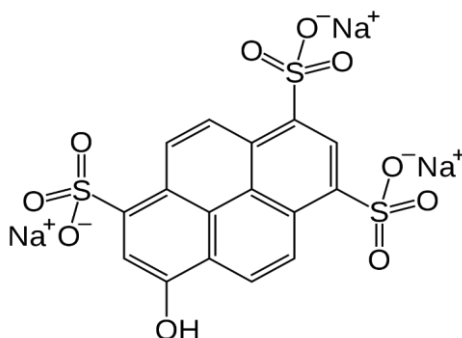
Fonte: Adaptado de SERRA; LIMA; FILHO, 2015

Figura 4: Processo de emissão por luminescência.



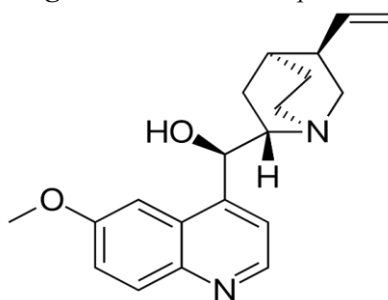
Fonte: Adaptado de SERRA; LIMA; FILHO, 2015

A solução com tinta de marca-texto amarelo contém uma substância chamada piranina (8-hidroxipireno-1,3,6-trissulfonato de trissódio), estrutura representada na figura 5. Essa substância é um corante fluorescente que sob a luz comum apresenta coloração amarelada e quando submetido à luz ultravioleta, emite cor esverdeada.

Figura 5: Estrutura da piranina.


Fonte: Disponível em: <<https://it.wikipedia.org/wiki/Piranina#/media/File:Pyranine.svg>>. Acesso em 26 abr. 2020.

Na outra solução, a água tônica contém um composto fluorescente, chamado de sulfato de quinina ou simplesmente quinino, que confere à bebida o sabor amargo e a cor azul, quando submetida à luz negra. A molécula do quinino está representada na figura 6.

Figura 6: Estrutura do quinino.


Fonte: Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Quinina#/media/Ficheiro:Quinine.png>>. Acesso em 26 abr. 2020.

Alguns compostos de TR possuem propriedades luminescentes, devido às transições eletrônicas entre orbitais f desses elementos, gerando cores específicas em dispositivos luminescentes, característica esta que confere a esses elementos extensa aplicação, como em displays emissores e lâmpadas fluorescentes. Por exemplo: vanadato de ítrio dopado com európio(III) emite luz vermelha, compostos contendo o íon térbio(III) são emissores verdes e fosfatos de estrôncio dopados com Eu^{2+} são emissores azuis (FILHO *et al.*, 2019).

O sistema baseado nas três cores primárias (vermelho, verde e azul), conhecido como RGB (red, green, blue) é utilizado para a reprodução de imagens coloridas em praticamente todas as telas (computadores, celulares e televisores) que são constituídas por LEDs. O sistema RGB é constituído pelos íons TR que emitem as cores puras vermelho, verde e azul, que quando combinadas reproduzem todas as outras cores.

As transições responsáveis por essas cores são:

$\text{Eu}^{3+} \Rightarrow$ emissão em 611 nm (vermelha);

$\text{Tb}^{3+} \Rightarrow$ emissão em 550 nm (verde);

$\text{Eu}^{2+} \Rightarrow$ emissão em 450 nm (azul).

Etapa 6 - Resíduo eletrônico

Objetivo: Conscientizar os alunos sobre a importância do descarte correto de resíduo eletrônico.

Desenvolvimento: Tempo estimado: 2 aulas de 50 minutos. Nesta etapa serão necessários equipamentos áudio visuais, como computador, projetor e caixa de som para exibir o vídeo da Rede Amazon Sat⁵ sobre: “a importância do descarte correto do resíduo eletrônico”, trata-se de uma reportagem jornalística sobre os impactos causados ao meio ambiente e à sociedade devido ao descarte incorreto de resíduos eletrônicos e a importância de sua destinação adequada. Após o vídeo, faça uma discussão com a turma, estimulando o pensamento crítico sobre o consumo exagerado de eletroeletrônicos, você pode utilizar os resultados da discussão diagnóstica para demonstrar a influência da mídia nos hábitos de consumo e a importância da responsabilidade ambiental. Você também poderá mediar a construção de um mural com as informações que os alunos consideraram mais importantes da SD, o qual poderá ser exposto à comunidade escolar como uma forma de divulgação das reflexões previamente discutidas em classe.

Considerações Finais

Tendo em vista a importância desse tema, esperamos que esta SD possibilite aos professores reflexões sobre o uso da abordagem CTS em suas aulas, o desenvolvimento de conteúdos pouco explorados no Ensino Médio, como por exemplo, os elementos terras raras e o debate em sala de aula dos impactos ambientais resultantes da exploração desenfreada dos recursos naturais no país. Destacamos que a SD possibilita abordagem não apenas de conteúdos químicos, mas potencializa discussões com os discentes sobre questões como a preservação ambiental, a real necessidade da extração mineral, além das tomadas de decisões conscientes quanto ao descarte e ao consumo de dispositivos eletroeletrônicos.

Como uma proposta, a SD deste produto educacional poderá ser aperfeiçoada ou adaptada de acordo com a sua realidade escolar, de modo que os alunos sejam motivados a aprender química e a refletirem sobre questões éticas, políticas, culturais, econômicas e ambientais, pois a aprendizagem de ciência contribui para formação do indivíduo, para que ele possa atuar como cidadão e seja capaz de construir seus próprios conhecimentos.

Referências

AULER, D; BAZZO, W.A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto Brasileiro. **Ciência & Educação**, v.7, n.1, p.1-13, 2001.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação:** Lei nº 9.394/96 – 24 de dez. 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. ed. 7. Brasília, 2012.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular** – BNCC 2ª versão. Brasília, DF, 2017.

⁵ Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=F8f8Di3O8ic>

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio**. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>>. 2000. Acesso em: 06 de nov 2020.

CABRAL, W. F. **Os lantanídeos e o ensino médio: uma proposta**. 2014 (Trabalho de Conclusão de Curso). Instituto de Química da Universidade de Brasília. Disponível em: <http://bdm.unb.br/bitstream/10483/8081/1/2014_WanessaFelixCabral.pdf>. Acesso em 05 nov 2020.

FILHO, P. C. S.; SERRA, O. A. **Terras Raras no Brasil: histórico, produção e perspectivas**. Quim. Nova, v. 37, n. 4, 753-760, 2015.

FILHO, P. S.; GALAÇO, A. R. B.S.; e SERRA, O. A. Terras Raras: Tabela Periódica, descobrimento, exploração no Brasil e aplicações. **Quim. Nova**, v. 42, n. 10, 1208-1224, 2019.

LAPIDO-LOUREIRO, F. E. **O Brasil e a reglobalização da indústria das terras raras**. CETEM / MCTI. Rio de Janeiro, 2013. 216 p. Disponível em: <<http://mineralis.cetem.gov.br/handle/cetem/1505>>. Acesso em: 07 nov 2020.

MAROQUIO, V. S.; PAIVA, M. A. V.; FONSECA, C. O. Sequências didáticas como recurso pedagógico na formação continuada de professores. **X Encontro Capixaba de Educação Matemática**. Vitória – ES, Ifes & Ufes, 23 a 25 de julho de 2015.

MIRANDA JUNIOR, P. **Síntese, caracterização e estudo termoanalítico de picratos de lantanídeos hidratados, dos ligantes 1,3-ditiano-1-óxido (DTSO), cis-1,3-ditiano-1,3-dióxido (cis-DTSO2) e trans-1,3-ditiano-1,3-dióxido (trans-DTSO2) e de seus compostos de adição**. 2000. Tese (Doutorado em Química Inorgânica) - Instituto de Química, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000. doi:10.11606/T.46.2019.tde-07062019-093709. Acesso em 17 out 2020.

PNUMA. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. Waste crime: waste risks gaps in meeting the global waste challenge. 2015. **Executive Summary**. UNEP. Disponível em: <<https://www.grida.no/publications/166>>. Acesso em: 04 nov 2020.

ROCIO, M. A. R.; SILVA, M. M.; CARVALHO, P. S. L.; CARDOSO, J. G. R. **Terras-raras: situação atual e perspectivas**. Biblioteca digital BNDES Setorial 35, p. 369 – 420. 2012. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/1527/1/A%20set.35_Terras-raras%20situa%C3%A7%C3%A3o%20atual%20e%20perspectivas_P.pdf>. Acesso em 22 de out de 2020.

SANTOS, W. L. P. dos e SCHNETZLER, R. P. **Educação em química: compromisso com a cidadania**. Ijuí: Ed. da Unijuí, 2014. 159 p.

SERRA, O. A.; LIMA, J. F.; FILHO, P. C. S. A luz e as Terras Raras. **Revista virtual de Química**. v. 7, n. 1. 2015. DOI: 10.5935/1984-6835.20150012