Abordando a temática poluição hídrica no Ensino Médio: uma proposta de sequência didática com foco nos contaminantes emergentes para o ensino de funções orgânicas mistas

Daniele Trajano Raupp*, Leandra Fransciscato**, Lisiane de Brida Lima***

Resumo

O presente artigo tem por objetivo apresentar um produto educacional composto por uma sequência didática para alunos de Química, do Ensino Médio, utilizando como temática os contaminantes emergentes na poluição hídrica para o ensino de funções orgânicas mistas. A justificativa para desenvolver essa abordagem se deve à importância de estabelecer relações entre o conhecimento conceitual e as situações da vida real na qual esses conhecimentos estão inseridos. Estruturada na dinâmica de três momentos pedagógicos-problematização, organização e aplicação do conhecimento - a sequência sugere uma visita técnica à companhia municipal de saneamento; num segundo momento seus desdobramentos com discussões em aula sobre diversas formas de contaminação hídrica, abordando os contaminantes emergentes e interligando assim conceitos químicos de funções orgânicas; para finalizar elaboração de propostas para divulgação das fontes de poluição hídrica e consumo sustentável. Os resultados indicam que a aplicação dessa sequência didática estimula o envolvimento dos alunos com a aprendizagem, favorecendo a apropriação da linguagem científica e facilitando a percepção das relações entre o conhecimento químico e o contexto ambiental.

Palavras-chave: Poluição Hídrica. Contaminantes emergentes. Sequência didática. Ensino de Química.

Recebido em: 30/09/2019 — Aceito em: 20/10/2019. https://doi.org/10.5335/rbecm.v2i2.10015

Doutora em Educação em Ciências. Docente do Programa de Pós-Graduação em Química – PROFQUI da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. E-mail: daniele.raupp@ufrgs.br

Doutora em Química. Docente dos Programa de Pós-Graduação em Química e PROFQUI da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Email leandra.campo@ufrgs.br

Mestre em Química pelo Programa de Pós-Graduação em Química – PROFQUI da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. E-mail: lisibrida@yahoo.com.br

Introdução

O uso de abordagens temáticas, no ensino de ciências, visa contribuir para minimização dos problemas educacionais, utilizando como estratégia a constante problematização em detrimento de uma metodologia baseada na transmissão de conhecimento (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2018). Essa abordagem pode ter como alicerces diferentes aportes teóricos e metodológicos como, por exemplo, a abordagem temática freiriana ou na perspectiva em Ciência-Tecnologia-Sociedade – CTS (HALMENSCHLAGER; SOUZA, 2016).

O aumento dos problemas socioambientais tem implicado na abordagem de temáticas específicas no ensino. A introdução de questões ambientais tem sido recomendada em currículos com ênfase em CTS que visam desenvolver a alfabetização científica e tecnológica dos cidadãos (DOS SANTOS; MORTIMER, 2000). Ainda que a água seja em assunto amplo, necessita ser abordada ainda na formação dos jovens, com vistas à formação para a cidadania (AIKENHEAD, 2006).

A temática escolhida surge diante da reincidência de ameaças de falta de água em períodos de estiagem, assim como as dificuldades em se conseguir um tratamento eficiente frente aos inúmeros tipos de contaminantes presentes na água bruta, em especial do Rio dos Sinos que abastece várias cidades da Região Metropolitana de Porto Alegre, local onde a pesquisa foi desenvolvida. Percebe-se que muitos estudantes não têm conhecimento sobre as ações que contribuem para essa problemática. A exemplo disso, destaca-se o descarte incorreto de medicamentos e óleo de cozinha, a contaminação hídrica por pesticidas e descartes incorretos de materiais como pilhas e baterias.

O ensino de ciências deve buscar desenvolver a criticidade dos alunos de modo a evitar uma visão reducionista acerca do ambiente, na qual se tem a concepção de que o ambiente "tem relação somente com os aspectos físicos naturais e exclui totalmente o homem e suas influências sobre o meio ambiente,, pessoas com esse tipo de percepção não se veem como parte integrante da natureza" (DE ALMEIDA CARDOSO, DE CÁSSIA FRENEDOZO, DE ARAÚJO, 2015, p. 100).

Nesse sentido, Marques et al. (2007), argumentam que essa visão está relacionada à falta de sintonia entre a formação continuada dos professores com temas mais contemporâneos no ensino de Química como, por exemplo, a química verde, a química ambiental e a própria educação ambiental. Eles ainda reforçam que a inclusão dos temas ambientais no ensino de Química pode contribuir para a for-

mação de profissionais mais responsáveis e que incorporem a variável ambiental em sua prática profissional.

Atualmente, ao se discutir poluição hídrica, nota-se um crescente interesse em estudos sobre os chamados contaminantes emergentes presentes em águas. Esses contaminantes são compostos de diferentes origens e natureza química, cujas presenças no ambiente não são consideradas significativas em termos de distribuição e/ou concentração e devido a isso passam despercebidas (STUART, 2012). Pesticidas, plastificantes, surfactantes, produtos de higiene pessoal, fármacos, cafeína e hormônios são exemplos de contaminantes emergentes. Mesmo em baixas concentrações, podem causar impacto ambiental e afetar a saúde humana. No entanto, com o advento de métodos analíticos cada vez mais sensíveis, esses contaminantes vêm sendo sistematicamente detectados nas águas e são considerados um problema significativo, já que há um aumento do consumo pela sociedade moderna dos produtos que são fontes desses poluentes (ANDRADE, FERREIRA, 2017).

Tendo em vista os aspectos anteriormente citados, esse produto educacional foi elaborado e aplicado em 2018 e defendido no Programa de Pós-Graduação do Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI) da Universidade Federal do Rio Grande do sul. Sendo assim, o artigo traz também um breve relato da aplicação em uma turma do Ensino Médio de uma escola pública da Região Metropolitana de Porto Alegre, RS.

A elaboração de uma sequência didática de seis aulas para o Ensino Médio, com abordagem temática poluição hídrica, com foco nos contaminantes emergentes, baseada na perspectiva CTS, utilizou como estratégia os três momentos pedagógicos propostos por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011): a problematização inicial, a organização e a aplicação do conhecimento. Contemplando essas três fases, espera-se, em termos de aprendizagem, que cada momento possa ampliar gradativamente o conhecimento do educando sobre o assunto foco, permitindo estabelecer conexões entre sociedade e ciência, de forma que os conteúdos científicos abordados sejam relevantes para a compreensão de situações do cotidiano, permitindo ao aluno a identificação de problemas e soluções para os mesmos (KRASILCHIK, 2000).

Espera-se que a essa didática possa ajudar e estimular outros professores a utilizá-la como ferramenta pedagógica. Acredita-se que os assuntos aqui elencados possam ser adaptados de acordo com a necessidade e realidade de cada grupo, de forma a facilitar a construção do conhecimento.

Contextualizando a temática poluição hídrica e o ensino de ciências

No ano de 2018, durante o 8° Fórum Mundial da Água, em Brasília, reiterou-se a necessidade de levar esse assunto para a sala de aula. Esse foi o maior fórum sobre o tema já realizado, contando com a participação de diversos países e autoridades e uma série de importantes documentos foram elaborados tratando dos aspectos hídricos mundiais. Na declaração de sustentabilidade, redigida pelos conferencistas, pode-se observar que ações educacionais fazem parte das recomendações como forma de incluir a água nas agendas locais para promover mudanças globais (FÓRUM MUNDIAL DA ÁGUA, 2018).

No âmbito da educação nacional, a própria Matriz de Referência do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), para a área das ciências da natureza e suas tecnologias, elaborada pelo Ministério da Educação (MEC), ao indicar as competências exigidas aos estudantes do Ensino Médio, cita a Competência: "Associar intervenções que resultam em degradação ou conservação ambiental a processos produtivos e sociais e a instrumentos ou ações científico-tecnológicos" (BRASIL, 2009, p. 8). E ao desenvolvimento dessa competência está associada a habilidade "Analisar perturbações ambientais, identificando fontes, transporte e(ou) destino dos poluentes ou prevendo efeitos em sistemas naturais, produtivos ou sociais" (BRASIL, 2009, p. 8).

A Base Nacional Comum Curricular, novo documento que norteia os currículos das escolas de todo o Brasil, destaca, na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, a necessidade da contextualização acerca da temática ambiental.

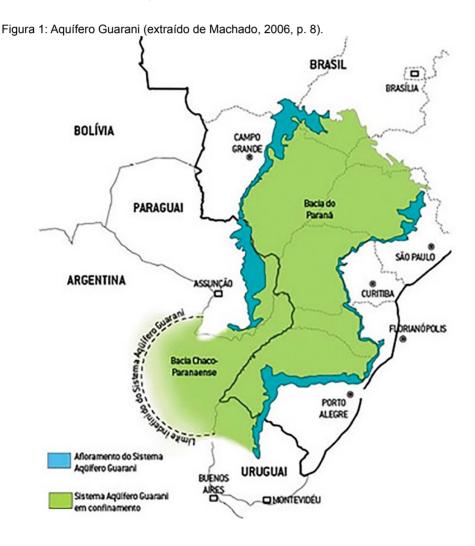
A contextualização dos conhecimentos da área supera a simples exemplificação de conceitos com fatos ou situações cotidianas. Sendo assim, a aprendizagem deve valorizar a aplicação dos conhecimentos na vida individual, nos projetos de vida, no mundo do trabalho, favorecendo o protagonismo dos estudantes no enfrentamento de questões sobre consumo, energia, segurança, ambiente, saúde, entre outras (BRASIL, 2018, p. 549).

E define como competência específica para o Ensino Médio:

Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e 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 global (BRASIL, 2018, p. 553).

Nesse sentido, a utilização da temática em questão irá contribuir para a aplicação do conhecimento químico na vida dos alunos, permitindo compreender os aspectos que impactam diretamente nesse recurso tão fundamental.

A água é um recurso essencial à vida por ser um elemento fundamental para a regulação climática do planeta. O Rio Grande do Sul é um dos estados brasileiros que abriga áreas do Aquífero Guarani (Figura 1). Esse importante aquífero é considerado o segundo maior aquífero potável do mundo e ocupa aproximadamente 55% da área do Rio Grande do Sul, sendo a principal reserva de água subterrânea do estado (MACHADO, 2006).



A potabilidade característica das águas do aquífero Guarani torna esse recurso natural, de proporções gigantescas, cada vez mais cobiçado por interesses econômicos, principalmente devido ao fato de aproximadamente apenas 3% de toda água doce do planeta ser disponível através de águas superficiais: lagos, rios, pântanos e umidade da zona superficial do solo (BORGHETTI et al., 2004). Intensamente consumida no Brasil, as águas subterrâneas, explotadas por meio de poços e fontes, são utilizadas para inúmeros fins: abastecimento humano, irrigação e indústria, sendo que a escassez e a poluição das águas superficiais são fatores que explicam o aumento do uso das águas subterrâneas (MOREIRA, 2018).

Mas o problema da poluição hídrica não se restringe às águas superficiais, pois atinge também as águas subterrâneas, sendo que os principais contaminantes estão relacionados à construção inadequada de poços, falta de saneamento básico, descarte incorreto de resíduos industriais, o uso de fertilizantes e agrotóxicos na agricultura, o manuseio de inadequado de produtos tóxicos pela indústria, vazamento de tanques de armazenamento de combustíveis em postos de gasolina e resíduos de mineração (ZOBY, 2008).

O conhecimento dessa temática se constitui como uma ferramenta poderosa de apoio à preservação da qualidade da água para as futuras gerações e a inserção de temas ambientais nas atividades pedagógicas deve ter como objetivo principal a formação do cidadão crítico, participativo e ecologicamente consciente (QUERIOZ et al., 2016).

No entanto, algumas pesquisas relatam que, apesar de todos nós, como cidadãos, estarmos inseridos em um contexto de consumo hídrico, nem sempre o conhecimento sobre o tema é acessível. Bergmann e Pedrozo (2008) evidenciaram que seus alunos não apresentavam conhecimentos prévios com relação à dimensão de uma bacia hidrográfica e suas relações com a qualidade da água. Salomão et al. (2012), estudando o conhecimento local e a percepção da natureza em comunidades vizinhas a parques ambientais, destacaram o baixo índice de conhecimento da comunidade sobre o ambiente do entorno e que diferentes percepções sobre o meio ambiente podem levar a dificuldades de efetivação de ações de conservação do mesmo.

Os contaminantes emergentes

Esses contaminantes vêm sendo detectados em fontes de abastecimento de água, lençóis freáticos e até em água potável. São compostos sobre os quais relativamente

pouco se conhece, em termos de sua presença, impacto e tratamento; na maioria dos casos, são poluentes não regulamentados que podem ser candidatos à regulamentação futura, dependendo das pesquisas sobre seus possíveis efeitos sobre a saúde e o monitoramento de dados sobre sua incidência (STUART, 2012).

Esses compostos podem apresentar algum risco ao ecossistema e não estão incluídos nos programas de monitoramento de rotina, ou seja, não são legislados. Por isso é importante "Conhecer os riscos associados à exposição por centenas de novos compostos que ainda não estão contemplados nas legislações vigentes permite antecipar e mitigar sérios danos para as gerações futuras" (MONTAGNER; VIDALA; ACAYABAB, 2017, p. 1094).

A expressão 'contaminantes emergentes' é uma alusão aos produtos tóxicos que não são removidos ou eliminados pelos processos tradicionais de tratamento de água para consumo humano (TORDIN, 2018). Devido às baixas concentrações, esses contaminantes não são eliminados eficazmente com o tratamento de água convencional, podendo se acumular a longo prazo e causar um grande impacto na saúde e no meio ambiente, gerando alguns problemas, tais como desregulação endócrina, problemas hormonais, entre outros (GIL et al., 2012).

Contaminantes como os hormônios endógenos, hormônios sintéticos, anticoncepcionais, fármacos de diversas composições, cafeína, sucralose, nanomateriais, bactericidas, inseticidas, algicidas, herbicidas, produtos de limpeza e de higiene pessoal, protetores solares, produtos de cloração e ozonização de águas, entre outros, são classificados como contaminantes emergentes e atualmente totalizam mais de mil compostos. Com toda essa quantidade de substâncias, segundo Canela et al. (2015), é inviável legislar sobre a totalidade de compostos. Nesse sentido, os autores apontam que esse é um dos grandes desafios em termos de políticas públicas.

Por ser uma questão relativamente recente, o assunto, de forma geral, não é conhecido pela população e não tem sido abordado no Ensino Médio.

Produto educacional

O produto educacional na forma de sequência didática, proposto nesse trabalho, é baseada no uso de uma abordagem temática implementada nos moldes dos três momentos pedagógicos, propostos por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011) – a problematização, a organização e a aplicação do conhecimento – com o objetivo de

alcançar novos entendimentos, baseados no conhecimento científico sobre o qual os estudantes têm a oportunidade de se apropriar.

Desenvolvida para ser aplicada em turmas de terceiro ano do Ensino Médio, a sequência didática, a ser desenvolvida em seis aulas, busca relacionar funções orgânicas mistas com os poluentes hídricos, fazendo a ponte entre o conhecimento conceitual da Química Orgânica e as situações da vida real na qual esses conhecimentos estão inseridos. Ou seja, o objetivo é capacitar os alunos para empregar e articular, de forma constante, os conhecimentos científicos com situações reais (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2018).

O produto educacional apresentado é estruturado com as etapas descritas na Tabela 1.

Tabela 1: Sequência didática

Aulas	Organização das atividades	Horas (s) Aula	
1° Momento Pedagógico – Problematização Inicial			
1	Introdução da temática expondo de forma geral problemas ambientais relacionados e abastecimento hídrico da cidade, provocando a curiosidade inicial dos estudantes pelo assunto. Entrega do roteiro com questões para a elaboração de um relatório individual de visita.	1h	
2	Visita técnica orientada à Estação de Tratamento de Água da cidade.	3h	
2° Momento Pedagógico – Organização do conhecimento			
3	Discussão mediada pelo professor sobre aspectos relevantes da visita. Discussão sobre formas de poluição hídrica. Entrega dos relatórios de visita.	3h	
4	Explanação sobre conceitos químicos relacionados ao tema com ênfase na definição e nos compostos orgânicos, de função mista, presentes em contaminantes emergentes tais como medicamentos, óleo de cozinha e pesticidas.	3h	
3° Momento Pedagógico – Aplicação do conhecimento			
5	Proposta da elaboração de cartazes, em duplas ou trios, início da elaboração e organização de ideias. Temas propostos: descarte de óleo de cozinha, uso de pesticidas nas lavouras, descarte de medicamentos, descarte de pilhas / lâmpadas fluorescentes e uso indiscriminado de água.	3h	
6	Apresentação oral dos cartazes e avaliação final e discussão. Avaliação.	2h	

Primeira e segunda aula - 1º Momento Pedagógico

A problematização inicial tem como característica uma impressão inicial sobre a posição do aluno acerca do tema gerador ou uma situação real, lançando dúvidas e questionamentos sem oferecer explicações. Esta problematização terá um papel de ligação muito importante no processo de aprendizagem. O principal objetivo da problematização inicial é provocar no aluno o interesse e a necessidade da aquisição de outros conhecimentos que ainda não detém (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2018).

A sugestão da introdução da temática poluição hídrica e de uma visita à estação de tratamento de água da cidade objetiva integrar a teoria e a prática no que se refere aos conteúdos de Química, tratamento de água e ao manejo hídrico existente na cidade.

Atividades como saídas a campo, visitas técnicas, ou em outros espaços que não a escola, são muito ricas, pois o aluno aprende ao interagir com outras realidades. Além disso, com a possibilidade de conhecer novos ambientes, ampliam-se suas experiências, o interesse pela ciência e o senso de observação (LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001).

Nesse momento, de acordo com a realidade de cada cidade, o professor poderá elaborar os questionamentos que julgar mais pertinentes para a problematização da temática de modo a motivar os alunos para a realização da visita. Para um melhor aproveitamento da visita, sugere-se a entrega de um roteiro para os estudantes que deverá servir de base para elaboração de um relatório sobre a visita. No Quadro 1 apresentamos sugestões de perguntas bem como os objetivos relacionados.

Quadro 1: Questões e objetivos do roteiro de relatório de visita à ETA

Questão do roteiro para relatório da visita	Objetivo	
Faça um fluxograma das etapas de tratamento de água.	Representar esquematicamente as informações do que foi observado durante toda visita à ETA.	
Em outras cidades o tratamento é realizado da mesma forma?	Explicitar a abrangência do tratamento realizado.	
O que determina se uma água é potável ou não?	Apresentar a legislação brasileira que regulamenta o assunto.	
O tratamento consegue eliminar 100% das impurezas? Se não, por que isso ocorre?	Avaliar a reflexão sobre o conceito de limites aceitáveis. determinados pela legislação brasileira que regulamenta o assunto.	
Como nós, como cidadãos e consumidores, podemos contribuir para a preservação das nossas águas?	Citar ações que contribuem para preservação de recursos hídricos.	
Faça um relato de suas impressões sobre como foi a visita e o que mais chamou a atenção.	Avaliar a opinião individual de cada estudante sobre a visita.	

Terceira e quarta aula - 2º Momento Pedagógico

No momento da organização do conhecimento abordam-se os conteúdos necessários para uma compreensão científica das situações problematizadas (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2018).

Nessa etapa sugere-se conceituar poluentes hídricos, contaminantes emergentes e relacionar esses conceitos com as funções orgânicas presentes nos contaminantes. A ideia é que essas funções orgânicas já tenham sido abordadas anteriormente para, nesse momento da sequência didática, oportunizar um momento de integração do conteúdo, apresentando os compostos orgânicos de função mista e sua relação com a temática. O objetivo é que os estudantes observem que as funções orgânicas não são um conteúdo isolado, mas fazem parte de assuntos do nosso dia a dia.

Sugere-se a abordagem de alguns contaminantes em sala de aula, como os agrotóxicos, por exemplo. Segundo Braibante e Zappe (2012), existem mais de mil formulações de agrotóxicos, incluindo inseticidas, herbicidas, fungicidas e outros. Uma das estruturas que pode ser analisada é a do inseticida deltametrina, um agrotóxico que possui função orgânica mista, contendo éter, éster, haleto orgânico e nitrila (Figura 2).

Abordando a temática poluição hídrica no Ensino Médio: uma proposta de sequência didática com foco nos...

Figura 2: Fórmula estrutural da deltametrina

Outra fonte de poluição são os medicamentos como, por exemplo, o 17-□-etinilestradiol que apresenta as funções álcool e fenol (Figura 3). O estrogênio mais utilizado em anticoncepcionais orais pode ser considerado um dos principais e mais potentes estrogênios sintéticos de grande produção e consumo no mundo (LUCENA, 2013). Os estrogênios são considerados uma ameaça ao solo, aos recursos hídricos e aos seres humanos e têm sido alvo de discussões e pesquisas em função da crescente concentração não somente na água, como também no solo (ADEEL et al., 2017).

Figura 3: Fórmula estrutural do hormônio sintético 17-α-etinilestradiol

Já o EDTA – Ácido etilenodiamino tetra-acético – tem vasta aplicação em produtos de limpeza e detergentes como estabilizante. É um dos poluentes orgânicos mais encontrados em águas. Em sua estrutura (Figura 4) pode-se observar as funções ácido carboxílico e amina (OVIEDO; RODRÍGUEZ, 2003).

Figura 4: Fórmula estrutural do EDTA

Esses são exemplos de substâncias a serem trabalhadas na etapa de organização do conhecimento. Sugere-se que apenas alguns contaminantes sejam abordados nessa etapa para dar subsídio na etapa seguinte, quando os alunos deverão aprofundar o conhecimento.

Quinta e sexta aula - 3º Momento Pedagógico

A aplicação do conhecimento destina-se tratar, de forma mais sistemática, o conhecimento que o estudante está incorporando e aplicando para analisar e interpretar tanto as situações iniciais, que determinaram seu estudo, como outras situações que, embora não estejam diretamente ligadas ao motivo inicial, podem ser compreendidas pelo mesmo conhecimento (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2018).

A aplicação do conhecimento, ao final da sequência didática, cria condições e subsídios para a emancipação desse conhecimento e, assim, participa na formação de um cidadão crítico, capaz de ser sujeito das mudanças que ocorrem em sua vida, conhecedor da realidade em que vive. Assim a proposta de atividade para esse momento consiste na elaboração de cartazes com a temática sorteada (Quadro 1) e posterior apresentação para expor o tema que deverá ser o resultado de pesquisa bibliográfica, orientada pelo (a) professor(a), iniciada em aula, concluída como atividade não presencial.

Tendo em conta que

As sequências didáticas são planejadas para ensinar, etapa por etapa, uma temática e organizadas de acordo com os objetivos que o professor quer alcançar, envolvem atividades de aprendizagem e avaliação, permitindo, assim, que o professor possa intervir nas atividades elaboradas, introduzir mudanças ou novas atividades para aperfeiçoar sua aula e torná-la facilitadora no processo da aprendizagem (GONÇALVES, 2016, p. 134).

Os temas norteadores devem ser definidos pelo(a) professor(a), direcionando-se o foco para os contaminantes emergentes e também problemas atuais e relevantes para a cidade do aluno. A avaliação da sequência é realizada com base na execução e apresentação colaborativa dos cartazes, a análise dos relatórios da visita e a participação nas discussões durante as aulas.

Discussão dos resultados de uma aplicação do produto educacional

A sequência didática foi aplicada em uma turma composta por vinte e quatro alunos, com idades entre 17 e 20 anos, do terceiro ano do Ensino Médio de uma escola pública estadual na região metropolitana de Porto Alegre.

Na etapa de aplicação do conhecimento os alunos realizaram a elaboração e apresentações dos cartazes. Para explicitar os conhecimentos adquiridos e aplicados, apresenta-se a discussão acerca de alguns cartazes selecionados.

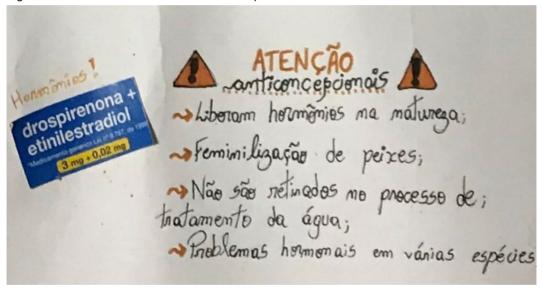
A figura 5, referente ao cartaz elaborado pelo grupo 3A, aborda o descarte de medicamentos. Seu conteúdo orienta formas de descarte consideradas pelos alunos como corretas e incorretas, além de trazer as consequências que um descarte impróprio pode acarretar.



Figura 5: Cartaz sobre descarte de medicamentos

O trabalho do grupo apresenta um enfoque também à questão de desequilíbrios hormonais, causados às espécies aquáticas pela eliminação de anticoncepcionais. Durante a apresentação oral esse grupo destacou que esse tipo de contaminação ocorre principalmente pela eliminação hormonal através da urina que é lançada no esgoto em águas superficiais. A figura 6 destaca, de forma ampliada, a atenção para as consequências do descarte incorreto de anticoncepcionais e ratifica o exposto por Tordin (2018) que afirma que essas substâncias têm como via principal a água, ou seja, após serem usadas ou ingeridas pelas pessoas vão para o sistema de esgoto, passam pelo sistema de tratamento e acabam contaminando diferentes ecossistemas. Um dos hormônios escolhidos para ilustrar o cartaz foi de um anticoncepcional oral combinado que contém o hormônio etinilestradiol que foi abordado em aula.

Figura 6: Detalhe sobre descarte de anticoncepcionais



Os cartazes elaborados também têm enfoque nas contaminações que causam poluição hídrica e de difícil eliminação pela ETA's. No cartaz sobre o descarte incorreto de pilhas e lâmpadas (Figura 7), são destacados os metais pesados presentes nesses materiais e alguns danos causados por intoxicação desses metais. Na apresentação oral houve a explicação pelo grupo que esses danos não ocorrem de forma imediata e nem em baixas concentrações como nas encontradas em águas tratadas pelas ETA's, fato que não é evidenciado no cartaz, porém serve de alerta ao descarte consciente.

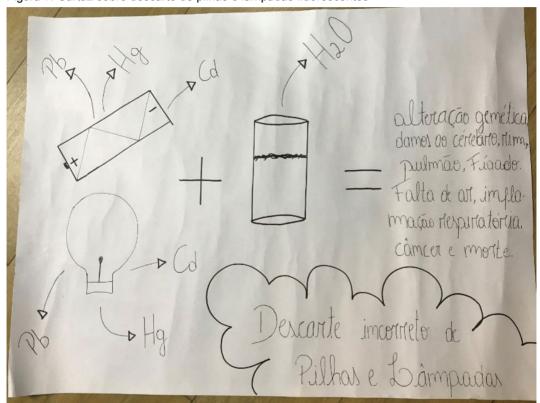
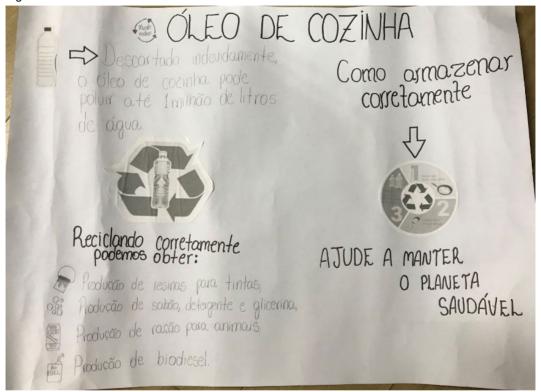


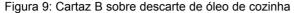
Figura 7: Cartaz sobre descarte de pilhas e lâmpadas fluorescentes

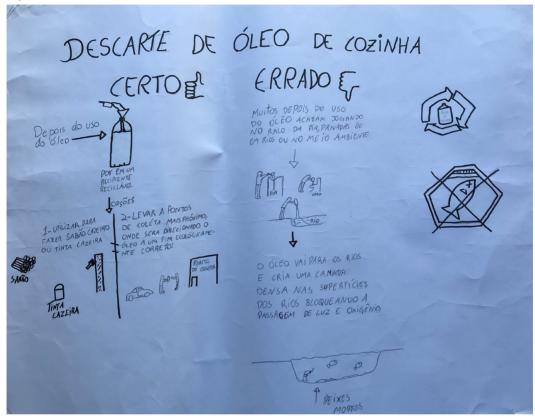
Quanto à proposta de descarte de óleo de cozinha (Figura 8), destaca-se a informação apresentada sobre o potencial contaminante de 1 litro de óleo para até 1 milhão de litros de água e as orientações de como descartar corretamente e como reutilizá-lo. O cartaz, elaborado pelo grupo 1ª, ilustra o assunto.

Figura 8: Cartaz A sobre descarte de óleo de cozinha



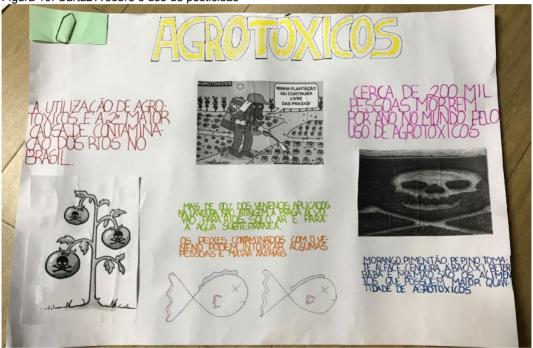
O grupo 1B, com a mesma proposta sobre o descarte de óleo de cozinha (Figura 9), utilizou o recurso de desenhos para mostrar o "certo" e o "errado" no descarte e as consequências distintas dessas duas condutas.





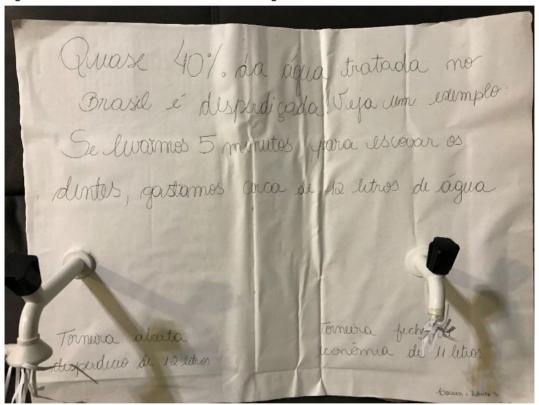
Na temática do uso de agrotóxicos, o cartaz, elaborado pelo grupo 2A (Figura 10), destaca que essa é uma importante causa de contaminação dos rios no Brasil (IBGE, 2011) e leva à reflexão se esse uso é realizado de forma responsável, pois, além da contaminação hídrica, pode trazer outros malefícios, como diversas doenças relacionadas ao consumo ou contato com água contaminada, quando os seres humanos são expostos a essas substâncias.





Considerando a escassez dos recursos hídricos, há, no cartaz (Figura 11), uma abordagem quantitativa e a utilização de torneiras para composição do cartaz. Essas informações foram pesquisadas pelos alunos no site da Agência Nacional de Águas (ANA) e, usando a criatividade, representou as torneiras desperdiçando água ao escovar os dentes, para demonstrar o nível de desperdício, e como é possível economizar água com pequenas atitudes do cotidiano.





Na figura 12, também sobre o uso indiscriminado de água, o grupo citou exemplos de consumos cotidianos e alternativas de como reduzir o mesmo, como no exemplo em detalhe (Figura 12) que aborda a questão da lavagem de carro.

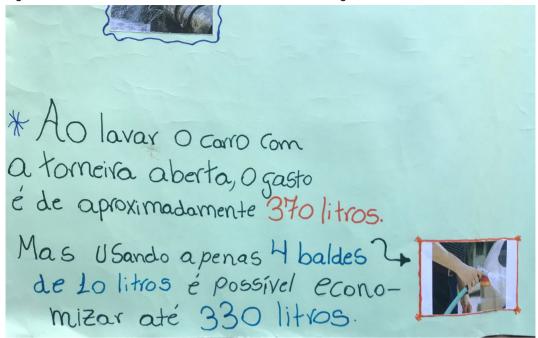


Figura 12 - Detalhe do cartaz B sobre uso indiscriminado de água

Numa análise geral dos cartazes, em conjunto com suas apresentações orais, observa-se uma visão predominantemente ecocêntrica. Essa visão defende que o homem se insere na natureza como qualquer ser vivo e o mundo natural tem valor em si mesmo e se opõe à visão antropocêntrica que considera o homem como o centro do universo, onde a natureza não tem valor em si, mas se constitui em uma reserva de recursos naturais a serem explorados pelo homem (VARGAS,1999).

Observou-se que foram abordadas questões relacionadas com a natureza de forma ampla. As pesquisas, que falam de poluição hídrica, exemplificam os impactos na fauna, em especial nos peixes, citados em quatro cartazes (57% dos cartazes com assunto foco em poluentes), de forma conjunta com os impactos humanos. Após apresentação e discussão, os cartazes foram expostos nos corredores das salas de aula, locais de grande passagem de alunos para que o assunto saísse do grupo da turma e atingisse mais pessoas com a temática.

Como resultados da aplicação da sequência didática, houve a sensibilização e melhor entendimento - observados através dos relatos orais, realizados no momento da apresentação dos cartazes para toda turma e também dos relatórios - quanto a

cuidados que cada um, como cidadão, pode praticar para que a água de nossos rios tenha uma melhor qualidade e, consequentemente, a água tratada também terá.

Analisando as atitudes e postura da turma, na apresentação final dos cartazes, é possível afirmar que a aplicação dessa sequência didática estimulou o envolvimento dos alunos com a aprendizagem, favorecendo a apropriação da linguagem científica e facilitando a percepção das relações entre o conhecimento químico e o contexto ambiental.

Considerações finais

O produto educacional, na forma de sequência didática, traz uma alternativa de abordagem de uma temática atual e importante, mas ainda não incluso no cotidiano da escola. Acredita-se que o uso da abordagem temática, baseada nos três momentos pedagógicos, e a utilização de espaços não formais e não formais de aprendizagem (como uma estação de tratamento de água), pode ser um recurso valioso para despertar o interesse dos alunos de Ensino Médio pela Química, uma vez que relaciona os conceitos científicos com uma situação real que faz parte do cotidiano.

Considera-se que uma abordagem que privilegia essa relação possa superar a resistência à Química que alguns alunos apresentam e que, muitas vezes, está relacionada à falta de contextualização e possa ter reflexo até mesmo na escolha de suas carreiras.

Finalmente, espera-se que o produto educacional aqui relatado possa ser de utilidade para professores de Química e sugere-se que ele possa servir como instrumento para nortear o desenvolvimento de sequências didáticas atraentes e que gerem novos conhecimentos, contribuindo, assim, para um ensino de Química contextualizado e dinâmico.

Approaching the water pollution theme in high school: a proposal for didatic sequence focusing on emerging contaminants for teaching organic compounds of mixed function

Abstract

The present paper aims to present an educational product composed of a didactic sequence for high school chemistry students using the thematic of the emerging contaminants in water pollution for the teaching of organic compounds of mixed function. The reason for developing this approach is due to the importance of establishing relationships between conceptual knowledge and the real-life situations in which this knowledge is inserted. Structured in the dynamics of the three pedagogical moments - problem, organization and application of knowledge - the sequence suggests a technical visit to the municipal sanitation company; in a second moment its development with discussions in class about several types of water contamination, addressing the emerging contaminants and thus interconnecting chemical concepts of organic functions; to finalize with the elaboration of proposals for divulgation of the sources of water pollution and sustainable consumption. The results indicate that the application of this didactic sequence stimulates students' involvement with learning, favoring the appropriation of scientific language and benefiting the perception of the relations between chemical knowledge and the environmental context.

Keywords: Water Pollution. Emerging contaminants. Didactic Sequence. Chemistry teaching.

Referências

ADEEL, Muhammad et al. Environmental impact of estrogens on human, animal and plant life: a critical review. **Environment International**, v. 99, p. 107-119, 2017. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412016304494. Acesso em: 09 dez. 2018.

AIKENHEAD, Glen S. Science education for everyday life: Evidence-based practice. Teachers College Press, 2006.

ANDRADE, Márcia C. Kravetz; FERREIRA, Rafael Lopes. Determinação de contaminantes emergentes no rio barigui em curitiba/paraná. **Revista Saúde e Desenvolvimento**, v. 11, n. 8, p. 27-28, 2017. Disponível em: https://www.uninter.com/revistasaude/index.php/saudeDesenvolvimento/article/view/744. Acesso em: 05 abr. 2018.

BERGMANN, Melissa; DA SILVA PEDROZO, Catarina. Explorando a bacia hidrográfica na escola: contribuições à educação ambiental. **Ciência & Educação**, v. 14, n. 3, p. 537-553, 2008. Disponível em: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5274270. Acesso em: 18 jun. 2018.

BORGHETTI, Nadia Rita Boscardin; BORGHETTI, José Roberto; DA ROSA FILHO, Ernani Francisco. **Aqüífero Guarani**: a verdadeira integração dos países do Mercosul. Ed. dos Autores, 2004.

BRAIBANTE, Mara Elisa Fortes; ZAPPE, Janessa Aline. A química dos agrotóxicos. **Química nova na escola**, v. 34, n. 1, p. 10-15, 2012. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc34 1/03-QS-02-11.pdf>. Acesso em: 26 jul. 2018.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Ensino Médio. Brasília: MEC. Versão entregue ao CNE em 03 de abril de 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/04/BNCC_EnsinoMedio_embaixa_site.pdf>. Acesso em: 04 jun. 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Agência Nacional de Águas. Campanha Descarte. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, [2014]. 1 fôlder.

BRASIL. Ministério da Educação e Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Matriz de Referência para o ENEM 2009**. Brasília, Distrito Federal, 2009^a, 26p.

CANELA, Maria Cristina et al. Cafeína em águas de abastecimento público no Brasil/Instituto Nacional de Ciências e Tecnologias Analíticas Avançadas—INCTAA. São Carlos-SP: Editora Cubo, 100p, 2014.

DE ALMEIDA CARDOSO, Fernanda; DE CÁSSIA FRENEDOZO, Rita; DE ARAÚJO, Mauro Sérgio Teixeira. Concepções de meio ambiente entre estudantes de licenciatura em ciências biológicas. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, v. 10, n. 2, p. 95-112, 2015. Disponível em: http://revbea.emnuvens.com.br/revbea/article/view/4380. Acesso em: 23 mar. 2018.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERNAMBUCO, Marta Maria Castanho Almeida. **Ensino de Ciências**: Fundamentos e Métodos. 4.ed. São Paulo: Cortez, 2018, 368p

FÓRUM MUNDIAL DA ÁGUA. Disponível em: http://www.worldwaterforum8.org/>. Acesso em: 16 mar. 2018.

GIL, Miriam Janet et al. Contaminantes emergentes en aguas, efectos y posibles tratamientos. **Producción+ limpia**, v. 7, n. 2, 2012. Disponível em: http://repository.lasallista.edu.co:8080/ojs/index.php/pl/article/view/265 . Acesso em: 10 maio 2019.

GONÇALVES, Adair Vieira; FERRAZ, Mariolinda Rosa Romera. Sequências Didáticas como instrumento potencial da formação docente reflexiva. **DELTA: Documentação e Estudos em Linguística Teórica e Aplicada**, v. 32, n. 1, 2016. Disponível em: http://ken.pucsp.br/delta/article/view/26768>. Acesso em: 8 mar. 2019.

HALMENSCHLAGER, Karine Raquiel; SOUZA, Carlos Alberto. Abordagem temática: uma análise dos aspectos que orientam a escolha de temas na situação de estudo. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 17, n. 2, p. 367-384, 2016. Disponível em: < https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/190>. Acesso em: 23 jan. 2019.

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Atlas de saneamento 2011**: Saneamento e meio ambiente. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv53096_cap3.pdf>. Acesso em: 10 maio 2019.

KRASILCHIK, Myriam. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. **São Paulo em perspectiva**, v. 14, n. 1, p. 85-93, 2000. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-8839200000100010&script=sci arttext&tlng=es>. Acesso em: 12 fev. 2018.

LORENZETTI, Leonir; DELIZOICOV, Demétrio. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. **Ensaio Pesquisa em educação em Ciências**, v. 3, n. 1, p. 1-17, 2001. Disponível em:https://www.redalyc.org/pdf/1295/129517973004.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2018.

LUCENA, Wagner Santos. **O fármaco alfa-etinilestradiol**: seus possíveis efeitos à saúde humana e animal por exposições ambientais. 2013. 65 f. Monografia (Tecnologias Industriais Farmacêuticas). FIOCRUZ, Rio de Janeiro, 2013. Disponível em:< https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/icict/7785/2/10.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2018.

MACHADO, José Luiz Flores. A redescoberta do Aqüífero Guarani. Scientific American Brasil, São Paulo, Duetto, v. 47, abr. 2006.

MARQUES, Carlos Alberto et al. Visões de meio ambiente e suas implicações pedagógicas no ensino de química na escola média. **Química Nova**, v. 30, n. 8, p. 2043, 2007. Disponível em: http://quimicanova.sbq.org.br/detalhe_artigo.asp?id=1983>. Acesso em: 12 fev. 2018.

MONTAGNER, Cassiana; VIDALA, Cristiane; ACAYABAB, Raphael D. Contaminantes emergentes em matrizes aquáticas do Brasil: cenário atual e aspectos analíticos, ecotoxicológicos e regulatórios. **Química Nova**, São Paulo, v. 40, n. 9, p. 1094-1110, 2017. Disponível em: http://quimicanova.sbq.org.br/detalhe_artigo.asp?id=6640. Acesso em: 12 fev. 2018.

MOREIRA, Debora Astoni. Qualidade das águas de minas no perímetro urbano do município de Ubá-MG. **Multi-Science Journal**, v. 1, n. 1, p. 84-89, 2018. Disponível em: < https://www.ifgoiano.edu.br/periodicos/index.php/multiscience/article/view/45>. Acesso em: 12 fev. 2018.

OVIEDO, Claudia; RODRÍGUEZ, Jaime. EDTA: the chelating agent under environmental scrutiny. **Química Nova**, v. 26, n. 6, p. 901-905, 2003. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422003000600020&script=sci arttext&tlng=es>. Acesso em: 12 fev. 2018.

QUERIOZ, Taisa Layane Salazar et al. Uma proposta interdisciplinar de educação ambiental a partir do tema água. **Revista Brasileira de Extensão Universitária**, v. 7, n. 1, p. 15-22, 2016. Disponível em: https://periodicos.uffs.edu.br/index.php/RBEU/article/view/3078>. Acesso em: 12 fev. 2018.

SALOMÃO, Natália Viveiros; AZEVEDO, Alexsander Araújo; GOULART, Maíra Figueiredo. Conhecimento local e percepção da natureza como ferramenta de educação ambiental em comunidades vizinhas ao parque estadual do Rio Preto, Minas Gerais. **Em Extensão**, v. 11, n. 2, 2012. Disponível em: http://www.seer.ufu.br/index.php/revextensao/article/view/20823>. Acesso em: 12 fev. 2018.

DOS SANTOS, Wildson Luiz Pereira; MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio Pesquisa em educação em ciências**, v. 2, n. 2, p. 1-23, 2000. Disponível em: https://www.redalyc.org/pdf/1295/129518326002.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2018.

STUART, Marianne et al. Review of risk from potential emerging contaminants in UK groundwater. **Science of the Total Environment**, v. 416, p. 1-21, 2012. Disponível em: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22209399>. Acesso em: 12 fev. 2018.

TORDIN, Cristina. Contaminantes emergentes podem ser uma ameaça na água para consumo humano. EMBRAPA. Brasília. 23 mar.2018, Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/32796742/contaminantes-emergentes-podem-ser-uma-ameaca-na-água-para-consumo-humano. Acesso em: 09 mar. 2019.

VARGAS, Heliana Comin. Qualidade ambiental urbana: em busca de uma nova ética. **8º Encontro Nacional da Anpur**. Porto Alegre, 1999.

ZOBY, José Luiz Gomes. Panorama da qualidade das águas subterrâneas no Brasil. **Águas Subterrâneas**, 2008.