

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS (UFMG)
FACULDADE DE EDUCAÇÃO (FaE)

Rúbia Lúcia Pereira

**Divulgação científica sobre a Química Verde em vídeo: reflexões
dialógicas**

Belo Horizonte
2020

Rúbia Lúcia Pereira

Divulgação científica sobre a Química Verde em vídeos: reflexões dialógicas

Dissertação apresentada ao programa de Mestrado Profissional de Educação e Docência da Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Educação.

Linha de Pesquisa: Ensino de Ciências

Nome: Rúbia Lúcia Pereira

Orientador: Prof. Dr. Alfredo Luis Mateus

Coorientadora: Prof. Dr^a Andréa Horta Machado

Belo Horizonte
2020

P436d
T

Pereira, Rúbia Lúcia, 1974-
Divulgação científica sobre a química verde em vídeo [manuscrito] : reflexões dialógicas / Rúbia Lúcia Pereira. - Belo Horizonte, 2020.
188 f. : enc, il.

Dissertação -- (Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação.
Orientador: Alfredo Luis Martins Lameirao Mateus.
Coorientadora: Andréa Horta Machado.
Bibliografia: f. 91-97.
Anexos: f. 188.
Apêndices: f. 98-187.

1. Educação -- Teses. 2. Química -- Estudo e ensino (Ensino médio) -- Teses. 3. Química verde -- Teses. 4. Química -- Métodos de ensino -- Teses. 5. Química -- Estudo e ensino (Ensino médio) -- Meios auxiliares -- Teses. 6. Química -- Estudo e ensino (Ensino médio) -- Aspectos ambientais -- Teses. 7. Solução (Química) -- Estudo e ensino (Ensino médio) -- Teses. 8. Gravações de vídeo -- Teses. 9. Ensino audiovisual -- Teses. 10. Ensino -- Meios auxiliares -- Teses. 11. Divulgação científica -- Teses. 12. Dialogismo (Análise literária) -- Teses.
I. Título. II. Mateus, Alfredo Luis Martins Lameirao, 1967-. III. Machado, Andréa Horta. IV. Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação.

CDD- 540.7

Catálogo da Fonte : Biblioteca da FaE/UFMG (Setor de referência)

Bibliotecário: Ivanir Fernandes Leandro CRB: MG-002576/O



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO E DOCÊNCIA/MP

UFMG
■

FOLHA DE APROVAÇÃO

Divulgação científica sobre a Química Verde em vídeo: reflexões dialógicas

RUBIA LUCIA PEREIRA

Dissertação submetida à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em EDUCAÇÃO E DOCÊNCIA/MP, como requisito para obtenção do grau de Mestre em EDUCAÇÃO E DOCÊNCIA, área de concentração ENSINO E APRENDIZAGEM.

Aprovada em 18 de fevereiro de 2020, pela banca constituída pelos membros:


Prof(a). Alfredo Luis Martins Lameirão Mateus - Orientador

UFMG


Prof(a). Roberta Guimarães Comêa

UFMG


Prof(a). Nilma Soares da Silva

UFMG

Belo Horizonte, 18 de fevereiro de 2020.

AGRADECIMENTOS

Agradecer neste momento é ao mesmo tempo importante e temerário. Importante para destacar o quão foram imprescindíveis todos aqueles que contribuíram para a realização: início, desenvolvimento e finalização. Temerário porque receio esquecer de citar algum nome.

Endereço meus agradecimentos aos meus filhos Rafael e Luiz, e também à minha mãe, meus primeiros e mais próximos apoiadores que entenderam e cooperaram com as minhas ausências, correria, impaciência. Aos demais familiares e amigos, em especial: minha amiga Andreia Maria quem insistiu em compartilhar comigo o edital do Promestre, minha prima e amiga Samira Pereira que prontamente me ofereceu vasto material sobre exame de urina e minha amiga Juliana Gomes pelas fotos de banheiros químicos com slogan do P4Tree no Carnaval de Belô 2019.

Agradeço imensamente ao meu orientador Professor Dr. Alfredo Luis Mateus e à minha coorientadora Professora Dr^a Andréa Horta Machado pela confiança, incentivo, paciência e compreensão. Eu me considero orientanda privilegiada, desde o começo.

Não posso esquecer de agradecer ao Edgar Paiva pelo trabalho de edição bem como pela colaboração e presteza e ao pesquisador Arthur Silva.

À minha irmã Karina Lúcia que mesmo ultra assoberbada se prontificou com verificações normativas e muito mais. Ao Dr. Waldir Barcelos pelos inúmeros aconselhamentos, por escutar minhas lamúrias, pelas correções ortográficas e pela paciência no meu quase-surto até passar pela qualificação.

Agradeço aos colegas de mestrado da linha de Ciências por terem sido tão acolhedores desde o primeiro dia. Direciono também meus agradecimentos às integrantes da banca de qualificação, Professora Dr^a Nilma Soares da Silva e Professora Dr^a Roberta Guimarães Corrêa, pelos apontamentos, sugestões, enfim, pela vasta contribuição.

Agradeço a Deus por ter colocado pessoas tão especiais nessa minha trajetória.

EPÍGRAFE

“Cada pessoa deve trabalhar para o seu aperfeiçoamento e, ao mesmo tempo, participar da responsabilidade coletiva por toda a humanidade”. — Marie Curie

“Minha segurança se alicerça no saber confirmado pela própria experiência de que, se minha inconclusão, de que sou consciente, atesta, de um lado, minha ignorância, me abre, de outro, o caminho para conhecer.” – Paulo Freire

RESUMO

A dinâmica da sala de aula nas turmas do ensino médio pode ser mais eficiente com o uso de recursos multissemióticos (vários sinais) e multimidiáticos. Inspirados pelas ideias dialógicas de Bakhtin, consideramos que a compreensão para a construção do conhecimento parte da assimilação e apropriação das muitas vozes compartilhadas no ambiente escolar e na sociedade. A busca por novas maneiras de ensinar química verde no Ensino Médio resultou na ideia de usar um vídeo de divulgação científica com um tema de química ambiental que pudesse ser integrado a atividades em sala de aula que visassem ensinar conteúdo curricular regular. O recurso educacional descrito neste trabalho tem duas partes. A primeira é um vídeo de curta duração (três minutos) que mostra a existência de um problema ambiental e a solução proposta pelos pesquisadores brasileiros do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia - projeto Midas (INCT / Midas). O formato e o conteúdo do vídeo foram projetados para funcionar como uma peça de divulgação científica. A segunda parte do recurso educacional é uma sequência didática projetada para ensinar o conteúdo de soluções e unidades de concentração para alunos do ensino médio, que foi baseada e usou o vídeo de divulgação científica da primeira parte. A sequência didática foi aplicada em duas turmas do primeiro ano do ensino médio. Foram selecionadas quinze questões da sequência didática e utilizada a metodologia ATD – análise textual discursiva – nas produções dos estudantes. Os resultados da análise das respostas dos alunos nas atividades mostraram suas ideias acerca da compreensão do conceito nos diversos aspectos: fenomenológico, representacional e teórico no estudo de soluções. Esses resultados contribuíram para reformular a sequência didática.

Palavras-chave: Dialogismo. Divulgação científica. Química verde. Uso de vídeo.
Sequência didática

ABSTRACT

The dynamics of the classroom in High School classes may be more efficient with the use of multisemiotic (various signs) and multimedia resources. Inspired by Bakhtin's dialogism ideas, we consider that understanding for the construction of knowledge starts from the assimilation and appropriation of the many voices shared in the school environment and in society. The search for new ways to teach Green Chemistry in High School resulted in the idea of using a Science Communication video with an environmental chemistry theme that could be integrated to classroom activities that aimed to teach regular curricular content. The educational resource described in this work has two parts. The first one is a short video (3 minutes) that shows the existence of an environmental problem and the proposed solution by the Brazilian researchers of the National Institute of Science and Technology - Midas project (INCT /Midas). The video's format and content was designed to work as a Science Communication piece. The second part of the educational resource is a didactic sequence designed to teach Solutions and concentration units content for High School students, that was based on and used the Science Communication video from the first part. The didactic sequence was used in two classes of High School first year students. The results from the analysis of the students' answers in the activities were used to reformulate the didactic sequence. Fifteen questions from the didactic sequence were selected and the ATD methodology - discursive textual analysis - was used in the students' productions. The results of the analysis of the students' responses in the activities showed their ideas about understanding the concept in several aspects: phenomenological, representational and theoretical in the study of solutions. These results contributed to reformulate the didactic sequence.

Key words: Dialogism. Green chemistry. Scientific dissemination. Video use. Didactic sequence.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Os objetivos da Química Verde | 27 |
| Figura 2 - Esquema da sequência didática..... | 32 |
| Figura 3 - Formas de abordagem para os conceitos químicos..... | 34 |
| Figura 4 - Roteiro preliminar para filmagem e marcas para elaboração de atividades pedagógicas. 45 | |
| Figura 5 - Material utilizado em forma de pastilha para captura de fósforo na urina..... | 51 |
| Figura 6 - a e b Banheiro químico com plotagem P4Tree..... | 51 |
| Figura 7 - Números do desperdício de fósforo provenientes da urina, em Belo Horizonte/MG..... | 52 |
| Figura 8 - Corpus estudante E3 em A1Q10..... | 69 |
| Figura 9 - Corpus do estudante E1 em A1Q10..... | 69 |
| Figura 10 - Resposta do estudante E1 à A2Q2..... | 76 |
| Figura 11 - Resposta do Estudante E5 à A2Q2..... | 76 |
| Figura 12 - Resposta do estudante E9 à 2Q2..... | 77 |
| Figura 13 - Resposta do Estudante E15 à A2Q2..... | 77 |
| Figura 14 - Representação utilizada por E15 na A2Q4..... | 81 |
| Figura 15 - Corpus A4Q8c de E10..... | 86 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 - As 15 questões analisadas pela ATD, símbolo e enunciado..... | 55 |
|---|----|

LISTA DOS QUADROS

| | |
|---|----|
| Quadro 1 - Os 12 princípios da Química Verde | 21 |
| Quadro 2 - As 4 fases do processo de construção do conhecimento na sequência de ensino | 33 |
| Quadro 3 - Atividades da sequência didática: título, abordagem/recurso..... | 40 |
| Quadro 4 - Atividades da sequência didática: nº de aulas propostos, título, objetivo e assunto/conhecimento a ser trabalhado..... | 53 |
| Quadro 5 - Respostas dos alunos à A1Q1 (Atividade 1 Questão 1)..... | 57 |
| Quadro 6 - Categoria justificativa A1Q1..... | 57 |
| Quadro 7 - Categoria exemplos A1Q2..... | 58 |
| Quadro 8 - Categoria propriedades utilizadas A1Q2..... | 59 |
| Quadro 9 - Categoria resposta A1Q3..... | 60 |
| Quadro 10 - Categoria justificativa A1Q3..... | 60 |
| Quadro 11 - Unidades de significado da categoria “ideias principais do vídeo” A1Q5..... | 62 |
| Quadro 12 - Respostas dos alunos sobre as fontes de fósforo advindas do vídeo P4Tree..... | 63 |
| Quadro 13 - Respostas aos motivos observados no vídeo P4Tree para captura de fósforo da urina. | 64 |
| Quadro 14 - Categoria a priori soluto/solvente para “efluentes sanitários”..... | 65 |
| Quadro 15 - Categoria a priori soluto/solvente para “rios e lagos” | 66 |
| Quadro 16 - Categoria a priori soluto/solvente para mineração..... | 66 |
| Quadro 17 - Categoria a priori soluto/solvente para urina..... | 67 |
| Quadro 18 - Categoria a priori soluto/solvente para “material”..... | 67 |
| Quadro 19 - Categorias e unidades de significado A1Q11..... | 71 |
| Quadro 20 - Resposta dos alunos à solicitação A2Q1..... | 73 |
| Quadro 21 - Reprodução do Quadro 1 Atividade 2..... | 75 |
| Quadro 22 - Categorização quanto a representação pelo modelo de partículas em A2Q2..... | 75 |
| Quadro 23 - Respostas categorizadas..... | 78 |
| Quadro 24 - Categorização pela utilização do modelo de partículas em A2Q4..... | 79 |
| Quadro 25 - Categorização pela proporção de partículas representadas..... | 80 |
| Quadro 26 - Categorias a priori Resposta e Justificativa à A3Q3..... | 82 |
| Quadro 27 - Categorização das unidades de significado do corpus de A3Q4..... | 83 |
| Quadro 28 - Categorias emergentes das unidades de significados de A4Q8c..... | 85 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A - Atividade

ATD - Análise Textual Discursiva

CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Ensino Superior

CBC - Conteúdo Básico Comum

CECIMIG - Centro de Ensino de Ciências e Matemática de Minas Gerais

COLTEC - Colégio Técnico

E - Estudante

EEBQV - Escola Brasileira de Química Verde

EJA - Educação de Jovens e Adultos

ENEM - Exame Nacional do Ensino Médio

FEBEM - Fundação Estadual do Bem-Estar do Menor

INCT - Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia

IUPAC - União Internacional de Química Pura e Aplicada

LDB - Lei de Diretrizes e Bases da Educação

PCN - Parâmetros Curriculares Nacionais

PCNEM - Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

PUC - Pontifícia Universidade Católica

Q - Questão

QV - Química Verde

SD - Sequência Didática

SMEQ - Simpósio Mineiro de Educação Química

TALE - Termo de Assentimento Livre e Esclarecido do Menor

TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TLS - *Teacher Learning Sequences* (Sequência de Ensino-Aprendizagem)

UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais

SUMÁRIO

| | |
|---|-----|
| 1 APRESENTAÇÃO..... | 12 |
| 2 OBJETIVOS..... | 15 |
| 2.1 Objetivo geral..... | 15 |
| 2.2 Objetivos específicos..... | 15 |
| 3 MEMORIAL..... | 16 |
| 4 CONSIDERAÇÕES INICIAIS E JUSTIFICATIVA..... | 20 |
| 5 REVISÃO DE LITERATURA..... | 23 |
| 5.1 Divulgação científica..... | 23 |
| 5.2 Química Verde..... | 26 |
| 5.3 Dialogismo..... | 28 |
| 5.4 Sequência didática..... | 31 |
| 5.5 Pressupostos teóricos sobre o uso de vídeos em sala de aula..... | 35 |
| 5.6 Análise textual discursiva..... | 38 |
| 6 METODOLOGIA..... | 42 |
| 6.1 Produção do vídeo de divulgação científica..... | 42 |
| 6.2 Produção da sequência didática..... | 46 |
| 6.3 Aplicação das atividades..... | 48 |
| 6.4 Análise textual discursiva..... | 49 |
| 7 RESULTADOS..... | 50 |
| 7.1 Vídeo de divulgação científica..... | 50 |
| 7.2 Atividades..... | 53 |
| 7.3 Avaliação das atividades..... | 55 |
| 8 CONCLUSÃO..... | 87 |
| REFERÊNCIAS..... | 91 |
| APÊNDICE A - SEQUÊNCIA DIDÁTICA REFORMULADA: MATERIAL DO ALUNO..... | 98 |
| APÊNDICE B - SEQUÊNCIA DIDÁTICA - MATERIAL DO PROFESSOR..... | 155 |
| APÊNDICE C - TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO DO MENOR (TALE) | 183 |
| APÊNDICE D - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)..... | 185 |
| ANEXO - AUTORIZAÇÃO PARA USO DE CONTEÚDO..... | 188 |

1 APRESENTAÇÃO

Este trabalho foi desenvolvido no Programa do Mestrado Profissional da Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais, Promestre/UFGM, linha de Ensino de Ciências. Nesta dissertação iremos descrever o processo de elaboração de um vídeo de divulgação científica relacionado com o tema Química Verde. Integrado a esse vídeo desenvolvemos uma sequência didática (SD) para trabalhar o conteúdo de Soluções.

Desde o início, no meu projeto apresentado para entrada no Promestre tive interesse em trabalhar com o tema Química Verde. Ao assistir as apresentações de trabalhos de pesquisadores finalistas em projeto de aceleração de *startups* surgiu a proposta de alteração do projeto mantendo o foco em química verde de modo a produzir vídeo(s) de divulgação científica. Os finalistas faziam apresentação para os componentes do Midas - projeto parte do Programa Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia (INCT-Midas) que envolve grupo de pesquisadores em busca de soluções para problemas ambientais e transformação de questões e respostas em atividades empreendedoras.

Um dos programas mais importantes para a ciência brasileira, o Programa INCT's (Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia) foi criado pelo Governo Federal em 2008 e concebido para

“agregar, de forma articulada, os melhores grupos de pesquisa na fronteira da ciência e em áreas estratégicas para o desenvolvimento sustentável do país; impulsionar a pesquisa científica básica e fundamental competitiva internacionalmente; estimular o desenvolvimento de pesquisa científica e tecnológica de ponta associada a aplicações para promover a inovação e o espírito empreendedor”. (INSTITUTOS)

Assim, foram criados em torno de 150 INCTs de diversos temas relevantes, agrupando cientistas de todo o país. No INCT-Midas, fundado em 2017, há um pilar relacionado com a educação, que tem por objetivo informar aos estudantes do ensino médio sobre o que vem sendo realizado nas universidades e sobre a importância da inovação e do uso de tecnologias ambientais na resolução de problemas. Os orientadores deste trabalho de mestrado fazem parte do “braço educacional” do projeto INCT-Midas. O projeto tem criado vídeos, em um canal no *YouTube*, sobre empresas e tecnologias que nasceram nos laboratórios de pesquisa

dos grupos participantes do INCT-Midas e que têm impactado a sociedade. O vídeo que produzimos já se encontra inserido na plataforma do INCT-Midas, havendo possibilidade de inserção também da sequência didática, ambos visando contribuir para a promoção da divulgação científica do grupo de pesquisadores das universidades e centros de pesquisa brasileiros na área ambiental especialmente para estudantes do ensino médio.

Em se tratando da questão ambiental, a excessiva poluição do planeta faz com que a Química Verde, que envolve sustentabilidade e desenvolvimento tecnológico, seja tema que pode despertar curiosidade. Muito mais que isso, seu manejo e domínio cognitivo podem promover o desenvolvimento da criticidade e formação de alunos autônomos, ativos e conscientes de seu papel social.

Durante minha trajetória como professora das redes pública e particular de ensino, pude observar que trabalhar o conhecimento da Química Verde no ensino médio da forma em que ela foi concebida - conteúdo geralmente abordado em cursos técnicos e superiores, para um público especialista - pode contrariar expectativas favoráveis ao seu entendimento por parte dos alunos do ensino médio. Na tentativa de melhor alcançar nossos alunos, propusemos o uso de recursos diversificados com mais atualizada e mais próxima contextualização. A divulgação da produção científica brasileira, relacionada às questões ambientais e à Química Verde, é, pois, uma das formas encontradas para aproximar, em especial, o estudante do ensino médio daqueles que fazem ciência química, da Química Verde e dos desdobramentos sócio-político-ambientais inerentes a esses processos.

A opção de produzir um vídeo de curta duração, que divulga as tecnologias ambientais numa linguagem acessível para o público em geral tendo potencial para ser utilizado como recurso de ensino em sala de aula – em prática dialógica, em que várias vozes têm seu lugar, como meio alternativo ao texto puramente escrito – possibilita ao sujeito ouvinte inteirar-se com meios e processos e com a realidade social específica, de forma crítica, dinâmica e, mesmo, de forma prazerosa.

O vídeo de curta duração pode ser, dessa forma, ferramenta para o desvelamento de informações, métodos e conceitos. O domínio de sua narrativa imagética, trabalhada em sua continuidade e também em seus fragmentos, é linguagem que se destaca como

modelo/referência. No ensino médio, este meio didático pode ser instigante, requerendo do professor atuação predominantemente dialógica e interativa.

Dessa maneira, será possível aos sujeitos a oportunidade de (re)significar o conhecimento. Ao se deparar com problemas e incertezas, ao discutir problemas e respostas, didaticamente, o vídeo aproxima alunos do ensino médio à realidade brasileira e à pesquisa científica no Brasil.

Consideramos que o desenvolvimento do recurso educacional é relevante, tendo em vista ampliar possibilidades de inter-relacionar conhecimento científico a outras dimensões formativas. Ao serem utilizados, os multiletramentos e recursos multissemióticos¹ podem ser instrumentos didático-pedagógicos efetivos para a abordagem de conhecimentos científicos em sala de aula.

A partir dos temas tratados no vídeo, produzimos uma sequência didática composta por cinco atividades. Nas atividades mostramos como funciona a tecnologia por meio de simulação na forma de experimento, abordamos o tema soluções, concentração de soluções, trabalhamos conceitos e representações.

A sequência didática foi aplicada em turmas de 1º ano de curso técnico de nível médio de escola pública. As atividades realizadas pelos estudantes foram analisadas a partir da Análise Textual Discursiva (MORAES & GALIAZZI, 2007) visando a melhora da sequência didática elaborada. Produzimos também um material de apoio ao professor.

¹ Recursos multissemióticos são aqueles “compostos de muitas linguagens (ou modos, ou semioses) e que exigem capacidades e práticas de compreensão e produção de cada uma delas para fazer significar” (ROJO, 2012, p. 19)

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O presente trabalho visa desenvolver, aplicar, analisar e reformular recursos educacionais constituídos por um vídeo de divulgação científica e uma sequência didática para uso em sala de aula sobre o conteúdo disciplinar químico de Soluções.

2.2 Objetivos específicos

Relacionado à produção do vídeo

- Produzir vídeo de curta duração de divulgação científica sobre o desenvolvimento da tecnologia P4Tree que faz parte do projeto INCT-Midas.

Relacionados à elaboração da sequência didática

- Elaborar material do aluno, sequência didática, para ser trabalhado conjuntamente com o vídeo em sala de aula utilizando como eixo conceitual o estudo do tema soluções;
- Elaborar material de apoio pedagógico para o professor.

Relacionados ao acompanhamento e avaliação do uso do vídeo e da sequência didática

- Aplicar a sequência didática em turma(s) do primeiro ano do ensino médio.
- Avaliar o entendimento dos estudantes sobre as atividades elaboradas da sequência didática, analisá-la por meio da Análise Textual Discursiva e reformulá-la conforme os resultados dessa análise.

3 MEMORIAL

Em 1992, técnica recém-formada em Química pelo Colégio Técnico da Universidade Federal de Minas Gerais (Coltec/UFMG), em momento conturbado de recessão e desemprego no Brasil, afastei-me, por algum tempo, de minha área de interesse e, aprovada em concurso, assumi o cargo de monitora, em 1993, na então Fundação Bem-Estar do Menor (FEBEM - extinta em 1996) em que permaneci por alguns meses. Foi esta a primeira experiência de convivência com pré-adolescentes de origens diversas.

Na faculdade, enquanto cursava a licenciatura em Química na UFMG (1994 a 1998), trabalhava como técnica em Química, em farmácia de manipulação. Ainda licencianda afastei-me do trabalho para participar de projeto de iniciação científica, com pesquisa laboratorial em Química Analítica permeando questões ambientais. Afastei-me de tal projeto para ingressar na área educacional. Em 1997, ainda graduanda, fui regente de ensino de Química, para três turmas de supletivo, na Escola Estadual Professor Guerino Casassanta, em Ribeirão das Neves/MG.

Minha experiência inicial, com alunos de classes sociais populares e de várias faixas de idade, foi marcada por interação na qual o entusiasmo pelo domínio e aquisição de conhecimento superava a falta de recursos materiais. Percebi o quanto, em contextos adversos, a figura e o papel dos professores representam um marco – a ponto também de me motivar para buscar novidades e recursos oferecidos pelo meio acadêmico. A preparação de minhas aulas, já naqueles momentos, pautava-se pela busca por métodos e materiais alternativos, por testes, exercícios e adaptações que eram abandonados, ou incorporados à prática, de acordo com o retorno do que experimentava em sala de aula. Nesse contexto, procurava diversificar e tornar produtivos e interessantes para os alunos procedimentos que envolvessem aulas teóricas, expositivas, interacionistas, temáticas, investigativas, atividades individuais e em grupos. Em aulas práticas, a sala transformava-se em laboratório dos mais rústicos, no qual caixotes empilhados convertiam-se em bancadas e outros equipamentos eram adaptados. Apesar dos improvisos, acredito que as aulas eram aguardadas e vivenciadas com grande expectativa pelos alunos e, como experimentei, a ponto de a simples observação da queima de uma vela ser motivo de admiração.

O domínio do conhecimento por parte dos alunos e a maneira como entendiam procedimentos quanto à pesquisa científica sempre foram para mim motivos de reflexão. Na escola mencionada, o planejamento ocorria em conjunto: éramos três professores que lecionavam Química para o supletivo (EJA - Educação de Jovens e Adultos) que reuniam-se semanalmente, para discussão da prática de ensino, do uso de recursos, de avanços e recuos. As reuniões semanais acompanhadas por uma pesquisadora da área de Educação faziam parte de um curso de capacitação promovido pela Secretaria de Educação do Estado de Minas Gerais a professores de Ciências (Química, Física e Biologia), diante da reforma do ensino de 2º grau (atual Ensino Médio). Mesmo com turmas heterogêneas, havia compromisso de cooperação entre professores e os alunos – apesar, devido a essa heterogeneidade, das especificidades de avaliação de cada processo. Buscava-se por isso ampliar e adaptar, não somente práticas, como também processos avaliativos.

Antes do término da graduação, em 1998, no Departamento de Química da UFMG, já havia participado de grupos de estudos e pesquisa de Ensino de Ciências que buscavam recursos alternativos para o ensino de química. Ora pela análise, discussão e proposição de atividades com uso de livros paradidáticos envolvendo tema ambiental, como minério, plásticos, argila... Ora com vídeos, na forma de transcrições de aulas interativas de pesquisadores em educação que aplicavam o uso de livro didático alternativo por eles produzido. Pesquisava também novas estratégias, como aulas argumentativas, para o uso de outros instrumentos de apoio para a prática do ensino-aprendizagem e avaliação. Trabalhava em curso pós-médio e continuava como regente, na mesma escola estadual, então com turmas do ensino médio regular. Foi novamente um período de grandes mudanças políticas na educação brasileira, com alterações que culminaram na nova LDB (Lei de Diretrizes e Bases da Educação) e a introdução do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). Na ânsia de compreender essas mudanças estruturadoras, debruicei-me nas leis, para realizar a monografia da licenciatura cujo título foi “O Ensino Médio Está Mudando”.

Concluída a graduação, imediatamente iniciei especialização em Ensino de Ciências, no Centro de Ensino de Ciências e Matemática de Minas Gerais (CECIMIG/UFMG), e foquei no estudo da avaliação. No ensino fundamental os PCN (Parâmetros Curriculares Nacionais) eram produtos acabados, anunciados e postos em prática. Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, os PCNEM, apresentavam-se ainda como esboços, debatidos em grupos de estudo que ressaltavam a necessidade da interdisciplinaridade e

transdisciplinaridade entre as áreas do conhecimento e as competências e habilidades a serem atingidas por cada disciplina.

Em 2006, afastei-me da sala de aula, para ser aluna bolsista da pós-graduação *lato sensu*, na UFMG, numa área de alta tecnologia, Microeletrônica, com ênfase em microfabricação, em que o conhecimento químico foi de grande importância. Essa troca de papéis, docente-discente, impulsionou-me a reconhecer as especificidades de cada papel no processo de ensino-aprendizagem.

O retorno à sala de aula, após essa experiência, contribuiu para novas reflexões relacionadas ao magistério e formas didático-pedagógicas de lidar com o conhecimento e com pesquisa na academia. Percebia nos momentos em que narrava resultados das pesquisas da área tecnológica e ambiental das quais participei grande interesse e admiração por parte dos alunos. Nas turmas de ensino médio e nas conversas com outros professores de química verificamos uma dificuldade em aproximar a Química Verde de forma contextualizada ou alternativa ao simples uso dos princípios e suas aplicações. O assunto ficava relegado a segundo plano.

Em 2010, atuei como professora assistente dos primeiros períodos dos cursos de Engenharia de Produção e Engenharia Mecânica da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC/MG). Constatei que muitos graduandos tinham dificuldades em lidar com conhecimento básico da Química. Verifiquei que parte expressiva de meus alunos, cuja intenção era trilhar os rumos da pesquisa, além de desconhecerem a realidade da pesquisa científica no Brasil, tinham dificuldades mesmo na interpretação de pequenos fragmentos de textos científicos extraídos de revistas direcionadas à divulgação científica. Algumas questões se impunham: seria possível realizar trabalhos de orientação para pesquisa científica, mesmo de forma incipiente, no ensino médio? Seria possível avançar no domínio dos processos científicos, tanto para aquele estudante do ensino médio que não desse continuidade aos estudos, quanto para aquele que seguisse carreira acadêmica? Seria possível, por meio de domínio desses processos científicos, chegar à formação de cidadãos com maior autonomia e conscientes de seu papel na sociedade?

A busca pelo Promestre ocorreu pelo interesse em desenvolver um produto que promovesse o interesse pela sustentabilidade. Ao mesmo tempo ampliasse o horizonte do estudante do

Ensino Médio em relação à necessidade de incentivar a pesquisa científica em nosso país, dar maior visibilidade ao público comum acerca dessa pesquisa e dimensionar os problemas advindos de sua falta. Soma-se a isso o retorno à academia que invariavelmente eleva o entendimento no campo epistemológico.

4 CONSIDERAÇÕES INICIAIS E JUSTIFICATIVA

A preocupação com o meio ambiente e um ensino de Química contextualizado que envolva criticamente alunos do ensino médio com questões ambientais têm na compreensão da Química Verde, na visão de Santos e Royer (2018), um aliado que pode ajudar na formação de cidadãos conscientes.

“A Química Verde (QV) é um movimento iniciado na década de 1990 no seio do moderno ambientalismo americano e teve como um dos seus fundamentos do Ato de Prevenção da Poluição (Pollution Prevention Act), ganhando essa designação pelos químicos da Agência de Proteção Ambiental (EPA — Environmental Protection Agency). Os objetivos primários de suas ações eram a de promover síntese químicas benignas por design (especialmente molecular)” (MARCELINO *et. al.*, 2016, p.1).

Nas palavras de Marques (2007) essa preocupação passa pela formação dos professores pois

“um tratamento mais significativo e articulado das temáticas ambientais nos currículos dos cursos de Licenciatura, por exemplo, através dos estudos dos princípios da QV e da Química Ambiental, poderia trazer à formação dos educadores os elementos tecno-científicos, éticos e culturais mais significativos sobre a relação entre os problemas ambientais e sua associação com as atividades químicas”. (MARQUES, 2007, p. 2051)

O desafio da Química Verde na educação, de acordo com Anastas e Kirchhoff (2002) está, por exemplo, em introduzir a filosofia e prática da Química Verde para os estudantes de todos os níveis.

A prática experimental da química, guiada pela preocupação com a qualidade de vida e com o meio ambiente, formam os doze princípios da Química Verde (PRADO 2003). São eles:

Quadro 1 - Os 12 princípios da Química Verde

| Princípio nº | Caracterização |
|---|--|
| 1-prevenção | é melhor prevenir a formação de subprodutos do que tratá-los posteriormente; |
| 2-economia de átomos | os métodos sintéticos devem ser desenvolvidos para maximizar a incorporação dos átomos dos reagentes nos produtos finais desejados; |
| 3- sínteses com compostos de menor toxicidade | sempre que possível deve-se substituir compostos de alta toxicidade por compostos de menor toxicidade nas reações químicas; |
| 4- desenvolvimento de compostos seguros | os produtos químicos deverão ser desenvolvidos para possuírem a função desejada, apresentando a menor toxicidade possível; |
| 5- diminuição de solventes e auxiliares | a utilização de substâncias auxiliares (solventes, agentes de separação etc.) deverá ser evitada quando possível, ou as substâncias devem ser usadas inócuas no processo; |
| 6- eficiência energética | os métodos sintéticos deverão ser conduzidos, sempre que possível, à pressão e temperatura ambientes, para diminuir a energia gasta durante um processo químico que representa um impacto econômico e ambiental; |
| 7- uso de substâncias recicladas | os produtos e subprodutos de processos químicos deverão ser reutilizados, sempre que possível; |
| 8- redução de derivativos | a derivatização (uso de reagentes bloqueadores, de proteção ou desproteção, modificadores temporários) deverá ser minimizada ou evitada, quando possível, pois estes passos reacionais requerem reagentes adicionais e, conseqüentemente, podem produzir subprodutos indesejáveis; |
| 9- catálise | a aplicação de catalisadores para aumentar a velocidade e o rendimento dos processos químicos; |
| 10- desenvolvimento de produtos degradáveis após o término de sua vida útil | produtos químicos deverão ser desenvolvidos para a degradação inócua de produtos tóxicos, para não persistirem no ambiente; |
| 11- análise em tempo real para a prevenção da poluição | as metodologias analíticas precisam ser desenvolvidas para permitirem o monitoramento do processo em tempo real, para controlar a formação de compostos tóxicos; |
| 12- química segura para a prevenção de acidentes | as substâncias usadas nos processos químicos deverão ser escolhidas para minimizar acidentes em potencial, tais como explosões e incêndios |

Fonte: adaptado de Prado (2003).

Apesar da relevância social, os 12 princípios da Química Verde foram destinados prioritariamente à indústria e a laboratórios de pesquisa. A linguagem dos 12 princípios é direcionada a um público especializado e as abordagens tradicionalmente utilizadas no seu ensino, muitas vezes de transmissão do conhecimento, podem dificultar sua aprendizagem numa possível abordagem no Ensino Médio. Especialistas como Goulart et al (2017), no

entanto, propõem ensinar Química Verde aos alunos do ensino médio utilizando os 12 princípios. Recomendamos abordagem em sala de aula dos temas: principais conceitos da Química Verde, os 12 princípios e suas atualizações, histórico da Química Verde no Brasil e no mundo, desmistificando a química, ciclo de vida, pegadas ecológicas.

O nosso desafio foi apostar na possibilidade de abordar a Química Verde com alunos do ensino médio, sem utilizar os 12 princípios.

Na tecnologia apresentada no vídeo que produzimos, ao invés de destacar os princípios da Química Verde, é apresentada a ideia do reaproveitamento de resíduos por meio da mineração urbana², e como isso pode prevenir problemas ambientais, além de seu uso como matéria prima.

Outra ideia presente no vídeo é a criação de empresas de base tecnológica. O ensino do empreendedorismo encontra respaldo em documentos oficiais. O empreendedorismo, com possibilidade de geração de trabalho e renda, posiciona-se como alternativa à atual crise no Brasil. Além disso, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), Lei 9394/96, estabelece, no art. 1º, § 2º, que “A educação escolar deverá vincular-se ao mundo do trabalho e à prática social.” Assim, o presente recurso educacional justifica-se também, em seus processos metodológicos, na importância de levar os alunos do ensino médio a conhecerem histórias de empreendedorismo com suas possibilidades e percalços.

Consideramos que o vídeo e a sequência didática produzidos podem contribuir de maneira significativa para o ensino da Química Verde de maneira alternativa à apresentação dos seus princípios, forma utilizada para interlocução entre pesquisadores e seus pares na academia ou na indústria.

² A mineração urbana vem a ser o aproveitamento econômico de recursos do “sobressolo” resultantes da geração de resíduos, de características diversas, pelo descarte de produtos e materiais pós-consumo. Conceitualmente, a mineração urbana é a recirculação ou reciclagem de produtos e materiais pós-consumo na forma de matéria-prima secundária, como forma de se minimizar os impactos ambientais, valorizar os resíduos, e criar e otimizar os benefícios econômicos em prol de um ambiente sustentável. (XAVIER & LINS, 2018, p. 23)

5 REVISÃO DE LITERATURA

Nesta seção iremos trazer as referências utilizadas e que nos foram inspiradoras para a confecção do recurso educacional elaborado como parte do trabalho de conclusão do Promestre, ligadas à divulgação científica, sequências didáticas e o uso de vídeos em sala de aula.

5.1 Divulgação científica

Leituras sobre divulgação científica nos colocam a frente de diferentes terminologias. Divulgação científica sugere processo de recodificação que para Bueno (1985, p.1422) seria “a transposição de uma linguagem especializada para uma linguagem não-especializada, com o objetivo de tornar o conteúdo acessível a uma vasta audiência”.

Na perspectiva de Burns *et al* (2003), as possibilidades são mais amplas e variam de acordo com o público e os objetivos. Os autores sugerem que a comunicação da ciência ao público envolve:

1. **consciência pública da ciência** - conjunto de atitudes positivas em relação à ciência (e tecnologia) que visa estimular a conscientização e atitudes (ou opiniões) positivas em relação à ciência;
2. **compreensão pública da ciência** - compreensão de questões científicas por não especialistas (conteúdo, processo e fatores sociais);
3. **alfabetização científica** - conceito cuja interpretação evoluiu da capacidade de ler e compreender artigos relacionados com a ciência à sua ênfase atual na compreensão e aplicação dos princípios científicos à vida cotidiana;
4. **cultura científica** - um sistema integrado de valores da sociedade que aprecia e promove a ciência e a alfabetização científica apresentando aspectos sociais e estéticos (afetivos) importantes.

A alfabetização científica corresponde a uma situação ideal, onde as pessoas estão cientes, envolvidas e interessadas em formar opiniões sobre e procurar compreender a ciência. Tais termos relacionam-se entre si e com a comunicação científica que requer ainda a articulação entre a compreensão pública e a criação de conhecimento científico local. Assim, afirmam Burns *et al* (2003, p.191), a Comunicação Científica pode ser definida como o uso de

habilidades apropriadas, mídia, atividades e diálogos para produzir uma ou mais das cinco respostas pessoais (possíveis resultados da interação do público com o conteúdo científico):

- 1- conscientização (incluindo familiaridade com novos aspectos da ciência);
- 2- apreciação (seja como entretenimento ou arte);
- 3- interesse pela ciência;
- 4- opinião, para formar, confirmar ou reformar atitudes relacionadas com a ciência;
- 5- compreensão da ciência.

O que propomos como divulgação científica engloba a comunicação científica de Burns *et al* (2003), com público direcionado aos estudantes do ensino médio. Seguimos a linha apresentada pelo autor sobre a comunicação científica e, com as devidas ressalvas, trataremos por divulgação científica. Buscamos ainda provocar no estudante o interesse pela ciência, para adquirir confiança em falar sobre e vontade de envolver-se onde e quando a ciência cruzar seu caminho.

A divulgação científica faz-se presente, no Brasil, desde meados do século XVIII. Contemporaneamente, aqui, e no mundo, várias alternativas de divulgação científica vêm sendo testadas. Uma das mais atuais, surgida na Inglaterra, realizada no Brasil desde 2015, é a *Pint of Science*, cuja fórmula é divulgar pesquisa em um bate-papo com cientistas, em bares das cidades participantes do evento. Neste caso, o público é outro, mais geral e formado por adultos.

A fim de propiciar e favorecer a divulgação científica, para estudantes do ensino médio, mesmo em ambientes escolares, podem-se utilizar espaços não formais, como centros de ciências, museus e feiras de ciências. Pode-se também usar o espaço formal, o ambiente de sala de aula a partir do uso de textos de divulgação (como por exemplo de revistas como *Ciência Hoje* ou *Scientific American Brasil*) ou de vídeos de divulgação de canais selecionados (como Nerdologia, Minuto da Ciência e canais do Science Vlogs Brasil, Canal do Pirulla, Drauzio Varella, Manual do Mundo, Olá, Ciência!).

Recentemente, a proliferação de afirmações inverídicas sobre questões científicas (na forma de boatos, teorias de conspiração e *fake news*) vem aumentando e alarmando pesquisadores. A presença de notícias falsas nas redes sociais abrange todos os assuntos e as informações científicas (falsas) estão entre aquelas que sofrem maior impacto no mundo digital. A

circulação de informação falsa no mundo digital ocorre em tempo real e em escala global. Arantes (2019), lembra que “O território da ciência, supostamente protegido pelo apuro na realização das pesquisas e pelo rigor em sua difusão, não está imune”. Justamente por isso, segundo Martins (2018) as ciências são amplamente atingidas “por contar com informações de interesse público — e político — e também por depender de pesquisas, teses e análises científicas”.

Franz (p. 16, 2019) define notícia falsa (*fake news*) como “um conteúdo deliberadamente inverídico produzido propositadamente de forma a simular uma notícia verdadeira com o objetivo de favorecer algo ou alguém”. Aponta como soluções possíveis a adequação vocabular na comunicação científica, a alfabetização jornalística no sentido de dar ferramentas ao cidadão comum para que ele tenha condições de avaliar minimamente a veracidade de um conteúdo científico. Acreditamos na aliança entre poder público, empresas de tecnologia, mídia e sociedade civil como importante fator para combater a ação nociva na sociedade das informações falsas com rótulo de científicas. A divulgação científica é fonte confiável para, também, combater os boatos científicos (FRANCL, 2016).

O “conhecimento científico e tecnológico é um empreendimento social, portanto, faz parte do patrimônio cultural da humanidade e, como tal, deveria ser incorporado à cultura de uma sociedade. Para que isso ocorra, faz-se necessário romper com a tradicional concepção de divulgação científica, a transmissão unilateral de informação...” (CARNEIRO, 2016).

O rompimento dessa chamada concepção tradicional e unilateral de divulgação científica perpassa o entendimento que se dá a diversos termos próximos. Entre tais termos, Albagli (1996) aborda, a divulgação científica (orientada para o público leigo), a difusão científica (orientação tanto para especialistas, quanto para público leigo) e a comunicação da ciência e tecnologia (orientada para pares especialistas), que para Bueno (1984) apud Albagli, (1996, p.397) são assim diferenciados:

“...divulgação (científica) supõe a tradução de uma linguagem especializada para uma pessoa leiga, visando a atingir um público mais amplo (...) Difusão científica refere-se a "todo e qualquer processo usado para a comunicação da informação científica e tecnológica" (...) Já comunicação da ciência e tecnologia significa "comunicação de informação científica e tecnológica, transcrita em códigos especializados, para um público seletivo formado de especialistas.”

No entendimento de Rojo (2008), entretanto, o que chamamos de divulgação científica (e ainda continuaremos a chamar - apesar da maior aproximação com o que a autora afirma), também pode ser classificado como discursos didáticos, que, além de divulgar achados científicos, destinam-se a ensinar aos alunos certos conteúdos científicos. São materiais escritos, em geral, por professores e seu leitor modelo é um estudante e, por isso, o texto inclui um número maior de explicações, além de exercícios para assimilação, revisão e avaliação.

Consideramos que a divulgação científica deve ser constante, diversificada, ininterrupta, porque a ciência está sempre em construção, em evolução, e cada vez mais complexa. A preocupação com o meio ambiente reflete bem essa ideia. A Revolução Industrial e as Grandes Guerras foram períodos de intensa pesquisa científica e de produção de novos materiais, novos reagentes, novas possibilidades. O caminho foi aberto também para novos descartes e novos poluentes. Diante das conseqüentes mudanças climáticas antropogênicas, é imperativo buscar novas formas de manter o desenvolvimento tecnológico-social, sem levar o planeta ao esgotamento de recursos naturais ou à poluição descontrolada, e isso se deu por meio da pesquisa científica. É importante divulgar a ciência presente na Química Verde para que as pessoas entendam como o desenvolvimento da química pode ser feito com um impacto ambiental menor.

5.2 Química Verde

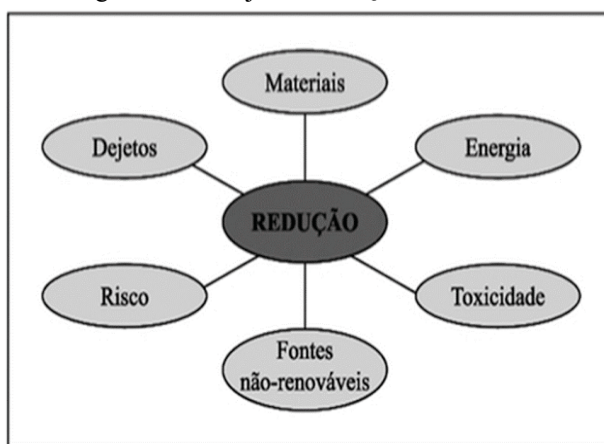
A Química Verde (QV) é um ramo da Química que tem como foco pesquisas para produção de energia mais limpa, uso racional de reagentes, controle rígido de poluentes, minimização da degradação ambiental, com ampliação do uso de bioprocessos e matérias-primas renováveis. É a atual tendência da indústria química mundial para empresas que buscam a aprovação da sociedade em termos de preocupação ambiental com ação.

O termo Química Verde foi introduzido pelo químico americano Paul Anastas, no ano de 1991, na chefia da divisão de química industrial da Agência de Proteção Ambiental dos EUA (*Environmental Protection Agency – US EPA*). O propósito do programa era “implementar o desenvolvimento sustentável em química e tecnologia para a indústria química, o governo e a academia” (WARDENCKI et al, 2005, p.389). Em 1998, Paul Anastas e Jack Warner publicaram o livro *Green Chemistry: Theory and Practice* (Oxford University Press: New

York, 1998) (Química Verde: Teoria e Prática - Nova Iorque, 1998), consagrando os 12 princípios da química verde.

A União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC) define o termo Química Verde como “a invenção, o desenvolvimento e a aplicação de produtos e processos químicos para reduzir ou eliminar o uso e a geração de substâncias perigosas” (TUNDO *et al.*, 2000, p. 1210).

Figura 1 - Os objetivos da Química Verde



Fonte: Spiro (2009)

Seidl (2011) afirma que o Brasil está em posição privilegiada para assumir a liderança no aproveitamento integral das biomassas, por possuir a maior biodiversidade do planeta, intensa radiação solar, água em abundância, diversidade de clima e pioneirismo na produção de biocombustíveis. Entretanto, há escassez de pessoal qualificado para atuação nesse campo tão promissor.

Na verificação de publicações relacionadas à Química Verde e Ensino no Brasil, Brandão *et al.* (2017, p.71) avaliaram dezenas de artigos (31), por meio da base de dados da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Ensino Superior (CAPES) indexadas com Qualis A1, A2 e B1, até o 1º trimestre de 2017. Eles constataram um crescimento dessas publicações nos últimos anos, no entanto, afirmaram que “a maior parte do material investigado fala sobre aplicações dos princípios da QV no ensino e não sobre o ensino da QV”.

Segundo Roloff (p. 304, 2016), “a mera aplicação dos princípios da QV não garante, por si só, o alcance da química verde, tampouco o alcance da sustentabilidade ambiental”. Além

de enfatizar a relação entre o ensino de Química e a formação dos professores da área, a autora identificou diversas proposições, argumentos, modelos e sugestões sobre o papel e aplicação da QV no ensino da Química. Três foram destacadas:

“1) as indicações metodológicas voltadas ao estudo de situações ou de controvérsias sociocientíficas envolvendo questões/problemas ambientais, portanto, processos educativos que contemplam a perspectiva ambiental no ensino de química; 2) a contextualização por meio de questões tecnológicas, sociais ou ambientais; 3) a relação entre QV, a Sustentabilidade Ambiental e o Desenvolvimento Sustentável” (ROLOFF, 2016, p. 304).

No nosso recurso educacional, tais proposições se fizeram presentes. Às vezes em texto introdutório, como ao questionar as indicações encontradas em livros e na *internet* sobre tempo de degradação de dois materiais sem indicação das condições em que os dados foram encontrados. Outras vezes em atividades como na atividade prática para elucidar o funcionamento de uma tecnologia ambiental. E ainda na discussão da pesquisa relatada no vídeo ou mesmo na busca da interpretação crítica de notícias relacionadas à questão sócio-científica-econômica-ambiental. Procuramos possibilitar a compreensão dos objetivos da Química Verde (figura 1) com a sua proposta de minimizar impactos causados pela atividade química, de proteção ambiental, em busca do desenvolvimento sustentável.

5.3 Dialogismo

Ao se elaborar o roteiro do vídeo consideramos algumas ideias propostas por Mikhail Bakhtin³ relacionadas ao processo de compreensão.

A ideia bakhtiniana de vozes para a compreensão do processo de significação, de acordo com Machado (2014), está relacionada não só aos sons emitidos pela fala, o dito e o não dito, como também pelas visões de mundo dos sujeitos envolvidos.

“A construção do entendimento, está, portanto, relacionada com as muitas formas como duas ou mais vozes entram em contato. Isto quer dizer que

³ Mikhail Mikhailovich Bakhtin (1897-1975) foi um filósofo russo cujas obras da década de 1920, interpretadas na Europa Ocidental, na década de 60, pela pesquisadora búlgara-francesa Julia Kristeva, foram aplicadas à pedagogia. Barros (2005) apresenta o conceito de dialogismo de Bakhtin como interacional e caracterizado pelo diálogo entre os interlocutores (relação entre sujeitos e entre sujeito e sociedade) e pelo diálogo entre discursos (ao manter relações do discurso com a enunciação, com o contexto sócio-histórico e com o “outro”).

nas interações de uma sala de aula as vozes do livro didático, do professor, dos colegas, das experiências e do senso comum encontram-se e se confrontam”. (MACHADO, 2014, p. 59)

Quando pensamos em diálogo e por extensão, dialogismo, como a fala ou interação entre dois sujeitos, estamos aquém das ideias inspiradoras de Bakhtin. O dialogismo ocorre entre interlocutores, entre discursos, entre enunciados, o que pode ser entendido pelo diálogo que um discurso estabelece com outros discursos, com discursos anteriores.

Na concepção de dialogismo entre interlocutores, de Bakhtin, citado por Barros (2005), um dos aspectos a ser considerado é a ideia da interação como realidade fundamental da linguagem. Outra, a dependência da relação entre sujeitos para dar sentido ao texto e significação às palavras, e, por fim, a sociabilidade, que ocorre entre os interlocutores que interagem e também dos sujeitos com a sociedade. Sobre o conceito de dialogismo bakhtiniano, Lima e Santos (2014, p.2) afirmam que há estrita relação com o processo de compreensão responsiva ativa em que há subjetivação do sujeito.

“Nesse processo de compreensão, mobiliza-se uma gama de experiências históricas e socialmente construídas que são ativados para emitir-se uma resposta a determinado discurso, demarcando uma posição, um juízo de valor do locutor, numa dada esfera da comunicação verbal, para a qual ele prevê uma resposta ou uma compreensão ativa do interlocutor, de um auditório social”.

Machado (2014, p. 58) expressa que a construção de sentido para Bakhtin é dialógica por natureza, o que significa que “não podemos analisar as enunciações apenas na perspectiva de quem as produz, mas também na perspectiva do(s) interlocutor(es), esteja(m) ele(s) fisicamente presente(s) ou não.”

Nesse sentido, o divulgador configuraria o elo entre o pesquisador, com sua linguagem acadêmica peculiar, e o estudante do ensino médio. Este elo é necessário, tendo em vista a distância existente entre as linguagens envolvidas. O divulgador, ao se apropriar da voz acadêmica, na intenção de recodificá-la, com foco no estudante de ensino médio, promove o encontro de vozes, a dialogia, entre os interlocutores.

A convergência de letramentos, no ambiente escolar, com uso de recursos multimidiáticos e multissemióticos, contribui para a formação da cidadania, pois permite aos alunos a

apropriação das práticas sociais, para produzirem e fazerem seus discursos circularem na vida escolar e extraescolar (MIGUEL *et al.*, 2012).

O conceito de multiletramentos aponta para dois tipos específicos de multiplicidade, presentes em nossas sociedades: a multiplicidade cultural das populações e a multiplicidade semiótica de constituição dos textos por meio dos quais ela se informa e se comunica (ROJO, 2012).

Considerando a linguagem como elemento constitutivo de todas as interações entre indivíduos, cabe apresentar a ideia bakhtiniana de polifonia no enunciado. Todo discurso é dialógico e a polifonia é o enunciado em que são vistas as muitas vozes participantes do processo discursivo. Acreditamos que a interação e interdependência dessas diversas “vozes”, na comunicação da Química Verde, podem contribuir para compreensão individual do tema desejado. Nesse contexto podem ser aplicadas as ideias de Bakhtin (2002, p.106) de que “todas as palavras e formas que povoam a linguagem são vozes sociais e históricas, que lhe dão determinadas significações concretas”.

Entendemos que o uso de recursos multimidiáticos, na perspectiva do multiletramento que, nas ideias de Rojo (2012, p. 7) “contempla a multiplicidade cultural das populações e a multiplicidade semiótica de constituição dos textos por meio das quais ela se informa e comunica”, não só intensifica, como amplia a significação de um discurso. Corrobora com nosso intuito Pasquotte-Vieira (2012, p. 192), ao afirmar que “os sentidos não são apenas nos textos escritos, mas [...], no curso da interação entre material linguístico-verbal, imagem e som, assim como autor-obra-interlocutor”.

É necessário ser crítico, no meio multimídia, o que Garcia (2012, p.143) define como tratar de “identificar, pensar e refletir sobre os ganhos e perdas, perceber o que se agrega, entendendo criticamente como se dá a construção de sentido nesses processos de convergência (multimidiática) e relacioná-los ainda às situações sociais.” Enfim, “compreender que um letramento multimidiático crítico implica fundamentalmente refletir sobre todas as mídias e não exclusivamente sobre uma, como [...] (nos) textos impressos.”

A aproximação linguística ao cotidiano do aluno é uma tática mediadora pois proporciona o estabelecimento de uma zona de conforto que pode motivar o sujeito. No entanto, como

alerta Silva (2012), essa tática não exige a construção de conceitos científicos, mas pode facilitar e tornar mais interessante o processo de aprendizagem. Esta proposta está em consonância com o objetivo principal da divulgação científica que, de acordo com Albagli (1998), é informar a sociedade a respeito das pesquisas científicas. Toda a sociedade precisa estar capacitada a compreender, de forma desmistificada, a importância da ciência e suas tecnologias para a promoção do desenvolvimento sustentável. Consideramos que isso é especialmente importante entre membros do governo (executivo e legislativo), que são responsáveis pelas aprovações de projetos direcionados à preservação ambiental, proibição/liberação de espécies químicas para inúmeros fins (medicação, indústria alimentícia, construção civil, agricultura/agronegócio, etc.) e a disponibilização e contingenciamento de recursos destinados à pesquisa.

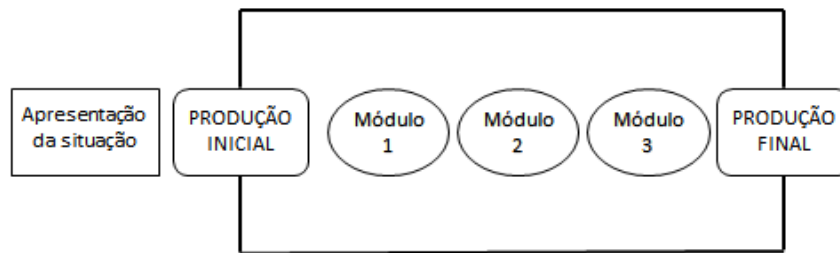
Buscamos dialogar por meio de vídeo e sequência didática as vozes da pesquisa científica, química verde e o conteúdo de soluções.

5.4 Sequência didática

Zabala (1998, p.18) define sequência didática como um “conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos.” Assim, a organização de uma sequência didática e a ênfase dada a determinado assunto ou conteúdo estará de acordo com os objetivos pedagógicos, com a disponibilidade de tempo e espaço, além da viabilidade de aplicação.

Para Dolz, Noverraz e Schneuwly (2004, p. 93) “a modularidade é um princípio geral no uso das sequências didáticas”. Eles apresentam a estrutura fundamental da sequência didática composta por três componentes, conforme o esquema apresentado na figura 2:

Figura 2 - Esquema da sequência didática



Fonte: Dolz, Noverraz e Schneuwly (2004, p. 98)

Nesse esquema, a apresentação da situação é a fase da exposição ao coletivo dos alunos, acerca da proposta da sequência didática a ser trabalhada. É um momento informativo, fase em que se deve indicar aos alunos como será a produção, a quem ela se dirige, qual forma assumirá e quem participará.

A produção inicial regula a sequência didática, tanto para professores quanto para alunos. É um momento motivacional. Aqui ocorrem a problematização a ser tratada e a elucidação do que será preciso trabalhar para desenvolver capacidades nos alunos e ainda quais instrumentos a serem melhor apropriados para a produção final.

Nos módulos são trabalhados os problemas em diferentes níveis, de forma ordenada, a fim de contribuir para superação de deficiências cognitivas e facilitação da produção final.

A produção final visa avaliar os progressos realizados, a incorporação dos instrumentos, vocabulário e conceitos trabalhados nos módulos.

Para Santos (2016, p.33) sequência didática “é um objeto/artefato sociotécnico, o qual propicia uma rede sociomaterial da qual participam tanto entidades humanas quanto não humanas”. Ao acompanhar a elaboração e aplicação de uma sequência didática buscando descrever a performance do professor no que se refere às suas decisões, mediações e negociações de interesse, o autor apresenta várias outras perspectivas de sequência didática, entre elas a Sequência de Ensino-Aprendizagem (*Teacher Learning Sequences* - TLS). Nesta ocorre elaboração de uma sequência com a finalidade de auxiliar os estudantes a compreenderem a atividade científica, a partir de quatro elementos básicos - professor, alunos/alunas, mundo material e o conhecimento científico - interligados por meio de duas

dimensões - a epistêmica e a pedagógica. Aguiar Jr. (2005, p.18) define sequência de ensino como “um conjunto organizado e coerente de atividades abrangendo um certo número de aulas, com conteúdos relacionados entre si.” Apresenta quatro fases no processo de construção do conhecimento a serem observados e que são baseados na intencionalidade do professor. O quadro 2 a seguir mostra essas fases.

Quadro 2 - As 4 fases do processo de construção do conhecimento na sequência de ensino

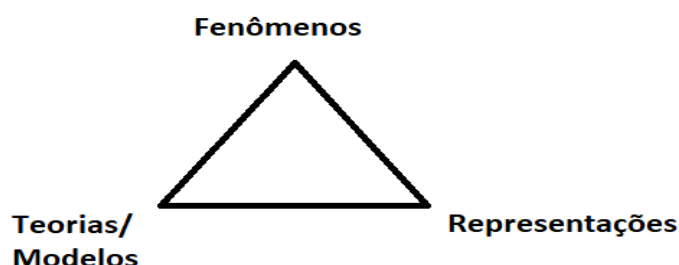
| Fases do Ensino | Propósitos (intenções) do Professor |
|--|---|
| Problematização inicial | <ul style="list-style-type: none"> - Engajar os estudantes, intelectual e emocionalmente, com o estudo do tema. - Explorar as visões, conhecimentos prévios e interesses dos estudantes sobre o tema. |
| Desenvolvimento da narrativa do ensino | -Disponibilizar as ideias e conceitos da ciência e/ou artes no plano social da sala de aula |
| Aplicação dos novos conhecimentos | <ul style="list-style-type: none"> - Dar oportunidades aos estudantes de falar e pensar com as nova ideias e conceitos, em pequenos grupos e por meio de atividades com toda a classe. - Dar suporte aos estudantes para produzirem significados individuais, internalizando essas ideias. - Dar suporte aos estudantes para aplicar as ideias ensinadas a uma variedade de contextos e transferir aos estudantes controle e responsabilidade pelo uso dessas ideias |
| Reflexão sobre o que foi aprendido | <ul style="list-style-type: none"> - Prover comentários e reflexões sobre o conteúdo, de modo a sistematizar, generalizar e formalizar os conceitos apreendidos. - Destacar relações entre os conceitos e destes com outros tópicos do currículo, promovendo, assim, o desenvolvimento da narrativa do ensino. |

Fonte: Aguiar Jr., 2005, p.18-19

Nosso recurso educacional se inicia com a apresentação de um vídeo que produzimos para divulgação de uma pesquisa científica da área ambiental inserido na sequência didática que contempla a definição de Aguiar Jr. (2005). O material contém uma parte destinada aos alunos e outra que descreve os propósitos das atividades destinada ao professor.

No âmbito desta pesquisa, abordaremos o tema Soluções, com intuito de contemplar o conhecimento químico a ser trabalhado nos três aspectos cognitivos: representacional, fenomenológico e teórico. A triangulação dessa abordagem para os conhecimentos químicos, constante no documento do Conteúdo Básico Comum (CBC) para o ensino de Química nas Escolas de ensino médio do Estado de Minas Gerais de Romanelli (2007), estabelece relação de compreensão mais efetiva para o estudante, na medida em que esses três aspectos do mesmo conhecimento químico se entrelaçam.

Figura 3 - Formas de abordagem para os conceitos químicos



Fonte: Adaptado de Romanelli (2007).

O aspecto fenomenológico relaciona-se com os fenômenos palpáveis, sejam eles concretos e visíveis, como a queima de um combustível ou a solidificação da água, sejam os de acesso indireto como as interações radiação-matéria que, apesar de não provocarem um efeito visível, podem ser detectadas na espectroscopia. Importante lembrar do fenômeno da química materializado na atividade social como ao falar do posto de combustível, da drogaria, da desinsetização, preparação de alimentos, tratamento da água, uso de fertilizante, etc.

São as relações sociais que ele (o fenômeno) estabelece através dessa ciência que mostram que a Química está na sociedade, no ambiente. A abordagem do ponto de vista fenomenológico também pode contribuir para promover habilidades específicas tais como controlar variáveis, medir, analisar resultados, elaborar gráficos etc. (MORTIMER, MACHADO e ROMANELLI, 2000, p. 276).

O aspecto teórico relaciona-se por definição ao que é microscópico, “envolvendo explicações baseadas em modelos abstratos e que incluem entidades não diretamente perceptíveis, como

átomos, moléculas, íons, elétrons etc.” (MORTIMER, MACHADO e ROMANELLI, 2000, p. 276).

O aspecto representacional relaciona-se à linguagem própria da Química com seus símbolos, fórmulas e equações químicas, “representações dos modelos, gráficos e equações matemáticas, como controlar variáveis, medir, analisar resultados, elaborar gráficos etc.” (MORTIMER, MACHADO e ROMANELLI, 2000, p. 276).

Para o processo de ensino-aprendizagem, o ideal é que cada atividade do recurso educacional produzido permeie as três formas de abordagem.

A sequência didática trabalhou conceitos químicos de Soluções provenientes de temas do vídeo de divulgação científica, em Química Verde, produzido como parte do recurso educacional. A Química Verde foi inserida numa perspectiva ampla de forma a contemplar princípios básicos da educação ambiental, como “a concepção do meio ambiente em sua totalidade, considerando a interdependência entre o meio natural, o sócio-econômico e o cultural, sob o enfoque da sustentabilidade” (BRASIL, 1999).

Como produção final das atividades da sequência didática, Atividade 5, os alunos são desafiados a produzirem vídeo próprio, de curta duração, baseados em temáticas advindas do vídeo de divulgação científica. Em cada atividade procuramos transitar pelos fenômenos, representações e teorias ligados aos tópicos do vídeo. Isso foi buscado com o intuito de oferecer maior significação ao conhecimento químico trabalhado e colaborar com a apropriação pelos estudantes de pesquisa científica atual da área ambiental.

5.5 Pressupostos teóricos sobre o uso de vídeos em sala de aula

Escolhemos o vídeo, como forma de introduzir Química Verde e divulgação científica aos estudantes do ensino médio, pois sabemos que atualmente lidamos com um mundo comunicativo multimodal em que vários modos de representação, além da escrita, fazem-se presentes: a imagem, a imagem em movimento, a fala. Nosso mundo globalizado e tecnológico seduz o adolescente, com recursos como o *YouTube*, e precisamos nos apropriar desses agentes motivacionais, como instrumentos do processo de ensino-aprendizagem.

O uso de vídeo pode permitir trabalhar a construção de significados, por meio da multimodalidade, ao mostrar a imagem fixa e não fixa (modo de imagem/modo de imagem em movimento), dizer (modo de fala) e descrever (modo de escrita). A possibilidade de pausar, voltar, recomeçar, seguir, parar, ou melhor, de fragmentar, permite ao nosso produto instigar o aluno a refletir sobre questões apresentadas de forma mais dinâmica. Será um ponto de partida para o reconhecimento de limites, possibilidades e criação da pesquisa científica. O seu uso, em conjunto com outros recursos, pode ampliar o sentido e facilitar a significação da Química Verde para o estudante.

Fantini e Mateus (2015, p. 68-69) revelam experiências diferenciadas com utilização de ferramentas apresentadas pelos programas de exibição de vídeos que possibilitam “...‘congelar’ a imagem e mostrar um único quadro do vídeo por quanto tempo se quiser. Algumas passagens podem ser aceleradas ou exibidas em câmera lenta, até mesmo avançando a ação quadro a quadro”.

Por poder exercer diversas funções, desde a motivadora, passando pela conceitual e documental, até a dimensão lúdica, o uso de vídeo, em sala de aula, como forma de divulgação científica da produção em Química Verde torna-se ferramenta adequada ao ambiente escolar, para estudantes do ensino médio. Essa gama de funcionalidades faz jus à intenção de se utilizarem recursos multimidiáticos e multissemióticos. Além disso, salienta-se a necessária presença da mediação do professor, para direcionar a correta conceituação.

Na visão de Berk (2009, p. 2), o uso de vídeo, em sala de aula, possui 20 resultados possíveis:

Prender a atenção dos estudantes, focar a sua concentração, gerar interesse na aula, criar sentimento de antecipação, energizá-los ou relaxá-los para um exercício, melhorar as atitudes deles com relação ao conteúdo e à aprendizagem, criar uma conexão com outros alunos e com o professor, aumentar a memorização e o entendimento do conteúdo, fomentar a criatividade, estimular a circulação de ideias, fornecer uma oportunidade para a liberdade de expressão e colaboração, inspirar e motivar esses alunos, diminuir a ansiedade com relação a assuntos que eles consideram difíceis e criar imagens visuais memoráveis.

Diante das possibilidades de respostas associadas ao uso do vídeo, a divulgação científica, na forma de vídeo curto, atua como instrumento de elo de múltiplos signos (visual, auditivo) para o diálogo entre a voz da academia, com sua produção em Química Verde e a voz do público do Ensino Médio.

Em relação ao papel da educação na sociedade tecnológica, as considerações oriundas da Comissão Internacional sobre Educação para o século XXI, incorporadas nas determinações da Lei nº 9.394/96, preveem que ela deve cumprir um triplo papel: econômico, científico e cultural. A educação deve ser estruturada em quatro alicerces: aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a viver e aprender a ser.

Marcelino Jr. *et al.* (2004), apresenta algumas funções que o uso de vídeo pode exercer em sala de aula: informativa, motivadora, expressiva, avaliativa, conceitual, documental, investigadora, lúdica, metalinguística e atitudinal. O papel do professor como elo mediador é primordial e, para ele, [o] vídeo traz uma forma multilinguística de superposição de códigos e significações, predominantemente audiovisuais, apoiada no discurso verbal-escrito, partindo do concreto, do visível, do imediato. A linguagem audiovisual desenvolve múltiplas atitudes perceptivas, pois solicita constantemente a imaginação.

Esperança *et al.* (2014, p. 1564) afirma que:

O papel central da escola é promover a educação científica e tecnológica, auxiliando o aluno na construção de conhecimentos, habilidades e valores necessários às tomadas de decisões sobre questões de ciência e tecnologia, além de atuar na solução de questões relacionadas à sociedade que o afetam. Isso exige ter acesso à informação e, também, saber processá-la e ressignificá-la, ou seja, a formação possibilitando uma adequada apropriação da informação.

Os sujeitos escolares precisam atentar para as necessidades impostas pelo uso do vídeo, em sala de aula, que devem ser verificadas antecipadamente, sob pena de provocar rejeição antecipada por parte de alguns alunos. Na tentativa de sanar possíveis problemas, Moran (2009) apresenta sugestões para o professor, a fim de evitar situações constrangedoras. Para o início da aula, o autor sugere verificação da qualidade da cópia. Acrescentamos que, caso o vídeo seja encontrado na rede mundial de computadores (*internet*), que se faça o *download* para reprodução *offline*. Deve-se verificar a qualidade e autenticidade do som, não interpretar

ou pré-julgar e fornecer apenas aspectos gerais do vídeo como duração e autoria. O autor relaciona exemplos das diversas dinâmicas de análise do vídeo: análise em conjunto (discussão dos alunos e o papel moderador do professor), análise globalizante (síntese dos pontos positivos e negativos, reunindo opiniões de todos os presentes), análise concentrada (focada nas cenas mais impactantes), análise funcional (a turma é dividida previamente em grupos incumbidos de determinadas tarefas ou funções relacionadas a serem realizadas durante a reprodução do vídeo), etc.

Dessa forma, o uso de vídeo como instrumento didático-pedagógico, terá, também, como objetivo, levar os alunos a desenvolverem a criatividade e refletirem sobre desenvolvimento tecnológico e sustentabilidade, bem como sobre escolhas e suas implicações éticas. Em cada vídeo, um dos objetivos permanentes é a procura e identificação de um ou mais princípios da Química Verde contemplados além da inserção de atividades.

5.6 Análise textual discursiva

Pesquisas qualitativas na área de educação em ciências que possuem textos como produções a serem analisadas têm utilizado a Análise Textual Discursiva (ATD), proposta publicada no artigo de Moraes (2003) e consolidada no livro de Moraes e Galiazzi (2007) como ferramenta analítica.

A ATD é entendida como uma metodologia de análise qualitativa de dados textuais que objetiva a produção de metatextos baseados nos textos dos *corpus*. A análise textual discursiva possui três etapas principais de processamento: unitarização, categorização e produção de metatexto.

A caracterização da ATD envolve, normalmente, como primeira etapa a unitarização que consiste na desestruturação do texto/resposta de cada atividade. Forma-se um pseudo-caos com a fragmentação dos textos/respostas dos alunos às atividades, obtendo-se elementos de unidades, sendo estas unidades de significados e de contextos. Lima (2019) afirma ser essa a fase de “impregnação do pesquisador no material empírico e nos discursos sociais”.

Em seguida, na categorização, os fragmentos da etapa anterior são agrupados em elementos semelhantes. Além de reunir elementos semelhantes, “a categorização também implica nomear e definir categorias, cada vez com maior precisão, na medida em que são construídas” (MORAES e GALIAZZI, 2007, p.23). Essa reorganização está para Lima (2019) condicionada ao “intenso e profundo envolvimento do pesquisador com o material empírico”.

As categorias podem ser definidas “a priori”, com base em teorias previamente escolhidas num método dedutivo, ou produzidas a partir do *corpus* ao que se chamam categorias emergentes por meio de um método indutivo. Há ainda as possibilidades ou de se mesclar métodos dedutivo/indutivo ou de produzir um terceiro método de categorização, baseado em *insights*, método este denominado intuitivo. “O que se propõe na análise textual discursiva é utilizar as categorias como modos de focalizar o todo por meio de partes” (MORAES e GALIAZZI, 2007, p.27).

Por fim, através do metatexto, o produto da análise, entendido aqui como a escrita de texto além das respostas e questões, é interpretada a produção dos alunos. O metatexto é a reconstrução a partir da categorização num processo hermenêutico que demanda organização de argumentos que pode ser também, segundo Moraes e Galiazzi (2007, p. 214), concebido como “um exercício de apropriação de novos modos discursivos, de desenvolvimento de competências de dialogar sobre os temas investigados”.

Assim, “a análise textual discursiva é um processo integrado de análise e síntese que se propõe a fazer uma leitura rigorosa e profunda de conjuntos de materiais textuais, com o objetivo de descrevê-los e interpretá-los no sentido de atingir uma compreensão mais complexa dos fenômenos e dos discursos a partir dos quais foram produzidos.” (MORAES e GALIAZZI, 2007, p. 114).

No nosso trabalho optamos por analisar a produção dos alunos nas atividades da sequência didática (SD), conforme iremos descrever na Metodologia. Isso foi feito de modo que pudessemos perceber se os enunciados das questões estavam claros da maneira como foram formulados. Para se ter um panorama da SD, sintetizamos as atividades no quadro 3.

Quadro 3 - Atividades da sequência didática: título, abordagem/recurso

| Atividade | Título | Abordagem/recursos |
|-----------|--|---|
| I | Atividade de Introdução Parte 1: Soluções e Química Verde Parte 2: Desvendando o vídeo P4Tree | Leitura de texto. Questões de sondagem sobre solução. Exibição do vídeo de curta duração “P4Tree” Leitura de texto (elemento Fósforo) Questões relacionadas ao vídeo. Texto de encerramento da atividade |
| II | Compreendendo a urina: diluição e concentração | Uso de tabelas (composição básica da urina e concentrações das soluções). Uso de modelo cinético molecular. Conceito de concentração de soluções. Coloração da urina. Texto de encerramento da atividade |
| III | Precipitando o fósforo | Atividade experimental com reação de precipitação. Equacionamento de fenômenos e uso de tabela de solubilidade Texto de encerramento da atividade |
| IV | Fósforo como fertilizante | Análise de rótulos de fertilizantes. Conversão de unidades de concentração Leitura de notícias, discussão e elaboração de texto opinativo (Petrobras e o fim da sua produção de fertilizante no Brasil; Usos da urina no mundo). Texto de encerramento da atividade |
| V | Momento de fama | Atividade prática de produção de vídeo com formulação de roteiro a partir do vídeo P4Tree e resposta a questões pré-estabelecidas. |

Fonte: Elaborada pelos autores

Utilizamos a metodologia da Análise Textual Discursiva dos textos-respostas-retornos dos alunos para os quais a SD foi aplicada. Nós entendemos que, a partir dessa análise, haveria pertinência em diferenciar respostas dos alunos em que há problema na formulação das questões de outras em que o aluno tem conceito diferente do esperado.

6 METODOLOGIA

6.1 Produção do vídeo de divulgação científica

A pesquisa científica, alvo da produção do vídeo de divulgação envolvendo Química Verde, foi selecionada entre aquelas pertencentes aos pesquisadores do INCT-Midas.

O INCT Midas é um projeto com foco em tecnologias ambientais que possui como missão “Inspirar professores e alunos por meio de experiências empreendedoras e conectar a universidade com o mercado para o desenvolvimento de soluções tecnológicas ambientais que impactam a sociedade”. Possui como visão “Ser referência no desenvolvimento de empreendedores e geração de negócios com tecnologias ambientais vindas da universidade” (INSTITUTO).

No portal eletrônico do projeto Midas do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia (INCT-Midas) foi desenvolvido um ambiente destinado ao ensino, para divulgação científica em Química Verde. Um dos eixos em desenvolvimento é a da produção de uma série de vídeos de curta duração para mostrar a existência de um problema ambiental, com proposta de solução pelos pesquisadores do Midas. O vídeo de curta duração aqui produzido ajuda a compor esta série.

Nosso vídeo já se encontra disponibilizado no sítio eletrônico do INCT-Midas. O vídeo é acompanhado de uma sequência de atividades, compondo a sequência didática, também na área de ensino do projeto. Cada vídeo disponibilizado, da série de vídeos a serem produzidos da qual o nosso faz parte, conterà material complementar com atividades relacionadas àquela pesquisa e ao ensino de química.

A conclusão dessa proposta veio ao encontro do nosso intuito de apresentar ao estudante do ensino médio a Química Verde, de forma contextualizada, associada a problemas ambientais, com propostas de solução atrelados ao mundo do trabalho por envolver grupo de empreendedores.

Produção do vídeo P4Tree

A produção do vídeo curto, com tempo em torno de 3 (três) minutos de duração, deu-se com o estudo de um modelo de vídeo de divulgação científica, também curto (duração de aproximadamente 2 minutos). Nossa inspiração foi o vídeo “This 12 Year Old Scientist is Taking on Flint’s Water Crisis” (“Este estudante de 12 anos está enfrentando a crise da água em Flint”), disponível no endereço eletrônico <https://www.youtube.com/watch?v=LuvEJi0t5nY>. Este vídeo foi produzido pela empresa de narrativa cinematográfica *Great Big Stories*, sediada em Nova Iorque, dedicada aos ditos vídeos incríveis, criadora de micro-documentários e curta-metragens. Tal vídeo-modelo foi “descoberto” e adotado justamente por conseguir condensar diversas informações científicas numa linguagem apropriada ao público do ensino médio, de forma rápida e contínua, ou seja, sem interrupções bruscas. O vídeo modelo foi reproduzido diversas vezes, de maneira integral, bem como no sistema pausa e segue, para identificação de padrões. Para analisar os aspectos visuais, fizemos e refizemos a reprodução muda do vídeo, de forma integral e por etapas, na busca de detalhes dos diversos ambientes observados – interno e externo –, vestuário, gestos e expressões da protagonista e figurantes. Também foi analisada a sobreposição do áudio com imagens, identificando as sequências em que som (principalmente a fala do protagonista/narrador) e imagem caminhavam simultaneamente, resultando em complementação da mesma informação, bem como quando resultavam em informações distintas.

Nesta fase foi identificada uma sequência lógica de sete etapas do vídeo modelo:

1. Concepção de Ciência. O que é ciência para o pesquisador/narrador
2. Apresentação da pessoa (pesquisador)
3. Apresentação do problema, da forma como o(a) pesquisador(a) percebe o problema (busca por imagem de referência)
4. Descrição de como funciona o aparato solucionador, o que a pessoa do pesquisador(a) pensou para elaboração da tecnologia
5. Exibição do prêmio (imagem)
6. Descrição por fala acerca do processo de fazer e dos entraves e superações
7. Relação ciência/comunidade/ na percepção da pessoa do(a) pesquisador (a)

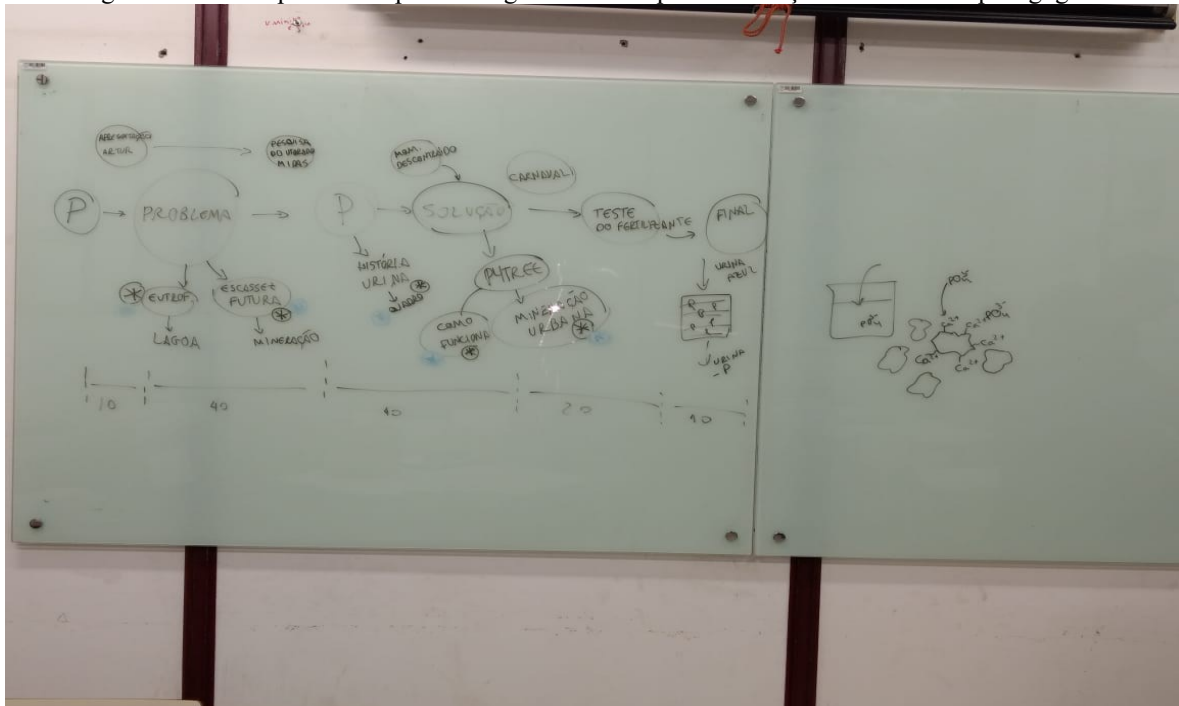
Concluída a etapa da análise do vídeo-modelo, definimos o tempo de 2 a 3 minutos como a duração pretendida do vídeo a ser produzido.

Propusemos, com base na identificação no vídeo-modelo, seguir alguns dos padrões: protagonismo e narração do pesquisador/empreendedor do INCT-Midas, áudio iniciado com apresentação e com definição pessoal de ciência do narrador-protagonista, explicação do desenvolvimento da pesquisa/empreendimento, com destaque para a importância socioambiental, preocupação com a desmistificação do sujeito cientista, incluindo detalhes dos desacertos ocorridos no processo.

Nossa intenção foi fazer um vídeo em que houvesse participação ativa do pesquisador-empreendedor, para solução do problema ambiental. A primeira ideia era fazer um vídeo sobre a pesquisa do INCT-Midas que versa sobre uso dos resíduos da mineração. Como não houve possibilidade de encontrar com os respectivos pesquisadores, selecionamos a pesquisa da tecnologia P4Tree. Gravamos o encontro com o pesquisador Arthur Silva que nos relatou a história que culminou naquela pesquisa/empreendimento. Foi feita a transcrição deste áudio para identificar pontos de esclarecimento e temas possibilitadores de atividades. Após entrevista para conhecer e saber como foi desenvolvida a pesquisa que levou à *startup*, elaboramos um primeiro roteiro esquematizando atividades para o aluno de ensino médio. Em seguida, com participação do pesquisador, conseguimos produzir um novo roteiro, fragmentá-lo e determinar as marcas para confecção de atividades que fariam parte do produto. Posteriormente, foi elaborado um roteiro ampliado e ilustrado que relacionasse as atividades pedagógicas com respectivas marcas no vídeo a ser produzido, como pode ser visto na figura 4.

De posse desse novo roteiro foi confeccionado um questionário direcionado ao pesquisador/narrador para compormos o roteiro para a gravação do áudio da narração do vídeo.

Figura 4 - Roteiro preliminar para filmagem e marcas para elaboração de atividades pedagógicas



Fonte: Da autora (2018)

Perguntas direcionadas ao pesquisador doutorando Arthur Silva para gravação de áudio:

1. Para você, o que é empreender na ciência?
2. Quem é você, qual a sua formação e o que você faz?
3. Como surgiu a ideia? (Como você detectou este problema?)
4. Quais são os problemas causados pelo excesso de fósforo no ambiente?
5. E para que serve o fósforo? (fertilizantes)
6. De onde tiramos o fósforo normalmente (mineração)?
7. Como funciona a tecnologia do P4Tree?
8. Quem foi que descobriu o fósforo? Como ele fez isso?
9. O que é mineração urbana?
10. Onde vocês já utilizaram essa tecnologia? (carnaval / Mineirão?)
11. Quais são os próximos passos para vocês? (teste no Jardim Botânico como fertilizante)
12. Porque este tipo de pesquisa é importante, para você? (final)

Materializado o áudio, em estúdio adequado, procedemos com as filmagens em ambientes internos e externos seguindo o roteiro proposto. Obtivemos imagens no carnaval 2019 de

Belo Horizonte/MG, fizemos imagens externas na Lagoa da Pampulha e no Departamento de Química da UFMG. Em seguida, o vídeo foi editado por profissional do INCT-Midas que nos acompanhou durante todo o processo. Uma nova versão do vídeo foi necessária para inserção de legendas e retificação de incongruências. O vídeo final está disponível no canal do *YouTube* do INCT/ Midas no endereço eletrônico <https://www.youtube.com/watch?v=bNLw1iEeAs8>. Com essa finalização nosso foco se voltou à retomada da produção da sequência didática com temas retirados do vídeo.

6.2 Produção da sequência didática

A partir da primeira versão do vídeo P4Tree, as atividades, inicialmente esquematizadas, foram organizadas e desenvolvidas. O vídeo trouxe uma riqueza de temas com possibilidade de atividades e com isso houve a necessidade de fazer um recorte. Retomando um dos objetivos deste recurso educacional de trabalhar Química Verde e divulgação científica para o estudante do ensino médio, as atividades foram produzidas por meio de temáticas oriundas do vídeo P4Tree.

Inicialmente não havíamos estabelecido o conteúdo disciplinar da química a ser trabalhado, pois a proposta inicial era a produção de uma série de 3 a 5 vídeos de curta duração e um conjunto de atividades que pudessem relacioná-los às ideias da Química Verde. Com o avanço do tempo e a impossibilidade momentânea de outros pesquisadores, decidimos nos dedicar à elaboração de sequência didática para o vídeo P4Tree já confeccionado. Dos muitos temas enumerados que poderiam inspirar atividades para o ensino médio, selecionamos, de início, os temas: Banheiro Químico, Urina, Química Verde, Fósforo, Fertilizantes.

Após a pesquisa em torno do princípio do funcionamento de um banheiro químico estabelecemos “Soluções” como conteúdo químico disciplinar a ser desenvolvido. Entretanto o tema “Banheiro Químico” foi abandonado.

Definido o conteúdo Soluções como eixo conceitual da sequência didática, o tema Urina se apresentou como um dos mais importantes. Produzimos atividades que tinham como ponto central a análise de um exame de urina. Nos estudos para criar atividades que relacionassem por meio do exame de urina a quantificação de fósforo no organismo humano fomos obrigados a mudar a rota. A principal informação que queríamos para relacionar com o vídeo

P4Tree - a presença de fósforo no organismo- é melhor e costumeiramente solicitada e identificada por meio de exame de sangue. O tema urina foi mantido, mas as atividades baseadas no exame de urina, retiradas.

Uma primeira versão da sequência didática com intuito de trabalhar Soluções com o vídeo de divulgação científica permeando Química Verde ficou pronto, mas foi considerado muito tradicional, que demandaria dos alunos pouca leitura, pouca escrita... Os temas selecionados tinham potencial para um produto mais inovador do que o apresentado.

A reformulação necessária das atividades foi realizada. A versão de atividades para o aluno, em conjunto com material para o(a) professor(a), foi confeccionada.

Para o material do aluno criamos uma atividade introdutória, Atividade 1, de sondagem do conteúdo curricular Soluções e de reconhecimento do vídeo P4Tree, a fim de que o estudante encontre referência no vídeo, no que se refere a aspectos/temas/conceitos a serem trabalhados nas atividades subsequentes. A Atividade 2 foi criada para trabalhar, por meio do estudo da composição da urina humana, dois grandes aspectos: a representação de solução pelo modelo cinético-molecular e concentração de soluções tendo como ponto de partida a urina de indivíduos em graus extremos de hidratação. Na criação da Atividade 3, que é uma atividade experimental, fizemos testes preliminares em laboratório para determinar quais seriam os melhores reagentes a serem usados na reação de precipitação e também definir a concentração mais adequada de cada solução para visualização das reações de precipitação. A atividade 4, de análise de rótulo, requereu busca na legislação da definição de fertilizante e para entendimento de termos, como “nível de garantia” e “fósforo na forma de P_2O_5 ”, encontrados nos rótulos de fertilizantes trabalhados. Na Atividade 5, de produção de vídeo, tentamos elencar principais dificuldades na produção de vídeo doméstico para facilitar o alcance do resultado e contamos com a colaboração do editor do vídeo P4Tree.

Paralelamente à criação do material do aluno foi confeccionado o material para o professor. Este contém o objetivo da atividade, respostas esperadas aos exercícios, passagem do vídeo indicada, conceitos químicos solicitados aos alunos, além de referências bibliográficas.

De posse das atividades fizemos um planejamento para a aplicação em sala de aula.

6.3 Aplicação das atividades

A sequência didática foi aplicada em 4 subturmas de 1º ano de curso técnico de nível médio em Belo Horizonte/MG. Cada subturma conta com 18 alunos.

As atividades foram aplicadas no momento em que as turmas iniciariam o estudo de soluções. Nessa etapa, os alunos já haviam estudado as propriedades dos materiais (densidade, mudanças de estado, solubilidade), o modelo cinético molecular, os modelos atômicos, as transformações químicas, conservação de massa e estequiometria. Os aplicadores são professores concursados há mais de vinte anos, possuem doutorado, são pesquisadores atuantes da Universidade Federal de Minas Gerais na produção de recursos educacionais voltados principalmente ao Ensino Médio.

As aulas de química na escola são geminadas. Cada subturma possui duas aulas de 100 minutos por semana. Além de aulas de 100 minutos, as salas também são propícias ao trabalho em grupo pois não há mesas individuais. Os alunos estão habituados ao trabalho em grupo, a discutir em grupos pequenos as atividades propostas com autonomia. A atuação do(a) professor(a) se dá de forma dialógica, considerando as colocações dos alunos, instigando os alunos a argumentarem sobre seus posicionamentos sem afirmações negativas mas também sem deixar que outras vozes (releituras, posicionamentos de outros alunos, atualidades “ontem passou no jornal... vocês viram?”) sejam caladas. Na maior parte das vezes essa atuação se deu mais intensamente no início ou no fechamento das aulas.

As aulas da sequência didática ministradas pelos professores das turmas foram acompanhadas durante duas semanas. O acompanhamento foi feito por escuta ativa e anotações em caderno de campo. Participei de fato na aplicação da atividade experimental (Atividade 3) em uma das subturmas. Foram utilizadas, em média, 8 aulas de 50 minutos para aplicação de quatro das cinco atividades elaboradas. Apenas a última atividade (Atividade 5) não foi aplicada por indisponibilidade de tempo.

As atividades respondidas pelos alunos foram recolhidas para serem analisadas utilizando a metodologia da Análise Textual Discursiva (ATD).

6.4 Análise textual discursiva

Para realizarmos uma análise da produção escrita dos alunos selecionamos a metodologia da Análise Textual Discursiva (ATD). Para isso, fizemos um recorte e selecionamos um total de 15 questões dentre aquelas pertencentes às quatro atividades aplicadas, cujos processos de unitarização e categorização nos permitissem maiores avanços descritivos e interpretativos. A partir delas, confrontamos as respostas esperadas (“a priori”) com aquelas possibilitadas (emergentes). Com a categorização compreendida, contrapomos a intencionalidade dos enunciados e produção dos alunos, o que proporcionou a geração de um metatexto com formas de atuação (modificação, a supressão ou o deslocamento) para melhor adequar as questões ao objetivo da SD, de trabalhar o conceito de soluções químicas aliado à divulgação científica em Química Verde para o aluno do ensino médio.

Para aplicação, imprimimos as atividades em dois conjuntos separados, o primeiro contendo as folhas das atividades 1 e 2 e o segundo com as demais atividades. Selecionamos as produções de apenas uma das subturmas para análise, por ter sido a turma que mais rápido avançou na sequência didática nas duas semanas de acompanhamento. Selecionamos como *corpus* da análise as produções dos alunos. Para agilizar as análises, entregamos aos alunos um conjunto por vez. Do primeiro conjunto, foram devolvidas 16 (dezesesseis) produções, ou seja, dezesseis alunos entregaram as atividades 1 e 2 com resposta; do segundo conjunto, 17 (dezesete) alunos devolveram as atividades respondidas. Na análise indicamos cada atividade com a letra A (de A1 a A5). Para manter as identidades dos estudantes em sigilo, tal como versado no Termo de Assentimento Livre e Esclarecido do Menor (TALE) assinado pelos alunos e Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) assinado pelos pais, os estudantes foram identificados pela letra E (de E1 a E17).

Contamos com os resultados da análise textual discursiva das produções dos alunos e também com os dados do caderno de campo e discussão com os aplicadores para procedermos alterações em questões que, durante a aplicação em sala, geraram dúvidas, se mostraram dúbias ou incompreensíveis, apresentaram lacunas nas solicitações ou solicitaram texto amparador.

7 RESULTADOS

Nesta seção apresentaremos resultados do desenvolvimento das atividades do recurso educacional vídeo-sequência didática, em sala de aula, do tratamento dos dados e avaliação das atividades aplicadas.

7.1 Vídeo de divulgação científica

O vídeo produzido possui duração de 3 (três) minutos. Ele pode ser visualizado por meio do sítio eletrônico do projeto INCT-Midas (<http://inctmidas.com.br/>) filtrando por ‘Notícias’, ‘Nos acompanhe nas redes sociais’, ‘YouTube’, ‘vídeos’, ‘Tecnologia P4Tree’ e, por fim, alcançando o endereço <https://www.youtube.com/watch?v=bNLw1iEeAs8>.

O vídeo discorre sobre a pesquisa de um grupo da qual o narrador é um dos integrantes, o químico, então doutorando em Inovação Tecnológica, Arthur Silva. P4Tree é o nome dado à tecnologia de recolher fósforo da urina por meio de um material desenhado no formato de sachê colocados em mictórios masculinos. Tal pastilha, figura 5, com fósforo proveniente da urina aderido após preparo viria a ser utilizada como fertilizante.

Para um melhor entendimento do nome P4Tree há que se fazer uma desmontagem. P é uma combinação do símbolo do elemento químico fósforo (P) e também uma referência sonora da fonte em questão desse fósforo, o xixi (*Pee*). *Tree* tem como tradução literal para a língua portuguesa árvore, mas no contexto qualquer planta a ser beneficiada com a fertilização pelo nutriente que seria desperdiçado nos efluentes sanitários. Por fim, “4” um substituto sonoro para preposição inglesa “*for*” (para, em inglês). Ou seja, P4Tree é o fósforo do xixi para a planta.

Figura 5 - Material utilizado em forma de pastilha para captura de fósforo na urina



Fonte: Captura de imagem do vídeo “Tecnologia P4Tree” (tempo 0:30 min)

O vídeo relata os testes feitos no carnaval de Belo Horizonte/MG de 2018 em seis banheiros químicos. Os banheiros químicos que testaram o material para recolhimento de fósforo da urina estavam marcados com a plotagem P4Tree como pode ser visto nas figuras 6-a e 6-b. Também no carnaval de 2019, não relatado pelo vídeo, novos testes foram realizados.

Figura 6 - a e b Banheiro químico com plotagem P4Tree



Fonte: Capturas do vídeo P4Tree - (1:58 min)

Durante os primeiros 45 segundos do vídeo o pesquisador se apresenta, expõe seu conceito de ciência, narra como surgiu a ideia do P4Tree e tenta mostrar os dois lados do trabalho científico, ora colaborativo ora individual. Em seguida discorre sobre o fósforo como macronutriente, os efeitos de seu descarte indevido em cursos d'água (eutrofização) e, em

contrapartida, a necessidade das plantas, a reposição (fertilizante), a forma tradicional de ser obtido através da mineração e o risco pela iminente escassez nacional e mundial de minérios contendo fósforo.

No tempo de 1:15 min, aproximadamente, há retomada do P4Tree em que ocorre a narração e ilustração móvel da sua produção e testes em laboratório. Em 1:32 min faz associação entre a retirada de fósforo da urina com a ideia de mineração urbana. Em 1:46 fala da origem da descoberta do fósforo. Continua com os testes no carnaval de Belo Horizonte/MG (1:55). Afirma que as pessoas que utilizaram o banheiro químico contendo o sachê da tecnologia P4Tree se mostraram interessadas pelo contexto ambiental da pesquisa. Em 2:12 fala sobre os testes futuros. Narra (tempo 2:20 a 2:32 min) dados numéricos legendados para indicar o desperdício diário de fósforo pela população do município de Belo Horizonte/MG, figura 7.

Figura 7 - Números do desperdício de fósforo provenientes da urina, em Belo Horizonte/MG



Fonte: Captura do vídeo P4Tree (2:30min)

Finaliza com a motivação pessoal do pesquisador em relação à utilidade social/ambiental do seu objeto de pesquisa/empreendimento.

7.2 Atividades

Foram formuladas cinco atividades com temáticas extraídas do vídeo P4Tree. Cada atividade é constituída de questões diversas e textos de considerações finais. Apresentamos as atividades da sequência didática, seus objetivos e os tópicos trabalhados no Quadro 4:

Quadro 4 - Atividades da sequência didática: nº de aulas propostos, título, objetivo e assunto/conhecimento a ser trabalhado

| Atividade/ Nº de aulas | Título | Objetivo | Assunto/conhecimento a ser trabalhado |
|-----------------------------------|---|---|--|
| I 1 aula de 50 min | Atividade de Introdução Parte 1: Soluções e Química Verde Parte 2: Desvendando o vídeo P4Tree | Introduzir a ideia de química sustentável e iniciar o estudo de solução. Promover leitura crítica das ideias apresentadas pelo vídeo para conectar com as atividades seguintes. | Atividades introdutórias com sondagem de conhecimentos sobre ciência/cientista, Química Verde, soluções e sobre o fósforo (descoberta/uso/processo de extração no Brasil). Identificação de misturas no vídeo. |
| II 1 aula de 50min | Compreendendo a urina: diluição e concentração | Estudar a composição básica da urina. Identificar e quantificar o fósforo (fosfato) presente na urina e desperdiçado. Compreender o conceito de diluição e concentração de soluções | Interpretação de dados tabelados (composição básica da urina). Solute e Solvente. Uso de modelo de partículas. Representação de solução eletricamente neutra. Diluição e concentração de soluções. Tipos de concentração, cálculo envolvendo mudança de unidade de concentração. |
| III | Precipitando o fósforo | Compreender o funcionamento da tecnologia P4Tree e | Atividade experimental. Estudo da saturação de soluções (soluções saturadas, insaturadas, saturadas com precipitado e |

| | | | |
|-----------------------------|---------------------------|---|---|
| 2 aulas (100min) | | sua relação com a solubilidade | supersaturada) e formação de precipitado. Leitura e produção de textos para entendimento de alguns usos da urina no mundo. |
| IV 1 aula (50min) | Fósforo como fertilizante | O estudante vai aprender a trabalhar com unidades de concentração. | Atividade teórica. Análise de rótulo, avaliação de diferentes unidades e terminologias. Os dois lados de um nutriente. Utilização de dados para resposta a questões. Leitura de reportagens, discussão e elaboração de texto opinativo (Petrobras e o fim da sua produção de fertilizante no Brasil). |
| V | Momento de fama | Produzir vídeos a partir das temáticas advindas do vídeo de divulgação da pesquisa P4Tree | Atividade prática de produção de vídeo com formulação de roteiro a partir do vídeo P4Tree e resposta a questões estabelecidas. |

Fonte: Elaborada pelos autores

A versão das atividades com alterações após a análise das respostas/produções dos estudantes encontra-se no apêndice A. O material do professor encontra-se no apêndice B.

O material do professor pretende atender ao professor que irá aplicar a sequência didática proposta. Ele contém textos para melhor situar o professor. Há inicialmente um quadro-resumo das atividades da SD contendo para cada atividade: a indicação das competências e habilidades do BNCC (Base Nacional Curricular Comum para o Ensino Médio) contempladas; o tempo médio gasto para realização da atividade, o objetivo da atividade; abordagem em evidência. Para cada atividade são apresentadas as respostas esperadas e as dúvidas mais comuns com proposta de resolução.

7.3 Avaliação das atividades

Nesta seção iremos apresentar os resultados da Análise Textual Discursiva das produções dos estudantes. Reproduziremos o enunciado da questão, apresentaremos em quadros os dados resultantes da análise dos textos-respostas (*corpus*) categorizadas e comentaremos tais dados. O objetivo principal desta análise é a reformulação das atividades a partir dos resultados.

Utilizamos as simbologias: A para atividade, Q para questão e E para estudante. Foram analisadas um total de 15 questões contidas nas atividades aplicadas conforme tabela 1:

Tabela 1 - As 15 questões analisadas pela ATD, símbolos e enunciados

| Atividade | Questão | Símbolo | Enunciado |
|-----------|---------|---------|--|
| 1 | 1 | A1Q1 | O xixi é uma mistura ou uma solução? RESPONDA e JUSTIFIQUE |
| | 2 | A1Q2 | CITE outros líquidos que tenham propriedades semelhantes às do xixi. INDIQUE as propriedades utilizadas para sua resposta. |
| | 3 | A1Q3 | Soluções são sempre líquidas? RESPONDA e JUSTIFIQUE. |
| | 5 | A1Q5 | ENUMERE as ideias principais do vídeo. |
| | 7 | A1Q7 | CITE as fontes desse elemento apresentadas no vídeo. |
| | 8 | A1Q8 | CITE três importantes motivos para capturar esse elemento químico da urina, mostrados no vídeo P4Tree. |
| | 10 | A1Q10 | A seguir são apresentadas frases ditas pelo pesquisador Arthur Silva no vídeo P4Tree. IDENTIFIQUE se ele fala de materiais que podem ser considerados misturas. Para cada mistura identificada diga qual substância está presente como soluto(s) e qual substância está presente como solvente(s). |
| | 11 | A1Q11 | O que o vídeo não explicou e você gostaria de saber mais? |

| | | | |
|---|----|-------|---|
| 2 | 1 | A2Q1 | A2Q1-Uma solução, tal como a urina, é uma mistura homogênea constituída por dois ou mais componentes. O <u>solvente</u> é aquele que promove a dissolução, normalmente o componente encontrado em maior proporção, e o <u>soluto</u> , componente em menor proporção e que está sendo dissolvido. INDIQUE qual dos componentes descritos no Quadro 1 é o solvente e quais são os solutos. Solvente: _____ Solutos: _____ _____ _____ |
| | 2 | A2Q2 | Considerando ainda os dados do Quadro 1, REPRESENTE , usando o modelo de partículas, as espécies que constituem a solução de urina. |
| | 3 | A2Q3 | INDIQUE , para o modelo feito na questão anterior, qual foi o número de cargas positivas e negativas representadas. Cargas positivas: _____ Cargas negativas: _____ REFAÇA o seu modelo da solução, caso considere necessário. |
| | 4 | A2Q4 | REPRESENTE usando o modelo de partículas, a urina de um indivíduo bem hidratado e de outra pessoa seriamente desidratada. |
| 3 | 3 | A3Q3 | No vídeo P4Tree o pesquisador afirma que o material que vem sendo desenvolvido e testado na forma de sachê nos mictórios é capaz de aderir na sua superfície o fósforo contido em um líquido. Considerando as observações do experimento, qual(is) cátion(s) dentre os apresentados seria(m) mais adequado(s) à constituição do material do P4Tree para capturar o fósforo contido na urina? EXPLIQUE sua resposta levando em conta a composição da urina, como visto na atividade anterior. |
| | 4 | A3Q4 | ESCREVA com suas palavras um procedimento para um experimento que comprove se o material selecionado retira todo fósforo da urina ou não. |
| 4 | 8c | A4Q8c | O valor encontrado na questão anterior é considerado relevante? Vale a pena? c) Formule uma RESPOSTA com justificativa aos questionamentos que iniciaram o enunciado desta questão. |

Fonte: Elaborada pela autora

A1Q1 - O xixi é uma mistura ou uma solução? RESPONDA e JUSTIFIQUE

O quadro 5 apresenta as respostas dos alunos à A1Q1 e o quadro 6 apresenta as unidades de significado da categoria justificativa às respostas dadas.

Quadro 5 - Respostas dos alunos à A1Q1 (Atividade 1 Questão 1)

| Resposta | Solução | Mistura e solução |
|--------------|---------|-------------------|
| Quantidade | 13 | 3 |
| Porcentagem* | 81% | 19% |

Fonte: Elaborada pela autora

*Porcentagem calculada sobre o total de produções dos alunos (16)

Quadro 6 - Categoria justificativa A1Q1

| Justificativa | Quantidade | Porcentagem |
|--------------------------------|------------|-------------|
| Homogênea | 14 | 88% |
| Formada por várias substâncias | 3 | 19% |
| Líquidos dissolvidos na água | 1 | 6% |
| Solvente e soluto | 1 | 6% |

Fonte: Elaborada pela autora

Comentários:

Todos responderam de alguma forma que o xixi é uma solução. Para uma parcela dos alunos (3 = 19%) a questão foi recebida com estranhamento já que toda solução é uma mistura. A questão não possibilitou que percebessem que nem toda mistura é homogênea, o que diferencia sobremaneira do conceito de solução.

A ideia de que as soluções semelhantes à urina se justificam por terem “líquidos dissolvidos em água” enquadra bem nas considerações de Carmo e Marcondes (2008, p. 44) quando afirmam que “os alunos, em geral, fornecem explicações macroscópicas aos conceitos

relacionados à solução, influenciados pelos aspectos observáveis e pelas experiências que vivenciam em seu cotidiano”. No entanto, pelas justificativas, a grande maioria dos estudantes (14 = 87%) reconhece a relação entre homogeneidade e solução.

Conclusão: Por se tratar de uma questão de sondagem poderíamos primeiramente perguntar sobre o conceito de solução “Como você definiria uma solução?” e, após, questionar sobre a classificação ou não da urina como solução.

Outra possibilidade seria apresentar exemplos e contraexemplos. Assim: “Urina, água com gelo e água com óleo são três sistemas que possuem em comum a presença do componente água. Qual o único sistema, dentre os três, é considerado solução?” Também poderíamos perguntar simplesmente “A urina é uma solução? Justifique”. Optamos por essa última possibilidade na reformulação da questão.

A questão reformulada (A1Q1R) mudou para:

A1Q1R: A urina é uma solução? RESPONDA e JUSTIFIQUE.

A1Q2 - CITE outros líquidos que tenham propriedades semelhantes às do xixi. INDIQUE as propriedades utilizadas para sua resposta.

Os dados do quadro 7 apresentam as unidades de significado para a categoria exemplos e o quadro 8 para a categoria propriedades utilizadas na análise textual discursiva das produções dos alunos para A1Q2.

Quadro 7 - Categoria exemplos A1Q2

| Categoria (exemplos) | Quantidade | Porcentagem |
|--|-------------------|--------------------|
| Soluções líquidas pelo nome comum (azeite, refrigerante, soro, suor, saliva) | 11 | 70% |
| Soluções por adição dos nomes comuns dos componentes (água + sal; azeite + óleo) | 10 | 62% |
| Soluções por fórmulas químicas (HCl aq, NaCl aq, etc) | 5 | 31% |

Fonte: Elaborada pela autora

Quadro 8 - Categoria propriedades utilizadas A1Q2

| Categoria (propriedades utilizadas) | Quantidade | Porcentagem |
|--|-------------------|--------------------|
| Relativas ao fato de serem soluções | 10 | 62% |
| Cor comum | 1 | 6% |
| Densidade | 1 | 6% |
| Contém várias substâncias | 1 | 6% |

Fonte: Elaborada pela autora

O enunciado da questão não estabeleceu número mínimo ou máximo de exemplos a serem dados, o que resultou tanto em alguns com exemplo único como outros com numerosos exemplos.

O uso do termo xixi pode ter sido tendencioso pois verificamos que a maioria das respostas trouxeram exemplos utilizando nomes usuais. No entanto, o uso de fórmulas por 31% dos estudantes mostra o uso do aspecto simbólico do conhecimento químico anterior.

Foi observado, durante a aplicação desta atividade em sala de aula, dúvida em relação ao termo propriedade. Os estudantes perguntavam entre si: “Que propriedade? Propriedades físicas? Qualquer propriedade?”. Pelas respostas a maioria se deteve, como esperávamos, ao fato de serem soluções. No entanto houve resposta (suco de manga) com justificativa da coloração semelhante como a propriedade destacada e o mesmo estudante informando outro exemplo “soro fisiológico” e justificando simplesmente “pela densidade”. E nos perguntamos sobre o último exemplo: qual seria a intenção desse aluno? Mesmo valor de densidade da urina, ambos mais densos que a água? Fato é que o enunciado da questão solicita apenas a indicação da tal propriedade semelhante.

Conclusão: A indicação de propriedades ou características das soluções e o incentivo ao uso da simbologia própria da química precisam ser buscados pelo professor durante a atividade ou no texto das considerações finais.

A questão reformulada (A1Q2_R) ficou assim:

A1Q2R: CITE outros líquidos que sejam misturas homogêneas (soluções) como a urina. INDIQUE as características utilizadas para sua resposta.

A1Q3- Soluções são sempre líquidas? RESPONDA e JUSTIFIQUE.

As produções dos alunos, *corpus* desta questão, foram categorizadas em dois quadros. O quadro 9 apresenta as respostas à pergunta da questão 3 - atividade 1 e o quadro 10 exibe as unidades de significado da categoria justificativa da mesma questão.

Quadro 9 - Categoria resposta A1Q3

| Categoria | Quantidade | Porcentagem |
|------------------|-------------------|--------------------|
| Não | 16 | 100% |
| Sim | 0 | 0% |

Fonte: Elaboração da autora

Quadro 10 - Categoria justificativa A1Q3

| Categoria | Quantidade | Porcentagem |
|---------------------------------------|-------------------|--------------------|
| Há soluções gasosas e sólidas | 10 | 62% |
| Existem exceções | 1 | 6% |
| Há soluções sólidas | 1 | 6% |
| Existem sólidos e/ou gases homogêneos | 2 | 12% |

Fonte: Elaboração da autora

Comentários:

Foi unânime a existência de soluções em outro estado físico. As justificativas faziam referência, no geral, à existência de soluções sólidas e soluções gasosas. Justificativa que indicou simplesmente solução em outro estado físico diferente do estado líquido foi considerada acertada pois basta que exista em outro estado físico para que o estado líquido não seja o único.

Chamou-nos a atenção a afirmação de um de um aluno quando escreve que as soluções não são sempre líquidas e, como justificativa, afirma que há exceções. Isso nos parece um equívoco. O conceito químico de soluções não determina como regra o estado líquido. Sabemos que as soluções aquosas são as mais comuns, as mais estudadas em todo o ensino básico e por ser a água, o solvente mais conhecido e considerado biologicamente solvente universal, encontrada no estado líquido. Isso precisa ser retomado pelo professor no momento da aplicação/resolução dessa questão.

Conclusão: O professor precisa estar atento ao fato dos alunos poderem considerar, equivocadamente, que a regra em ser solução é encontrar-se no estado líquido. Não houve reformulação da questão e sim observação no material do professor.

A1Q5 - ENUMERE as ideias principais do vídeo.

Na realização desta questão os alunos haviam assistido ao vídeo na íntegra por duas vezes. O professor sugeriu que, se os alunos sentissem necessidade, o vídeo poderia ser assistido novamente mas de forma pausada para responder cada questão da atividade 1b. No entanto, não houve adesão à sugestão. O *corpus* desta questão foi categorizado à priori como “ideias principais do vídeo”. O quadro 11 apresenta as unidades de significado obtidas pela análise textual discursiva.

Quadro 11 - Unidades de significado da categoria “ideias principais do vídeo” AIQ5

| Ideias principais do vídeo | Quantidade | Porcentagem |
|---|-------------------|--------------------|
| Reaproveitamento do P da urina para transformação em fertilizante | 7 | 44% |
| Evitar a eutrofização | 5 | 31% |
| Mineração urbana | 5 | 31% |
| Fósforo como fertilizante | 5 | 31% |
| Descoberta do fósforo | 4 | 25% |
| Fósforo na urina | 3 | 19% |
| Auxílio ao meio ambiente | 3 | 19% |
| Conscientização | 3 | 19% |
| Pesquisa científica | 2 | 12% |

Fonte: Elaboração da autora

Comentários:

As respostas relacionadas à noção de reaproveitamento foram as mais numerosas tanto indicando a quantificação do fósforo desperdiçado como afirmando que seu descarte é problemático (em cursos d'água) por causar eutrofização.

A ideia de mineração urbana, da conscientização sobre as questões ambientais, da pesquisa científica para reverter problemas ambientais e, além disso, a busca pelo lado histórico e de informações conceituais químicas sobre fósforo, como foi descoberto e sua importância, relatadas no corpus, indicam que o vídeo foi bem aceito e compreendido pelos estudantes da amostragem. O resultado da análise da produção dos alunos nessa questão contempla as respostas pessoais que Burns et al (2003, p.191) indicam como as esperadas para consolidar a proposta da divulgação/comunicação científica.

Conclusão: Apesar de haver respostas diversificadas acerca das ideias principais do vídeo, o papel da ciência e do cientista no Brasil precisa da atuação do professor quer como mediador, quer como instigador para discussão com os alunos. Não houve reformulação desta questão.

A1Q7- CITE as fontes desse elemento apresentadas no vídeo.

O quadro 12 apresenta as respostas dos alunos sobre as fontes do fósforo verificadas por eles no vídeo P4Tree.

Quadro 12 - Respostas dos alunos sobre as fontes de fósforo advindas do vídeo P4Tree

| Categoria | Quantidade | Porcentagem |
|-------------------------------|-------------------|--------------------|
| Mineração (comum e/ou urbana) | 13 | 81% |
| Urina | 13 | 81% |
| Mineração urbana | 6 | 37% |
| Seres vivos | 2 | 12% |
| Lagos e esgotos | 2 | 12% |

Fonte: Elaboração da autora

Comentários:

A categoria mineração foi assim desenvolvida porque nas discussões com a turma alguns alunos indicaram que quando escreviam “mineração” estavam expressando apenas a extração em rochas e para outros o termo “mineração” englobava qualquer uma inclusive a mineração urbana. Como essas respostas foram concebidas como possíveis categorizamos de forma dupla. Assim, apesar de poder constar na categoria mineração o tipo urbano há também a categoria “mineração urbana” exclusivamente.

A eleição da urina como fonte de fósforo apresentada no vídeo indica uma identificação dos alunos com a pesquisa de retirada de fósforo da urina bem como da história de descoberta do fósforo. Nas discussões observamos constatações que inferiram que se as plantas necessitam

de fósforo então elas são fontes de fósforo bem como os animais. Como há fósforo na urina, a pesquisa mostrou a eutrofização na lagoa da Pampulha, então fez sentido para os estudantes considerar esgotos e lagos como fontes de fósforo.

Conclusão: As respostas apresentadas pelos alunos satisfizeram o pedido e o enunciado foi mantido.

A1Q8 - CITE três importantes motivos para capturar esse elemento químico da urina, mostrados no vídeo P4Tree.

O quadro 13 apresenta categorias emergentes do *corpus* da questão.

Quadro 13 - Respostas aos motivos observados no vídeo P4Tree para captura de fósforo da urina

| Categoria | Quantidade | Porcentagem |
|---|-------------------|--------------------|
| Diminui a poluição aquática (eutrofização) | 14 | 87% |
| Fósforo é fertilizante | 11 | 69% |
| Fonte alternativa ao minério em esgotamento | 10 | 62% |
| Desperdício/mineração urbana | 9 | 56% |

Fonte: Elaborado pela autora

Comentários:

Em algumas respostas foram apresentados como motivos distintos o que consideramos um mesmo motivo. A título de exemplo apresentamos dois dos motivos oferecidos pelo estudante A16: “Essencial para o crescimento da planta”, “Pode ser transformado em fertilizante”.

Mesmo não sendo exatamente o que viria a ocorrer, como calculado em atividades posteriores, houve extrapolação das barreiras do vídeo de forma otimista ao considerar como um dos motivos da captura de fósforo da urina, a obtenção da “independência do fósforo mineral” (E5).

Conclusão: A questão se mostrou tranquila para ser respondida. Nenhum aluno deixou a questão em branco e todos foram condizentes com o que poderia ser interpretado pelo vídeo e discussão em sala. O motivo para captura do fósforo mais evidente, tendo em vista que foi mencionado por quase 90% dos alunos, foi o de reduzir a eutrofização. Isso pode ter sido efeito da proximidade do local onde se verifica tal fenômeno poluente e que foi mostrado no vídeo: a Lagoa da Pampulha, cartão postal da cidade de Belo Horizonte/MG.

A1Q10 - A seguir são apresentadas frases ditas pelo pesquisador Arthur Silva no vídeo P4Tree. IDENTIFIQUE se ele fala de materiais que podem ser considerados misturas. Para cada mistura identificada diga qual substância está presente como soluto(s) e qual substância está presente como solvente(s).

Os quadros 14, 15, 16, 17 e 18 mostram as produções dos alunos categorizadas a priori para cada uma das cinco frases transcritas do vídeo P4Tree que foram apresentadas em A1Q10.

“Conversando com outros pesquisadores da área ambiental a gente percebeu juntos que outros países já fazem muito bem a recuperação de fósforo de efluentes sanitários” (0:32 min)

Quadro 14 - Categoria a priori soluto/solvente para “efluentes sanitários”

| Categoria | Quantidade | Porcentagem |
|--|-------------------|--------------------|
| Soluto: fósforo Solvente: efluentes/outras componentes da urina | 4 | 25% |
| Soluto: fósforo e outros Solvente: água | 4 | 25% |
| Soluto: fósforo Solvente: água e outros componentes da urina | 2 | 12% |
| Soluto: fósforo Solvente: líquidos | 2 | 12% |
| Em branco | 2 | 12% |

Fonte: Elaborado pela autora

“Quando você tem o Fósforo, que é um nutriente, em excesso em rios e lagos ele causa o crescimento acelerado de plantas aquáticas e esse fenômeno é chamado de eutrofização” (0:45 min)

Quadro 15 - Categoria a priori soluto/solvente para “rios e lagos”

| Categoria | Quantidade | Porcentagem |
|--|-------------------|--------------------|
| Soluto: fósforo Solvente: água | 6 | 37% |
| Não há mistura | 5 | 31% |
| Soluto: fósforo Solvente: rios e lagos | 2 | 12% |
| Soluto: fósforo e outros Solvente: água | 1 | 6% |
| Em branco | 2 | 12% |

Fonte: Elaborado pela autora

“Hoje praticamente todo o fósforo que nós usamos vem da mineração e isso um dia vai acabar” (1:09 min)

Quadro 16 - Categoria a priori soluto/solvente para mineração

| Categoria | Quantidade | Porcentagem |
|--|-------------------|--------------------|
| Soluto: fósforo Solvente: pedra/outros minerais | 6 | 37% |
| Não há mistura | 3 | 19% |
| Mistura homogênea | 3 | 19% |
| Mistura homogênea sem soluto, sem solvente | 1 | 6% |
| Em branco | 3 | 19% |

Fonte: Elaborado pela autora

“Retirar o fósforo da urina das pessoas tem muito a ver com a ideia da mineração urbana” (1:32 min)

Quadro 17 - Categoria a priori soluto/solvente para urina

| Categoria | Quantidade | Porcentagem |
|---|-------------------|--------------------|
| Soluto: fósforo/ fosfato Solvente: urina | 7 | 44% |
| Soluto: fósforo/ fosfato Solvente: água | 5 | 31% |
| Soluto: fósforo e outros Solvente: água | 2 | 12% |
| Em branco | 2 | 12% |

Fonte: Elaborado pela autora

“Fizemos um teste no Carnaval de Belo Horizonte em que colocamos o material em seis banheiros químicos” (1:54 min)

Quadro 18 - Categoria a priori soluto/solvente para “material”

| Categoria | Quantidade | Porcentagem |
|---|-------------------|--------------------|
| Soluto: fósforo/ fosfato Solvente: Resto do material/outros/resto da urina | 5 | 31% |
| Soluto: fósforo/ fosfato Solvente: água | 2 | 12% |
| Urina | 3 | 19% |
| Não há mistura | 2 | 12% |
| Em branco | 4 | 25% |

Fonte: Elaborado pela autora

Comentários:

Esta questão foi elaborada com a perspectiva de propiciar maior contato com as falas do pesquisador por fixar pelo contato visual escrito e também como apoio ao estudo de soluções. Ao transcrever frases-chave ditas no vídeo pelo pesquisador isso deveria mostrar aos estudantes, indubitavelmente, a presença de diversas misturas no vídeo. Na aplicação, verificamos que a questão gerou dúvida, cumprindo parcialmente o que fora pretendido. Durante o acompanhamento da aplicação e na análise das produções dos alunos, a identificação da mistura por eles, em alguns momentos, pareceu-nos ter se assemelhado a um jogo de adivinhação, fugindo à real intenção.

Entretanto, algumas informações a serem trabalhadas foram identificadas. Muitos estudantes, mesmo quando a mistura (solução) tratada apresenta, reconhecidamente por eles, diversos componentes, como a urina, apenas um soluto foi mencionado (fósforo). Ou ainda, como para o estudante E3, figura 8, que considerou o fósforo como soluto e a solução/mistura como solvente. Isso indica uma dificuldade em diferenciar soluto, solvente e solução.

Uma resposta considerada atípica foi a do estudante E1, figura 9, que considerou haver mistura homogênea mas sem soluto ou solvente. O mesmo estudante citou soluto e solvente em outra mistura homogênea. Isso nos leva a crer que a dificuldade em identificar soluto e/ou solvente, no caso, foi facilmente resolvida afirmando sua inexistência. Mesmo considerando que a resposta se deu em função da falta de dados da questão para se afirmar se o minério era ou não uma solução ou mistura, o fato de ser sólido pode ter sido um dificultador. Novamente, há que se trabalhar com ajuda do professor, diante dessa resposta, o conceito de solução e a possibilidade de soluções nos estados físicos sólido, líquido e gasoso. E mais, apresentar a possibilidade de se identificar uma mistura de componentes formando um sistema heterogêneo que, por esse motivo, não há que se identificar soluto ou solvente.

Figura 8 - Corpus estudante E3 em A1Q10

"Conversando com outros pesquisadores da área ambiental a gente percebeu juntos que outros países já fazem muito bem a recuperação de fósforo de efluentes sanitários" (0:32 min)

• Solvente: Efluentes sanitários; (fábrica)
• Solute: Fósforo.

"Quando você tem o Fósforo, que é um nutriente, em excesso em rios e lagos ele causa o crescimento acelerado de plantas aquáticas e esse fenômeno é chamado de eutrofização" (0:45 min)

• Solvente: Rios e lagos;
• Solute: Fósforo.

"Hoje praticamente todo o fósforo que nós usamos vem da mineração e isso um dia vai acabar" (1:09 min)

• Solvente: Minério;
• Solute: Fósforo.

"Retirar o fósforo da urina das pessoas tem muito a ver com a ideia da mineração urbana" (1:32 min)

• Solvente: Urina;
• Solute: Fósforo.

Fonte: Produção do estudante E3

Figura 9 - Corpus do estudante E1 em A1Q10

"Retirar o fósforo da urina das pessoas tem muito a ver com a ideia da mineração urbana" (1:32 min)

água + fósforo
↳ soluto ↳ homogênea

"Fizemos um teste no Carnaval de Belo Horizonte em que colocamos o material em seis banheiros químicos" (1:54 min)

Não é uma solução.

Fonte: Produção do estudante E1

Conclusão: A questão ficou confusa e gerou dúvidas, mas não foi excluída pois acreditamos que com ela alguns conceitos científicos (especialmente solvente e mistura) podem ser melhor trabalhados. A fim de melhor adequá-la às pretensões consideramos necessário deixar destacado o termo da frase que se pretende identificar como mistura. O professor deve estar atento à dificuldade dos alunos em diferenciar os componentes encontrados em uma mistura, da própria mistura.

A questão reformulada, (A1Q10R):

A1Q10R :A seguir são apresentadas frases ditas pelo pesquisador Arthur Silva no vídeo P4Tree. IDENTIFIQUE se os termos destacados correspondem a solução. Para cada solução identificada, CITE qual(is) substância(s) está(ã)o presente(s) como soluto(s) e como solvente(s).

“Conversando com outros pesquisadores da área ambiental a gente percebeu juntos que outros países já fazem muito bem a recuperação de fósforo de efluentes sanitários” (0:32 min)

Solução? ___ Sim ___ Não

Solvente(s) :

Soluto(s):

“Quando você tem o Fósforo, que é um nutriente, em excesso em rios e lagos ele causa o crescimento acelerado de plantas aquáticas e esse fenômeno é chamado de eutrofização” (0:45 min)

Solução? ___ Sim ___ Não

Solvente(s) :

Soluto(s):

“Hoje praticamente todo o fósforo que nós usamos vem da mineração e isso um dia vai acabar” (1:09 min)

Solução? ___ Sim ___ Não

Solvente(s) :

Soluto(s):

“Retirar o fósforo da urina das pessoas tem muito a ver com a ideia da mineração urbana” (1:32 min)

Solução? ___ Sim ___ Não

Solvente(s) :

Soluto(s):

“Fizemos um teste no Carnaval de Belo Horizonte em que colocamos o material em seis banheiros químicos”
(1:54 min)

Solução? ___ Sim ___ Não

Solvente(s) :

Soluto(s):

A1Q11- O que o vídeo não explicou e você gostaria de saber mais?

A categorização emergente do *corpus* de A1Q11 encontra-se no quadro 19.

Quadro 19 - Categorias e unidades de significado A1Q11

| Categoria | Unidades de significado | Quantidade | Porcentagem |
|-----------------------|--|-------------------|--------------------|
| Sobre o fósforo | Como se aplica na prática (2) Como é feito o palito de fósforo (1) Como se identifica fósforo puro (1) Mais sobre a origem (1) Deveria afirmar que é encontrado na forma de compostos (2) Processo de transformação em fertilizante (1) | 8 | 50% |
| Sobre a pastilha | Constituição (3) Como o material foi descoberto/desenvolvido (1) Funcionamento básico (1) | 5 | 31% |
| Sobre o produto final | Eficiência do fertilizante (3) | 3 | 19% |
| Nada/em branco | | 5 | 31% |

Fonte: Elaborado pela autora

Comentários:

Identificamos algumas lacunas no vídeo, após assisti-lo com os alunos: faltou o nome por escrito do alquimista descobridor do fósforo, Hannig Brand. No áudio o pesquisador Arthur Silva fala o nome do alquimista mas na ilustração em que o alquimista aparece no vídeo a

legenda contida é do autor da pintura. Essa foi uma observação surgida para responder a Q6. Percebemos também que não houve, agora por parte dos alunos, nenhuma colocação escrita sobre o indicador azul que aparece e esperávamos que fosse questionado.

Essa questão foi selecionada porque poderia servir como parâmetro de superação de expectativas dos alunos nas atividades sequenciais, pela carga de informação possível de obter ou mesmo, em relação ao aspecto motivacional, por aflorar dúvidas esquecidas.

Das categorias explicitadas não houve referência ao trabalho do químico/cientista. Isso nos leva a inferir que, para os estudantes, a questão-problema que iniciou a atividade 1-a “De que forma o trabalho dos químicos pode impactar o meio ambiente?” foi contemplada satisfatoriamente no vídeo P4Tree.

Na categoria “sobre o fósforo” percebemos que no texto das considerações finais dessa atividade contemplam a lacuna quanto à aplicação prática. Constatamos avanço na superação da terminologia usada: quando o aluno afirma que no vídeo deveria constar que o material da pastilha retira da urina não fósforo e sim os fosfatos.

Pela categoria “sobre a pastilha” verificamos que, apesar da existência de uma atividade prática indicando o funcionamento básico dela, seria importante um modelo do material acompanhando a atividade de forma a permitir melhor conexão entre o aspecto fenomenológico e teórico para que o aluno melhor compreendesse o processo envolvido.

Conclusão: O vídeo se mostrou hábil para aguçar a curiosidade. Identificamos questões sobre o fósforo, sobre o material da pastilha da tecnologia P4Tree e sobre o resultado da pesquisa. Podemos inferir com isso que o vídeo foi um bom material de divulgação científica. Talvez uma confirmação de expectativa contemplada poderia ter sido solicitada aos alunos ao final da sequência didática em atenção às respostas dadas à questão 1Q11 em análise. Esta questão não foi reformulada.

A2Q1-Uma solução, tal como a urina, é uma mistura homogênea constituída por dois ou mais componentes. O solvente é aquele que promove a dissolução, normalmente o componente encontrado em maior proporção, e o soluto, componente em menor proporção e que está sendo dissolvido. **INDIQUE qual dos componentes descritos no Quadro 1 é o solvente e quais são os solutos.**

Solvente: _____

Solutos: _____

| COMPOSIÇÃO URINA | |
|------------------|---|
| Teor (%) | Componente |
| 95 | Água (H ₂ O) |
| 2 | Ureia (NH ₂ CONH ₂) |
| 3 | Ácido úrico (C ₅ N ₅ H ₄ O ₃) |
| | Amônia (NH ₃) |
| | Minerais, tais como, sódio (Na ⁺), Potássio (K ⁺), Magnésio (Mg ²⁺), Cálcio (Ca ²⁺) Sulfato (SO ₄ ²⁻), Fosfato (PO ₄ ³⁻), Nitrito (NO ₂ ⁻) |
| | Creatinina(C ₄ H ₇ N ₃ O) |

Quadro 1: Composição básica da urina normal – adaptado de

<https://www.todabiologia.com/dicionario/urina.htm>. Acesso: 05 jan. 2019.

O quadro 20 mostra, por meio de categoria a priori, as unidades de significado obtidas.

Quadro 20 - Resposta dos alunos à solicitação A2Q1

| Categoria – Indicação de soluto e solvente por | Quantidade | Porcentagem |
|--|------------|-------------|
| Apenas fórmula/símbolo | 1 | 6% |
| Apenas nome | 9 | 56% |
| Nome / fórmula / íons com carga | 4 | 25% |
| Nome /fórmula / íons sem carga | 1 | 6% |
| Em branco/não respondeu | 1 | 6% |

Fonte: Elaborado pela autora

Comentários:

Foi unânime a indicação da água (H₂O) como único solvente. Como só havia espaço para um solvente e a água sendo o solvente mais conhecido, tal resposta foi exatamente a esperada. A maioria dos estudantes preferiu utilizar o nome dos solutos na indicação, por mais simples e conhecida que fosse sua fórmula. Além da intenção da questão em mostrar que uma solução pode apresentar diversos componentes e que precisamos identificar quem é soluto e quem é solvente, houve também a perspectiva de incentivar a utilização da representação química (fórmulas). Apesar de não explicitar a necessidade de uso de fórmula, o espaço destinado aos solutos se adequava muito mais à representação química dos íons, por exemplo, do que seus nomes por extenso. No entanto, apenas um estudante se valeu dessa mensagem oculta.

Conclusão: A fim de realizar a classificação dos componentes, optamos por alterar a questão solicitando diretamente, no próprio quadro de constituição básica da urina, por meio de marcação em coluna adequada, a indicação da espécie como soluto ou solvente. Sabemos que com essa reformulação tiramos a possibilidade do treino do uso da representação química mas optamos por fixar a ideia da possibilidade de muitos solutos em uma solução.

Na reformulação da questão, (**A2Q1R**) consequentemente obtivemos alteração no enunciado e no quadro da composição básica da urina apenas pela inclusão de duas colunas, coluna para marcar soluto e coluna para marcar solvente, como pode ser visto no quadro 21.

A2Q1R - Uma solução, tal como a urina, é uma mistura homogênea constituída por dois ou mais componentes. O solvente é aquele que promove a dissolução, normalmente o componente encontrado em maior proporção, e o soluto, componente em menor proporção e que está sendo dissolvido. MARQUE com um “X” na coluna correspondente do Quadro 1 para indicar qual dos componentes descritos é o solvente e quais são os solutos.

Quadro 21: Reprodução do Quadro 1 Atividade 2

| COMPOSIÇÃO URINA | | | |
|------------------|---|--------|----------|
| Teor (%) | Componente | Soluto | Solvente |
| 95 | Água (H ₂ O) | | |
| 2 | Ureia (NH ₂ CONH ₂) | | |
| 3 | Ácido úrico (C ₅ N ₅ H ₄ O ₃) | | |
| | Amônia (NH ₃) | | |
| | Mínerais, tais como, sódio (Na ⁺), Potássio (K ⁺), Magnésio (Mg ²⁺), Cálcio (Ca ²⁺) Sulfato (SO ₄ ²⁻), Fosfato (PO ₄ ³⁻), Nitrito (NO ₂ ⁻) | | |
| | Creatinina(C ₄ H ₇ N ₃ O) | | |

Fonte: Elaboração dos autores

A2Q2-Considerando ainda os dados do Quadro 1, REPRESENTE, usando o modelo de partículas, as espécies que constituem a solução de urina.

O quadro 22 apresenta o *corpus* de A2Q2 categorizado na espécie mista emergente e a priori.

Quadro 22 - Categorização quanto a representação pelo modelo de partículas em A2Q2

| Categoria | | Quantidade | Porcentagem |
|---|----------------|------------|-------------|
| Espécies | Uso de legenda | | |
| Soluto e solvente particulado | sim | 11 | 69% |
| Soluto e solvente particulado | não | 1 | 6% |
| Soluto particulado e solvente contínuo/não representado | sim | 3 | 19% |
| Em branco | --- | 1 | 6% |

Fonte: Elaborado pela autora

Considerações:

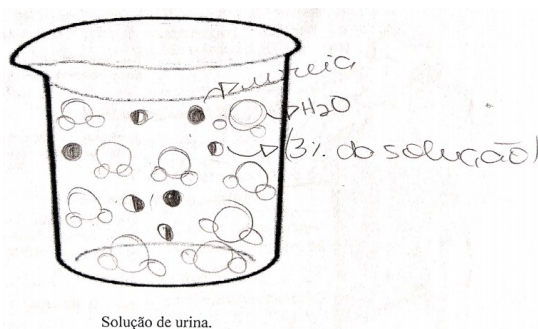
Durante a aplicação da atividade 2 esta questão mostrou-se a mais demorada, não por dispersão dos alunos, mas por se questionarem como iriam representar tantas espécies e como iriam indicar as proporções distintas.

A produção dos alunos mostrou que a grande maioria, de fato, representou todas as espécies apresentadas no quadro de composição básica da urina e utilizou legenda. As legendas mostraram a identificação tanto de espécies unitárias, por exemplo cada íon uma partícula, quanto grupo de componentes em que uma partícula foi utilizada como representação de todos os minerais presentes na urina. Ou seja, houve casos em que partículas idênticas foram utilizadas para representação de minerais como uma classe de solutos. Esse foi um dos pontos que revelou complexidade da composição da solução tratada para as representações pelo modelo de partículas.

O estudante E2 não representou a água. Destacou o formato do limite do volume de líquido no frasco. No entanto a questão solicitava a representação pelo modelo de partículas das “espécies que constituem a solução de urina”.

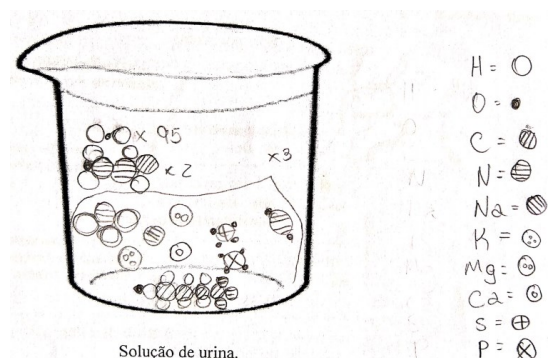
Entendemos que a complexidade da solução pode ter sido a responsável por estas produções não esperadas. As representações de E1, E5, E9 e E15 demonstram a dificuldade encontrada para representar, de maneira fiel aos dados do quadro de composição básica da urina, o número de componentes, a estrutura diferenciada de cada um e a proporção entre eles.

Figura 10 - Resposta do estudante E1 à A2Q2



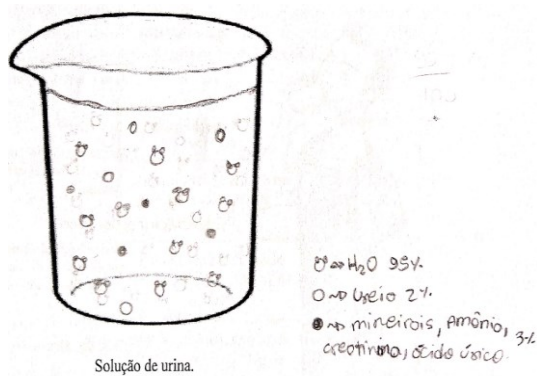
Fonte: Produção do estudante E1

Figura 11 - Resposta do Estudante E5 à A2Q2



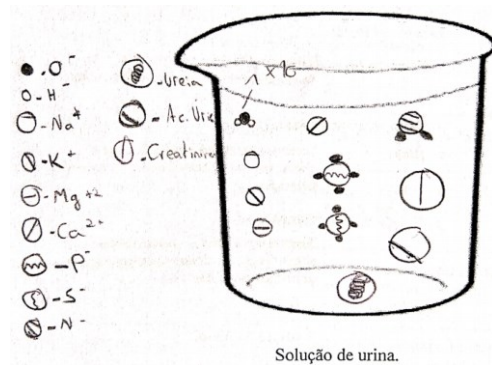
Fonte: Produção do estudante E5

Figura 12 - Resposta do estudante E9 à A2Q2



Fonte: Produção do estudante E9

Figura 13 - Resposta do Estudante E15 à A2Q2



Fonte: Produção do estudante E15

Conclusão: As dificuldades gerais de resolução desta questão observadas nas produções dos alunos poderiam ser minimizadas apresentando considerações acerca da utilização de representação pelo modelo de partículas bem como sugestão de uso de legenda. Outra percepção nítida é que os numerosos solutos contribuíram para dificultar e confundir.

É importante salientar que nesta atividade nenhum estudante considerou a possibilidade de representar a solvatação, apesar do professor-aplicador falar rapidamente sobre possibilidade dessa representação quando da dúvida dos estudantes em como distribuir tantas partículas de espécies distintas no frasco. Para estimular essa noção de interação poderíamos incluir um item solicitando descrição da representação considerando a solvatação das espécies ou ainda sugerir ao professor maior detalhamento. Os alunos já haviam estudado solubilidade, mas o estudo de ligações e interações ainda estava por vir.

Optamos por reformular a questão indicando apenas dois solutos, ureia e fosfato de cálcio, contemplando espécie iônica e espécie molecular. E ainda, explicitando a necessidade de representação das partículas tanto dos solutos quanto do solvente. As observações sobre o modelo de partículas foram introduzidas no texto das considerações finais da Atividade 2.

Uma proposta de reformulação da questão poderia ser, (A2Q2R):

A2Q2R- REPRESENTAÇÃO, usando o modelo de partículas, as espécies (soluto e solvente) que constituem a solução de urina. Considere que apenas ureia e fosfato de sódio são encontrados na solução aquosa. Use legenda, se necessário.



Solução de urina.

A2Q3 - INDIQUE, para o modelo feito na questão anterior, qual foi o número de cargas positivas e negativas representadas.

Cargas positivas: _____ **Cargas negativas:** _____

REFAÇA o seu modelo da solução, caso considere necessário.

O quadro 23 descreve as respostas categorizadas de A2Q3.

Quadro 23- Respostas categorizadas

| Categoria | Quantidade | Porcentagem |
|--|-------------------|--------------------|
| Cargas opostas em igual número (a) | 11 | 69% |
| Modelo refeito (a) | 5 | |
| Cargas opostas em número diferente (b) | 1 | 6% |
| Modelo refeito (b) | 1 | |
| Sem resposta (c) | 4 | 25% |
| Modelo refeito (c) | 3 | |
| Total modelos refeitos (a + b + c) | 9 | 56% |

Fonte: Elaborado pela autora

Comentários:

Mesmo quando o modelo da questão anterior foi representado sem cargas (base para contagem) houve resposta com indicação de número de cargas; intuímos serem,

provavelmente, em observância ao quadro de composição. No modelo refeito foi unânime a representação apenas do soluto, desconsiderando a presença de solvente. Isso pode indicar uma preocupação com cargas desvinculada do conceito de solução que pressupõe presença concomitante de soluto e solvente.

Conclusão: O professor deve estar atento à desconsideração da presença de solvente na representação da solução, principalmente quando a questão focar em detalhes relacionados aos solutos, como a exigência de igual número de cargas opostas. Não houve reformulação desta questão.

A2Q4. REPRESENTAR usando o modelo de partículas, a urina de um indivíduo bem hidratado e de outra pessoa seriamente desidratada.



Frasco 1 - Indivíduo normal



Frasco 2 - Indivíduo desidratado

Os quadros 24 e 25 categorizam as unidades de significado obtidas das produções dos alunos.

Quadro 24 - Categorização pela utilização do modelo de partículas em A2Q4

| Categoria | Quantidade | Porcentagem |
|--|-------------------|--------------------|
| Representação de partículas de soluto e solvente | 11 | 69% |
| Representação apenas das partículas de solutos | 2 | 12% |
| Apenas uma partícula de solvente | 1 | 6% |
| Tamanho da partícula de solvente alterado em cada frasco | 1 | 6% |
| Em branco | 3 | 19% |

Fonte: Elaborado pela autora

Quadro 25 - Categorização pela proporção de partículas representadas

| Categoria | Quantidade | Porcentagem |
|--|-------------------|--------------------|
| Manutenção do número de partículas de solvente e alteração para soluto | 2 | 12% |
| Manutenção do número de partículas de soluto e alteração para solvente | 3 | 19% |
| Urina do indivíduo desidratado com maior proporção soluto/solvente que urina indivíduo hidratado | 11 | 69% |
| Quantidade de partículas do solvente inferior à de partículas do soluto | 7 | 44% |

Fonte: Elaborado pela autora

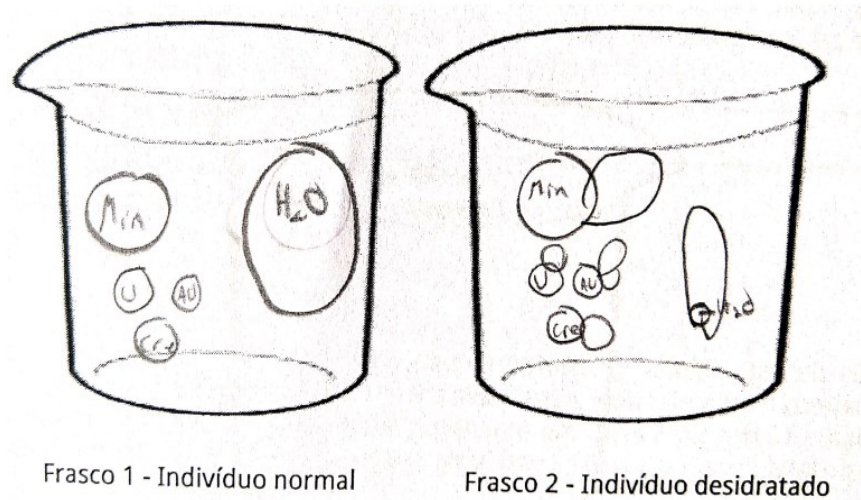
Comentários:

A maioria dos alunos fez a representação esperada no tocante às partículas de soluto e de solvente, estando maior a proporção de soluto na urina do indivíduo desidratado em relação à urina do indivíduo bem hidratado.

No entanto, observamos que a presença de limite de líquido no frasco permitiu a interpretação de que é necessário representar apenas as partículas de soluto como feito por 12% alunos. À luz do modelo de partículas, não representando as partículas do solvente o modelo fica deficitário em termos representacionais.

Verificamos também a representação de uma única partícula de solvente (E15). Avaliamos que essa representação teve a intenção de indicar apenas a existência do solvente no sistema o que, do ponto de vista químico, sequer poderíamos considerá-lo como substância e isto, da forma em que a questão se apresenta, ficaria a cargo da explicação do professor. Ainda sobre esta mesma representação, além de única partícula de solvente foi utilizado tamanho diferenciado para indicar, possivelmente, a diferença na quantidade. Consideramos uma séria dificuldade em termos de representação pelo modelo de partículas.

Figura 14 - Representação utilizada por E15 na A2Q4



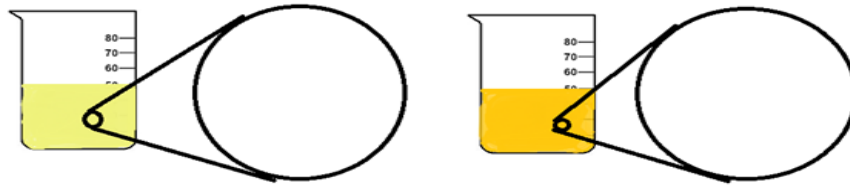
Fonte: Produção de E15

A representação de mais partículas de soluto que de solvente em ambos os frascos feito por 44% dos estudantes mostra uma desconsideração dos dados numéricos da tabela de composição básica da urina. Acreditamos que, como eram muitos solutos, optaram por considerar apenas a diferença na proporção soluto/solvente para solução mais diluída e mais concentrada.

Conclusão: Concluímos que seria necessária uma explicação (aspecto teórico do conhecimento) ao menos generalizada de como o modelo de partículas pode ser usado e as características imprescindíveis a serem observadas no uso de tal modelo. E mais, a reformulação da solicitação mostrou-se necessária. Solicitar a representação não de todos os componentes ao mesmo tempo, mas apenas de um dos solutos, por exemplo do fosfato de sódio na urina, explicitando a presença de soluto e solvente pelo modelo de partículas, facilitaria a representação com foco na diferença de concentração.

A questão reformulada, **A2Q4R**:

A2Q4R- REPRESENTAR usando o modelo de partículas, a urina de um indivíduo bem hidratado e a urina de outra pessoa seriamente desidratada. Considere como único soluto presente na solução aquosa o fosfato de sódio (Na_3PO_4).



Frasco 1 - Indivíduo hidratado

Frasco 2 - Indivíduo desidratado

A3Q3 - No vídeo P4Tree o pesquisador afirma que o material que vem sendo desenvolvido e testado na forma de sachê nos mictórios é capaz de aderir na sua superfície o fósforo contido em um líquido. Considerando as observações do experimento, qual(is) cátion(s) dentre os apresentados seria(m) mais adequado(s) à constituição do material do P4Tree para capturar o fósforo contido na urina? EXPLIQUE sua resposta levando em conta a composição da urina, como visto na atividade anterior.

O quadro 26 apresenta em conjunto a categorização a priori da resposta à indicação de íon(s), bem como a categorização das respostas justificadoras da indicação dada em A3Q3.

Quadro 26 - Categorias a priori Resposta e Justificativa à A3Q3

| Resposta | Justificativa | Quantidade | Porcentagem |
|---------------------------|---|------------|-------------|
| Íons cálcio e/ou magnésio | Verificação experimental (5) Produto formado (2) Mesma quantidade de precipitado (2) Sem justificativa (2) | 11 | 65% |
| Íons cálcio | Precipitação mais intensa (5) Sem justificativa (1) | 6 | 35% |

Fonte: Elaborado pela autora

Comentários:

Com esta questão esperávamos que houvesse resposta que estivesse associada com os resultados experimentais e representações solicitadas em questão anterior da mesma atividade. No experimento, houve formação de precipitado ao serem misturadas a solução de

hidrogenofosfato de sódio (simulando urina) com solução contendo íons cálcio (Ca^{2+}) e também solução contendo íons magnésio (Mg^{2+}). Tal precipitação foi visualizada pela turvação do sistema.

Foi unânime a indicação somente dos cátions em que o experimento da mistura de soluções incolores e límpidas teve como resultado um sistema turvo, ou seja, em que foi visualizada a precipitação. De fato, mais de 60% (12) dos estudantes justificaram suas indicações com base nos resultados experimentais observados. Isso mostra que foi bem compreendida a simulação realizada no experimento para indicar a captura do fósforo da urina pelo material do P4Tree.

Conclusão: Não houve alteração nesta questão. A receptividade desta atividade experimental foi positiva, com base nas observações durante o acompanhamento da aplicação. Adotamos sugestões de alteração do texto que inicia a Atividade 3 com inserção de modelo geral que dá ideia da complexidade da estrutura do material do P4Tree.

A3Q4- ESCREVA com suas palavras um procedimento para um experimento que comprove se o material selecionado retira todo fósforo da urina ou não.

O quadro 27 apresenta a categorização do *corpus* de A3Q4.

Quadro 27 - Categorização das unidades de significado do corpus de A3Q4

| Categoria | Quantidade | Porcentagem |
|---|-------------------|--------------------|
| Observação visual (turvação/precipitação) com adição de solução de cálcio, cálcio e/ou magnésio | 12 | 71% |
| Adição de cálcio ou magnésio para conferência | 2 | 12% |
| Adição da solução de Na_2HPO_4 para observar formação de precipitado | 1 | 6% |
| Magnésio ou cálcio para ver se turva o P4Tree | 1 | 6% |

Fonte: Elaborado pela autora

Comentários:

Parcela considerável dos estudantes (71%), coerentemente com a resposta dada no item anterior, descreveu como procedimento para verificar a eficiência da tecnologia P4Tree em capturar o fósforo da urina, a precipitação usando as soluções de cálcio ou magnésio que dispunham na aula experimental e que observaram precipitação com fosfatos.

A indicação de um dos estudantes (E13) de solução de hidrogenofosfato de sódio (Na_2HPO_4) para observação de precipitado nos pareceu apontar ou confusão no entendimento do enunciado ou a não compreensão da função da solução aquosa de hidrogenofosfato de sódio no experimento: simular a urina. Outro estudante (E16) sugeriu a ação para turvar a pastilha de P4Tree, talvez por distração ou por considerar que haveria mudança de coloração na pastilha sólida. De toda forma merecia uma investigação fora do alcance desse trabalho tendo em vista que os alunos não se identificaram nas suas produções.

Conclusão: O enunciado desta questão deu margem a interpretações não esperadas. Reformulando a questão, (**A3Q4R**), com intuito de sanar esse efeito, temos:

A3Q4R - ESCREVA com suas palavras um procedimento para um experimento que comprove se o material selecionado para retirar todo fósforo da urina foi eficiente ou não.

A4Q8 - O valor encontrado na questão anterior é considerado relevante? Vale a pena?
c) Formule uma RESPOSTA com justificativa aos questionamentos que iniciaram o enunciado desta questão.

O quadro 28 apresenta as respostas dos alunos ao item c de A4Q8 categorizadas.

Quadro 28 - Categorias emergentes das unidades de significados de A4Q8c

| Relevância | Quantidade | Porcentagem |
|-------------------------------------|-------------------|--------------------|
| Econômica | 5 | 29% |
| Econômica e Ambiental | 4 | 24% |
| Não especificou | 2 | 12% |
| Ambiental elevada e econômica baixa | 1 | 6% |
| Econômica baixa | 1 | 6% |
| Em branco | 4 | 24% |

Fonte: Elaborado pela autora

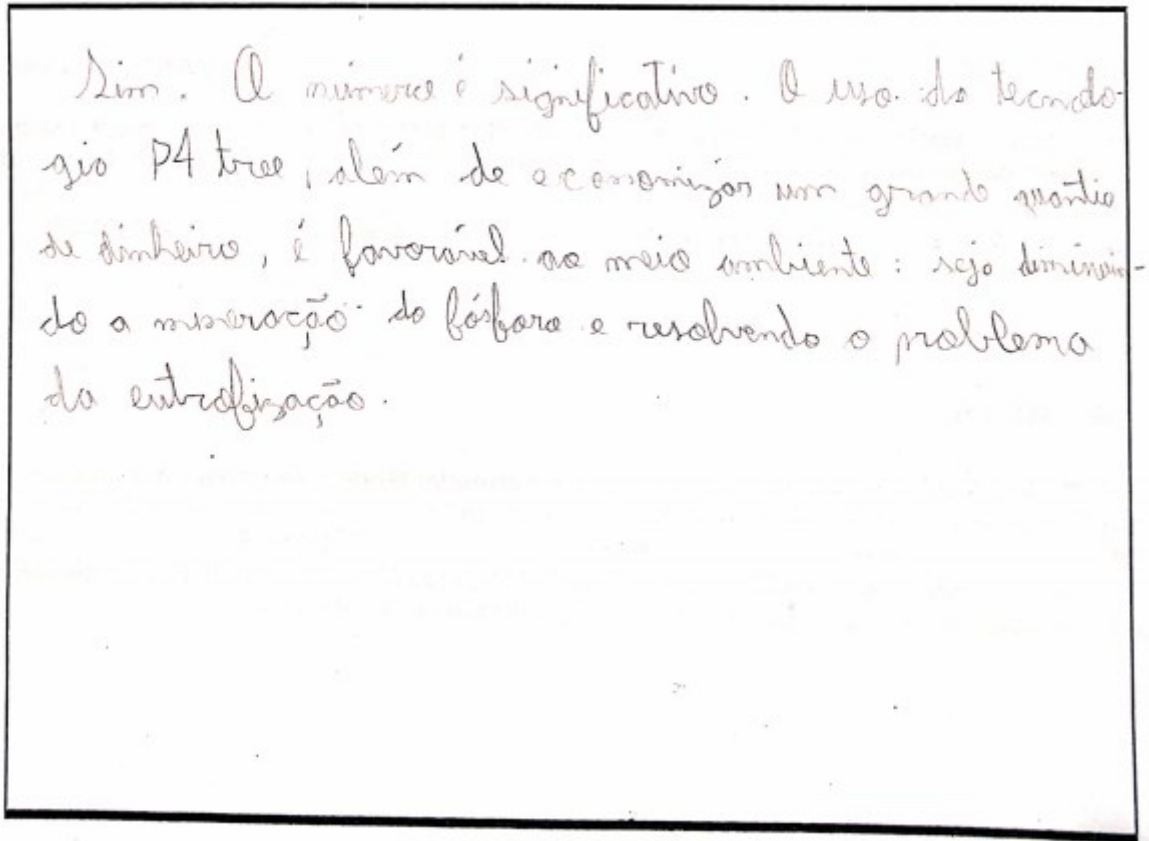
Comentários:

O item C da questão 8, atividade 4, retoma a resposta dada à questão 7 que solicitou cálculo da massa de fertilizante fosfatado que deixaria de ser produzido anualmente caso não houvesse desperdício do fósforo da urina. Na sequência consideramos a situação em que toda urina da população brasileira tivesse seu fósforo capturado pelo P4Tree. Por meio dos itens a e b da questão 8 as quantidades de fósforo, assim capturados, são transformados de tal modo a se obter a redução da importação de fertilizante fosfatado.

Nesta questão a relevância foi atribuída a dois setores: ambiental e econômico. Entretanto foi a questão dentre as analisadas que mais apresentou abstenções por deixar em branco ou por indicar apenas que os valores encontrados de fósforo que seria recuperado da urina se todo o país participasse dessa coleta são relevantes. A relevância esperada era, conforme relatada por E10, figura 15, que transcrevo pela baixa resolução da escrita a lápis “Sim. O número é significativo. O uso da tecnologia P4Tree, além de economizar um (sic) grande quantia de dinheiro, é favorável ao meio ambiente: seja diminuindo a mineração do fósforo e resolvendo o problema da eutrofização. ”:

Figura 15 - Corpus A4Q8c de E10

c) Formule uma RESPOSTA com justificativa aos questionamentos que iniciaram o enunciado desta questão.



Sim. O número é significativo. O uso do tecnologia P4 tree, além de economizar um grande quantia de dinheiro, é favorável ao meio ambiente: seja diminuindo a mineração do fósforo e resolvendo o problema da eutrofização.

Fonte: Produção de E10

A resposta a este item da questão 8 dependia dos cálculos dos itens anteriores. Das 4 respostas em branco, 3 se justificam por corresponderem a cálculo do item anterior não realizado.

Valores divergentes repercutiram pouco nas respostas. Esperávamos que até mesmo os valores mínimos consideravam, apesar da relevância econômica aparentemente baixa, que haveria a relevância socioambiental de minimizar a poluição, ao se reutilizar um dejetos, prolongar as reservas minerais, gerar postos de trabalho e, em larga escala, promover economia atrativa, em consonância com o vídeo de divulgação científica.

Conclusão: Questão mantida sem alterações.

8 CONCLUSÃO

No desenvolvimento do recurso educacional exigido como um dos requisitos para a integralização do Promestre, buscamos uma forma alternativa de trabalhar a temática Química Verde no Ensino Médio, sem apresentação dos princípios, e procuramos conectá-la ao estudo de conceitos curriculares. Utilizamos vídeo de curta duração de divulgação de pesquisa científica brasileira atual na área ambiental aliada ao uso de sequência didática acerca de soluções. Por meio da aplicação das atividades constatamos a importância do uso do vídeo de curta duração como agente promotor da ampliação das vozes da academia (pesquisa, pesquisadores, questões sócio-econômico-ambientais, desmistificação da cientista como alguém inalcançável...) indo ao encontro de cada estudante na sala de aula, perpetuando aquelas vozes nas vozes de alunos, professor, apostila/livro/textos. Esse encontro entre muitas vozes era nossa intenção.

Certamente a produção do vídeo apenas foi possível pelo trabalho colaborativo instalado. Foram muitas mãos, muitas ideias e muitas vozes que resultaram numa produção de elaboração mais demorada, mas cuja concepção se mostrou mais rica.

A receptividade positiva dos alunos frente ao vídeo foi constatada pela atenção despertada durante a exibição do vídeo e as discussões/ponderações em sala de aula. Os objetivos desse recurso como a preocupação ambiental e divulgação científica para um público jovem, incorporando ideias presentes na Química Verde como mineração urbana que reaproveita o que é desperdiçado, evita poluição e é capaz de promover consciência coletiva, poderia ter sido melhor avaliado. Esta é uma proposta para futuras análises: como inferir se a divulgação científica e as ideias da Química Verde pretendidas foram, de fato, apropriadas pelos alunos.

A produção da sequência didática também se deu de forma colaborativa. Após a aplicação, reflexões e discussões, identificamos muitos pontos a serem reformulados. Durante a aplicação diagnosticamos enunciados duvidosos para os alunos e situações em que foram encontradas lacunas de compreensão para o avanço de conceitos envolvidos no estudo de soluções. Como na tabela de solubilidade da Atividade 3 (A3Q2b -Tabela 1: Solubilidade de alguns sais em água a 20°C) que foi complementada para que os estudantes tivessem dados satisfatórios para indicar o precipitado formado na mistura de soluções.

A contribuição dos estudantes com *feedback* dos entendimentos foi muito importante. A atuação dos professores aplicadores ao instigar os alunos a explicitar suas dúvidas e compreensões acerca das solicitações contribuíram para verificações e reformulações da sequência didática. Tal atuação deu voz ao estudante, permitindo verificação, a tempo e hora, de que sua voz faz sentido e é necessária, bem como a voz dos colegas. A impressão após acompanhamento da aplicação das atividades foi de que quando o(a) aluno(a) percebe que sua voz é considerada, a sensação de pertencimento que se estabelece naquele contexto pode facilitar a apropriação do conhecimento. Foi possível depreender o papel da diversidade de signos a circular por meio do vídeo e das atividades da sequência didática também como agente facilitador para a apropriação do conhecimento. A comunicação estabelecida entre as vozes, dos alunos, do professor, em conjunto com recursos educacionais diversificados de uso propositado do vídeo de curta duração além dos enunciados das atividades - seja de leitura, de práticas em laboratório, de análise de rótulos, de escrita, de cálculos, etc- , propiciam reflexões dialógicas que não podemos carecer.

A sequência didática se mostrou uma produção complexa. Isso pode ser verificado por meio da análise textual discursiva, dos questionamentos dos alunos durante a aplicação das atividades, além dos apontamentos/observações dos professores aplicadores. A necessidade de abarcar conteúdo químico nas suas abordagens fenomenológica, representacional e teórica, nem sempre atingiu o pretendido. A produção carrega a vivência de seu(s) autor(es) e, nos últimos anos, minha atuação em cursos e escolas focadas nos resultados do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e outras avaliações institucionais, se fez presente. Isso foi um dificultador para elaboração de material pois houve a tentativa de exclusão de qualquer solicitação referente aos testes de conhecimento, deixando apenas solicitações que contribuíssem para promover a compreensão de conceitos químicos e ainda constituísse elemento de divulgação científica em química verde. Talvez a presença de questões pontuais de fixação pudesse auxiliar positivamente por diversificar ainda mais as demandas no material/ as demandas da escola (ou não).

Outro ponto que merece destaque é aquele referente às principais dificuldades dos alunos já identificadas em outras pesquisas como as indicadas por Carmo & Marcondes (2008): concepção de solução, inabilidade no uso de modelos microscópicos ao utilizar modelo de partícula para o soluto e considerar o solvente ainda representado numa visão contínua da matéria. Tais pesquisas mostram dificuldades dos alunos que servem para orientar a

elaboração da situação de ensino. Considerar problemas já identificados e utilizar desse conhecimento para contemplar e subsidiar questões solicitadas no material do aluno pode conferir melhor amparo às atividades e, principalmente, ao professor.

O processo de construção do recurso educacional contribuiu para reflexão do quão complexo pode ser um material que pretende inovar valorizando o processo de desenvolvimento do conhecimento científico. Após a aplicação de quatro das cinco atividades propostas e análise textual discursiva de 15 questões, diversas reformulações se mostraram necessárias para adequar a sequência didática aos objetivos. Por falta de tempo hábil a atividade final de produção de vídeo curto pelos próprios alunos não foi realizada. Essa é uma atividade que esperávamos avaliar a possibilidade da postagem dos vídeos dos alunos em ambiente virtual de fácil acesso, em blog ou no *YouTube*.

Como nas produções dos alunos analisadas pela metodologia da Análise Textual discursiva (ATD) foi enfatizado o impasse entre pretendido para os alunos e entendido pelos alunos acerca dos enunciados das atividades, futuras análises podem abordar outras questões de todas as atividades para que se possa verificar o aprofundamento no conhecimento químico de soluções. Seria interessante acompanhar os estudantes em atividades posteriores que recapitulassem esse estudo para avaliar a apropriação de conceitos e reflexões trabalhadas. Neste trabalho a ATD teve como foco os enunciados das atividades da sequência didática. Uma outra possibilidade de análise seria o relacionado à divulgação científica. A atividade 5 “Momento de Fama”, de produção de vídeo pelos alunos, quando aplicada, poderia demarcar o entendimento dos estudantes sobre a divulgação científica.

Nossa produção também propiciou um caminho possível, e desejável, para o ensino contextualizado atual, ao desenvolver material didático incluindo divulgação científica por meio de vídeo de curta duração. Há que se concretizar a proposta em aberto, de realizar a produção de série de vídeos de curta duração envolvendo divulgação científica de pesquisas ambientais brasileiras para que sejam utilizadas em ambiente escolar dentro ou fora da sala de aula como em feiras de ciências, articulada com atividades afins.

Enquanto professora identifico contribuições diversas do processo de elaboração e aplicação do vídeo e da sequência didática ao ampliar meu conhecimento, aguçar curiosidades. Não apenas isso. Produzimos como recurso educacional um material que trabalha e interliga uma

gama de conceitos de relevância também socioambiental: divulgação científica, Química Verde, produção de vídeo, estudo de soluções.

Muitas vezes uma curiosidade ingênua parafraseando Paulo Freire foi substituída pela curiosidade crítica, a alcançar a tão esperada curiosidade epistemológica. Foi uma busca particular pela parceria entre conhecimento, curiosidade e consciência.

Minha estreia na produção de um vídeo, de forma colaborativa, foi um desafio que possibilitou o contato com outros materiais e avaliação de outras produções. Soma-se a isso a participação em eventos e interação com outras vozes: curso à distância de “Introdução à Divulgação Científica” pela Fundação Oswaldo Cruz; curso e apresentação presencial no V Simpósio Mineiro de Educação Química (V SMEQ); tentativa de inclusão de trabalho no IX Encontro da Escola Brasileira de Química Verde (IX EEBQV) que, mesmo não participando, povoou por meses tal possibilidade a ponto de escrever resumo e sondar hospedagem.

Para minha atuação como professora o processo desvelou a possibilidade do pioneirismo em trabalhar conteúdo curricular da química com ideias da química verde por meio de audiovisual de divulgação de pesquisa brasileira. Foi também um aprendizado verificar, na prática, que a elaboração de uma sequência didática não fica pronta e acabada, necessita da visão, versão e avaliação além daquelas dos elaboradores, também do professor aplicador e dos alunos, os sujeitos que farão uso do material. É essa visão-versão que permitirá ao material melhor adequação e possibilidade de cumprir sua função, qual seja, assessorar o processo de ensino-aprendizagem.

REFERÊNCIAS

ANASTAS, Paul T.; KIRCHHOFF, Mary M. Origins, current status, and future challenges of Green Chemistry. **Accounts of Chemical Research**, v. 35, n. 9, set. 2002. Disponível em: http://www.qcc.cuny.edu/EHS/docs/WEEK_9a_paper_1.pdf. Acesso em: 25 out. 2019.

AGUIAR JR., Orlando G. Módulo II: o planejamento do ensino. *In*: MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Educação. Projeto de Desenvolvimento Profissional de Educadores (PDP). Belo Horizonte: SEED/MG, 2005. Disponível em: https://pensaraeducacao.com.br/rbeducacaobasica/wp-content/uploads/sites/5/2017/02/Planejamento-do-Ensino_Orlando-Aguiar.pdf. Acesso em 03 out. 2019.

ALBAGLI, S. Divulgação científica: informação para cidadania? **Ciência da Informação**, Brasília, v. 25, n. 3, p. 396-404, set/dez. 1996. Disponível em: https://www.academia.edu/29377894/Divulga%C3%A7%C3%A3o_cient%C3%ADfica_in_forma%C3%A7%C3%A3o_cient%C3%ADfica_para_a_cidadania. Acesso em: 20 abr. 2018.

ARANTES, José Tadeu. Fake news na ciência. **Agência Fapesp**, 28 mar. 2019. Disponível em: <http://agencia.fapesp.br/fake-news-na-ciencia/30120/>. Acesso em: 05 jun. 2019.

BAKHTIN, Mikhail. **Questões de literatura e estética: a teoria do romance**. Tradução de Aurora Fornoni Bernardini, José Pereira Júnior, Augusto Góes Júnior, Helena Spryndis, Nazário Homero Freitas De Andrade. São Paulo: Hucitec/Annablume, 2002. 439 p.

BARROS, Diana Luz Pessoa. Contribuições de Bakhtin às teorias do discurso. *In*: BRAIT, Beth (org.). **Bakhtin: dialogismo e construção de sentido**. 2. ed. Campinas: UNICAMP, 2005.

BERK, R. A. Multimedia teaching with video clips: TV, movies, you tube, and mtvU in the College Classroom, **International Journal of Technology in Teaching And Learning**, v. 5, n. 1, p. 1-21, 2009. Disponível em: http://www.ronberk.com/articles/2009_video.pdf. Acesso em: 14 maio 2018.

BRANDÃO, Juliana Barreto; BOUZON, Júlia Damazio; SANTOS, Taís Conceição dos; PEREIRA, Valéria; CHRISPINO, Álvaro. Mapeamento de publicações sobre o ensino da química verde no Brasil a partir de redes sociais. **Revista de Educação em Ciências e Matemática**, Amazônia, v. 14, n. 30, 2018, p. 59-76. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/5338/4894>. Acesso em: 07 dez. 2019.

BRASIL, Ministério da Educação e do Desporto, **Lei nº. 9.795 de 27 de abril de 1999**. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, n. 79, 28 abr. 1999. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19795.htm. Acesso em 10 out. 2019.

BRASIL. Senado Federal. **Projeto de Lei do Senado PLS307/2011**. Dispõe sobre o processo de registro e disseminação da produção técnico-científica pelas instituições de educação superior, bem como as unidades de pesquisa no Brasil e dá outras providências. Disponível em: <https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/101006>. Acesso em: 15 maio 2018.

BRASIL. Casa Civil. **Lei n. 9.394, 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/19394.htm. Acesso em: 02 jun. 2018.

BUENO, Wilson da Costa Jornalismo Científico: Conceito e Funções. **Ciência e Cultura** (SBPC), São Paulo, v. 37, n. 9, p. 1240-1247, 1985. Disponível em: <http://biopibid.ccb.ufsc.br/files/2013/12/Jornalismo-cient%C3%ADfico-conceito-e-fun%C3%A7%C3%A3o.pdf>. Acesso em 27 mai. 2019.

BURNS, T .W.; O'CONNOR, D.J.; STOCKLMAYER, S.M. Science communication: a contemporary definition. **Public Understanding Of Science**, v. 2, p. 183-202, 2003. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/237778208_Science_Communication_A_Contemporary_Definition. Acesso em: 30 abr. 2019.

CARMO, Miriam Possar do; MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro. Abordando soluções em sala de aula - uma experiência de ensino através das ideias dos alunos. **Química Nova na Escola**, n. 28, p. 37-41, 2008. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/09-AF-1806.pdf>. Acesso em: 01 nov. 2019.

CARMO, M.P.; MARCONDES, M.E.R.; MARTORANO, S. A. de A. Uma interpretação da evolução conceitual dos estudantes sobre o conceito de solução e processo de dissolução. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 9, n. 1, p.35-52, 2010. Disponível em: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen9/ART3_VOL9_N1.pdf. Acesso em: 20 out. 2019.

CARNEIRO, M. H. S. Por que divulgar o conhecimento científico e tecnológico? **Revista Virtual de Gestão de Iniciativas Sociais**, edição especial, p. 29-33, mar. de 2009. Disponível em: <http://divulgencia.blogspot.com/2014/09/por-que-divulgar-o-conhecimento.html>. Acesso em: 20 out. 2018.

DOLZ, Joaquim; NOVERRAZ, Michéle; SCHNEUWLY, Bernard. Sequências didáticas para o oral e a escrita: apresentação de um procedimento. *In: ROJO, R.; CORDEIRO, G. S. (org.). Gêneros orais e escritos na escola*. São Paulo: Mercado de Letras, 2004, p. 81-108. ECHEVERRIA, Agustina Rosa. Como os estudantes concebem a Formação de Soluções. *Química Nova na Escola*, n. 3, p.15-18, 1996. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc03/aluno.pdf>. Acesso em: 21 out. 2019.

ESPERANÇA, Thamyres Cristina Rosa Boa; FILOMENO, Carlos Eduardo da Silva; LAGE, Débora de Aguiar. Divulgação científica no ambiente escolar: uma proposta a partir do uso de mídias digitais. *SBE nBio*, n. 7, p. 1582-1591. Disponível em: <https://docplayer.com.br/10692536-Divulgacao-cientifica-no-ambiente-escolar-uma-proposta-a-partir-do-uso-de-midias-digitais.html>. Acesso em: 01 maio 2018.

FANTINI, Leandro Henrique; MATEUS, Alfredo Luis. Ciência na tela: vídeos em sala de aula. *In: MATEUS, Alfredo Luis. Ensino de química mediado pelas TICs*. Belo Horizonte: UFMG, 2015. p. 67-95.

FRANCL, Michelle. How to fight the spread of pseudoscience online. *Chemical and Engineering News*, fev. 2016. Disponível em: <http://internet.cenmag.org/how-to-fight-the-spread-of-pseudoscience-online/>. Acesso em: 09 maio 2018.

FLÔR, Cristhiane Carneiro Cunha; TRÓPIA, Guilherme. Um olhar para o discurso da Base Nacional Comum Curricular em funcionamento na área de ciências da natureza. *Horizontes*, v. 36, n. 1, p. 144-157, jan./abr. 2018. Disponível em: <https://revistahorizontes.usf.edu.br/horizontes/article/viewFile/609/266>. Acesso em 22 out. 2019.

FRANZ, Frederico. O impacto das notícias falsas na opinião pública sobre ciência. *Conselho de informações sobre Biotecnologia*, p. 16-17, mar. 2019. Disponível em: <http://sciam.uol.com.br/wp-content/uploads/2019/03/cib-fake-news-1.pdf>. Acesso em 05 jun. 2019.

GARCIA, Cíntia B.; SILVA, Flávia Danielle Sordi; FELÍCIO, Rosane de Paiva. Projet(o)arte: uma proposta didática. *In: ROJO, Roxane; MOURA, Eduardo (org.). Multiletramentos na escola*. São Paulo: Parábola Editorial, 2012. p. 123-146.

GOMES, Verenna Barbosa et al. Avaliação do impacto de visitas e palestras de divulgação científica em alunos do ensino médio visitantes ao campus da Universidade de Brasília. *Atas do VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 2011.

GOULART, Adriana K.; FIGUEIREDO, Ana Karolina M.; NASCIMENTO, Rafaela C.; SEIDL, Peter R. Ensino em Química Verde. *Revista de Química Verde*, v, 2, n. 4, mar. 2017, p. 14-16. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/326914981_Ensino_de_Quimica_Verde. Acesso em 02 dez. 2019.

INSTITUTO NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA. **Projeto INCT Midas**. Disponível em: <http://inctmidas.com.br/>. Acesso em: 25 abr. 2019.

INSTITUTOS NACIONAIS DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA. **Programa INCT's**. Disponível em: <http://inct.cnpq.br/>. Acesso em: 10 nov. 2019.

KRESS, Gunter; BEZEMER, Jeff. Escribir en un mundo de representación multimodal. In: **Lectura, escritura y matemáticas como prácticas sociales: diálogos com América Latina**. México: Siglo XXI, 2009. p. 64-83.

LIMA, Antônio Carlos Santos de; SANTOS, Lúcia de Fátima. Dialogismo e produções responsivas ativas: analisando práticas discursivas em aulas de língua portuguesa. **Letras & Letras**, v. 29, n. 2, 26 fev. 2014. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/letraseletras/article/view/25989/14275>. Acesso em 14 out. 2019.

LIMA, Valderez Marina do Rosário. Universalidades e singularidades presentes no método de análise textual discursiva. In: LIMA, Valderez Marina do Rosário; RAMOS, Maurivan Güntzel; PAULA, Marlúbia Corrêa de (org.). **Métodos de análise em pesquisa qualitativa: releituras atuais**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2019. 293 p. Recurso On-line.

MACHADO, Andréa Horta. **Aula de química: discurso e conhecimento**. Ijuí: Unijuí, 2014. 200 p.

MARCELINO JR, C. A. C.; BARBOSA, R. M. N.; CAMPOS, A. F.; LEÃO, M. B. C.; CUNHA, H. S.; PAVÃO, A. C. Perfumes e essências: a utilização de um vídeo na abordagem das funções orgânicas. **Química Nova na Escola**, v. 19, n. 1, p. 15-18, 2004. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc19/a05.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2019.

MARCELINO, Leonardo V.; ROLOFF, Franciani B.; DIAS, Erica; SOUZA, Leila C. A. B.; RUNTZEL, Patrícia Link; MARQUES, Carlos Alberto. A Evolução da Comunidade Epistêmica Química Verde: reflexões para o ensino de Química. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA – ENEQ, 18., 25 a 28 de julho de 2016, Florianópolis, SC, Brasil. **Anais...** Florianópolis: ENEQ, 2016. Disponível em: <http://www.eneq2016.ufsc.br/anais/resumos/R2192-1.pdf>. Acesso em 05 jun. 2019.

MARQUES, C. A. *et al.* Visões do meio ambiente e suas implicações pedagógicas no ensino de Química na escola média. **Química Nova**, v. 30, n. 8, p. 2043-2052, 2007. Disponível em: http://www.quimicanova.sbq.org.br/imagebank/pdf/Vol30No8_2043_42-ED06378.pdf. Acesso em: 25 abr. 2019.

MARTINS, Leandra Rajczuk. Fake news e os impactos na divulgação científica. **Agência Universitária de Notícias – USP**, 27 set. 2018. Disponível em: <https://paineira.usp.br/aun/index.php/2018/09/27/fake-news-e-os-impactos-na-divulgacao-cientifica/>. Acesso em: 05 jun. 2019.

MATEUS, Alfredo L. M. L.; MACHADO, Andréa H.; AGUIAR, Patrícia A. Tabela de tempo de decomposição de materiais: contexto para abordagem de química ambiental no ensino profissionalizante de nível médio. **Química Nova na Escola**, v. 41, n.3, p. 259-265, 2019. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc41_3/08-RSA-82-18.pdf. Acesso em: 06 out. 2019.

MIGUEL, Ely Alves *et al.* As múltiplas faces do Brasil em curta Metragem. *In*: ROJO, Roxane; MOURA, Eduardo. **Multiletramentos na escola**. São Paulo: Parábola, 2012. p. 211-232.

MORAES, Roque; GALIAZZI, Maria do Carmo. **Análise textual discursiva**. Ijuí: Unijuí, 2007. 223 p.

MORAES, Roque. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência e Educação**, v. 9, n. 2, p. 191-211, 2003. Disponível em: <http://pesquisaemeducacaoufrgs.pbworks.com/w/file/fetch/54950175/tempestade%20de%20luz.pdf>. Acesso em: 02 set. 2019.

MORTIMER, Eduardo Fleury; MACHADO, Andréa Horta; ROMANELLI, Lilavate Izapovitz. A proposta curricular de química do Estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. **Química Nova**, v. 23, n. 2, p. 273-283, 2000. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/26352158_A_proposta_curricular_de_quimica_d_o_Estado_de_Minhas_Gerais_fundamentos_e_pressupostos. Acesso em: 25 abr. 2019.

MORTIMER, Eduardo Fleury; SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência - Tecnologia - Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio-pesquisa em educação em ciências**, Belo Horizonte, v. 2, n.2, p.110-132, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/epec/v2n2/1983-2117-epec-2-02-00110.pdf>. Acesso em: 04 jun. 2019.

MORTIMER, Eduardo Fleury. Aprender Ciências: tensões e diálogos entre linguagem comum e a linguagem científica. *In*: MORTIMER, Eduardo Fleury; SILVA, Penha Souza (coord.). **Elaborando sequências didáticas para o ensino médio de química**: projeto de pesquisa e intervenção em escola de educação básica relacionando a solução de problemas na educação pública. Belo Horizonte: Fapemig, 2018. p.10-27.

PINT OF SCIENCE. Disponível em: <https://pintofscience.com/>. Acesso em: 29 abr. 2018

POMBO, Fernanda M. Z.; LAMBACH, Marcelo. As visões sobre ciência e cientistas dos estudantes de química da EJA e as relações com os processos de ensino e aprendizagem. **Química Nova na Escola**, v. 39, n. 3, p. 23237-244, ago. 2017. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc39_3/04-QS-50-16.pdf. Acesso em: 19 mai. 2019.

PRADO, Alexandre G. S. Química verde, os desafios da química do novo milênio. **Química Nova**, v. 26, n. 5, 738-744, 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/qn/v26n5/17210>. Acesso em: 20 maio 2018.

PASQUOTTE-VIEIRA, Eliane *et al.* A canção Roda-Viva. *In*: ROJO, Roxane; MOURA, Eduardo. **Multiletramentos na escola**. São Paulo: Parábola, 2012. p.181-198.

ROJO, Roxane. Pedagogia dos multiletramentos. *In*: ROJO, Roxane; MOURA, Eduardo. **Multiletramentos na escola**. São Paulo: Parábola, 2012. p.11-31.

ROJO, Roxane. O letramento escolar e os textos da divulgação científica: a apropriação dos gêneros de discurso na escola. **Linguagem em (Dis)curso – LemD**, v. 8, n. 3, p. 581-612, set./dez. 2008.

ROLOFF, Franciani Becker. **A circulação de conhecimentos em Química Verde em teses e dissertações: implicações ao seu ensino e à formação de professores de Química**. 2016. 346 f., ec. Tese (doutorado) – Unifersidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Físicas e Matemáticas. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/176688>. Acesso em: 13 dez. 2019.

ROMANELLI, Lilavate I. (org.). **Química ensino médio: conteúdos básicos comuns**. Belo Horizonte: Secretaria do Estado de Educação de Minas Gerais, 2007. Disponível em: http://www.iq.usp.br/palporto/T5_PropCurricularMG.pdf. Acesso em: 10 set. 2018.

SANTOS, Diego Marlon; ROYER, Márcia Regina. Análise da percepção dos alunos sobre a química verde e a educação ambiental no ensino de química. **REDEQUIM: Debates em Ensino de Química**, v. 4, n. 2, p. 142-164, out. 2018. Disponível em: <http://www.journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/viewFile/1805/482482869>. Acesso em: 12 out. 2019.

SANTOS, Victor Marcondes de Freitas; COUTINHO, Francisco Ângelo; SILVA, Fábio Augusto Rodrigues e. **Abrindo a caixa-preta de uma sequência didática: uma análise atorede da aprendizagem profissional docente de um professor de Biologia**. 2016. 180 f., enc. Dissertação (mestrado) - Faculdade de Educação. Universidade Federal de Minas Gerais. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1843/BUOS-ARRHKG>. Acesso em: 21 abr. 2019.

SEIDL, Peter Rudolf *et al.* Uma química diferente para ajudar o País e o planeta. **Rio Pesquisa**, v. 15, p.43-45, 2011.

SILVA, Erivanildo Lopes da; MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro. Materiais didáticos elaborados por professores de química na perspectiva CTS: uma análise das unidades produzidas e das reflexões dos autores. **Ciênc. educ. (Bauru)**, Bauru, v. 21, n. 1, p. 65-83, mar. 2015. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132015000100005&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 04 jun. 2019.

SILVA, José Luiz da *et al.* A Utilização de vídeos didáticos nas aulas de química do ensino médio para abordagem histórica e contextualizada do tema vidros. **Química Nova na Escola**, v. 34, n. 4, p. 189-200, nov. 2012. Disponível em: http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/dezembro2012/quimica_artigos/vid_eos_didaticos_aulas_quimica.pdf. Acesso em: 25 abr. 2018.

SISTEMA FIEMG. **Instituto Midas terá estrutura de pesquisa em química verde no CIT**. 2018. Disponível em: <http://www7.fiemg.com.br/noticias/detalhe/instituto-midas-tera-estrutura-de-pesquisa-em-quimica-verde-no-cit>. Acesso em: 10 abr. 2019.

SPIRO, Thomas G.; STIGLIANI, William M. **Química Ambiental**. 2. ed. Person Prentice Hall: São Paulo, 2009.

TUNDO, Pietro *et al.* Synthetic pathways and processes in green chemistry: introductory overview. **Pure Appl. Chem**, v. 72, n.7, p. 1207-1228, 2000. Disponível em: http://www.old.iupac.org/publications/pac/2000/7207/7207pdf/7207tundo_1207.pdf. Acesso em: 19 maio 2018.

XAVIER, Lúcia Helena; LINS, Fernando A. Freitas. Mineração urbana de resíduos eletroeletrônicos: uma nova fronteira a explorar no Brasil. **Brasil Mineral**, 379, mar. 2018, p.22-26. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/324748369_Mineracao_Urbana_de_Residuos_Eletronicos_uma_nova_frenteira_a_explorar_no_Brasil/link/5af1b69f458515c28375c00f/download. Acesso em 22 fev. 2020

WARDENCKI, W.; CURYOLO, J.; NAMIESNIK, J. Green Chemistry: current and future issues, review. **Polish Journal of Environmental Studies**, v.14, n. 4, 2005, pp. 385-395. Disponível em: <http://www.pjoes.com/Green-Chemistry-Current-and-Future-Issues,87771,0,2.html>. Acesso em: 12 dez. 2019.

APÊNDICE A - SEQUÊNCIA DIDÁTICA REFORMULADA

MATERIAL DO ALUNO

Soluções e Química Verde

De que forma o trabalho dos químicos pode impactar o meio ambiente?



1a

Cientistas químicos podem atuar em vários campos: desenvolvimento de rotas alternativas em transformações químicas; análise e quantificação de espécies químicas presentes no solo, no ar e nas águas; produção de novos materiais ou materiais já conhecidos com alteração de propriedades como o caso da produção de polímeros condutores.

Ao nosso redor é comum encontrarmos objetos de mesma finalidade feitos por materiais diferentes, com características distintas. Por exemplo, para acondicionar o leite que compramos no supermercado, encontramos embalagens diversas, feitas de plástico (saquinhos de leite e garrafas), papelão (caixa), vidro (garrafa). Se averiguarmos, verificaremos que a conservação e, portanto, a validade do alimento depende também do material dessa embalagem. Para o desenvolvimento de novos materiais há contribuição de diversas ciências, sobretudo da Química. Com muitos avanços e retrocessos, a natureza

desgastada necessita de alternativas para sua recuperação ou sua manutenção e isso passa por escolhas. Comparando o uso do copo descartável plástico com o uso do copo descartável de papel, qual deles é mais danoso para o meio ambiente?



Figura 2: Copo descartável de plástico

Figura 3: Copo descartável de papel

A resposta para esta indagação não pode ficar apenas no plano do tempo necessário para decomposição pois se assim fosse não haveria dúvidas: o plástico demora centenas de anos para se decompor enquanto o papel necessita em média de 3 a 6 meses. Tais dados, facilmente encontrados na internet pedem atenção pelo fato de não indicarem as condições em que se chegou a esses resultados. A comparação teria maior validade se as condições de temperatura, pressão, oxigenação, etc, propícias à decomposição dos materiais mencionados fossem apresentadas.

O processo de produção, uso e descarte de reagentes, toxicidade das substâncias envolvidas, formação de subprodutos, são algumas das preocupações da Química Verde: avaliar todo o processo!

Nesta atividade conheceremos uma pesquisa científica por meio de um vídeo curto. A pesquisa em questão é sobre o desenvolvimento de um processo de reaproveitamento de um dejetos.

QUESTÕES PARA SONDAGEM:

Q1. A urina é uma solução? RESPONDA e JUSTIFIQUE.

3 linhas

Q2. CITE outros líquidos que sejam misturas homogêneas (soluções) como a urina.

INDIQUE as características utilizadas para sua resposta.

5 linhas

Q3. Soluções são sempre líquidas? RESPONDA e JUSTIFIQUE.

4 linhas

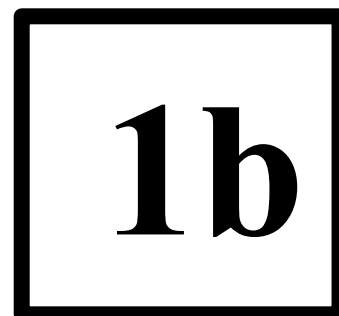
Q4. LISTE e DESCREVA as situações em que você já se deparou ou que já ouviu falar sobre o elemento químico Fósforo.

8 linhas

Neste material, composto por 5 atividades, iremos estudar as soluções químicas por meio de um vídeo que relata o processo e os resultados de uma pesquisa científica. Vamos conhecer melhor o vídeo da tecnologia P4Tree.

Desvendando o vídeo P4Tree

O professor irá mostrar o vídeo P4Tree para a turma. Você pode assistir ao vídeo novamente no seu smartphone quantas vezes forem necessárias para responder as questões Q5 a Q8. Ele está disponível no endereço eletrônico:



 <https://www.youtube.com/watch?v=bNLwliEeAs8>

QUESTÕES PÓS-VÍDEO:

Q5. ENUMERE as ideias principais do vídeo.

8 linhas

Q6. DESCREVA, a partir do vídeo, como o fósforo (P) foi descoberto.

4 linhas

Q7. CITE as fontes do fósforo apresentadas no vídeo.

4 linhas

Q8. CITE três importantes motivos para capturar esse elemento químico da urina, mostrados no vídeo P4Tree.

3 linhas

Q9. Leia o texto “Fósforo” a seguir. Após, RESPONDA: na urina devemos encontrar o elemento químico Fósforo (P) isolado ou em compostos contendo átomos desse elemento? JUSTIFIQUE sua resposta baseando-se no texto e em seus conhecimentos.

FÓSFORO

Eduardo Mota Alves Peixoto

P

| | |
|-------------------|----------------------------------|
| Número atômico | $Z = 15$ |
| Massa molar | $M = 30,9738 \text{ g/mol}$ |
| Isótopo natural | ^{31}P (–100%) |
| Ponto de fusão | $T_f = 44,1 \text{ °C}$ (branco) |
| Ponto de ebulição | $T_e = 280 \text{ °C}$ (branco) |

Fósforo, do latim phosphorus. Na forma pura, usualmente o fósforo é semitransparente, mole, de consistência semelhante à da cera de abelha, brilha no escuro (fosforesce) e pega fogo espontaneamente quando exposto ao ar, formando uma densa fumaça branca de óxidos de fósforo que se combinam com o vapor d'água no ar dando origem a vários ácidos. Foi preparado pela primeira vez em 1669 pelo alquimista alemão Hennig Brand, a partir de um resíduo obtido pela evaporação da urina. O fósforo elementar é preparado industrialmente em fornos elétricos, tendo como matéria prima uma rocha de fosfato natural, coque e pedaços de sílica (SiO_2), que são aquecidos até serem transformados em fósforo em vapor, monóxido de carbono e um resíduo

fósforo. O fosfato de cálcio, $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ é o principal constituinte inorgânico dos dentes e dos ossos dos seres humanos e de outros animais. Ao nos alimentarmos, parte da energia que extraímos dos alimentos é estocada nas células na forma de uma molécula conhecida como fosfato de adenosina (ATP). Assim, claramente o fósforo é um elemento essencial na nutrição. Cerca de 70% do fósforo absorvido pelo nosso organismo é destinado aos ossos e os restantes 30% para metabolizar gorduras e açúcares. Na infância, a deficiência de fósforo leva a uma má dentição e causa o raquitismo; em adultos, leva à osteoporose, que aliás atinge uma grande parte da nossa população. O fósforo possui cerca de 10 variedades alotrópicas, que podem ser classificadas em três

contendo silicato de cálcio impurificado. O vapor produzido é resfriado, obtendo-se o fósforo líquido ou sólido que é guardado em baixo d'água para evitar a sua ignição, caso entre em contato com o ar. Certos compostos de fósforo acham-se presentes nos fluidos do interior das células dos tecidos vivos como íon fosfato, PO_4^{3-} , sendo um dos mais importantes constituintes minerais para a atividade celular. Os genes que dirigem a hereditariedade e outras funções celulares estão localizados no núcleo de cada célula, são partes de moléculas de DNA (ácido desoxiribonucléico), todas contendo

categorias principais: branca, vermelha e preta. O fósforo branco possui duas variedades alotrópicas: a alfa, que é estável à temperatura ambiente e tem estrutura cristalina cúbica, e a beta, que é estável somente abaixo de -78 °C e tem estrutura cristalina hexagonal. O fósforo branco é venenoso; quando exposto à luz solar ou ao calor, ele é convertido na variedade vermelha, que é mais inerte quimicamente. Aliás, esta variedade não só não fosforesce (não brilha no escuro) como também não queima pela simples exposição ao ar, à temperatura ambiente. O fósforo preto, a forma menos reativa, tem uma estrutura

lamelar, semelhante à do grafite. Para obtê-la, submete-se o fósforo branco a altas pressões. Por sua vez, o fósforo branco é a forma mais reativa quimicamente; infelizmente, por esta mesma razão, tem sido usado pelas grandes potências na fabricação de artefatos militares para produzir uma cortina de fumaça, e, o que é pior, para fabricar granadas e bombas incendiárias. Quando uma pessoa é atingida por uma bomba incendiária, o fósforo adere à sua pele; esta, é destruída pela alta temperatura gerada inicialmente pela oxidação do fósforo, em seguida pelo calor despreendido com a hidratação dos óxidos formados e finalmente pelo ataque direto dos ácidos fosfóricos assim formados agindo sobre o tecido da pele. É uma verdadeira arma de tortura produzida pelas nações “desenvolvidas” com o consentimento da sociedade. Por outro lado, o fósforo vermelho é de grande utilidade prática pois é usado no fabrico das lixas de caixas de fósforos de segurança. Todo fósforo encontrado na natureza é do isótopo de massa 31. O fósforo 32 é um isótopo radioativo e sua meia-vida é de 14,3 dias. Por esta mesma razão é que os seus compostos são muito empregados como traçador radioativo e em estudos de ciclos vitais de plantas e animais, onde haja a participação de compostos contendo

vitais de plantas e animais, onde haja a participação de compostos contendo fósforo. Não é encontrado livre na natureza, exceto em alguns raros meteoritos. Seus compostos são encontrados em muitas rochas, minerais, plantas e animais. É o 12º elemento em abundância na crosta terrestre (0,1%), na forma de minerais fosfatados, como a apatita, wavelita e vivianita. A principal fonte de interesse comercial é a fosforita, ou rocha fosfatada, que nada mais é do que uma massa impura de apatita contendo carbonatos. O minério de fosfato tem uma enorme utilidade socioeconômica, pois é dele que é feito o superfosfato e muitos outros adubos fosfatados largamente usados na agricultura. Como consequência, para a

fabricação do superfosfato somos levados a importar grandes quantidades de enxofre para produzirmos o ácido sulfúrico necessário. Isto é, apesar de sermos grandes produtores de adubos e possuímos grandes jazidas de fosfatos, a rigor, não somos autossuficientes. O ácido fosfórico, H_3PO_4 , pode ser produzido diretamente a partir do fósforo como matéria prima, ou a partir da apatita. Estranhamente, no Brasil não há fabricação deste ácido a partir do fósforo. Por esta mesma razão, temos uma enorme dependência química externa de toda a indústria de compostos orgânicos de fósforo, como remédios e agrotóxicos fosforados. A maioria dos refrigerantes vendidos no país tem um alto teor de ácido fosfórico, o que confere a eles uma alta acidez, geralmente com $pH < 3$. Alguns fosfatos sintéticos são usados na formulação de detergentes e outros produtos de limpeza, pois são excelentes emulsionantes de graxas e gorduras. Por esta mesma razão, os refrigerantes sintéticos mais comuns, e que contêm estes sais ou ácidos, são “úteis” para lavar as mãos “sem usar” água... experimente! E no nosso organismo.... quais são as consequências? Enfim, já que precisamos do fósforo, por que não o fabricar pelo menos para não dependermos das caixas-

de fósforo, por que não o fabricar pelo menos para não dependermos das caixas-de-fósforos? Afinal, já se passaram quase 350 anos desde a produção do fósforo por um alquimista e, ... mesmo assim, ainda não conseguimos ver uma razão para produzi-lo? ...

Q10. A seguir são apresentadas frases ditas pelo pesquisador Arthur Silva no vídeo P4Tree. IDENTIFIQUE se os termos destacados correspondem a solução ou ambiente que contém solução. Para cada solução identificada, CITE quais substâncias estão presentes como soluto(s) e como solvente(s).

“Conversando com outros pesquisadores da área ambiental a gente percebeu juntos que outros países já fazem muito bem a recuperação de fósforo de efluentes sanitários” (0:32 min)

Solução? ___ Sim ___ Não

Solvente(s) :

Soluto(s):

“Quando você tem o Fósforo, que é um nutriente, em excesso em rios e lagos ele causa o crescimento acelerado de plantas aquáticas e esse fenômeno é chamado de eutrofização” (0:45 min)

Solução? ___ Sim ___ Não

Solvente(s) :

Soluto(s):

“Hoje praticamente todo o fósforo que nós usamos vem da mineração e isso um dia vai acabar” (1:09 min)

Solução? ___ Sim ___ Não

Solvente(s) :

Soluto(s):

“Retirar o fósforo da urina das pessoas tem muito a ver com a ideia da mineração urbana” (1:32 min)

Solução? ___ Sim ___ Não

Solvente(s) :

Soluto(s):

“Fizemos um teste no Carnaval de Belo Horizonte em que colocamos o material em seis banheiros químicos” (1:54 min)

Solução? ___ Sim ___ Não

Solvente(s) :

Soluto(s):

Q11. O que o vídeo não explicou e você gostaria de saber mais?

8 linhas

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta atividade conhecemos a tecnologia P4Tree: um material desenvolvido em laboratório com a finalidade de captar fósforo da urina para ser utilizado como fertilizante. A urina contém fósforo e ao ser despejada em cursos d'água pode contribuir para o fenômeno da eutrofização. No entanto, com uso dessa tecnologia, o impacto ambiental causado pela eutrofização é minimizado. Além disso, a extração do minério contendo fósforo para produção de fertilizante fosfatado seria diminuída por meio da geração de nova fonte de fósforo para esse fim. Em termos econômicos haveria diminuição da importação de fosfatos para fins agrícolas. Verificamos também que, apesar de ser muito comum nos referirmos ao fósforo na urina, este se encontra na forma de fosfatos.

P: símbolo do elemento químico fósforo

H_3PO_4 : ácido (orto)fosfórico

H_2PO_4^- , HPO_4^{2-} , PO_4^{3-} : fosfatos

Os fosfatos são produzidos também para a função de aditivos alimentares. Fosfato trissódico (Na_3PO_4), fosfato dissódico (Na_2HPO_4), e fosfato monossódico (NaH_2PO_4) são utilizados como estabilizantes de bebidas lácteas.

Ao usarmos as ideias de sustentabilidade da Química Verde de avaliar todo o processo e não apenas o início ou o fim, podemos perceber no vídeo propostas que fazem parte das ideias de sustentabilidade: reaproveitamento de um componente que seria descartado e desenvolvimento de produto que degrade após sua vida útil.

Fazendo um breve histórico, a Química Verde surgiu em atenção à necessidade de redução da poluição gerada por atividades da indústria química, no sentido de preservar o meio ambiente (água, solo, ar e conseqüentemente... a vida). Sua fundação ocorreu num momento em que a população mundial já manifestava desagrado e preocupação com constantes episódios de degradação do planeta devido à ação humana. A definição de Química Verde foi dada pelo químico americano, no início da década de 90, Paul Anastas. Em 2001 a IUPAC (União Internacional de Química Pura e aplicada), órgão maior da normatização química,

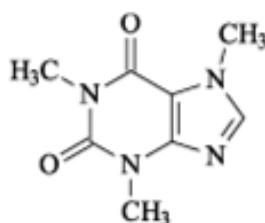
adotou o termo Química Verde como “A invenção, desenvolvimento e aplicação de produtos e processos químicos para reduzir ou eliminar o uso e a geração de substâncias nocivas de algum modo à saúde humana ou ao meio-ambiente”. O termo verde não faz referência à vegetal ou natural, como pode se associar num primeiro contato com o termo, mas sim à ideia de sustentabilidade. Por isso é possível como sinônimo das ideias da Química Verde os termos Química Sustentável ou Química Limpa.

Esse material pretende que você conheça a atuação da pesquisa brasileira em meio ambiente por meio de vídeo de curta duração, ao mesmo tempo entenda as ideias da Química Verde ao estudar o conteúdo químico de Soluções.

Existem soluções sólidas, líquidas e gasosas. Como exemplos de soluções líquidas conhecidas temos a água mineral, o café e a urina. Do ponto de vista químico são misturas homogêneas em que a água (H_2O) é o solvente – por isso são soluções aquosas - e para cada solução temos um ou mais solutos.

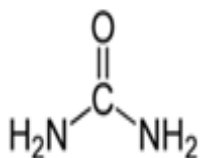
Na água mineral temos como solutos os diversos sais minerais dissolvidos. Como os sais são compostos iônicos, a dissolução deles promove a dissociação dos íons. Assim pode-se afirmar que a água mineral é um exemplo de solução eletrolítica por possuir íons dissolvidos capazes de conduzir corrente elétrica que passar por ela. Pela leitura da composição química apresentada no rótulo de qualquer água mineral é comum encontrar vários solutos, tais como: sódio (Na^+), cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), cloreto (Cl^-), bicarbonato (HCO_3^-), sulfato (SO_4^{2-}), nitrato (NO_3^-).

No café temos como solutos diversas espécies químicas responsáveis pela cor, sabor e cheiro dessa bebida brasileira. A substância orgânica cafeína ($\text{C}_8\text{H}_{10}\text{N}_4\text{O}_2$) é a mais conhecida.

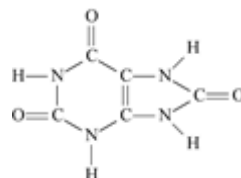


Fórmula estrutural da cafeína

Por fim, o xixi. Sabemos que a urina, além de água, possui cheiro e cor e isso é devido aos solutos nela dissolvidos. Como exemplos de solutos na urina temos compostos orgânicos como a ureia ($\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$), ácido úrico ($\text{C}_5\text{H}_4\text{N}_4\text{O}_3$) além de outros tantos inorgânicos. Deixaremos maiores detalhes da urina para serem trabalhados na próxima atividade.



Fórmula estrutural da ureia



Fórmula estrutural do ácido úrico

REFERÊNCIAS

BORTOLON, Leandro. **Fósforo em sistema plantio direto afetado pelo histórico de uso do solo e os efeitos agrônomo e ambiental**. 92 f. 2009. Tese (Doutorado em Ciência do Solo), Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2009.

STELLA, Rita; MORENO, Paulo Henrique. USP produz plástico 100% biodegradável com resíduos da agroindústria. **Jornal da USP**, Caderno Ciências, 26 abr. 2017. Disponível em: <https://jornal.usp.br/ciencias/ciencias-ambientais/usp-produz-plastico-100-biodegradavel-com-residuos-da-agroindustria/>. Acesso em: 26 abr. 2019

PEIXOTO, Eduardo Motta Alves. Fósforo. **Química Nova na Escola**, n. 15, p. 15, mai. 2002. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc15/v15a12.pdf>. Acesso em 29 mai. 2019.

Compreendendo a urina: diluição e concentração



Qual a quantidade de água que você bebe por dia?

O objetivo desta atividade é conhecer um pouco mais sobre a urina e sua composição química. A urina, resultado da filtragem do sangue realizada pelos rins, é uma solução complexa. O vídeo “P4Tree” apresenta um trabalho de pesquisa da UFMG em que um dos componentes da urina humana é reaproveitado. Caso necessário, assista novamente o vídeo disponível no endereço:

<https://www.youtube.com/watch?v=bNLw1iEeAs8>. A composição básica da urina humana, pode ser acompanhada no quadro 1:

| COMPOSIÇÃO URINA | | | |
|------------------|---|--------|----------|
| Teor (%) | Componente | Soluto | Solvente |
| 95 | Água (H ₂ O) | | |
| 2 | Ureia (NH ₂ CONH ₂) | | |
| 3 | Ácido úrico (C ₅ N ₅ H ₄ O ₃) | | |
| | Amônia (NH ₃) | | |
| | Minerais, tais como, sódio (Na ⁺), Potássio (K ⁺), Magnésio (Mg ²⁺), Cálcio (Ca ²⁺) Sulfato (SO ₄ ²⁻), Fosfato (PO ₄ ³⁻), Nitrito (NO ₂ ⁻) | | |
| | Creatinina (C ₄ H ₇ N ₃ O) | | |

Quadro 1: Composição básica da urina normal – adaptado de

<https://www.todabiologia.com/dicionario/urina.htm>. Acesso: 05 jan. 2019.

QUESTÕES:

Q1. Uma solução, tal como a urina, é uma mistura homogênea constituída por dois ou mais componentes. O solvente é aquele que promove a dissolução, normalmente o componente encontrado em maior proporção, e o soluto, componente em menor proporção e que está sendo dissolvido. MARQUE com um “X” na coluna correspondente do Quadro 1 para indicar qual dos componentes descritos é o solvente e quais são os solutos.

Q2. REPRESENTE, usando o modelo de partículas, as espécies (soluto e solvente) que constituem a solução de urina. Considere que apenas ureia e fosfato de sódio são encontrados na solução aquosa. Use legenda, se necessário.



Solução de urina.

Q3. INDIQUE, para o modelo feito na questão anterior, qual foi o número de cargas positivas e negativas representadas.

Cargas positivas: _____ Cargas negativas: _____

REFAÇA o seu modelo da solução, caso considere necessário.

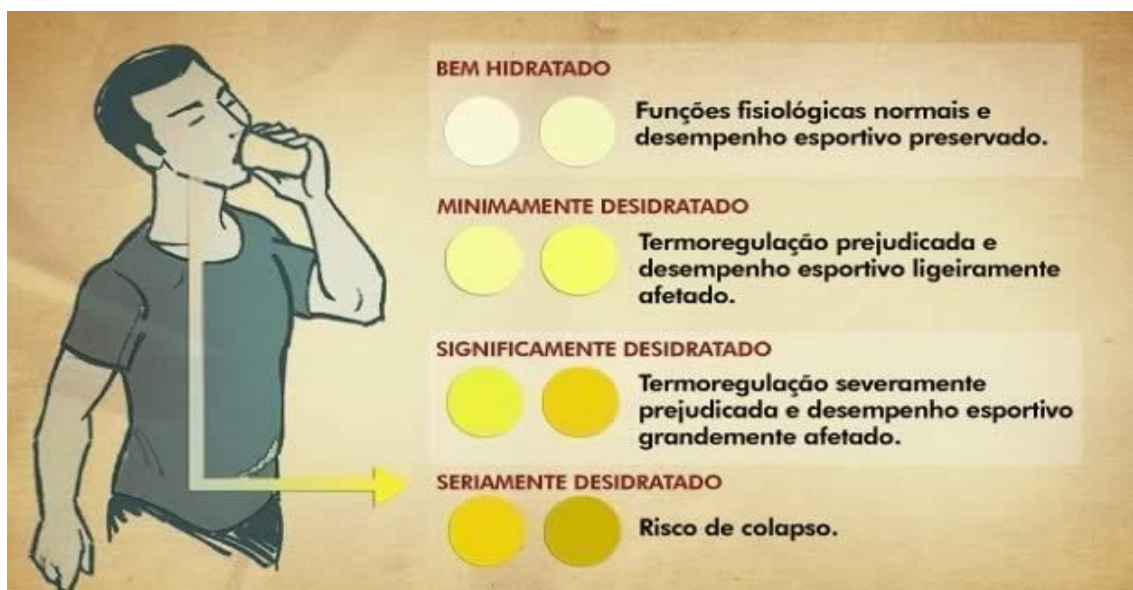


Solução de urina após observação das cargas

A urina humana é composta essencialmente de água, como já visto pela análise do Quadro 1. Além disso há toxinas presentes no sangue e outras espécies químicas solúveis em água, como vitaminas hidrossolúveis, descartadas se consumidas de maneira excessiva.

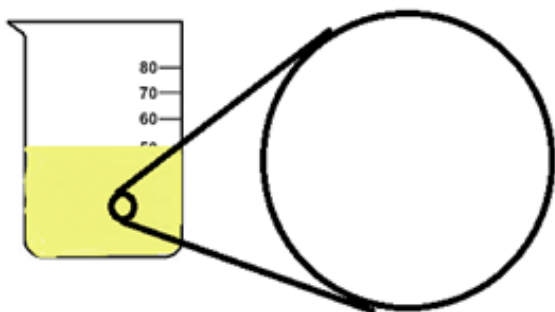
A figura a seguir mostra a diferença de coloração da urina em função da maior ou menor hidratação:

Figura 1: Significados da cor da urina

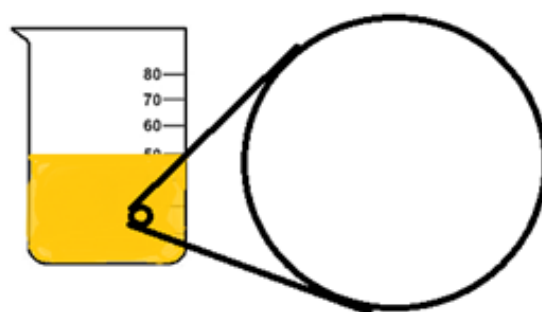


Fonte: Centro de Ensino e Aperfeiçoamento Profissional - CENAPRO (disponível em: <http://www.cenapro.com.br/images/noticias/cor-da-urina-significados.jpg>)

Q4- REPRESENTAR usando o modelo de partículas, a urina de um indivíduo bem hidratado e a urina de outra pessoa seriamente desidratada. Considere como único soluto presente na solução aquosa o fosfato de sódio (Na_3PO_4).



Frasco 1: Indivíduo hidratado



Frasco 2: Indivíduo desidratado

A observação macroscópica da urina nos dá informações a respeito da sua concentração. Urina de coloração bem clara indica boa hidratação. À medida que a coloração da urina se intensifica, mais concentrados os constituintes responsáveis pela cor, por isso dizemos que urina de coloração forte é indicativo de necessidade de água. O que isso quer dizer? Para manter boa hidratação diluímos, ou seja, diminuímos a concentração da solução de urina por adição do solvente, água. A representação das partículas da solução nos frascos 1 e 2 da questão 4 estará correta se foi considerado que para mesmo volume da solução - urina- quanto mais desidratado o indivíduo, mais concentrada a solução, ou melhor, maior o teor de soluto estará presente na sua urina.

Concentração: relação entre quantidade de soluto e quantidade de solução

Para quantificar o teor de soluto em relação à uma certa quantidade de solução usamos as diversas unidades de concentração. Focaremos em três: concentração percentual, concentração gramas por litro e concentração mol/L.

A) Concentração Percentual (%)

A concentração percentual indica a quantidade do soluto (podendo ser em grama ou mililitro dependendo do estado físico do soluto) existente em cada 100 de solução (g ou mL dependendo do estado físico da solução).

Exemplo 1: Em uma análise química foi determinada a presença de 13 gramas de ureia em um litro de uma amostra de urina. Qual a concentração percentual (%m/v) de ureia nesta solução?

13g ureia ----- 1.000 mL (1L) da solução (urina)

X ----- 100mL logo, X= 1,3g

A concentração percentual de ureia nesta amostra de urina é de 1,3% m/v

B) Concentração comum (g/L)

A concentração comum ou gramas por litro (g/L) indica a massa (em gramas) do soluto contida em cada litro da solução.

Exemplo 2: O rótulo de um isotônico apresenta como informação nutricional a presença de 6,9 g de açúcar para cada porção de 200mL da bebida. Qual a concentração g/L de açúcar no isotônico?

$$\begin{array}{l} 6,9\text{g açúcar (soluto)} \text{ ----- } 200\text{mL de isotônico (solução)} \\ X \quad \text{-----} \quad 1000\text{mL (1L)} \quad \text{logo, } X= 34,5\text{g} \end{array}$$

A concentração comum de açúcar no isotônico é igual a 34,5g/L

C) Concentração mol/L

A concentração mol por litro (mol/L) mostra a quantidade de matéria do soluto (em mol) existente em cada litro de solução. É uma concentração mais utilizada em laboratórios.

Exemplo 3: Um laboratorista preparou 2 litros de solução dissolvendo 180g de ureia ($\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$) em água. Qual a concentração mol/L?

Dados: massa molar da ureia ($\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$) = 60g/mol

Inicialmente precisaremos transformar a massa (em gramas) de ureia apresentada no enunciado em quantidade de matéria (em mols) por meio da massa molar informada:

$$\begin{array}{l} 1 \text{ mol ureia} \text{ ----- } 60\text{g} \\ X \quad \text{-----} \quad 180\text{g} \quad \quad X= 3\text{mol de ureia} \end{array}$$

Para encontrar a concentração mol/L precisamos saber qual a quantidade de matéria do soluto contida em cada litro de solução. Assim, voltando ao enunciado verificamos que a quantidade de matéria de ureia que encontramos no cálculo anterior foi utilizada na preparação de 2 litros de solução. Portanto:

$$\begin{array}{l} 3\text{mol ureia} \text{ ----} \quad 2\text{L de solução} \\ X \quad \text{-----} \quad 1\text{L} \quad \quad X= 1,5\text{mol} \end{array}$$

Esta solução possui concentração de ureia igual a 1,5mol/L.

Obs. Em estudos futuros, na química, representaremos a concentração de uma espécie colocando-a entre colchetes []. Vamos usar essa representação e informar a resposta à solicitação de cálculo deste exemplo 3.

Resposta: [ureia] = 1,5 mol/L ou [$\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$] = 1,5 mol/L. Isso significa que a concentração de ureia ($\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$) nesta solução é de 1,5 mol de unidades, no caso moléculas, para cada litro de solução.

Para melhor visualização e comparação apresentamos a tabela a seguir que dá um panorama de três tipos de concentração. Observe atentamente:

Tabela 1: Concentrações de soluções: Percentual, g/L e mol/L

| Concentração | Unidade de concentração | Soluto em relação à solução | Exemplo | Significado do exemplo |
|--|--------------------------------|---|--------------------------------------|---|
| Percentagem massa por volume | % m/v | Massa do soluto em gramas contida em cada 100mL de solução | Soro fisiológico 0,9% m/v | Há 0,9gramas de NaCl em 100mL da solução de soro fisiológico |
| Percentagem volume por volume | % v/v | Volume em mL do soluto contido em cada 100 mL de solução | Teor alcóolico da cerveja 4,5% v/v | Há 4,5 mL de álcool em 100 mL da solução cerveja |
| Percentagem massa por massa | % m/m | Massa em gramas do soluto contida em cada 100g de solução | Aliança de Ouro 18 quilates (75%m/m) | Há 75 g de ouro (Au) em 100g da solução aliança de ouro 18 quilates |
| Concentração comum ou gramas por litro | g/L | Massa do soluto em gramas contida em cada litro da solução | Fosfato na urina 0,3 g/L | Há 0,3 gramas de fosfato em 100mL da solução urina |
| Concentração mol por litro | Mol/L | Quantidade de matéria do soluto, em mol, contida em cada litro de solução | Suco gástrico HCl 0,05 mol/L | Há 0,05 mols de de HCl em 100mL da solução suco gástrico |

Veja alguns outros exemplos:

Exemplo 4-a) Em 250 ml (um copo) de um determinado refrigerante existem 27g de açúcar. Qual a concentração percentual (% m/V) de açúcar no refrigerante.

% massa/volume = massa do soluto em 100 mL da solução

Sabemos que em 250mL de solução ----- 27g açúcar

Em 100 mL de solução-----x x= 10,8%

Exemplo 4-b) Ao acrescentar água ao volume inicial de refrigerante até completar um litro, qual será o valor da nova concentração % m/v?

27g açúcar em-----1000mL

X_____-----100mL X = 2,7%

Como o volume aumentou 4 vezes (250mL x4 = 1000mL) por adição de solvente, a concentração do soluto diminuiu na mesma proporção.

Exemplo 5: Uma amostra de 1000mL de urina que possui concentração de fosfato de sódio igual a 0,3g/L, foi aquecida até o volume cair pela metade. Qual a nova concentração de fosfato em g/L?

A concentração de fosfato nos informa que em 1000mL de urina existem 0,3 gramas de fosfato. Ao retirar apenas solvente foi mantida a massa inicial de soluto

500 mL solução ---- 0,3g de fosfato

1000mL ----- X X= 0,6 g

A concentração de fosfato na urina dobrou e ficou igual a 0,6g/L

Segundo dados de pesquisas recentes, o **volume médio de urina de uma pessoa adulta por dia varia em torno de 1,5L**. Este volume depende muito mais do clima e da quantidade de líquido ingerido do que da massa corpórea do indivíduo. Os estudos concluíram que a urina humana representa cerca de 60% do fósforo encontrado no esgoto.

Q5 - No vídeo P4Tree, vimos que a concentração de fósforo na urina é de 0,3g/L. Qual a porcentagem (%) em massa/volume de fósforo existente na urina?

3 linhas

Q6a) - Considerando que nas comemorações do Carnaval 2019 na cidade de Belo Horizonte estavam previstos em 7 dias um total de 4,6 milhões de foliões, calcule a massa total de fósforo, em gramas e em toneladas, da urina que poderia ser recuperada, caso toda a urina fosse capturada em sistemas como o do P4Tree.

6 linhas

Q6b) - De acordo com dados do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas) a população belo-horizontina está estimada em 2,5 milhões de habitantes (dados de 2018). Calcule, em kg, a massa de fósforo da urina desperdiçada diariamente. De quanto é o desperdício anual?

4 linhas

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta atividade utilizamos o modelo de partículas para explicar a constituição submicroscópica da urina. Algumas observações importantes sobre o modelo de partículas:

- Em um estado físico, seja ele sólido, líquido ou gasoso, a representação deve ser feita por um conjunto de partículas da espécie tratada e não apenas uma partícula. A definição de um estado físico está relacionada às interações formadas ou rompidas entre partículas. Dessa forma não é correto representar uma porção de solução aquosa utilizando apenas uma molécula de água, por exemplo.
- Não ocorre dilatação ou contração no tamanho de uma partícula se a constituição atômica é mantida.

Vimos que os dados fornecidos no quadro 1 são representativos de parcela da composição da urina. Há estudos que mostram a identificação de mais de três mil compostos químicos na urina. Normalmente em casos como da urina, de composição complexa ou numerosa, representam-se as espécies mais importantes ao que se pretende tratar, as mais interessantes ou até mesmo as que são determinadas legalmente. Quando se diz, por exemplo, que um determinado produto comestível possui alto teor de sódio, essa é uma forma de destacar a presença de uma espécie, no caso o Na^+ , que deve ser consumida com parcimônia principalmente por uma parcela da população que, por questões de controle da saúde, possui dieta restritiva dessa espécie química. Não significa que esta seja a única espécie ou que estejamos nos referindo a uma substância (com fórmula química determinada) mas sim à presença do íon Na^+ . Mesmo porque seria improvável, ou melhor, impossível haver um

produto comestível que contenha a substância sódio, de fórmula Na, metal produzido em laboratório que reage violentamente com a água.

Dito isto, concluímos também que toda solução contém igual número de cargas positivas e negativas e podemos afirmar que toda solução é eletricamente neutra.

Trabalhamos a ideia de concentração por meio da coloração da urina, quanto mais escura, mais concentrada. A presença dos mesmos solutos numa solução mais diluída (menos concentrada) deve ser vista pelo maior espaçamento entre elas, espaçamento esse ocupado pelo solvente. Assim, para diluir facilmente uma solução acrescenta-se solvente. Por isso, considerando dietas que não alterem a coloração da urina, um indivíduo desidratado apresentará coloração de sua urina mais intensa que um indivíduo bem hidratado. Nestes casos, a cor da urina reflete o grau de hidratação do indivíduo.

Seguimos ainda com a introdução do uso das unidades de concentração. Para responder aos exercícios foi preciso trabalhar com a concentração percentual (%) e concentração comum (g/L) envolvendo mudanças de unidades: é preciso muita atenção! Além das unidades de concentração tabeladas no material temos várias outras unidades, como ppm, ppb, ppt... que são utilizadas de acordo com sua adequação. Como exemplo citamos o teor aceitável de arsênio (As) nas águas para consumo humano. Por se tratar de espécie muito tóxica, carcinógena, a legislação brasileira limita seu teor em águas para o valor máximo de 10 ppm (partes por milhão ou mg/L).

REFERÊNCIAS

LINCK, Lilian; RODRIGUES, Gustavo; MASCARENHAS, Marcello. Creatina, da biossíntese à aplicação: um estudo de revisão. **EFDeportes.com**. Buenos Aires, v. 16, n. 159, ago. 2011. Disponível em:

<https://www.efdeportes.com/efd159/creatina-da-biossintese-a-aplicacao.htm>. Acesso em: 05 jun. 2019.

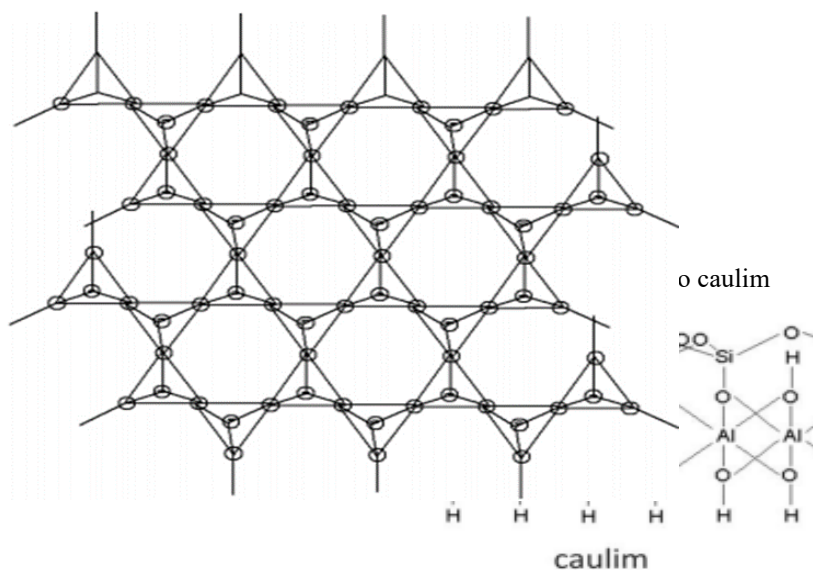
Para onde foi o fósforo

O vídeo P4Tree a tecnologia em que um material melhorado em laboratório, na forma de sachê/pastilha, captura o Fósforo (P) contido em um líquido. Tal material tem como base o serpentinito após tratamento em laboratório. Estudos mostram que o serpentinito é um material usado em solos agrícolas para fazer a calagem (correção da acidez pelo aumento de pH).



Os serpentinitos são rochas metamórficas ultrabásicas, formadas principalmente pelos óxidos de cálcio, magnésio e silício e pertencem ao grupo mineralógico da serpentina, que normalmente é formado pela antigorita $[(Mg,Fe)_3Si_2O_5(OH)_4]$ e a crisotila $[Mg_3Si_2O_5(OH)_4]$. Pouco estudados, possuem estrutura complexa que podem ser analisados com base em estruturas químicas próximas.

Figura 1: Parte de uma estrutura de lamela de um filossilicato $[Si_2O_5^{2-}]_n$.



Fonte: Loyola (2006) apud Bessa (2016, p. 17)

A figura 1 mostra a estrutura geral de um filossilicato da qual os serpentinitos fazem parte. Na figura 2 temos o caulim ou caolim em que substituindo o íon alumínio na estrutura do caulim por magnésio, forma-se a estrutura da serpentina^a

No P4Tree esse material derivado do serpentinito ao ser misturado com argila e cal, tem sua estrutura porosa modificada de modo a expor os átomos dos elementos já existentes na rocha como magnésio (Mg) e cálcio (Ca), para maximizar a interação com o fósforo (P). Assim, quando o sachê entra em contato com a urina, o P (fósforo) é melhor retirado da solução. Depois o sachê passa por tratamento térmico para ser utilizado como fertilizante, o que está em fase de teste.

Nesta atividade vamos simular o que ocorre com o fósforo encontrado na urina ao interagir com o sachê de P4Tree.

QUESTÃO PROBLEMA

Como você acha que funciona o material do P4Tree que captura o fósforo da urina?

Para esta atividade você vai precisar de cinco soluções:

- I. NH_4^+ (aq): Solução de nitrato de amônio - NH_4NO_3 - 0,1 mol/L
- II. Na^+ (aq): Solução de cloreto de sódio - NaCl - 0,1 mol/L
- III. Mg^{2+} (aq): Solução de sulfato de magnésio - MgSO_4 - 0,1 mol/L
- IV. Ca^{2+} (aq): Solução de nitrato de cálcio - $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ - 0,1 mol/L
- V. Solução de hidrogenofosfato de sódio - Na_2HPO_4 - 0,1 mol/L

E ainda:

Conta gotas

4 tubos de ensaio

1 porta tubos de ensaio

1 bastão de vidro

Toalha de papel

Mãos à obra:

1. Numere os tubos de ensaio de I a IV
2. Coloque cerca de 2mL de solução no frasco correspondente. Isto é, no frasco de número 1 coloque 2mL da solução I - NH_4^+ (aq) - e assim, sucessivamente, até a solução IV no frasco 4.

3. Pingue 10 gotas da solução V em cada tubo. Observe e anote no quadro.
4. Após a observação e anotação no quadro pegue um bastão de vidro limpo e seco, mergulhe-o dentro do líquido contido no tubo e faça ranhuras atritando o bastão nas paredes internas de cada um dos tubos e observe atentamente. Se necessário, acrescente o observado após a ranhura pelo bastão de vidro na tabela

| Tubo | Adição de 2mL da solução contendo | Observação após adição de 10 gotas da solução V (Na ₂ HPO ₄) -turbou/não turbou- | Observação após ranhura no tubo |
|-------------|-----------------------------------|--|---------------------------------|
| I | NH ₄ ⁺ (aq) | | |
| II | Na ⁺ (aq) | | |
| III | Mg ²⁺ (aq) | | |
| IV | Ca ²⁺ (aq) | | |

Q2- a) A formação de precipitado indica formação de espécie que possui baixa solubilidade no solvente. Dependendo da quantidade e da espécie formada a solução pode turvar em várias intensidades. Em qual/quais tubo(s) o líquido ficou turvo após mistura das soluções?

| |
|---------------|
| ***1 linha*** |
|---------------|

Q2- b) REPRESENTAR por meio de equação química caso tenha ocorrido transformação química em algum(s) dos tubos I, II, III e IV.

Utilize os dados da tabela de solubilidade a seguir para identificar a espécie que provocou o turvamento da solução.

Tabela 1: Solubilidade de alguns sais em água a 20°C

| Sal | Solubilidade em H ₂ O, a 20°C |
|---|--|
| Cloreto de cálcio, CaCl ₂ | Solúvel em água (740g/L) |
| Sulfato de magnésio, MgSO ₄ | Solúvel em água (300g/L) |
| Cloreto de sódio, NaCl | Solúvel em água (358g/L) |
| Nitrato de amônio, NH ₄ NO ₃ | Solúvel em água (1920g/L) |
| Nitrato de sódio, NaNO ₃ | Solúvel em água (874g/L) |
| Nitrato de cálcio, Ca(NO ₃) ₂ | Solúvel em água (2710g/L) |
| Sulfato de sódio, Na ₂ SO ₄ | Solúvel em água (200g/L) |
| Hidrogenofosfato dissódico, Na ₂ HPO ₄ | Solúvel em água (77 g/L) |
| Hidrogenofosfato de diamônio, (NH ₄) ₂ HPO ₄ | Solúvel em água (690g/L) |
| Hidrogenofosfato de magnésio, MgHPO ₄ | Praticamente insolúvel (0,25 g/L) |
| Hidrogenofosfato de cálcio, CaHPO ₄ | Praticamente insolúvel (0,1 g/L) |

Fonte: <http://www.merckmillipore.com/BR/pt/product>

8 linhas

Q3 - No vídeo P4Tree o pesquisador afirma que o material que vem sendo desenvolvido e testado na forma de sachê nos mictórios é capaz de aderir na sua superfície o fósforo contido em um líquido.

Considerando as observações do experimento, qual(is) cátion(s) dentre os apresentados seria(m) mais adequado(s) à constituição do material do P4Tree para capturar o fósforo

contido na urina? EXPLIQUE sua resposta levando em conta a composição da urina, como visto na atividade anterior.

4 linhas

O pesquisador Arthur Silva, na escolha do material para retirar o fósforo (P) da urina, precisou realizar vários testes. Um deles foi testar se a solução ainda permanecia com fósforo após passar pelo material capturador.

Q4- ESCREVA com suas palavras um procedimento para um experimento que comprove se o material selecionado para retirar todo o fósforo da urina foi eficiente ou não.

6 linhas

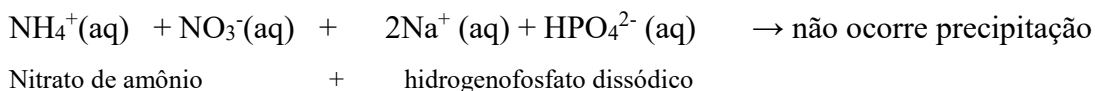
CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta atividade foi possível testar experimentalmente a diferença de solubilidade de sais em água. Usamos a solução de hidrogenofosfato dissódico (Na_2HPO_4), identificada como solução V, para simular a urina. As outras soluções estavam simulando possibilidades de cátions presentes no material capturador de fósforo, na verdade de fosfatos, da urina. A turvação ou opacidade visualizada ao misturarem duas soluções indica a formação de uma espécie pouco solúvel que precipita. Essa observação é um indício de transformação química.

Na química representamos por meio de equação apenas as transformações, sejam elas químicas ou físicas. Vejamos a questão 2, item b.

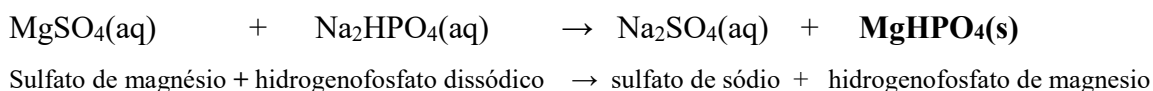
Nos tubos I e II não deveria ter ocorrido mudança visual, uma vez que as espécies presentes nas soluções, mesmo após a mistura, continuam solúveis, sem possibilidade de formação de espécie com baixa solubilidade.

Tubo I:

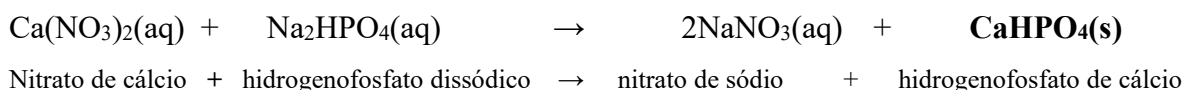


Tubo II:

Diferentemente do que ocorreu nos tubos III e IV.

Tubo III:

A tabela de solubilidade mostra que o sulfato de s\~{o}dio \u00e9 sol\u00favel, mas o hidrogenofosfato de magn\~{e}sio (**MgHPO₄**) possui baixa solubilidade e sua precipita\~{c}\~{a}o provocou o aspecto turvo na mistura.

Tubo IV:

Pela consulta na tabela de solubilidade podemos fazer duas afirma\~{c}\~{o}es. 1) A mistura das duas solu\~{c}\~{o}es no tubo 4 ficou turva pela forma\~{c}\~{a}o do hidrogenofosfato de c\u00e1lcio, sal praticamente insol\u00favel;2) a diferen\~{c}\~{a} na intensidade da turbidez na adi\~{c}\~{a}o de hidrogenofosfato diss\~{o}dico (urina) nos tubos III e IV est\u00e1 relacionada \u00e0 diferen\~{c}\~{a} de solubilidade dos sais que precipitaram. A turbidez do frasco III foi devida \u00e0 forma\~{c}\~{a}o de sal – hidrogenofosfato de magn\~{e}sio -cuja solubilidade (0,25 g/L) \u00e9 superior \u00e0 do sal formado no tubo IV – hidrogenofosfato de c\u00e1lcio – de solubilidade igual a 0,1g/L. Considerando mesmas quantidades e mesma concentra\~{c}\~{a}o, quanto menor a solubilidade do produto formado mais turva fica a mistura.

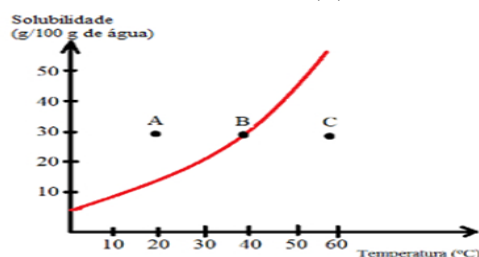
Cada soluto possui um limite de solubilidade (h\u00e1 casos de limite infinito como na dissolu\~{c}\~{a}o do etanol em \u00e1gua nas condi\~{c}\~{o}es ambientais). Esse limite depende do solvente, da temperatura e da press\u00e3o (quando envolver g\u00e1s). Podemos encontrar os valores desse limite na forma de tabela ou gr\u00e1fico. Estes valores s\u00e3o obtidos experimentalmente.

Em um gr\u00e1fico de solubilidade em \u00e1gua temos como eixo das ordenadas (y) a massa de soluto em gramas para cada 100g de \u00e1gua e no eixo das abscissas (x) a temperatura da \u00e1gua. Usamos como pontos para a constru\~{c}\~{a}o da curva de solubilidade de um dado soluto, as quantidades

máximas (em gramas) de soluto, em cada temperatura, que é dissolvida em 100 gramas de água (H₂O). No gráfico, qualquer ponto que faça parte da curva de solubilidade de um soluto corresponde a uma **solução saturada** que é **definida como solução que contém o limite da quantidade de soluto que o solvente consegue dissolver**. No gráfico 1 a seguir, o ponto B, por fazer parte da curva de solubilidade, corresponde a uma solução saturada. Qualquer ponto abaixo da curva de solubilidade corresponderá a uma **solução insaturada**, ou seja, **aquela em que a quantidade de soluto dissolvido é menor que o limite que o solvente consegue dissolver**, tal como o ponto C.

Quando se adiciona quantidade de soluto maior que o limite da sua dissolução haverá formação de precipitado (ou corpo de chão). O ponto A corresponde ao de uma solução que contém quantidade de soluto dissolvido igual ao limite e também soluto em quantidade superior ao limite que fica insolúvel, como precipitado.

Gráfico 1 - Curva de solubilidade: solução saturada com precipitado (A), solução saturada (B) e solução insaturada(C)



Fonte: Fogaça, 2019

É possível conseguir formar uma solução que contenha quantidade de soluto dissolvido superior ao limite. Quando isso ocorre dizemos ter obtido uma solução supersaturada. As soluções supersaturadas são instáveis e choque mecânico (como atrito nas paredes do frasco!), choque térmico e, em certos casos, ondas sonoras que serão capazes de promover a precipitação do excesso de soluto (quantidade maior que limite da solubilidade) que se encontrava dissolvido. É possível também, em alguns casos, formar uma solução supersaturada por alterações de temperatura.

No procedimento 4 do experimento desta atividade foi usado um bastão de vidro para friccionar as paredes dos frascos. Isso foi solicitado porque quando não se observa precipitação (turvação) perceptível na mistura de cátions Mg²⁺ com ânions hidrogenofosfato

(HPO_4^{2-}) pode ter sido formada uma solução supersaturada. Assim era esperado alteração com melhor visualização da turvação após a fricção do bastão de vidro apenas no tubo III.

Concluindo, soluções supersaturadas são instáveis em oposição às soluções saturadas, insaturadas e saturadas com precipitado que são normalmente estáveis. A título de curiosidade, o mel é um exemplo de solução supersaturada de açúcares. Por ser instável, sua cristalização (mel que açucara ou se torna “empedrado”) não pode ser motivo de dúvida de sua origem.

REFERÊNCIAS

PASTORI, Heloíse O. A estrutura dos silicatos. **Chemkeys: Liberdade para aprender**, Universidade Estadual de Campinas, p.1-10, 2002. Disponível em: <http://www.greencat.ufscar.br/people/teaching-1/applied-inorganic-chemistry-2016/silicatos-chemkeys>. Acesso em: 16 out. 2019.

BESSA, Raquel de Andrade. **Síntese e caracterização de compósitos de zeólitas magnéticas utilizando caulim para abrandamento de águas**. 68 f. 2016. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará, 2016. Disponível em: <https://www.tratamentodeagua.com.br/wp-content/uploads/2016/10/S%C3%ADntese-e-caracteriza%C3%A7%C3%A3o-de-comp%C3%B3sitos-de-ze%C3%B3litas-magn%C3%A9ticas-utilizando-caulim-para-abrandamento-de-%C3%A1guas.pdf>. Acesso em: 03 out. 2019.

BROWN, Theodore; LEMAY, H. Eugene; BURSTEN, Bruce E. **Química: a ciência central**. 9. ed. Prentice-Hall, 2005. 972 p.

FOGAÇA, Jennifer Rocha Vargas. Gráficos das curvas de solubilidade. **Brasil Escola**. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/quimica/graficos-das-curvas-solubilidade.htm>. Acesso em: 11 ago. 2019.

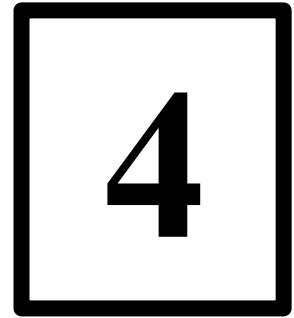
SILVA, Robson Alves da; MAIA, Geraldo Arraes; SOUSA, Paulo Henrique Machado de; COSTA, José Maria Correia da. Composição e propriedades terapêuticas do mel de abelha.

Alimentos e Nutrição, Araraquara, v.17, n.1, p.113-120, jan./mar. 2006. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/49599717_Composicao_e_propriedades_terapeuticas_do_mel_de_abelha. Acesso em: 05 jun. 2019.

VOGEL, Arthur I. **Química analítica qualitativa**. 5. ed. São Paulo: Mestre Jou, 1981. p.315-316.

Fósforo como fertilizante

O vídeo P4Tree em mais de uma passagem mostra a importância do Fósforo (P) para as plantas.



Você reconhece o efeito da deficiência de fósforo em alguma planta?

Figura 1 – Sintoma da deficiência de Fósforo na folha do milho



Fonte: Nutrição de safras. Disponível em: <https://www.nutricaoodesafras.com.br/fosforo#phosphorus-deficiency-in-plants>. Acesso em 04 mar. 2019.

Os sintomas característicos da deficiência de fósforo incluem arroxejamento na parte inferior da folha, floração retardada, atraso no crescimento em plantas jovens, morte das folhas mais velhas e caule delgado.

Para suprir as necessidades de fósforo de uma planta devem ser levadas em conta características como pH do solo, textura e estrutura do solo além do tipo de cultura a ser desenvolvida.

A legislação brasileira define fertilizante como substância mineral ou orgânica, natural ou sintética, fornecedora de um ou mais nutrientes de plantas.

Nesta atividade, iremos analisar os rótulos de fertilizantes usados em jardins e hortas.

Fertilizante 1:**Níveis de Garantia**

| | |
|--|-------------------------------|
| Nitrogênio total (N) 12% | Enxofre (S) 5% |
| Fósforo (P₂O₅) (sol. CNA + água) 5% | Ferro (Fe) 0,2% |
| Potássio (K₂O) (sol. água) 15% | Magnésio (Mg) 1% |
| Boro (B) 0,06% | Manganês (Mn) 0,08% |
| Cálcio 1% | Molibdênio (Mo) 0,005% |
| Cobre (Cu) 0,05% | Zinco 0,2% |
| Natureza Física: Farelado (mineral misto) | |

RECOMENDAÇÕES DE USO:

| Utilização | Dosagem | Frequência | Modo de aplicação |
|--------------------|--|-------------------|---|
| Vasos ou irrigação | 10 g (1 colher de sobremesa) diluir em 1 litro de água | A cada 15 dias | Regar a terra conforme o tamanho do vaso ou tamanho da planta |
| Plantas Jovens | 150 g por planta | A cada 60 dias | Espalhar sobre a terra, ao redor da planta, formando um arco igual ao da copa |
| Plantas Adultas | Distribuir 150g/m ² em baixo de toda a copa da árvore | A cada 60 dias | |

Fertilizante 2:

| UTILIZAÇÃO | DOSAGEM | FREQUÊNCIA | MODO DE APLICAÇÃO |
|--------------------------------------|---|-------------------|--|
| Vasos, Jardineiras e Forrações | 10 g (1 colher de sobremesa) diluir em 1 litro de água | A cada 15 dias | Regar a terra conforme o tamanho do vaso/jardineira/canteiro |
| Gramados | De 100 a 150 g /m ² | A cada 120 dias | Espalhar sobre a grama de preferência após o corte e regar bem em seguida |
| Arbustos e Plantas Ornamentais | Altura até 0,5 m – 30g De 0,5 a 1,5 m – 60g Acima de 1,5 m – 100g | A cada 45 dias | Espalhar sobre a terra, ao redor da planta, evitando o contato com o tronco |

Níveis de Garantia:

| | | | |
|---|------------|-----------------|--------|
| Nitrogênio total (N) | 13% | Enxofre (S) | 5% |
| Fósforo (P₂O₅) (sol. CNA + água) | 5% | Ferro (Fe) | 0,2% |
| Potássio (K₂O) (sol. água) | 13% | Magnésio (Mg) | 1% |
| Boro (B) | 0,04% | Manganês (Mn) | 0,08% |
| Cálcio | 1% | Molibdênio (Mo) | 0,005% |
| Cobre (Cu) | 0,05% | Zinco | 0,15% |

Natureza Física: Farelado (mineral misto)

Fertilizante 3:

| RECOMENDAÇÕES DE USO PARA PULVERIZAÇÃO: | | | |
|---|--------------------------------|------------|----------------------|
| CULTURA | DILUIÇÃO | FREQUÊNCIA | MODO DE APLICAR |
| Hortaliças em canteiros e vasos | Diluir 5 a 15 ml/Litro de água | Semanal | Pulverizar as folhas |

| RECOMENDAÇÕES DE USO VIA SOLO: | | | | |
|--------------------------------|--------------------------------|---|------------|--|
| CULTURA | DILUIÇÃO | DOSAGEM | FREQUÊNCIA | MODO DE APLICAR |
| Hortaliças em canteiros | Diluir 5 a 15 ml/Litro de água | 4 Litros da diluição por m ² | Semanal | Regar a terra de forma homogênea evitando o contato com a planta |
| Hortaliças em vasos | Diluir 5 a 15 ml/Litro de água | Regar o vaso como de costume | Semanal | |

As recomendações aqui contidas fazem parte de um programa básico de nutrição. Poderão ser alteradas em função de fatores climáticos, análises de solo e folhas e/ou recomendações técnicas.

| NÍVEIS DE GARANTIA: | g/litro | |
|---|---------|-------|
| Nitrogênio (N) | 9 % | 113,4 |
| Fósforo (P ₂ O ₅) (sol. água) Parte na forma de ácido fosforoso | 3 % | 37,8 |
| Potássio (K ₂ O) (sol. água) | 6 % | 75,6 |
| Boro (B) | 0,2 % | 2,52 |
| Cálcio (Ca) | 1 % | 12,6 |
| Cobre (Cu) | 0,08 % | 1,01 |
| Ferro (Fe) | 0,1 % | 1,26 |
| Magnésio (Mg) | 0,5 % | 6,3 |
| Manganês (Mn) | 0,2 % | 2,52 |
| Molibdênio (Mo) | 0,05 % | 0,63 |
| Zinco (Zn) | 0,4 % | 5,04 |

QUESTÕES

Q1 - Estes fertilizantes são conhecidos como fertilizantes NPK. Analisando a composição desses rótulos **INDIQUE** quais os componentes se relacionam com o nome NPK.

2 linhas

Q2 - **INDIQUE** o estado físico em que cada um deles é vendido. **JUSTIFIQUE**.

Estado físico do Fertilizante 1: _____

Justificativa:

3 linhas

Estado físico do Fertilizante 2: _____

Justificativa:

3 linhas

Estado físico do Fertilizante 3: _____

Justificativa:

| |
|----------------|
| ***3 linhas*** |
|----------------|

Q3 - Como podemos observar no rótulo 1, ao utilizar em vasos, jardineiras e forrações há recomendação de dosagem de 10g por litro de água mas se o uso for em gramado a dosagem é de 100g por m². EXPLIQUE o motivo dessa mudança de unidades.

| |
|----------------|
| ***4 linhas*** |
|----------------|

Q4 - Os rótulos não apresentam título “composição” mas sim “nível de garantia”. INDIQUE uma possível diferença entre os termos.

| |
|----------------|
| ***4 linhas*** |
|----------------|

Q5- Um nutriente essencial é uma espécie química sem a qual a planta não vive. Vários são os elementos minerais necessários à nutrição da planta. De acordo com a disponibilidade teremos macronutrientes ou micronutrientes. Nutrientes que a planta necessita assimilar em maior quantidade são conhecidos como macronutrientes. Os micronutrientes são aqueles necessários à planta em menor proporção. Para os componentes apresentados no rótulo do fertilizante 3, INDIQUE os macronutrientes e os micronutrientes. JUSTIFIQUE.

Macronutrientes: _____, _____, _____

Micronutrientes: _____, _____, _____, _____, _____

JUSTIFICATIVA:

| |
|----------------|
| ***4 linhas*** |
|----------------|

Q6 - CALCULE a massa de fósforo, em termos de P₂O₅, contida em 1kg do fertilizante 1.

| |
|----------------|
| ***4 linhas*** |
|----------------|

Q7 - No vídeo P4Tree o pesquisador Arthur Silva mostra para a cidade de Belo Horizonte/MG o montante de fósforo que é desperdiçado na urina. Utilizando também os valores encontrados no item anterior (Q6), CALCULE a massa de fertilizante (rótulo nº 1)

que poderia deixar de ser produzida anualmente caso não houvesse desperdício do fósforo da urina.

6 linhas

Q8 - O valor encontrado na questão anterior é considerado relevante? Vale a pena?

Leia atentamente os dados referentes à importação brasileira de fertilizantes fosfatados na figura a seguir. Considere os dados referentes à massa de fertilizante fosfatado calculado no item anterior, considere ainda que população brasileira possui mais de 208 milhões de habitantes.

Figura 2: :Importação de fertilizantes fosfatados no Brasil em 2018.



Fonte: Boletim informativo Globalfert, abr./2019. Disponível em: <https://globalfert.com.br/boletins-gf/20>. Acesso em 07 jun.2019

a) CALCULE a massa de fertilizante que seria produzida caso toda a urina humana do Brasil fosse captada pelo P4Tree.

4 linhas

b) CALCULE a porcentagem da economia na importação, somente pela captação de fósforo da urina no Brasil.

5 linhas

c) Formule uma RESPOSTA com justificativa aos questionamentos que iniciaram o enunciado desta questão.

6 linhas

Q 9- Segue link de 4 notícias sobre a crise na produção de fertilizantes nitrogenados pela Petrobras. Discuta os posicionamentos e informações contidas nos textos com seu grupo (4 a 6 componentes). **Textos no anexo 1.**

A partir da leitura e discussão no grupo, REDIJA um parágrafo sobre a opinião do grupo que contemple: os impactos na produção e preço dos fertilizantes nitrogenados, mão de obra e espaço ociosos, incentivo à pesquisa, lucro/prejuízo a longo prazo para o Brasil. Imponha a marca do grupo no texto ressaltando as divergências, se houver.

Notícia 1

ORDOÑEZ, Ramona. Petrobras tenta arrendar fábricas de fertilizantes para evitar fechamento: Desde março, a estatal decidiu fechar as unidades na Bahia e em Sergipe, mas pressões políticas fizeram com que adiasse a medida. **Globo.com**, 10/01/2019. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/economia/petrobras-tenta-arrendar-fabricas-de-fertilizantes-para-evitar-fechamento-23360692>. Acesso em 07 abr. 2019.

Notícia 2

PETROBRAS prepara saída do setor de fertilizantes: Petrobras iniciou nessa quinta-feira (10) o processo de arrendamento das fábricas de fertilizantes do Sergipe (Farfen-SE) e da Bahia (Farfen-BA); país é o quarto maior consumidor de fertilizantes do mundo e, hoje, importa mais de 75% do que utiliza; para a FUP, as concessões deixarão o país refém das variações de preços do mercado internacional, o que impacta negativamente na estratégia de produção e na soberania nacional. **Brasil 247**, 11/01/2019. Disponível em: <https://www.brasil247.com/pt/247/economia/380056/Petrobras-prepara-sa%C3%ADda-do-setor-de-fertilizantes.htm>. Acesso em 07 abr. 2019.

Notícia 3:

UNIDADES de fertilizantes da Petrobras serão arrendadas. O plano de negócios prevê a saída completa da petroleira do segmento de fertilizantes. 12 /02/ 2019. **Confederação Nacional do Ramo Químico**. Disponível em: <http://cnq.org.br/noticias/unidades-de-fertilizantes-da-petrobras-serao-arrendadas-3d93/>. Acesso em 07 abr. 2019.

Notícia 4:

PAMPLONA, Nicola. Petrobras abre processo para arrendar fábricas de fertilizantes na Bahia e em Sergipe: A companhia não tem mais interesse em permanecer no setor. 10/01/2019. **Folha de São Paulo**. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2019/01/petrobras-abre-processo-para-arrendar-fabricas-de-fertilizantes-na-bahia-e-em-sergipe.shtml>. Acesso em: 07 abr. 2019.

Q10 - Como a urina vem sendo usada no mundo?

Questão para ser realizada em grupo. Leia um dos textos (artigos/reportagens) a seguir (um texto por grupo). Após exposição de cada grupo REDIJA um texto comparando a forma com que a urina, um rejeito, vem sendo utilizada em alguns locais do planeta. Obs. Textos no anexo II.

- 1) Trocando em Miúdo: Uso de urina como fertilizante é exemplo de economia sustentável. (20/09/2016). Disponível em: <http://radioagencianacional.abc.com.br/economia/audio/2016-09/trocando-em-miudo-uso-de-urina-como-fertilizante-e-exemplo-de-economia>. Acesso em: 31 mar. 2019
- 2) Peecycling: você já pensou em reciclar o xixi? Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/component/content/article/67-dia-a-dia/3559-peecycling-voce-ja-pensou-em-reciclar-o-xixi.html>. Acesso em 31 mar. 2019

- 3) Instituto reutiliza urina humana tratada em plantações nos EUA. (25/08/2016). Disponível em: <https://revistagloborural.globo.com/Noticias/Agricultura/noticia/2016/08/instituto-reutiliza-urina-humana-tratada-em-plantacoes-nos-eua.html>. Acesso em 31 mar. 2019.

- 4) Saiba como a Holanda aproveita a urina para transformá-la em fertilizante. (08/08/2017). Disponível em: <https://www.correio24horas.com.br/noticia/nid/saiba-como-a-holanda-aproveita-a-urina-para-transforma-la-em-fertilizante/>. Acesso em 31 mar.2019.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta atividade você pôde analisar rótulos de fertilizantes encontrados no comércio. Em todos há uma relação de nutrientes, macronutrientes e micronutrientes, que são espécies químicas com funcionalidades importantes no desenvolvimento do vegetal. Em uma

comparação mais atenta verificamos que os diversos componentes são, com exceção do enxofre ausente no fertilizante nº 3, os mesmos. Há diferenças nos teores das espécies químicas em cada fertilizante e um detalhe: nos três fertilizantes o fósforo (P), descrito como P_2O_5 por força de regulamentação do Ministério da Agricultura brasileiro, é um macronutriente e, portanto, um nutriente necessário para a planta em maior proporção.

A leitura e discussão das reportagens nos fornecem informações acerca da importância social e econômica do uso e produção de fertilizantes no Brasil. Pelos cálculos da questão 8 foi possível dimensionar o desperdício de fósforo da urina que atualmente continua sendo descartada e avaliar o impacto de sua utilização. Não só impacto econômico, mas também ambiental. Assim, o termo nutriente, que a princípio só percebemos contribuição positiva, também possui um lado nefasto quando sua utilização não prevê captação para reuso.

REFERÊNCIAS

ZANCHETA, P.G. **Recuperação e tratamento da urina humana para uso agrícola**. 83 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Espírito Santo, jun. 2007. Disponível em: <http://repositorio.ufes.br/handle/10/3889>. Acesso em: 20 fev. 2019.

Momento de fama

O vídeo P4Tree foi produzido para divulgar uma pesquisa científica brasileira atual focada na química sustentável. Nele há informação visual (imagem estática, imagem em movimento, legenda) e sonora. Do nosso ponto de vista, um vídeo curto imprime menor desgaste ao espectador, conseguindo, no entanto, veicular conteúdo extenso. Apesar de sua curta duração, o vídeo apresentou muitas ideias e informações.

O vídeo P4Tree tem duração de cerca de 3 minutos, mas foi concebido para ter menos de 2 minutos. Isso significa que para ter sentido e coesão deve-se considerar uma margem de expansão desse vídeo. Nesta atividade você e os componentes de seu grupo serão os protagonistas, produtores e editores de um vídeo de curta duração. Mãos à obra!



Forme grupo de 5 a 6 integrantes.

Escolha um tema de seu interesse dentre aqueles que surgiram no vídeo P4Tree.

Tema 1: Eutrofização

- a) O que é a eutrofização?
- b) Como se dá sua formação
- c) Quais as espécies químicas envolvidas
- d) Exemplos na cidade

Tema 2: Mineração Urbana

- a) Definição de Mineração Urbana
- b) Histórico da mineração urbana no Brasil
- c) Quais as espécies químicas mais mineradas e potencial aproveitado
- d) Qual a relação entre mineração urbana e economia circular

Tema 3: História do Fósforo

- a) Descoberta do fósforo
- b) Usos do fósforo (presente, passado e futuro)
- c) Fontes de fósforo
- d) Espécies químicas mais encontradas contendo o elemento fósforo

Tema 4: Sustentabilidade Química

- a) O que é Química Verde ou Química sustentável?
- b) História da Química Verde: quando surgiu, como e por quem?
- c) Desenvolvimento tecnológico e sustentabilidade: exemplos de ações positivas

Seu grupo deve produzir um vídeo curto com duração de 2 minutos a, no máximo, 5 minutos, seguindo o roteiro proposto pelo grupo.

Após a finalização, entregue roteiro, vídeo e avaliação dessa atividade contendo as dificuldades encontradas.

Assista aos demais vídeos produzidos e você verá que muitos percalços são comuns e resolvidos de maneiras distintas que podem ser compartilhadas.

Você pode compartilhar seu vídeo em uma plataforma como o *YouTube*.

Instruções:

Faça um roteiro com a sequência escrita de todas as falas e imagens que serão gravadas.

A filmagem pode ser feita com celular desde que na posição horizontal.

Atenção para a escolha do local de forma a não ter eco no áudio, isso dificulta a audição e até causa incômodo.

A luz também é importante: muita ou pouca iluminação podem comprometer sua gravação.

Escolha um som de fundo que combine com o tema escolhido. Cuidado com os direitos autorais.

Adicione legendas se necessário.

Escolha um nome criativo para o vídeo.

Adicione os créditos, ou seja, os agradecimentos a quem participou ou contribuiu para a produção de seu vídeo.

Dicas:

Caso você não tenha familiaridade com produção de vídeo assista um tutorial. Acesse no *YouTube*:

https://www.youtube.com/watch?reload=9&v=SxDMfU0_YHc&feature=youtu.be

Direitos autorais e direito de imagem são sérios e o uso de imagem, música, texto, etc. sem autorização de quem os detém pode causar transtornos desnecessários. Como sugestão de músicas de acesso livre veja o link: <http://freemusicarchive.org>.

CONSIDERAÇÕES FINAISUm exemplo para ajudar e que pode ser seguido:

O vídeo P4Tree foi pensado a partir de um outro vídeo, que não chegava a dois minutos de duração e, no entanto, conseguia passar muitas ideias.

Quando vamos criar algo, é importante conhecer bem o meio de comunicação que vamos usar. O melhor jeito de fazer isso é usando esse meio de maneira crítica. Ou seja, se você quer escrever bem, deve ler bastante e ler com cuidado, prestando atenção como o autor escreveu suas ideias. No caso do vídeo é a mesma coisa. Assistir muitos vídeos curtos, prestando atenção em como eles foram organizados, pode te dar ideias valiosas.

Foram feitas diversas reuniões para entendermos a dinâmica do vídeo que usamos de modelo. Esse trabalho se deu de forma colaborativa. Ao colocar o vídeo para rodar e parar a cada novo detalhe, conseguimos “dissecar” o vídeo e encontramos a seguinte sequência:

1. Concepção de Ciência. O que é ciência para o pesquisador/narrador
2. Apresentação da pessoa (pesquisador)
3. Apresentação do problema, da forma como o(a) pesquisador(a) percebe o problema (busca por imagem de referência)
4. Descrição de como funciona o aparato solucionador, o que a pessoa do pesquisador(a) pensou para elaboração do dispositivo
5. Exibição do prêmio (imagem)
6. Descrição por fala acerca do processo de fazer e dos entraves e superações
7. Relação ciência/comunidade/ na percepção da pessoa do(a) pesquisador (a)

que serviu como modelo.

A produção de um vídeo pode promover descoberta de talentos adormecidos. Assim... não desanimar é uma boa dica. Para tratar as questões propostas no seu tema pense nas ideias da química verde da atividade introdutória e do vídeo P4Tee. A busca pelas respostas através de pesquisa/entrevista para guiar seu vídeo também possibilita o encontro de muitas informações novas que poderão ou não fazer parte do seu vídeo.

ANEXO I - Textos Questão 09 Atividade 4 - Fósforo como fertilizante

Notícia 1

ORDOÑEZ, Ramona. Petrobras tenta arrendar fábricas de fertilizantes para evitar fechamento: Desde março, a estatal decidiu fechar as unidades na Bahia e em Sergipe, mas pressões políticas fizeram com que adiasse a medida. **Globo.com**, 10/01/2019. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/economia/petrobras-tenta-arrendar-fabricas-de-fertilizantes-para-evitar-fechamento-23360692>. Acesso em 07 abr. 2019.

Petrobras tenta arrendar fábricas de fertilizantes para evitar fechamento

Desde março, a estatal decidiu fechar as unidades na Bahia e em Sergipe, mas pressões políticas fizeram com que adiasse a medida

Ramona Ordoñez

10/01/2019 - 12:52 / Atualizado em 10/01/2019 - 20:17



Fábrica de fertilizantes da Petrobras na Bahia Foto: Reprodução/Petrobras

RIO - Sem poder vender, nem encerrar as operações, a Petrobras anunciou nesta quinta-feira o início de um processo licitatório em busca de interessados no arrendamento (uma espécie de aluguel) para as duas fábricas de fertilizantes nitrogenados, a Fafen Bahia e a Fafen Sergipe. As duas unidades dão prejuízos desde 2016, e somente em 2017 as duas registraram perdas de R\$ 800 milhões.

Logo após anunciar o fechamento das duas fábricas em março do ano passado, surgiram fortes pressões políticas dos governos estaduais, de deputados e de representantes dos sindicatos dos petroleiros por conta do impacto negativo nas regiões. A Petrobras decidiu suspender a hibernação das duas unidades por um prazo que terminou em outubro e foi prorrogado até o próximo dia 31.

A ideia de arrendamento começou a ser avaliada pelos técnicos da estatal desde outubro do ano passado e agora a Petrobras decidiu que seria a melhor solução. A estatal espera um resultado positivo em seu projeto de encontrar interessados nas duas fábricas ainda este mês, considerando que o prazo para o início da hibernação. No ano passado, a estatal calculou que o custo de manter as duas unidades hibernando é da ordem de R\$ 300 mil por ano.

O processo licitatório que começa nesta quinta-feira inclui também os terminais marítimos de amônia e ureia no Porto de Aratu (BA). Mesmo que decidisse vender as duas fábricas, estaria impedida por conta da liminar do Supremo Tribunal Federal (STF) que determina que a venda do controle de empresas tem que ser aprovadas pelo Congresso.

Em março de 2018 quando anunciou sua decisão de fechar unidades, a Petrobras alegou que os fertilizantes nitrogenados produzidos pelas duas fábricas não estavam conseguindo competir com os produtos importados por terem custos elevados usando o Gás Natural Liquefeito (GNL) importado como matéria-prima.

As unidades dão resultados negativos desde 2016. A Fafen-BA é uma unidade de fertilizantes nitrogenados com capacidade de produção total de ureia de 1.300 t/dia. Também comercializa amônia, gás carbônico e agente redutor líquido automotivo (Arla 32). A Fafen-SE é uma unidade de fertilizantes nitrogenados com capacidade de produção total de ureia de 1.800 t/dia. Também comercializa, amônia, gás carbônico e sulfato de amônio (também usado como fertilizante).

Notícia 2

PETROBRAS prepara saída do setor de fertilizantes: Petrobras iniciou nessa quinta-feira (10) o processo de arrendamento das fábricas de fertilizantes do Sergipe (Farfen-SE) e da Bahia (Farfen-BA); país é o quarto maior consumidor de fertilizantes do mundo e, hoje, importa mais de 75% do que utiliza; para a FUP, as concessões deixarão o país refém das variações de preços do mercado internacional, o que impacta negativamente na estratégia de produção e na soberania nacional. **Brasil 247**, 11/01/2019. Disponível em: <https://www.brasil247.com/pt/247/economia/380056/Petrobras-prepara-sa%C3%ADda-do-setor-de-fertilizantes.htm>. Acesso em 07 abr. 2019.

Petrobras prepara saída do setor de fertilizantes

Petrobras iniciou nessa quinta-feira (10) o processo de arrendamento das fábricas de fertilizantes do Sergipe (Farfen-SE) e da Bahia (Farfen-BA); país é o quarto maior consumidor de fertilizantes do mundo e, hoje, importa mais de 75% do que utiliza; para a FUP, as concessões deixarão o país refém das variações de preços do mercado internacional, o que impacta negativamente na estratégia de produção e na soberania nacional

11 de janeiro de 2019, 18:05 h

Atualizado em

17 de maio de 2019, 04:49



Petrobras prepara saída do setor de fertilizantes (Foto: REUTERS/Paulo Whitaker)

Rede Brasil Atual - A Petrobras iniciou nessa quinta-feira (10) o processo de arrendamento das fábricas de fertilizantes do Sergipe (Farfen-SE) e da Bahia (Farfen-BA). A estatal deixará de ter o controle de uma produção de 3.100 toneladas por dia de fertilizantes, que passará para as mãos de empresas privadas. Também serão arrendados os terminais marítimos no Porto de Aratu (BA), com capacidade de armazenagem e carregamento de 50 mil toneladas dos produtos.

Os números representam 30% de toda a produção brasileira. O país é o quarto maior consumidor de fertilizantes do mundo e, hoje, importa mais de 75% do que utiliza. Para a Federação Única dos Petroleiros (FUP), as concessões deixarão o país refém das variações de preços do mercado internacional, o que impacta negativamente na estratégia de produção e na soberania nacional.

"A saída da Petrobras do segmento de fertilizantes, além de comprometer a soberania alimentar, coloca o país na direção contrária de outras grandes nações agrícolas, cujos mercados de fertilizantes estão em expansão", afirma a entidade. Os petroleiros temem que as medidas possam elevar em até 15% os preços dos produtos.

Perder o controle do setor pode impactar em outras áreas e encarecer toda uma cadeia produtiva e estratégica para o país, alerta a FUP. "O abandono do segmento torna o país dependente dos preços internacionais (...) A Petrobras é a grande produtora nacional de gás natural e, estrategicamente, deveria manter suas operações e investimentos no setor de fertilizantes para garantir o abastecimento e a estabilidade dos preços", afirma.

A entrega de recursos estratégicos vai no sentido contrário das políticas que foram adotadas durante os governos dos anos 2000. "Os governos Lula e Dilma trabalharam para reduzir a dependência externa, através da implementação do Plano Nacional de Fertilizantes e da ampliação da participação da Petrobras no setor, com desenvolvimento de novas fábricas, como a Fafen Uberaba e a Fafen Mato Grosso do Sul, que chegou a ter 85% das obras concluídas, mas foi paralisada pela gestão de Pedro Parente."

Parente, que foi presidente da empresa durante o governo de Michel Temer (MDB), já havia iniciado o processo de entrega do setor de fertilizantes. "Logo após o golpe que derrubou Dilma Rousseff, a empresa anunciou a venda das fábricas de Araucária e do Mato Grosso do Sul, cujas negociações foram suspensas no início de julho, após o Supremo conceder liminar proibindo a venda de empresas públicas sem autorização do Legislativo", completa a FUP.

Agora, a empresa sob comando de Roberto Castello Branco, indicado pelo presidente Jair Bolsonaro (PSL), acelera o projeto do governo Temer e deixa o Brasil distante de uma autossuficiência no setor, que quase foi alcançada. "Se as novas plantas estivessem produzindo, a necessidade de importação de fertilizantes seria inferior a 10%. Ou seja, o Brasil passaria a ser praticamente autossuficiente com a perspectiva de se tornar o maior produtor mundial de alimentos. Agora, o país caminha para a total dependência do setor privado e das multinacionais", completa a entidade.

Notícia 3

UNIDADES de fertilizantes da Petrobras serão arrendadas. O plano de negócios prevê a saída completa da petroleira do segmento de fertilizantes. 12 /02/ 2019. **Confederação Nacional**

do Ramo Químico. Disponível em: <http://cnq.org.br/noticias/unidades-de-fertilizantes-da-petrobras-serao-arrendadas-3d93/>. Acesso em 07 abr. 2019.

Unidades de fertilizantes da Petrobras serão arrendadas

[VOLTAR](#)

🕒 12 de Fevereiro de 2019 Petrobras

A⁺ A⁻

O plano de negócios prevê a saída completa da petroleira do segmento de fertilizantes

A Petrobras iniciou oficialmente tentativas para arrendar suas fábricas de fertilizantes nitrogenados (Fafens) em Sergipe e na Bahia. Com isso, a estatal quer pôr fim a um impasse que perdura desde o ano passado. O objetivo é identificar interessados em assumir a operação das “Fafens” e, assim, evitar o fechamento das plantas, que já não fazem mais parte dos planos da petroleira.

A estatal lançou semana passada a etapa de pré-qualificação para habilitar eventuais interessados em arrendar as fábricas. Caso o interesse se confirme, a companhia fará uma licitação para escolher o novo operador das fafens nordestinas.

Inicialmente, a Petrobras pretendia hibernar as fafens de Sergipe e Bahia devido aos prejuízos com a operação das unidades. O plano de negócios da companhia prevê a saída completa da petroleira do segmento de fertilizantes.

Além de buscar uma solução para as fábricas de Sergipe e Bahia, a empresa tenta vender a fafen de Araucária (PR) e a unidade de Três Lagoas (MS) — a companhia chegou a iniciar os desinvestimentos, mas os processos foram interrompidos em meados do ano passado depois que o ministro do Supremo Tribunal Federal (STF), Ricardo Lewandowski, proibiu a alienação do controle de estatais e suas subsidiárias sem o aval do Congresso.

Mais de mil empregados

A companhia anunciou em março do ano passado que pretendia interromper as operações das unidades ainda no primeiro semestre. A notícia pegou as indústrias locais de surpresa e houve então uma pressão política para que a empresa voltasse atrás. De acordo com

informações técnicas fornecidas pela Petrobras, as duas fábricas empregam cerca de 1,3 mil pessoas, entre funcionários próprios e terceirizados.

De um lado do impasse, estão os interesses empresariais da Petrobras, que, em 2017, acumulou um prejuízo de cerca de R\$ 800 milhões com as duas unidades e não vê mais atratividade econômica em mantê-las em operação.

Por outro lado, segundo reportagem do Valor, o impacto da decisão sobre a dinâmica das economias locais levou governos estaduais e as indústrias que gravitam no entorno das fafens a pedirem ao então presidente da estatal, Pedro Parente, mais tempo para que se buscassem medidas alternativas para garantir o suprimento de matérias-primas à indústria local. Empresas do setor químico como Braskem, Oxiteno e Unigel utilizam como matéria-prima a amônia e o gás carbônico produzidos pelas fafens.

Diante do impasse, a data de hibernação foi então postergada para 31 de outubro. Em novembro, o estatal prorrogou o prazo por mais três meses — até janeiro.

Ao mesmo tempo em que busca interessados no arrendamento das unidades, a Petrobras trabalha em conjunto com clientes para garantir o acesso aos insumos a partir de outras regiões do país ou do exterior, caso as fafens sejam de fato interrompidas.

A unidade de Camaçari (BA), de 1970, tem capacidade para produção de 1,3 mil toneladas por dia de ureia. Já a unidade de Laranjeiras (SE) foi inaugurada em 1982 e produz 1,8 mil toneladas diárias. As duas plantas também comercializam amônia e gás carbônico, entre outros produtos.

Fafen-BA

Após 47 anos de operação, a Unidade de Ureia da Fábrica de Fertilizantes Nitrogenados da Bahia é parada pela equipe de operação. Às 14:11h do dia 04 de janeiro de 2019, caiu o último grão de ureia, que começou a ser fabricada no Brasil no dia 14 de outubro de 1971.

A alegação da Petrobras é que necessita formar um estoque de hibernação de 21.500 toneladas de amônia, e como a planta de amônia passa por dificuldades de operação por falta de manutenção, opera a baixa capacidade (63%). Como a essa capacidade a planta de ureia absorve toda a produção de amônia, não é possível formar estoque excedente até o dia

31/01/19, data prevista para parada total da fábrica e início do fornecimento temporário aos clientes de amônia.

Notícia 4

PAMPLONA, Nicola. Petrobras abre processo para arrendar fábricas de fertilizantes na Bahia e em Sergipe: A companhia não tem mais interesse em permanecer no setor. 10/01/2019. **Folha de São Paulo.** Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2019/01/petrobras-abre-processo-para-arrendar-fabricas-de-fertilizantes-na-bahia-e-em-sergipe.shtml>. Acesso em 07 abr. 2019.

Petrobras abre processo para arrendar fábricas de fertilizantes na Bahia e em Sergipe

A companhia não tem mais interesse em permanecer no setor



RIO DE JANEIRO A Petrobrás anunciou nesta quinta (9) a abertura de processo para buscar interessados no arrendamento de suas fábricas de fertilizante na Bahia e Sergipe. A companhia não tem mais interesse em permanecer no setor e já havia anunciado a suspensão das operações.

A busca por novos operadores atende a pleito dos governos dos estados, que não querem perder empregos e receitas com o fechamento das unidades.

A estatal está impossibilitada de vender controle de subsidiárias por liminar do STF (Supremo Tribunal Federal) e já havia provisionado em seu balanço perdas com a paralisação total das unidades.

Em comunicado divulgado nesta quinta, a Petrobrás diz que abrirá um prazo para manifestação de empresas que possam ter interesse em participar de licitação para o arrendamento.

“A transferência da operação depende da existência de interessados habilitados na etapa de pré-qualificação e da realização do processo de licitação”, diz o texto. Além das duas fábricas, chamadas de Fafen-BA e Fafen-SE, a Petrobrás incluiu no pacote os terminais marítimos de amônia e ureia do porto de Aratu, na Bahia.

A hibernação das unidades foi anunciada inicialmente em março de 2018, sob a alegação de que o negócio de fertilizantes não está mais nos planos da companhia.

Em comunicado ao mercado na ocasião, a empresa acrescentou que as duas fábricas deram prejuízo de R\$ 800 milhões em 2017. No fim daquele ano, ainda antes da liminar do STF, contabilizou de R\$ 1,3 bilhão com os ativos, diante da baixa probabilidade de venda.

“Considerando a baixa perspectiva de sucesso na alienação de determinadas plantas, [a Petrobrás] decidiu dar continuidade ao seu posicionamento estratégico de sair desse negócio”, explicou a empresa, em seu balanço.

A ideia era iniciar o processo de hibernação até o fim do primeiro trimestre de 2018, mas o processo foi adiado a pedido dos estados, que pediram estudos de alternativas para manter as fábricas em funcionamento.

Em outubro, a Petrobrás agendou o início dos procedimentos de hibernação para o próximo dia 31. Na Bahia, porém, uma das unidades da fábrica foi paralisada no último dia 4, o que levou sindicatos a alertar para a antecipação do processo.

A Petrobras diz que a suspensão da unidade de produção de ureia ocorreu por excesso de estoques e que ela pode voltar a operar até a data da paralisação completa das atividades.

Na Bahia, os procedimentos para parar a unidade começaram a ser tomados nas últimas semanas. Segundo a FUP (Federação Única dos Petroleiros), a produção foi totalmente paralisada no último dia 4.

O procedimento de hibernação seguirá em curso, em paralelo à busca por novos operadores. O processo consiste em paralisar as atividades e adotar ações para a conservação dos equipamentos e prevenção de impactos ambientais.

A Petrobras chegou a iniciar as obras de duas novas fábricas de fertilizantes no país, uma no Mato Grosso do Sul e outra em Minas Gerais. A primeira, com 80,95% das obras construídas, chegou a ser incluída no plano de venda de ativos mas ainda não foi vendida.

O segundo empreendimento ainda estava em fase inicial e foi descontinuado, com leilão dos equipamentos já comprados.

ANEXO II - Textos Questão 10 Atividade 4 - Fósforo como fertilizante

Texto 1 - Trocando em Miúdo: Uso de urina como fertilizante é exemplo de economia sustentável. (20/09/2016). Disponível em:

<http://radioagencianacional.ebc.com.br/economia/audio/2016-09/trocando-em-miudo-uso-de-urina-como-fertilizante-e-exemplo-de-economia>. Acesso em 31 mar. 2019



A prosa de hoje, não estranhe, por favor, porque é séria, vai ser sobre urina humana que a gente joga fora, mistura com água, é jogada nos rios e que tal usar a urina para fertilizar nossas plantações, hein? Vamos nessa.

Pois então. Antes deixa eu explicar a importância da prosa. A urina que a gente joga fora tem nitrogênio, potássio e fósforo. Tudo ótimo para melhorar a qualidade da terra onde a gente joga a semente, que depois vira alimento. Mas antes é preciso, com certeza, tratar a urina porque nem sempre ela está pronta. Por exemplo. A pessoa toma um remédio, antibiótico ou o que for. Vai para a urina que vai para o vaso que vai para os rios que ficam poluídos, exigindo mais tratamento porque esta água volta para a torneira aí da sua casa.

E para tratar a urina para que ela possa ser transformada em fertilizante já tem vários métodos sendo usados nos Estados Unidos, o maior produtor de vários alimentos no mundo. Entre eles, pode usar o método de congelamento e descongelamento rápido quando os remédios ou as doenças presentes na urina são eliminadas. Tem o filtro de carvão. Ou então bactérias vivas que transformam o amoníaco da urina em nitrato. Sem contar a ureia natural. Tudo fertilizante.

Só adiantando a prosa para mostrar que é científica e séria. Tem cientistas que já estão recolhendo urina, na Universidade de Michigan, lá nos Estados Unidos. São banheiros sem

água onde a urina passa direto para uns tanques de armazenamento e depois passam pelo tratamento e depois vão ser usados como fertilizantes em plantações e hortas. Só tem um negócio, e os próprios cientistas aceitam. Como é que o povo vai aceitar isso? Eles dizem que vai ser preciso uma campanha de esclarecimento.

De bom, só para fechar esta prosa de urina na lavoura, é que ela deixa de ir para os rios, muitas vezes com doenças ou mesmo remédios que podem matar peixes e plantas que vivem nas águas ou mesmo aumentar o nível de poluição nas mesmas águas que serão recolhidas, em outras cidades, para tratamento e consumo humano.

Pronto. Não é atoa que neste ano assembleia da ONU, que está sendo realizada em Nova York está cuidando justamente da economia sustentável. Esse é um exemplo. Está vendo como a prosa é séria? Aliás, no interior da China, tem mais de dois mil anos que eles usam as fezes, humanas e dos animais, para colocar num poço de onde sai o gás que depois vira luz ou fogo para cozinhar alimentos ou esquentar a casa. Tão simples que até hoje é usado. E a parte seca, depois do gás, vira fertilizante agrícola.

Trocando em Miúdo: Quadro do programa "Em Conta", da **Rádio Nacional da Amazônia**. Aborda temas relacionados a economia e finanças, traduzidos para o cotidiano do cidadão. É distribuído em formato de programete, de segunda a sexta-feira, pela **Radioagência Nacional**.

Texto 2 - Peecycling: você já pensou em reciclar o xixi?

Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/component/content/article/67-dia-a-dia/3559-peecycling-voce-ja-pensou-em-reciclar-o-xixi.html>. Acesso em 31 mar. 2019

Matérias

Peecycling: você já pensou em reciclar o xixi?

 Equipe eCycle

 FACEBOOK  TWITTER  LINKEDIN  EMAIL 

Reutilizar os nutrientes oriundos da urina humana pode ser uma alternativa na redução do uso de fertilizantes comerciais

Se você sente vontade de fazer suas necessidades fisiológicas, qual é o caminho mais comum e correto? Ir ao vaso sanitário. Depois do alívio, as fezes e a urina partem descarga abaixo,

junto com litros e litros de água, pelas tubulações de esgoto. Em locais com infraestrutura, esses dejetos seguem para uma estação de tratamento de esgoto e passam por várias etapas até que o líquido se torne apto a ser encaminhado novamente para algum rio.

Uma das etapas do tratamento do esgoto é a redução de nutrientes, como fósforo e nitrogênio, oriundos da urina e que favorecem a eutrofização de rios e lagos, apesar de serem altamente necessários para o crescimento de plantas.

Mas se esses nutrientes são benéficos em algumas situações, será que não é possível aproveitá-los? A resposta é sim!

Peecycling é o nome criado para quem quer reciclar xixi a fim de reaproveitar seus nutrientes: o que também reduz a pegada hídrica e os gastos excedentes em estações de tratamento para remover esses nutrientes, considerados “poluentes” em tais contextos.

Evitar desperdício de água

A descarga compartilhada é uma forma de conservação da água. Ou seja, reduzir o número de descargas diárias, usadas só para a urina matinal. Isso não ajudará em nada para retornar os nutrientes à terra, mas ajuda reduzir a pegada hídrica, o que já pode ser um grande começo!

Usar como fertilizante

Todo mundo está acostumado com a ideia da nutrição do solo com resíduos de animais, como os esterco de vaca, que já são comercializados em casas do ramo para fertilizar o solo, mas por que não utilizar a urina como fertilizante?

Como urinar fora de um banheiro não é bem visto socialmente (é até proibido em alguns países, incluindo o Brasil), você não pode fazer suas necessidades “por aí”, mas você pode armazenar a urina e utilizar posteriormente para regar o seu jardim, ou na sua compostagem - seja diretamente ou diluindo com uma porção de água.

Se você pode e quer investir um pouco mais nisso, há opções. A primeira e mais popular é a descarga seletiva, que reduz a quantidade de água dependendo do uso do vaso sanitário (para xixi, a quantidade de água despejada é menor).

Pesquisadores suecos foram além e desenvolveram um sanitário que faz a separação entre urina e fezes. Segundo os envolvidos no projeto, as vantagens da separação da urina são

grandes, como a redução do odor sobrecarregado do esgoto, que é oriundo da fermentação da mistura de urina e fezes.

Usar na compostagem

As plantas e o solo precisam de fósforo para sobreviverem e se desenvolverem, mas nós estamos chegando ao auge do fósforo. De acordo com certas pesquisas, nossas reservas só vão durar até 2030.

Então, como podemos parar a poluição com fosfato em rios, reciclando e mantendo-o na cadeia alimentar, onde nós precisamos dele? Compostagem seria uma boa maneira de reciclar este nutriente, valorizando a sua volta para o solo, cortando a necessidade de novas aplicações de fertilizantes. Seria então possível capturar grande quantidade dos três milhões de toneladas de fósforo que percorrem corpos humanos por ano.

Uma iniciativa já teve início em Amsterdã, onde coletores de urina estão dispostos em praça pública para receber doação de voluntários que querem ajudar na possibilidade de reuso.

A ideia inicial era processar o material no local e utilizá-lo para regar jardins, campos e principalmente telhados verdes, para reduzir a quantidade de fertilizante utilizados.

Veja o vídeo utilizado para a divulgação do projeto (em inglês).

<https://www.youtube.com/watch?v=ke8ZCHFDrGQ&feature=youtu.be>



Fontes: *Tree Hugger 1* e *Tree Hugger 2*

Texto 3 - Instituto reutiliza urina humana tratada em plantações nos EUA. (25/08/2016).

Disponível

em:

<https://revistagloborural.globo.com/Noticias/Agricultura/noticia/2016/08/instituto-reutiliza-urina-humana-tratada-em-plantacoes-nos-eua.html>. Acesso em 31 mar. 2019.

AGRICULTURA

Instituto reutiliza urina humana tratada em plantações nos EUA

De acordo com o Rich Earth Institute, do Estado de Vermont, mais de 4 bilhões de quilos de fertilizantes químicos poderiam ser substituídos pelo líquido

25.8.2016 | EMILIANO CAPOZOLI



PESQUISA DE CAMPO COM ALFACES E URINA HUMANA (FOTO: MARCIN SZCZEPANSKI)

Pense que aquela colorida salada orgânica no seu prato servida por um educado garçom foi toda regada e nutrida com urina humana. Imagine também que aquele delicioso pão de trigo que acompanha sua dieta recebeu os mesmos nutrientes. Some tudo isso e acrescente uma pitada de tempero na refeição: se olhar para o lado, você ainda corre o risco de ver um doador de urina na mesa ao lado. Sim, isso pode acontecer em Brattleboro no Estado de Vermont, costa leste do EUA.

Os amigos Kim Nace e Abe Noe-Hays se encontraram em 2011 e tiveram uma grande ideia: dar um destino mais sustentável aos dejetos humanos jogados na natureza. Surgiu então o Rich Earth Institute, um time com profissionais de vários setores que tratam urina e fazem dela um caldo nutritivo orgânico para as plantações. Segundo o instituto, o produto é rico em nitrogênio, fósforo e potássio. “O processo começa com a doação de urina de voluntários – hoje são 200, mas queremos atingir mais de 500 até 2017. O líquido passa por um processo de pasteurização, testes e em seguida já está pronto para ser utilizado”, conta Kim Nace.

Quem pode doar?

Para quem vive na região e quiser ser doador, basta pedir para que seja instalado um funil no vaso sanitário ou seja feita uma ligação direta com o mictório nos banheiros masculinos. Mas atenção: homens terão que fazer xixi sentados para acertar no funil.

A coleta por ser de duas maneiras: o doador leva até o instituto o galão que fica dentro do seu banheiro – não se preocupe, eles cedem galões coloridos, cobertos e lacrados. Ou então é instalado um recipiente maior fora da casa, para casos de famílias grandes. Nesse caso, um caminhão do tipo limpa-fossa faz a retirada.

Para se ter uma ideia de quanto essa reciclagem pode ser benéfica para o meio ambiente, nos EUA, por exemplo, mais de 4 bilhões de quilos de fertilizantes químicos poderiam ser substituído pela urina e mais de 145kg de trigo poderiam ser produzidos com a urina de um adulto durante toda sua vida. Pelo menos é o que diz o instituto.

Isso é bom ou ruim?

Para José Ronaldo de Macedo, pesquisador na área de manejo e conservação de solos da Embrapa, a urina humana pode tanto ter elementos benéficos como maléficos. “O principal ponto positivo é a riqueza em nitrogênio, excelente nutriente para o solo. Por outro lado, a urina leva também toxinas, sódio e outros contaminantes que nosso corpo elimina. A pasteurização serve justamente para eliminar os microrganismos que poderiam ser possíveis contaminantes do solo”, explica.

Uma pergunta é frequente quando se fala nesse processo. A urina de pessoas que usam drogas ou tomam medicamentos fortes pode afetar as plantações? “Descobrimos que, trabalhando a urina e usando-a em solos, ao invés de jogá-la nos ambientes aquáticos, esses compostos químicos (produtos farmacêuticos) degradam significativamente”, afirma Kim Nace.

“Em 2015 recebemos em torno de 19 mil litros de urina, o suficiente para fertilizar mais de 2 mil hectares de feno. Tudo isso, sem contar na economia de 393.120 litros de água que seriam desperdiçados nas descargas domésticas”, explica Kim Nace.

“Um problema atual das grandes cidades é o destino dos resíduos que produzimos e quantidade de água que utilizamos para eliminarmos. Imagine que cada pessoa elimina em média um litro de urina por dia. É muita coisa”, conta Macedo.

Um estudo feito nos anos 90 pela Stockholm Water Company, companhia de água e esgoto de Estocolmo, na Suécia, concluiu que um norte europeu urina quantidades suficientes de nutriente para plantar pelo menos metade da sua alimentação.

E você, já pensou em qual vaso vai fazer seu xixi hoje?

Para saber mais e usar sua urina no seu jardim, uma boa dica é o livro *Liquid Gold: The Lore and Logic of Using Urine to Grow Plants*, escrito por Carol Steinfeld (em inglês).

Texto 4 - Saiba como a Holanda aproveita a urina para transformá-la em fertilizante. (08/08/2017). Disponível em: <https://www.correio24horas.com.br/noticia/nid/saiba-como-a-holanda-aproveita-a-urina-para-transforma-la-em-fertilizante/>. Acesso em 31 mar.2019.



Holanda criou mistérios especiais para coletar urina usada em projeto (Divulgação)

Saiba como a Holanda aproveita a urina para transformá-la em fertilizante

Prefeitura de Salvador estabelece multa de R\$ 1.008 para quem for surpreendido urinando na rua

Fazer xixi na rua, em Salvador, vai custar caro. Quem for pego em flagrante terá que pagar uma multa no valor de R\$ 1.008. Mas não duvide que isso, no futuro, poderá se transformar

numa atitude que vale ouro. É que, em Amsterdã, na Holanda, a urina já é usada como matéria-prima para confecção de fertilizantes usados na agricultura. Na verdade, o fósforo extraído dela que é usado na empreitada. Além do fósforo, a urina humana é rica em nitrogênio e potássio.

De acordo com o professor sênior do Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo, José Eli da Veiga, depois das rochas fosfálticas do Marrocos, a maior fonte de fósforo é a urina. Detalhe: no mundo inteiro, só há dois produtores do mineral. Além do Marrocos, a China. Ou seja, caso haja alguma barreira à exportação, os demais países terão que se virar para garantir sua produção.

“Não se trata de uma questão de esgotamento de recurso, que é ultra concentrado, mas qualquer problema com os exportadores afetaria o resto no mundo”, observa o professor da USP. Para viabilizar o projeto na Holanda, foi montado um esquema de coleta de urina. Para o projeto dar certo, é preciso que os colaboradores contribuam. Nos mictórios, nada de número dois, o público só pode usá-los para o número um”, explica José Eli.

A estimativa era que, com o volume de urina produzido nos parques, seria suficiente para fertilizar, anualmente, um espaço equivalente a 10 mil campos de futebol. O projeto foi iniciado este ano.

No momento, importar o fósforo de fora ainda sai mais barato do que extraí-lo do xixi, mas o professor destaca que, a depender do cenário internacional, isso pode mudar. “Em 2008, por exemplo, a China extinguiu a exportação e o preço ficou dez vezes maior”, informa.

É por isso que a Holanda atua pensando no futuro. Hoje, toda sua produção de fertilizante usando o fósforo retirado do xixi é estocada. “O fósforo é estratégico. A gente importa, mas já deveríamos estar pensando nisso. Durante a Copa, só com a coleta da Vila Madalena, teríamos estocado urina para muitos anos”, alerta o especialista.

Na capital baiana, só no Carnaval, segundo estimativas da Empresa de Limpeza Urbana do Salvador (Limpurb), são gerados 12 milhões de litros de xixi. “Para chegarmos a esse número, consideramos um público de 3 milhões de pessoas, o consumo de bebida e multiplicamos pelos seis dias de festa”, informa a presidente da Limpurb, Kátia Alves.

Segundo ela, a urina coletada no Carnaval seria capaz de gerar 120 milhões de litros de fertilizantes. “Cada litro de urina deve ser diluído em 10 litros de água para ser usada como

fertilizante”, explica. Apesar da abundância, Kátia Alves lista dois motivos que fazem com que a prática não seja adotada ainda por aqui, por enquanto.

“Não temos equipamentos exclusivos para coleta só de urina e também não sabemos se ela serve como fertilizante após a ingestão de bebida alcoólica. Caso já tenha algum estudo que sinalize isso, podemos avaliar a possibilidade de aproveitar, pelo menos para usar nos canteiros e praças da cidade”, informa.

Energia

A utilização da urina para gerar eletricidade já foi aplicada aqui no Brasil, no Carnaval do Rio de Janeiro, com uso de mictórios especiais. O processo funcionou igual ocorre nas centrais hidroelétricas: o fluxo de urina moveu um dínamo presente no banheiro, que usou o líquido para produzir energia. A eletricidade foi armazenada nas baterias usadas para abastecer o carro de som.

Negócios Sustentáveis

Um estudo realizado pelo PhD e decano pro t mpore do Centro de Formação em Ciências Ambientais da Universidade Federal do Sul Da Bahia (UFSB), Asher Kiperstok, aponta para a necessidade do ciclo do nitrogênio ser melhor gerenciado. As principais rotas de excreção do nitrogênio do corpo humano são a urina e as fezes. O corpo humano ret m apenas 10 % do nitrogênio ingerido na forma de proteínas, sendo 80% eliminado na urina e 10 %, nas fezes. A urina deve ser coletada para utilização na agricultura.

Estudos desenvolvidos na Universidade Federal da Bahia (Ufba) apontam que a principal utilização dos sanitários em prédios de uso público é para atender à necessidade de urinar. Essa motivação representa acima de 70% das idas aos sanitários. No caso de uso de mictórios sem descarga hídrica, economias superiores a 80% do consumo de água dos sanitários seriam possíveis.

***Holanda.** O objetivo do projeto europeu Value from Urine, coordenado pelo Centre of Excellence for Sustainable Water Technology (WETSUS), na Holanda, é produzir, numa primeira fase, fertilizantes para solos rico em fósforo, e, num segundo momento, utilizar micróbios capazes de gerar eletricidade através da urina e fertilizantes ricos em azoto.

***Espanha e França.** Os dois países estão realizando experiências que usam células a combustível microbiana para a bioeletricidade através de estações de tratamento. Isso é possível porque micro-organismos oxidam a matéria orgânica, permitindo a produção direta de eletricidade. Esse novo processo tem sido usado em sistema de tratamento de águas residuais, apresentando elevado potencial para integrar fluxos de eletricidade e tratamento de águas residuais em sistemas descentralizados.

APÊNDICE B - SEQUÊNCIA DIDÁTICA - MATERIAL DO PROFESSOR

Caro(a) Professor(a),

Este material foi produzido como uma sugestão alternativa para o trabalho do conteúdo curricular “soluções”, em conjunto com ideias da química ambiental voltadas à química verde. Escolhemos trabalhar o tema a partir de um vídeo de divulgação científica por nós produzido. O vídeo traz diversos temas e a partir de cada tema, uma atividade foi elaborada. Segue quadro 1 com o resumo das atividades:

Quadro 1: Atividades desenvolvidas na Sequência Didática

| Atividade e/ aulas | Título | Objetivo | Assunto/Comentário |
|-------------------------------|---|--|--|
| I 1ª aula (50') | Atividade de Introdução Parte 1: Soluções e Química Verde Parte 2: Desvendando o vídeo P4Tree | Introduzir a ideia de química sustentável e iniciar o estudo de solução. Promover leitura crítica das ideias apresentadas pelo vídeo para conectar com as atividades seguintes. Contempla as seguintes Competências e Habilidades do BNCC: (EM13CNT101), (EM13CNT104), (EM13CNT105), (EM13CNT206), (EM13CNT303) | Atividades introdutórias com sondagem de conhecimentos sobre ciência/cientista, Química Verde, soluções e sobre o fósforo (descoberta /uso /processo de extração no Brasil). Identificação de misturas presentes nas falas do vídeo. Abordagem fenomenológica. |

Quadro 1: Atividades desenvolvidas na Sequência Didática (continuação)

| | | | |
|--|---|--|---|
| <p>II 2ª e 3ª aula (75')</p> | <p>Compreendendo a urina: diluição e concentração</p> | <p>Estudar a composição básica da urina e identificar e quantificar o fósforo (fosfato) presente na urina e desperdiçado. Compreender o conceito de diluição e concentração de soluções.</p> | <p>Atividade teórica com abordagens representacional (fórmulas das espécies presentes), teórica (modelo de partículas) e fenomenológica (comparação da diferença de concentração pela cor da urina). Interpretação de dados tabelados (composição básica da urina). Solute e solvente. Uso de modelo de partículas. Representação de solução eletricamente neutra. Diluição e concentração de soluções. Tipos de concentração, cálculo envolvendo mudança de unidade de concentração.</p> |
|--|---|--|---|

| | | | |
|--|----------------------------------|--|---|
| <p>III 3ª e 4ª aulas (75')</p> | <p>Para onde foi o fósforo</p> | <p>Compreender o funcionamento da tecnologia P4Tree e sua relação com solubilidade.</p> <p>Contempla as seguintes Competências e Habilidades do BNCC: (EM13CNT104), (EM13CNT307)</p> | <p>Atividade experimental.</p> <p>Estudo da saturação de soluções (soluções saturadas, insaturadas, saturadas com precipitado e supersaturada) e formação de precipitado.</p> <p>Abordagens fenomenológica (experimento), representacional (equações, tabelas).</p> |
| <p>IV 5ª aula (50')</p> | <p>Fósforo como fertilizante</p> | <p>O estudante vai aprender a trabalhar com unidades de concentração.</p> <p>Contempla as seguintes Competências e Habilidades do BNCC: (EM13CNT303), (EM13CNT309)</p> | <p>Atividade teórica.</p> <p>Análise de rótulo, avaliação de diferentes unidades e terminologias.</p> <p>Os dois lados de um nutriente. Utilização de dados para resposta a questões. Leitura de reportagens, discussão e elaboração de texto opinativo (Petrobrás e o fim da sua produção de fertilizante no Brasil).</p> <p>Leitura e produção de artigos para entendimento de alguns usos da urina no mundo.</p> |

| | | | |
|-----------------------|-----------------|---|--|
| V 6ª aula (50') | Momento de fama | Produzir vídeos a partir das temáticas advindas do vídeo de divulgação da pesquisa P4Tree | Atividade prática de produção de vídeo com formulação de roteiro a partir do vídeo P4Tree e resposta a questões estabelecidas. |
|-----------------------|-----------------|---|--|

Fonte: elaboração dos autores

Atividade 1: Introdução

O vídeo P4Tree, disponível no endereço eletrônico <<https://www.youtube.com/watch?v=bNLw1iEeAs8>>, retrata uma pesquisa científica brasileira de produção de uma tecnologia de aproveitamento de um componente presente na urina, o fósforo. A tecnologia retira o fosfato de um rejeito (urina), transforma-o em riqueza (fertilizante) e minimiza um impacto ambiental (eutrofização e mineração de rocha fosfática). A pesquisa deu origem a uma startup e a sua divulgação agrega sentido social tendo a LDB-EM (Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – Ensino Médio) expressado que dentre as finalidades do Ensino Médio está “a preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando, para continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar com flexibilidade a novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores”.¹

Anteriormente à solicitação de reprodução do vídeo há um texto para iniciar o aluno às ideias básicas da Química Verde ou Química Sustentável. A Química Verde foi desenhada para comunicar à indústria química e laboratórios de pesquisa sobre a necessidade do desenvolvimento de processos, uso e produção de espécies químicas com mínima toxicidade e máximo rendimento. A linguagem adotada é própria dos especialistas e nossa intenção é adaptar as ideias da Química Verde ao contexto do ambiente de estudos do Ensino Médio brasileiro. A nova BNCC (Base Nacional Comum Curricular) para o Ensino Médio foi aprovada em 04 de dezembro de 2018. Ela é focada nas competências e habilidades a serem desenvolvidas inclusive na área de Ciências da Natureza e suas tecnologias. Nós contemplamos a BNCC nas atividades elaboradas conforme códigos apresentados na coluna objetivos do quadro 1. As descrições dos códigos são encontradas no anexo 1.

Outro aspecto contemplado nas atividades é a Química Verde. Em 1990, o químico americano Paul Anastas introduziu o termo Química Verde por meio da Agência do Meio Ambiente dos Estados Unidos da América (EPA). Algum tempo depois, em 1998, ele e o colega Jack Warner publicaram o livro *Green Chemistry: Theory and Practice* (Oxford University Press: New York, 1998) (Química Verde: Teoria e Prática - Nova Iorque, 1998), consagrando os 12 princípios da química verde.

Os 12 princípios da química verde são apresentados no quadro 2:

Quadro 2: Os 12 princípios da química verde

| Princípio da Química Verde | Explicação |
|--|---|
| 1º - Prevenção | É mais econômico evitar a formação de resíduos tóxicos do que trata-los depois da produção. |
| 2º - Eficiência atômica | Desenvolver metodologias sintéticas que incorporem o maior número de átomos dos reagentes no produto |
| 3º - Síntese Segura | Desenvolver metodologias sintéticas que utilizam e geram substâncias com pouca ou nenhuma toxicidade à saúde humana e ao ambiente |
| 4º - Desenvolvimento de produtos seguros | Desenvolver produtos que não causem danos ao ambiente após a realização da função desejada |
| 5º - Uso de solventes e auxiliares seguros | Evitar ao máximo o uso de substâncias auxiliares como solventes, agentes de purificação e secantes. Quando a utilização for inevitável, as substâncias devem ser inócuas ou facilmente reutilizável |
| 6º - Eficiência energética | Os impactos ambientais e econômicos da geração e consumo da energia em um processo químico precisam ser considerados. É recomendável desenvolver processos à temperatura e pressão ambientes. |

| | |
|--|--|
| 7º - Uso de matérias-primas renováveis | O uso de biomassa como matéria-prima deve ser priorizado no desenvolvimento de novos processos |
| 8º - Evitar a formação de derivados | Evitar processos físicos e/ou químicos intermediários com grupos bloqueadores, proteção/desproteção, ou qualquer modificação temporária na molécula. |
| 9º - Catálise | Uso de catalisadores seletivos deve ser escolhido em substituição aos reagentes estequiométricos |
| 10º - Síntese de produtos biodegradáveis | Os produtos químicos precisam ser projetados para a biocompatibilidade. Após a utilização não deve permanecer no ambiente, degradando-se em produtos inócuos |
| 11º - Análise em tempo real para a prevenção de acidentes | O monitoramento e o controle em tempo real do processo deverá ser viabilizado. A possibilidade de formar substâncias tóxicas deverá ser detectada antes de sua geração |
| 12º - Química intrinsecamente segura para a prevenção de acidentes | A escolha das substâncias adicionadas ou formadas em um processo químico deve considerar a minimização do risco de acidentes, vazamentos, incêndios e explosões. |

Fonte: adaptado de Anastas e Wagner (1998)³

Para o desenvolvimento da química verde no Brasil de 2010 a 2030, segundo relatório do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), estabeleceu-se uma cooperação entre setores, comunidade científica e tecnológica nacional incluindo empresas e foram eleitos como temas prioritários: as biorefinarias, pelas rotas termoquímica e bioquímica; a álcoolquímica; a oleoquímica; a sucroquímica; a fitoquímica; a conversão de CO₂; os bioprodutos, bioprocessos e biocombustíveis; as energias alternativas. E como temas transversais: catálise, modelagem e escalonamento de processos.

No vídeo “Tecnologia P4Tree”, a pesquisa em Química Verde no Brasil pode ser percebida de forma ampla. Nosso vídeo e sequência didática não pretendem esgotar as ideias da Química Verde, tampouco todas as formas para se trabalhar o vídeo de divulgação científica.

Nosso recurso educacional propõe uma possibilidade de inserção das ideias de aproveitamento de resíduo, mineração urbana, de evitar a poluição pelo desperdício, para o trabalho no ambiente de sala de aula com uso de vídeo de divulgação de pesquisa científica brasileira atual. O que também vai ao encontro das diretrizes do BNCC (p.470) “No Ensino Médio, a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias propõe que os estudantes possam construir e utilizar conhecimentos específicos da área para argumentar, propor soluções e enfrentar desafios locais e/ou globais, relativos às condições de vida e ao ambiente.” Acreditamos que mostrar a pesquisa em Química Verde em funcionamento seja mais relevante para o aluno do que conhecer os 12 princípios apenas.

Parte 1a: Soluções e Química Verde

A atividade se inicia com uma questão para reflexão “ De que forma o trabalho dos químicos pode impactar o meio ambiente?” Essa reflexão pode ser complementada pelo professor com outras questões como: Qual a ideia você tem sobre um cientista? O que primeiro vem à sua mente ao falar sobre cientista?

Apresentamos essa questão com a intenção de desmistificar a química como a ciência que não consegue desenvolver sem degradação ou poluição do planeta e que não se preocupa com meio ambiente. A Química Verde é também uma preocupação com esse estigma negativo da ciência e dos cientistas químicos. Nosso trabalho é o de apresentar pesquisas desenvolvidas e que se preocupam com inovação e tecnologias ambientais. Achamos importante que o (a) professor(a) esteja ciente de que todo discurso, e o da ciência não é exceção, revela uma versão, um jeito de olhar o mundo.

Sugerimos na sequência a leitura do texto introdutório (individual ou em grupo) e a resolução das quatro questões de sondagem (Q1, Q2, Q3 e Q4) para que o conteúdo soluções seja alvo de busca do conhecimento anterior.

Respostas esperadas:

Q1: O xixi é uma solução aquosa. É uma mistura homogênea de vários compostos (ureia, ácido úrico, sais minerais, etc) dissolvidos em água.

Q2: Café e água mineral são exemplos de soluções aquosas e, devido à presença de solutos mais densos que a água apresentam maior densidade que água pura; pelo fato dos solutos serem pouco voláteis apresentam temperatura para ebulir superior à da água pura.

Q3: Há soluções líquidas, sólidas e gasosas. Como exemplo conhecido de cada mistura, respectivamente, temos o soro caseiro, aço e o ar atmosférico.

Q4: Caixa de fósforo, fertilizante NPK, ciclo do fósforo, ATP, ácido fosfórico no refrigerante de cola (basta ler o rótulo), urina, etc.

Parte 1b – Desvendando o vídeo P4Tree

O objetivo dessa atividade é a exploração do vídeo P4Tree, que possui duração de aproximadamente 03 minutos. Como o vídeo é curto e contém informações em áudio e imagem que ora caminham juntos, ora se complementam, projeções fragmentadas certamente promoverão melhor acompanhamento para realização das atividades solicitadas.

Sugerimos que nesta atividade seja feita a reprodução integral do vídeo P4Tree e os alunos sejam orientados a rever o vídeo nos próprios smartphones (se a escola permitir) uma vez que são perguntas que demandam diversas retomadas do vídeo. A breve introdução dessa atividade no material para o aluno pode ser, querendo e tendo disponibilidade de tempo, complementado com uma pesquisa à comunidade em busca de instituições/empresas que realizam tratamento de dejetos, recuperação de degradações, reciclagem do lixo, etc. a fim de contextualizar na comunidade esse tipo de ação ou mesmo constatar sua ausência/ falta de divulgação. Passada essa observação voltamos ao vídeo.

O nome P4Tree pode ser decomposto em três partes. O “P” faz referência ao elemento químico fósforo, símbolo P (do latim “*phosphorus*”, que significa luz brilhante) e na leitura em língua inglesa |pi| faz referência a *pee* (xixi, em inglês); *Tree* (árvore, em inglês) indicando o destino do fósforo da pesquisa que originou a startup; 4 (*four*) como trocadilho à preposição

for (para, em inglês). Assim P4Tree poderia ser traduzido como: fósforo do xixi para as plantas. “Mire para uma boa causa”.

O objetivo específico da atividade, ao explorar o vídeo, é identificar a temática da pesquisa, dar sentido e correlacionar termos como mineração urbana, macronutriente, fertilizante, urina, banheiro químico e eutrofização para as próximas atividades.

Respostas esperadas:

Algumas das ideias principais do vídeo solicitadas em Q5 que podem ser citadas pelos alunos são: pesquisa científica é realizada por pessoas “normais”, a urina possui fósforo que pode ser reaproveitado, mineração urbana, eutrofização, as pastilhas com tecnologia P4Tree retiram o fósforo da urina e serão usadas como fertilizantes, o fósforo é macronutriente para as plantas.

Para responder à Q6, ao reproduzir no vídeo, tempo 1:47 a 1:53 min, é apresentada a descoberta do fósforo pelo alquimista Henning Brand ao destilar a urina. Atenção: o nome que aparece no vídeo é do pintor do quadro e não do alquimista.

As fontes de fósforo, solicitadas na Q7, que aparecem no vídeo são: efluentes sanitários (0:39), mineração (1:10) e fertilizantes. Temos várias outras fontes, na nossa alimentação é encontrado, por exemplo, em queijos, carnes vermelhas, semente de abóbora, castanha de caju, chocolate e na forma de aditivos de alimentos industrializados tais como leite condensado, leite U.H.T. (*ultra high temperature*), embutidos, refrigerantes à base de cola, sucos de frutas naturais, etc. Os aditivos (fosfatos e derivados) dos alimentos industrializados servem para controlar o pH, conservar, melhorar textura, manter umidade, dentre outros².

Para a Q8 encontramos no vídeo como motivos para capturar o fósforo da urina: a escassez do minério (1:10 a 1:14 min), o excesso de fósforo (60% do fósforo do esgoto vem da urina) em cursos d’água causando eutrofização (0:47 a 0:56 min, 1:41 a 1:45 min), e a necessidade de fertilizante contendo fósforo (1:07 a 1:09 min).

A Q9, pode ser respondida por meio de duas frases do último parágrafo do artigo “Não é encontrado livre na natureza, exceto em alguns meteoritos. Seus compostos são encontrados em muitas rochas, minerais, plantas e animais”.

A Q10 tem por finalidade fixar tópicos apresentados no vídeo e trabalhar o conceito de solução e componentes das soluções - soluto(s) e solvente(s). Para a realização dessa atividade entendemos ser optativa a reprodução do vídeo P4tree. As possíveis soluções estão destacadas em negrito. Note que no vídeo a espécie de fósforo que está presente na urina e no minério (o fosfato), não é citada nominalmente. Ela será apresentada nas atividades seguintes.

Conversando com outros pesquisadores da área ambiental a gente percebeu juntos que outros países já fazem muito bem a recuperação de fósforo de **efluentes sanitários** (0:32 min) -

Solução? Sim Não

Solvente(s): **água**

Soluto(s): **fosfatos e outros (inorgânicos como compostos de nitrogênio, matéria orgânica como carboidratos)**

Quando você tem o fósforo, que é um nutriente, em excesso em **rios e lagos** ele causa o crescimento acelerado de plantas aquáticas e esse fenômeno é chamado de eutrofização (0:45 min)

Solução? Sim Não

Solvente(s): **água**

Soluto(s): **fosfatos e outros**

Hoje praticamente todo o fósforo que nós usamos vem da **mineração** e isso um dia vai acabar (1:09 min) (*aqui a ideia é conversar sobre o fósforo no minério*)

Solução? Sim Não

Solvente(s): ---

Soluto(s): ---

Retirar o fósforo da **urina** das pessoas tem muito a ver com a ideia da mineração urbana (1:32 min)

Solução? Sim Não

Solvente(s): água

Soluto(s): ureia, fosfatos, sais minerais, ácido úrico, creatinina, etc

Fizemos um teste no Carnaval de Belo Horizonte em que colocamos o material em seis **banheiros químicos** (1:54 min) (*novamente, a ideia é conversar com os alunos a respeito de um ambiente importante do vídeo - o banheiro químico - que não é uma mistura mas para sua utilização parte da existência de uma mistura contendo normalmente uma solução aquosa germicida com aromatizante*)

Solução? Sim Não

Solvente(s): água

Soluto(s): germicida (quaternário de amônio), aromatizante

A Q11 permite ao professor a possibilidade de satisfazer expectativas nas próximas atividades, complementar informações, discutir sobre os interesses dos alunos. Por exemplo, o funcionamento da tecnologia P4Tree será abordado na Atividade 3. A forma como o elemento fósforo se encontra na urina, os fosfatos, é apresentada no texto das considerações finais da Atividade 1, cálculos da correspondência entre a quantidade de fertilizante fosfatado consumido no Brasil e desperdício do fósforo da urina é encontrado na Atividade 4.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Lei número 9394, 20 de dezembro de 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/19394.htm. Acesso em: 02 jun. 2018.

FORNASARI, Margareth Lage Leite de. **Efeito da restrição de alimentos industrializados com aditivos de fósforo na fosfatemia de portadores de doença renal crônica em hemodiálise**. 137 f. 2015. Tese (Doutorado em Ciências da Saúde) - Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde. Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo, São Paulo, 2015.

COUTINHO, Paulo Luiz de Andrade; BASTOS, João Bruno Valentim; ALIJÓ, Pedro Henrique Rodrigues; GOULART, Adriana Karla. Intensificação de processos e química verde: importância para as indústrias farmacêutica, cosméticos, alimentícia e biorrefinarias.

Revista Fitos, Rio de Janeiro, v. 14, n. 1, p. 74-93, 2019. e-ISSN: 2446-4775 | https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/icict/32585/2/joao_bruno_valentim_et_all.pdf. Acesso em: 26 jul. 2019.

VAZ JR, Sílvio. **A Química Verde como uma oportunidade para a biomassa brasileira**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), 04 out. 2016. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/16899065/artigo---a-quimica-verde-como-uma-oportunidade-para-a-biomassa-brasileira>. Acesso em: 23 jul. 2019.

QUÍMICA verde no Brasil: 2010-2030. Ed. rev. e atual. - Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2010. Disponível em: https://www.cgee.org.br/documents/10195/734063/Livro_Quimica_Verde_9560.pdf. Acesso em: 01 mai. 2018.

Atividade 2: Compreendendo a urina: diluição e concentração

A urina é uma solução complexa. Estudos mostram que podem ser encontrados mais de 3.000 (três mil!!) compostos químicos na urina. Desses compostos alguns (72) são produzidos por bactérias, uma considerável parcela (1453) proveniente do sangue e, por fim, outros (2282) resultantes da dieta, do uso de medicamentos e cosméticos ou exposição ambiental.¹ Nesta atividade utilizaremos apenas a composição básica da urina, apresentada no quadro 1 do material do aluno que reproduzimos a seguir.

Quadro 1: Composição básica da urina normal

| COMPOSIÇÃO URINA | | | |
|------------------|-------------------------|--------|----------|
| Teor (%) | Componente | Soluto | Solvente |
| 95 | Água (H ₂ O) | | x |

| | | | |
|---|---|---|--|
| 2 | Ureia (NH_2CONH_2) | x | |
| 3 | Ácido úrico ($\text{C}_5\text{N}_5\text{H}_4\text{O}_3$) | x | |
| | Amônia (NH_3) | x | |
| | Minerais, tais como, sódio (Na^+), Potássio (K^+), Magnésio (Mg^{2+}), Cálcio (Ca^{2+}) Sulfato (SO_4^{2-}), Fosfato (PO_4^{3-}), Nitrito (NO_2^-) | x | |
| | Creatinina ($\text{C}_4\text{H}_7\text{N}_3\text{O}$) | x | |

Quadro 1: Composição básica da urina normal – adaptado de <https://www.todabiologia.com/dicionario/urina.htm>. Acesso: 05 jan. 2019.

O vídeo P4Tree apresenta a urina como fonte renovável de fósforo para uso como fertilizante. Nesta atividade, composta por seis questões, trabalhamos o conteúdo soluções e introduzimos os principais objetos de investigação da química para um dado material: suas propriedades, constituição e transformações. Procuramos solicitar diferentes níveis de conhecimento químico (fenomenológico, teórico e representacional) ao estudante. Isto porque o uso desses diferentes níveis do conhecimento químico contribui para a formação do pensamento químico.² Em relação às questões propriamente ditas, apresentamos a seguir respostas esperadas e comentários.

Na Q1 consideramos apenas a água como solvente e os demais componentes, solutos. A importância de se utilizar o termo solução aquosa sedimenta para o aluno a ideia de que a dissolução dos demais componentes ocorreram devido a presença de água, ou seja, os componentes são solúveis em água.

Para a Q2, espera-se que haja representações preocupadas com a proporção no tamanho de partículas, na quantidade de uma em relação às outras e também, como será instigado na próxima pergunta, no número de cargas. Há de se concluir que essa atividade tem a preocupação de mostrar que a tabela apresentada, assim como grande parte de informações

encontradas em livros, rótulos, etc, são fontes de informação, mas nem sempre com dados rigorosamente completos.

Toda solução é eletricamente neutra. A soma das cargas de cátions (íons positivos) e ânions (íons negativos) deve se anular. Pode-se mostrar a eletroneutralidade na solução por acréscimo de cátions dentre os presentes na tabela. No entanto, conforme propõe a Q3, essa é uma busca sem exatidão pois não há informação de concentração de cada um dos íons apresentados.

Em relação à Q4, a solicitação para que o estudante represente, pelo modelo de partículas, a diferença entre urina de um indivíduo bem hidratado e a urina de um outro indivíduo seriamente desidratado serve para avaliar o entendimento quanto à diferença de concentração. A figura introdutória desse item já mostra diferença visual de coloração. Os dois frascos, ao fixarem volumes iguais de urina dos indivíduos, guia a resolução do item para a indicação da diferença na concentração dos solutos na solução urina. Assim, a urina do indivíduo desidratado deve conter maior número de partículas de soluto (mantendo o número de partículas de solvente) que a urina do indivíduo bem hidratado. No entanto o professor deve ficar atento para que não se esqueçam de representar partículas tanto do soluto quanto do solvente.

A Q5 solicita transformação de unidades de concentração de soluções, de g/L para % m/v. Nessa conversão, que pode ser feita via análise dimensional ou regra de três, considerando os dados apresentados, teremos:

$$0,3\text{g} \text{ ----- } 1000\text{mL (1L)} \quad \text{ou } 0,3\text{g/L} \times 1\text{L}/1000\text{mL} = 0,0003\text{g/mL} = 0,03\text{g para } 100\text{mL}$$

$$X \text{ ----- } 100\text{mL}$$

$$X = 0,03\% \text{ (m/v)}$$

Portanto a afirmação de que cada litro de urina contém 0,3g de fósforo corresponde, usando outra unidade de concentração, ao teor de 0,03g fósforo para cada 100mL de urina (0,03% m/v).

Na Q6-a) preocupamos com o cálculo da massa de fósforo que poderia ser recuperada apenas no Carnaval 2019 na cidade de Belo Horizonte⁴. Para isso temos os dados da questão (número de foliões e número de dias), do texto posterior à questão 4 que informa o volume médio de urina por pessoa por dia (1,5L) e da informação trazida na questão 5 da concentração média de fósforo na urina (0,3 g/L):

Número de foliões em 7 dias: $4,6 \times 10^6$

Volume médio de urina de cada pessoa por dia: 1,5L

Concentração média de P (na forma de fosfatos) na urina: 0,3g/L

O cálculo: vol. diário de urina por pessoa x n° pessoas x n° dias x conc. P na urina

Assim:

$1,5\text{L}$ urina por pessoa a cada dia x $4,6 \times 10^6$ pessoas em sete dias x 0,3 g de P por litro urina
=

$2,07 \times 10^6\text{g} \sim 2,07$ toneladas de fósforo que poderiam ser recuperadas apenas nos sete dias de carnaval em Belo Horizonte! E isso vai para o esgoto!

O objetivo da questão 6-b) é mensurar o desperdício de fósforo presente na urina na cidade de Belo Horizonte de forma gradativa, primeiro diariamente e depois anualmente. O vídeo pode ser retomado a fim de verificar nas últimas cenas (tempo 2:20 a 2:31) os dados e o cálculo desse desperdício. Esse cálculo é também uma forma de visualizar que o mal considerado pequeno num curto espaço de tempo, quando contínuo se transforma num montante considerável. A recuperação do fósforo da urina constitui uma riqueza, já o desperdício por descarte desse mesmo fósforo contido na urina pode resultar numa catástrofe ambiental.

Cálculo do P (na forma de fosfatos) da urina desperdiçado diariamente em Belo Horizonte:

Concentração P (na forma de fosfatos) na urina x volume diário de urina por pessoa x n° pessoas em BH⁵ =

$0,3\text{g/L} \times 1,5\text{L}$ de urina por dia por pessoa x 2.500.000 pessoas = 1.125 kg

Cálculo P (na forma de fosfatos) da urina desperdiçado anualmente em Belo Horizonte:

Desperdício diário x 365 dias =

$1.125 \text{ kg} \times 365 = 410.625 \text{ kg}$ de P na urina desperdiçados anualmente, quase 411 toneladas.

REFERÊNCIAS

DESCOBERTA toda a composição química da urina. **Ciência Online**. Disponível em: <http://www.ciencia-online.net/2013/09/composicao-quimica-da-urina.html>. Acesso em: 06 jan. 2019.

MACHADO, Andréa Horta. **Aula de química: discurso e conhecimento**. 3. ed. Ijuí: Unijuí. 2014. 200 p. Coleção Educação em Química.

ZANCHETA, P.G. **Recuperação e tratamento da urina humana para uso agrícola**. 83 f. 2007. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Espírito Santo. Disponível em: <http://repositorio.ufes.br/handle/10/3889>. Acesso em: 20 fev. 2019.

LEOCÁDIO, Thais. **G1 Minas, Carnaval 2019**. 20 fev. 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/mg/minas-gerais/carnaval/2019/noticia/2019/02/20/carnaval-2019-em-bh-veja-a-programacao-dos-blocos.ghtml>. Acesso em: 22 fev. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA IBGE. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/belo-horizonte.html?>. Acesso em: 22 fev. 2019.

Atividade 3: Para onde foi o fósforo

Esta atividade propõe um experimento da precipitação de fosfato (simulando o que está contido na urina) com íons cálcio (Ca^{+2}) e magnésio (Mg^{+2}), simulando o material do P4Tree. Introduzimos alguns detalhes sobre o material da pesquisa capaz de capturar o fósforo (P) presente na urina com as seguintes informações:

No vídeo P4Tree o material do sachê responsável pela aderência do P é mostrado como um material que captura na superfície o fósforo (P) contido em um líquido (1:15 a 1:20). Tal material é o serpentinito. Estudos mostram que o serpentinito é um material conhecido e usado em solos agrícolas para fazer a calagem (correção pelo aumento de pH).

Os serpentinitos são rochas metamórficas ultrabásicas, formadas principalmente pelos óxidos de cálcio, magnésio e silício e pertencem ao grupo mineralógico da serpentina, que normalmente é formado pela antigorita $[(\text{Mg},\text{Fe})_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4]$ e a crisotila $[\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4]$.

No P4Tree esse material derivado do serpentinito, ao ser misturado com argila e cal, tem sua estrutura porosa modificada de modo a expor elementos já existentes na rocha como magnésio (Mg) e cálcio (Ca), para maximizar a interação com o fósforo (P). Assim, quando o sachê entra em contato com a urina, o fósforo (P) que na verdade está na forma de fosfatos (H_2PO_4^- , HPO_4^{2-} , PO_4^{3-}) é melhor retirado da solução por precipitação. Depois o sachê sofre tratamento térmico para ser utilizado como fertilizante.

Após essa introdução inicia-se o experimento em que os alunos, de posse dos materiais listados irão observar a formação de precipitado. Nesta atividade serão instigados a registrar observações macroscópicas, representar tais observações por meio de equações químicas e, de posse de dados de solubilidade dos sais, indicar qual sal foi precipitado em cada caso. A atividade possui uma questão central para reflexão “Como você acha que funciona o material do P4Tree que captura o fósforo da urina?” Espera-se ao final desta atividade que o estudante seja capaz de associar o experimento à atuação do material do P4Tree.

De acordo com LIND et al (2001), o fósforo na urina se apresenta disponível como superfosfatos ($\text{H}_2\text{PO}_4^{1-}$ e HPO_4^{2-}). Testamos a prática usando soluções aquosas de dihidrogenofosfato monossódico (NaH_2PO_4) e hidrogenofosfato dissódico (Na_2HPO_4). Observamos precipitação ao contato com íons magnésio de solução de sal amargo - sulfato de magnésio (MgSO_4) - apenas com solução de hidrogenofosfato (HPO_4^{2-}). Caso não ocorra a precipitação perceptível (turbacão da solução) do Mg^{2+} com solução de hidrogenofosfato (HPO_4^{2-}), pode ter havido formação de solução supersaturada que, de acordo com Vogel (1991, p.316) “pode ser evitado pelo resfriamento e fricção do tubo de ensaio ou do béquer, logo abaixo da superfície do líquido, com um bastão de vidro”.

O preenchimento em azul na tabela reflete o esperado e o solicitado nos itens a) e b) da Q2. Em experiências de laboratório vários fatores estão envolvidos e para os fins didáticos devem ser levados em consideração as diversas possibilidades de resultados não esperados (contaminação do bastão de vidro, misturas equivocadas, etc). Para os demais cátions do experimento, Na^+ (aq) e NH_4^+ (aq), por formarem sais solúveis (podemos aplicar a regra de solubilidade: sais de amônio e os de cátions de metais alcalinos são solúveis em água) não se espera precipitação e, portanto, não ficariam turvas as misturas formadas nos tubos I e II.

| Tubo | Adição de 2mL da solução de | Observação após adição de 10 gotas da solução V (Na ₂ HPO ₄) -turbou/não turbou- | Observação após ranhura no tubo |
|-------------|-----------------------------------|--|---------------------------------|
| I | NH ₄ ⁺ (aq) | <i>Não turva</i> | ----- |
| II | Na ⁺ (aq) | <i>Não turva</i> | ----- |
| III | Mg ²⁺ (aq) | <i>pode não turvar</i> | <i>Solução fica turva</i> |
| IV | Ca ²⁺ (aq) | <i>Solução fica turva</i> | ----- |

Q2 c)

Tubo I: $\text{HPO}_4^{2-}(\text{aq}) + \text{NH}_4^+(\text{aq}) \rightarrow$ não ocorreu transformação química

Tubo II: $\text{HPO}_4^{2-}(\text{aq}) + \text{Na}^+(\text{aq}) \rightarrow$ não ocorreu transformação química

Tubo III:

$2 \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{HPO}_4^{2-}(\text{aq}) + \text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) \rightarrow \text{MgHPO}_4(\text{s}) + 2 \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$

Tubo IV:

$2 \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{HPO}_4^{2-}(\text{aq}) + \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + \text{NO}_3^-(\text{aq}) \rightarrow \text{CaHPO}_4(\text{s}) + 2 \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{NO}_3^-(\text{aq})$

Para responder à Q3, espera-se a identificação das reações de precipitação possíveis entre o fosfato (da urina) e os cátions existentes no material do P4Tree. A precipitação ou a formação do sólido insolúvel são visualizadas, no experimento, pelas misturas de soluções que ficam turvas. Tal processo ocorre com as soluções contendo íons magnésio (Mg²⁺) e íons cálcio (Ca²⁺) que simulam íons presentes na estrutura do material do sachê P4Tree indicando captura do fosfato da urina.

Na Q4 o estudante precisa analisar a tabela e sugerir um método de teste visual para comprovar a existência de fósforo, na forma de fosfatos, na urina. Isso pode ser feito tal como

o experimento realizado anteriormente, por adição à urina, por exemplo de solução contendo íons Ca^{2+} pois pela tabela há indicação de ser o de menor solubilidade (foi o íon que no experimento anterior precipitou mais facilmente com o hidrogenofosfato).

REFERÊNCIAS

TEIXEIRA, Aline M. S. et al. Estudo do uso de serpentinito como corretivo de solos agrícolas. *In*: SIMPÓSIO DE MINERAIS INDUSTRIAIS DO NORDESTE, 2., Campina Grande, 2010. **Anais...** Rio de Janeiro: CETEM, 2010. p. 133-143. Disponível em: http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/480/1/anais_segundo_simposio_minerais_industriais_do_nordeste.pdf . Acesso em: 06 mar. 2019.

LIND, B.; BAN, Z.; BYDÉN, S. Volume reduction and concentration of nutrients in human urine. **Ecological Engineering**, Suécia, v. 16, n. 4, p. 561-566, 2001.

VOGEL, Arthur I. **Química analítica qualitativa**. 5. ed. São Paulo: Mestre Jou, 1981. p.315-316.

Atividade 4: Fósforo como fertilizante

O objetivo dessa atividade é mostrar como o conhecimento químico pode se relacionar e correlacionar com situações da vida por meio da interpretação de rótulos de três fertilizantes.

A atividade para o aluno é introduzida com a pergunta “Você reconhece o efeito da deficiência de fósforo em alguma planta?” Para entender a preocupação com a nutrição em relação ao fósforo apresentamos uma foto que caracteriza a deficiência de fósforo em folha de milho.

A legislação brasileira define fertilizante como “substância mineral ou orgânica, natural ou sintética, fornecedora de um ou mais nutrientes de plantas”¹.

Respostas esperadas

Na Q1 é solicitado ao aluno que, consultando os rótulos de fertilizantes apresentados conclua que o nome tradicional de fertilizantes “NPK” faz referência aos componentes em maior concentração, ou melhor, necessários em maior proporção: os macronutrientes Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K).

A Q2 tem o intuito de fazer com que o estudante observe melhor o rótulo. Será pela dosagem/diluição apresentada no rótulo dos fertilizantes 1 e 2 que indicam a massa em gramas ou colher do fertilizante para ser diluído em água mostrando que se trata de fertilizante sólido ao passo que no rótulo 3 a diluição é de 5mL (mL = mililitro é unidade de volume) do fertilizante para ser diluído em água. Como foi utilizado unidade de volume para fazer referência ao fertilizante 3 conclui-se tratar de um fertilizante encontrado no estado líquido.

Na Q3 a diferença se dá pela unidade utilizada. Na utilização em vasos, jardineiras e forrações é necessário fazer a diluição do fertilizante sólido conforme especificado na dosagem/diluição. Para ser usado em gramados não se faz a diluição inicial em água. O cálculo da quantidade de fertilizante sólido a ser espalhado varia com a área do gramado. Somente após espalhado o fertilizante sólido na extensão da área do gramado (por isso m^2) se dará o regamento com água.

Em relação à Q4 entendemos ser importante observações atentas aos rótulos. Quando se tem composição há uma definição mais exata dos teores a serem encontrados. Para os fertilizantes encontramos “nível de garantia” que possui regulação legal para limite de tolerância (Instrução Normativa – IN 46/2016 do Ministério da Agricultura) quanto à deficiência e quanto ao excesso de um nutriente em relação ao teor garantido. É possível que os alunos questionem os rótulos de fertilizantes 1 e 2 quanto a apresentação do fósforo, em que aparece P_2O_5 (sol. CNA + água). A apresentação no rótulo dos fertilizantes da presença de fósforo (P) na forma de óxido (P_2O_5) é uma determinação legal. Segundo ³Pochnow (s/d), a indicação (sol. CNA + H_2O) se refere à presença de um extrator utilizado para avaliar a disponibilidade de P (fósforo) nos fertilizantes fosfatados totalmente acidulados. CNA é a abreviação para citrato neutro de amônio, indicando assim que o P_2O_5 é solúvel na solução salina aquosa de citrato neutro de amônio.

Escolhemos o rótulo do fertilizante 3 para identificar macronutrientes e micronutrientes porque há uma diferença marcante em suas concentrações. No vídeo P4tree (t = 0:45) o pesquisador indica o fósforo como nutriente e no tempo de 0:59 a fala do pesquisador especifica que o fósforo é um macronutriente essencial responsável por muitas funções na planta. LIMA FILHO (2014) afirma com base em outros pesquisadores que “O fósforo está ligado diretamente na aquisição, no armazenamento e na liberação da energia necessária para o metabolismo da célula”. Respondendo à Q5: dos nutrientes apresentados no rótulo do fertilizante 3, os macronutrientes, aqueles necessários à planta em maior proporção são: nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K). Os micronutrientes, nutrientes necessários às plantas em menor proporção, são todos os demais elementos citados: Boro (B), Cálcio (Ca), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Magnésio (Mg), Manganês (Mn), Molibdênio (Mo) e Zinco (Zn).

A Q6 inicia um retorno à pesquisa P4Tree, ao solicitar cálculo da massa de fósforo, em termos de P_2O_5 , pois a rotulagem e cálculo dos fertilizantes, inclusive aquele de rótulo nº 1, indica o teor de fósforo em termos de P_2O_5 .

Cálculo de P_2O_5 em 1 Kg de fertilizante:

5g P_2O_5 -- 100g fertilizante rótulo 1

X ---- 1000g x = 50g P_2O_5

Para realização da Q7, o aluno precisa acessar novamente o vídeo (2:20 a 2:31min) ou usar os cálculos da atividade da urina. Com a massa de P obtida da urina anualmente na cidade de Belo Horizonte calcula-se por regra de três a massa de fertilizante que seria poupado.

1kg fertilizante ----- 50g P

X ----- massa de fósforo da urina/ano/população de BH

1kg fertilizante -----0,05 kg P

X = 8.212.500kg =8.212,5 t

X ----- 410.625kg de P

(mais de 8.000t/ano fertilizante)

Retomando os cálculos já realizados na atividade “Um pouco sobre a urina” para chegar à massa de 410.625Kg de P (proveniente de urina, desperdiçados anualmente em BH/MG):

Concentração P na urina x volume diário de urina por pessoa x 365 dias x nº pessoas em BH

=

$0,3\text{g/L} \times 1,5\text{L}$ de urina por dia por pessoa $\times 365 \times 2.500.000$ pessoas = 410.625 kg P/ano

Através da Q8 pode-se fazer uma estimativa do desperdício real. Importamos fertilizante fosfatado e jogamos fora fósforo que, lançado em cursos d'água, contribui para a eutrofização, problema oneroso para o poder público.

Cálculos:

8.212t de fertilizante ---- 2,5 milhões de habitantes (população de BH)

X ---- 208 milhões de habitantes (população brasileira)

X= 683.238 toneladas

5.690.000 t fertilizante fosfatado ---- 100%

683.238 t-----X

X= ~12% de economia em fertilizante fosfatado

A proposta das últimas tarefas desta atividade, Q9 e Q10, depende da disponibilidade de tempo. Na Q9 solicita-se leitura e interpretação de 4 notícias a respeito da saída da empresa estatal Petrobrás (Petróleo Brasileiro S/A) do segmento de fertilizantes no ano de 2019 sob a ótica de quatro fontes de notícias: Globo.com, Brasil247, Confederação Nacional do Ramo Químico e Folha de São Paulo. Em seguida, discussão em sala e produção de texto opinativo quanto aos tópicos destacados. Pretendemos na Q10 que os alunos se voltem mais uma vez à leitura. Reunidos em 4 grupos, cada grupo com um texto fica responsável por apontar como é reutilizada a urina. Após o tempo para a leitura e discussão no grupo menor abre-se para debate com toda a turma sobre tais usos, estando o(a) professor(a) mediando tal debate. Ao final pode ser solicitado aos alunos a entrega de um texto (individual ou em grupo, a critério do professor) comparando a reutilização da urina em alguns países.

Sobre a leitura em sala de aula, Silveira Jr. et al. (2015, p.56) afirmam que pode “configurar-se como um complexo processo de produção de sentidos, de oferta de contrapalavras pelos estudantes e professores, contribuindo para a compreensão dos conteúdos escolarizados tratados”.

Nesse sentido, atuando como facilitadores desse processo, Correia e Sauerwein (2017) lembram da importância da sistematização das atividades de leitura no acompanhamento do processo das leituras, em especial de textos de divulgação científica, em sala de aula para os

sujeitos-leitores. Para os autores, a sistematização consiste em atividades estratégicas de pré-leitura, durante a leitura e pós-leitura. As atividades de *pré-leitura* têm o intuito de motivar a leitura. Nelas devemos dar voz ao aluno permitindo que ele faça previsões e levante hipóteses sobre as informações do texto (aqui ampliamos ao texto lido, ao ouvido e também ao assistido – para valorizar leituras polissêmicas); bem como estabeleça conexões entre seus conhecimentos prévios e o assunto abordado.

As atividades de *durante a leitura* devem favorecer a retomada das previsões iniciais e a verificação e sistematização do que foi compreendido a partir da leitura do texto. As atividades de *pós-leitura* devem permitir que o aluno reavalie seus conhecimentos iniciais, estabeleça diferenciação entre o que sabia antes e o que passou a compreender após a leitura do texto, faça vinculação entre as informações do texto e o conteúdo estudado, sintetize as principais ideias/informações do texto. (CORREIA e SAUERWEIN, 2017, e3401-3).

Segundo esses autores a leitura de textos de divulgação científica associada às atividades estratégicas de pré/durante/pós-leitura favorecem o envolvimento dos alunos durante todo o processo de leitura e discussão do texto. Além de serem uma possível maneira de promover as conexões entre o conteúdo científico e temas relacionados ao cotidiano, à ciência e à tecnologia, podem potencializar o desenvolvimento de habilidades relacionadas à leitura, escrita, argumentação e interpretação de textos.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Decreto nº 4.954, de 14 de janeiro de 2004**. Altera o Anexo ao Decreto nº 4.954, de 14 de janeiro de 2004, que aprova o Regulamento da Lei nº 6.894, de 16 de dezembro de 1980, que dispõe sobre a inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes, ou biofertilizantes, remineralizadores ... Brasília, DF, jan. 2004. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2004/Decreto/D4954.htm. Acesso em: 17 mar. 2019.

BRASIL. **Instrução Normativa de nº 46, de 22 de novembro de 2016.** Legislação de Fertilizantes do Ministério de Estado da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília, DF, dez. 2016. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/fertilizantes/legislacao/in-46-de-22-11-2016-fert-minerais-dou-7-12-16.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2019.

CORREIA, Daniele; SAUERWEIN, Inés Prieto Schmidt. As leituras de textos de divulgação científica feitas por licenciandas no estágio supervisionado em física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 39, n. 3, 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbef/v39n3/1806-1117-rbef-39-03-e3401.pdf>. Acesso em: 21 dez. 2019.

CRUZ, Luana. Urina que vira adubo é exemplo de economia circular. **Portal Minas faz Ciência**. 26 fev. 2018. Disponível em: <http://minasfazciencia.com.br/2018/02/26/urina-que-vira-adubo-e-exemplo-de-economia-circular/>. Acesso em: 28 fev.2019

PROCHNOW, Luiz Ignacio. **Fertilizantes fosfatados: algumas crenças e alguns fatos científicos.** Disponível em: <http://hotsites.cnps.embrapa.br/blogs/redefertbrasil/conteudo/artigos/4.pdf>. Acesso em: 22 fev. 2019.

SILVEIRA JÚNIOR, Célio da; LIMA, Maria Emília Caixeta de Castro; MACHADO, Andréa Horta. Livro didático de ciências e a mediação da leitura de seus textos em sala de aula. **Leitura: Teoria & Prática**, Campinas, São Paulo, v.33, n.65, p.53-69, 2015.

Atividade 5: Momento de fama

Nesta atividade nossa proposta é solicitar aos alunos que produzam um vídeo curto de assunto relacionado àquele tratado no vídeo P4Tree. Indicamos alguns temas - Eutrofização, Mineração Urbana, História do Fósforo, Empreendedorismo sustentável, divulgação científica – que podem ser utilizados. A determinação da escolha do tema e componentes de

grupo fica a cargo do(a) professor(a) uma vez que cada turma/professor(a) possui um perfil de trabalho em grupo.

O objetivo dessa atividade é incentivar a autonomia do estudante ao abordar um tema sócio-científico-ambiental utilizando meios que são normalmente do seu cotidiano (câmera de celular, gravação de áudio, acesso ao *YouTube*...). Além disso, provocar a discussão tanto de temas importantes já consagrados nas ciências da natureza como a eutrofização, quanto de temas provavelmente pouco conhecidos como Mineração Urbana.

Outros temas de interesse químico sócio-ambiental que perpassam o vídeo P4tree são Química Verde e Economia Circular.

Economia circular. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=KZnHvRqaew>>
Acesso em 12/04/2019

No material do aluno sugerimos 4 temas com questões-guia de forma que o grupo tenha orientação básica do que fazer. Acreditamos que é uma forma de incentivo à criatividade e autonomia que tanto buscamos nos adolescentes dos dias de hoje. Sugerimos grupos de 5 a 6 integrantes.

Esta é uma atividade que demanda tempo de reunião e de pesquisa além do tempo de gravação, por isso, recomendamos que ela seja iniciada ou avisada para a turma logo, de preferência na atividade introdutória, pois o tempo de apresentação do vídeo finalizado é de no máximo 5 minutos mas o desenvolvimento pode ser moroso.

Roteiro:

Faça um roteiro com a sequência escrita de todas as falas e imagens.

A filmagem pode ser feita com celular desde que na posição horizontal.

Atenção para a escolha do local de forma a não ter eco no áudio, isso dificulta a audição e até causa incômodo.

A luz também é importante: muita ou pouca iluminação podem comprometer sua gravação. Escolha um som de fundo que combine com o tema escolhido. Cuidado com os direitos autorais.

Adicione legendas se necessário.

Escolha um nome para o vídeo.

Adicione os créditos, ou seja, os agradecimentos a quem participou ou contribuiu para a produção de seu vídeo.

Concluindo...

A diversificação das atividades ao longo deste material, integrando os vários modos de se comunicar ciência, foi nosso intuito pois entendemos que a assimilação de ideias, conceitos, ou melhor, conhecimento e a aprendizagem são facilitados quando trabalhados de maneira diversificada.

ANEXO 1

Competências e habilidades extraídas do documento da Base Nacional Comum Curricular - etapa Ensino Médio que são contempladas nas atividades deste material (ver Quadro 1) conforme código alfanumérico identificador das habilidades desenvolvidas. Composição do código alfanumérico (BRASIL, 2017, p. 34)

COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 1 Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e/ou global.

Habilidades:

(EM13CNT101) Analisar e representar as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões em situações cotidianas e processos produtivos que priorizem o uso racional dos recursos naturais.

(EM13CNT104) Avaliar potenciais prejuízos de diferentes materiais e produtos à saúde e ao ambiente, considerando sua composição, toxicidade e reatividade, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para o uso adequado desses materiais e produtos.

(EM13CNT105) Analisar a ciclagem de elementos químicos no solo, na água, na atmosfera e nos seres vivos e interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida.

COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 2 Construir e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar decisões éticas e responsáveis.

Habilidade: (EM13CNT206) Justificar a importância da preservação e conservação da biodiversidade, considerando parâmetros qualitativos e quantitativos, e avaliar os

efeitos da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta.

COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 3 Analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

Habilidades:

(EM13CNT303) Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.

(EM13CNT307) Analisar as propriedades específicas dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas, arquitetônicas ou tecnológicas) e/ou propor soluções seguras e sustentáveis.

(EM13CNT309) Analisar questões socioambientais, políticas e econômicas relativas à dependência do mundo atual com relação aos recursos fósseis e discutir a necessidade de introdução de alternativas e novas tecnologias energéticas e de materiais, comparando diferentes tipos de motores e processos de produção de novos materiais.

REFERÊNCIA

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)** - etapa Ensino Médio. Brasília: MEC, 2017. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=85121-bncc-ensino-medio&category_slug=abril-2018-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 10 set. 2019.

APÊNDICE C - TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO DO MENOR (TALE)

Aos alunos do Colégio Técnico da Universidade Federal de Minas Gerais – Coltec

UFMG

Prezados alunos,

Estamos iniciando nas aulas de Química um acompanhamento para a pesquisa acadêmica no tema: “Divulgação científica sobre Química Verde em vídeos: reflexões dialógicas”, com a participação da professora de química Rúbia Lúcia Pereira, aluna de mestrado da Faculdade de Educação da UFMG.

A pesquisa será realizada apenas com consentimento de pais e /ou responsáveis e de todos os alunos que participarão. A participação na pesquisa não envolverá qualquer natureza de gastos, tanto para V. Sa. quanto para os demais envolvidos. Os gastos previstos serão custeados pelo pesquisador principal que também assume os riscos e danos que porventura vierem a acontecer com os equipamentos e incidentes com os alunos em sua companhia, durante o processo.

A pesquisa envolverá a utilização das produções dos alunos nas aulas de Química em atividades cujo objetivo é o ensino do tema soluções químicas. A contribuição dos alunos é importante para o desenvolvimento de um material didático inovador.

Entende-se que o ensino de Química Verde precisa ser atualizado com o estudo de novos materiais empregados nos variados âmbitos tecnológicos, suas propriedades, influência na vida das pessoas e no ambiente, bem como a utilização de recursos multimodais. Por outro lado, os materiais didáticos não vêm apresentando propostas de trabalho que priorizem a discussão, em sala de aula, dos aspectos que relacionam a ciência, a tecnologia, a sociedade e o ambiente. Considerando essa possibilidade propomos oferecer ao professor um material diferenciado que dialogue com o aluno, com os conteúdos da Química, com a tecnologia, a sociedade e o ambiente e permita a construção de conhecimentos significativos para a formação de cidadãos.

Vocês não serão obrigados a fazer qualquer atividade que extrapole suas tarefas escolares comuns que serão analisadas exclusivamente para fins da pesquisa. Não serão, portanto, utilizados para avaliação de condutas nem para público externo ou interno.

Em qualquer momento, você poderá solicitar esclarecimentos sobre a metodologia de coleta e análise dos dados através do telefone (31) 98709-9467 (Rúbia Lúcia Pereira) e/ou pelo e-mail: quimrubia@gmail.com. A pesquisa apresenta riscos mínimos à sua saúde e bem-estar, porém a professora estará atenta e disposta a diminuir ao máximo esses riscos e desconfortos. Entendemos que o principal risco envolvido nesta pesquisa está na divulgação indevida de sua identidade e nos propomos a realizar todos os esforços possíveis para assegurá-la. Os resultados da pesquisa serão comunicados utilizando nomes fictícios, mantendo, assim, sua identidade preservada. Caso deseje recusar a participar ou retirar o seu consentimento em qualquer fase da pesquisa tem total liberdade para fazê-lo.

Sentindo-se esclarecido (a) em relação à proposta e concordando em participar voluntariamente desta pesquisa, peço-lhe a gentileza de assinar e devolver o Termo de Assentimento Livre e esclarecido do Menor (TALE), assinando em duas vias, sendo que uma das vias ficará com você e a outra será arquivada pelos pesquisadores por cinco anos, de acordo com a Resolução 466/2012.

Atenciosamente,

Rúbia Lúcia Pereira
(Professora de Química e aluna do Mestrado)

Alfredo Luis Mateus (Coordenador da pesquisa)

Agradecemos desde já sua colaboração

- () Concordo e autorizo a realização da pesquisa, nos termos propostos.
() Discordo e desautorizo a realização da pesquisa.

Nome do aluno: _____

Assinatura do aluno: _____

Belo Horizonte, _____ de _____ de 2019

APÊNDICE D - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Aos Srs. Pais e/ou Responsáveis pelos alunos do Colégio Técnico da Universidade Federal de Minas Gerais – Coltec UFMG

Srs. Pais,

Estamos iniciando nas aulas de Química um acompanhamento para a pesquisa acadêmica no tema: “Divulgação científica sobre Química Verde em vídeos: reflexões dialógicas”, com a participação da professora de química Rúbia Lúcia Pereira, aluna de mestrado da Faculdade de Educação da UFMG.

A pesquisa será realizada apenas com consentimento de pais e /ou responsáveis de todos os alunos que participarão. A participação na pesquisa não envolverá qualquer natureza de gastos, tanto para Sr. (Sra) quanto para os demais envolvidos. Os gastos previstos serão custeados pelo pesquisador principal que também assume os riscos e danos que porventura vierem a acontecer com os equipamentos e incidentes com os alunos em sua companhia, durante o processo.

A pesquisa envolverá a utilização das produções dos alunos nas aulas de Química em atividades cujo objetivo é o ensino do tema soluções químicas. A contribuição dos alunos é importante para o desenvolvimento de um material didático inovador.

Considerando essa possibilidade propomos oferecer ao professor um material diferenciado que dialogue com o aluno, com os conteúdos da Química, com a tecnologia, a sociedade e o ambiente e permita a construção de conhecimentos significativos para a formação de cidadãos.

Os alunos não serão obrigados a fazer qualquer atividade que extrapole suas tarefas escolares comuns e o registro dos vídeos será de uso exclusivo para fins da pesquisa. Não serão, portanto, utilizados para avaliação de condutas dos alunos nem para público externo ou interno. Todos os dados obtidos serão arquivados na sala do professor Doutor Alfredo Luiz Mateus (orientador) na Universidade Federal de Minas Gerais, Colégio Técnico da UFMG (Coltec) situado à Avenida Antônio Carlos, 6627 – Pampulha – Belo Horizonte, MG – Brasil, por um período de cinco anos sob responsabilidade da pesquisadora.

Em qualquer momento, o Sr. (Sra) poderá solicitar esclarecimentos, bastando para isso entrar em contato com o COEP/UFMG para esclarecimentos de dúvidas éticas (os contatos estão no final desse documento) e sobre a metodologia de coleta e análise dos dados através do telefone (31) 98709-9467 (Rúbia Lúcia Pereira) e/ou e-mail: quimrubia@gmail.com.

A pesquisa apresenta riscos mínimos à saúde e ao bem-estar de seus participantes, porém a pesquisadora estará atenta e disposta a diminuir ao máximo esses riscos e desconfortos. Entendemos que o principal risco envolvido nesta pesquisa está na divulgação indevida da identidade dos participantes e nos propomos a realizar todos os esforços possíveis para assegurar a privacidade dos mesmos. Os resultados da pesquisa serão comunicados utilizando nomes fictícios para os estudantes, que terão, assim, sua identidade preservada. Caso você deseje recusar a participação do seu filho ou retirar o seu consentimento em qualquer fase da pesquisa tem total liberdade para fazê-lo.

Sentindo-se esclarecido(a) em relação à proposta e concordando em participar voluntariamente desta pesquisa, peço-lhe a gentileza de assinar e devolver o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), assinando em duas vias, sendo que uma das vias ficará com você e a outra será arquivada pelos pesquisadores por cinco anos, de acordo com a Resolução 466/2012.

Atenciosamente,

Rúbia Lúcia Pereira

(Professora de Química e aluna do Mestrado)

Alfredo Luis Mateus (Coordenador da pesquisa)

Agradecemos desde já sua colaboração

- () Concordo e autorizo a realização da pesquisa, nos termos propostos.
() Discordo e desautorizo a realização da pesquisa.

Nome do aluno: _____

Assinatura do pai ou responsável: _____

Belo Horizonte, _____ de _____ de 2019.

Comitê de Ética na Pesquisa/UFMG

Av. Antônio Carlos, 6627 - Unidade Administrativa II - 2º andar/ sala 2005 - Campus Pampulha - Belo Horizonte, MG Fone: 31 3409-4592 CEP 31270-901 e-mail: coep@prpq.ufmg.br

ANEXO - AUTORIZAÇÃO PARA USO DE CONTEÚDO

São Paulo, 23 de dezembro de 2019

AUTORIZAÇÃO PARA USO DE CONTEÚDO

Rúbia Pereira
CPF: 912.507.656-68
quimrubia@gmail.com

Prezada Rúbia,

Conforme sua solicitação, autorizamos o uso do conteúdo abaixo exclusivamente na tese de mestrado "Divulgação Científica sobre Química Verde em vídeo: reflexões dialógicas", da Faculdade de Educação da UFMG:

Texto:

. "Petrobras abre processo para arrendar fábricas de fertilizantes na Bahia e em Sergipe", de Nicola Pamplona, Folha de S.Paulo, 10.01.2019, disponível em <https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2019/01/petrobras-abre-processo-para-arrendar-fabricas-de-fertilizantes-na-bahia-e-em-sergipe.shtml>.

- A cessão é isenta de custo;
- O crédito é obrigatório;
- Proibido a publicação em qualquer meio de comunicação, impresso ou eletrônico, sem a autorização expressa da Folhapress;
- Proibido o uso em redes sociais;
- **É responsabilidade exclusiva de Rúbia Pereirar a obtenção prévia e expressa de autorizações de terceiros, para uso de suas imagens ou de imagens de obras e bens de propriedade particular retratados em fotografias licenciadas pela Folhapres**

Marisa Basso
Atendimento Comercial

Sandra Penha
Coordenadora Geral