

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE QUÍMICA
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO MESTRADO PROFISSIONAL EM
QUÍMICA EM REDE NACIONAL – PROFQUI



LISIANE DE BRIDA LIMA

**ABORDANDO A POLUIÇÃO HÍDRICA COM ESTUDANTES DO
ENSINO MÉDIO POR MEIO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA**

ORIENTADORA PROFA. DRA. LEANDRA FRANCISCATO CAMPO

Porto Alegre, julho de 2019.

LISIANE DE BRIDA LIMA

**ABORDANDO A POLUIÇÃO HÍDRICA COM ESTUDANTES DO ENSINO
MÉDIO POR MEIO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA**

Dissertação apresentada como
requisito parcial para obtenção
do título de Mestre em
Química, sob orientação da
Prof. Dra. Leandra Franciscato
Campo.

Porto Alegre, julho de 2019.

DECLARAÇÃO

A presente dissertação foi realizada inteiramente pelo autor, no período entre julho/2017 e julho/2019, no Instituto de Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul sob Orientação da Professora Doutora Leandra Franciscato Campo.

Lisiane de Brida Lima (aluna)

Profa. Dra. Leandra Franciscato Campo (orientadora)

Dedico este trabalho à memória de Giancarlo, meu grande amor, pai das minhas filhas, que mesmo não estando mais entre nós, sei que está vibrando por esta conquista que ele nunca me deixou desistir de sonhar. Em especial dedico às minhas filhas - Raquel e Beatriz - luzes que dão sentido e iluminam minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, causa primária de todas as coisas, por iluminar meu caminho e me dar forças para seguir sempre em frente.

Aos meus pais, por serem essenciais na minha vida e todos os familiares e amigos que estavam me apoiando e auxiliando em especial no cuidado com minhas filhas durante os momentos em que estive ausente.

A minha orientadora Leandra Franciscato Campo pelo acolhimento, sensibilidade e auxílio na elaboração desta dissertação.

Aos demais professores membros do PROFQUI, no Instituto de Química da UFRGS, pela contribuição no meu caminhar acadêmico.

Agradeço enfim aos colegas do mestrado pelo companheirismo nesta honrosa jornada de compor a primeira turma do PROFQUI/UFRGS.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

“É preciso amar as pessoas como se não houvesse amanhã.”

(Renato Russo)

SUMÁRIO

RESUMO	vii
ABSTRACT	viii
LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....	ix
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	xi
1 INTRODUÇÃO.....	01
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	04
2.1 Água e ensino	04
2.1.1 Educação ambiental no ensino médio	05
2.2 Legislação brasileira sobre tratamento de água.....	08
2.3 Contaminantes emergentes.....	10
2.4 Estratégia de ensino utilizando a sequência didática.....	12
3 METODOLOGIA.....	16
3.1 Caracterização da escola e turma.....	16
3.2 Sequência didática	17
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
4.1 Execução da etapa de problematização inicial	22
4.2 Execução da etapa de organização do conhecimento	30
4.3 Execução da etapa de aplicação do conhecimento.....	34
4.4 Considerações dos resultados	44
4.4.1 Propostas de adaptação de conceitos químicos da sequência didática.....	45
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	47
6 REFERÊNCIAS	49
ANEXO 1 – Modelo do relatório de visita.....	54
APÊNDICE A – Versão final do produto educacional desenvolvido.....	55

RESUMO

Este trabalho tem o objetivo de apresentar uma sequência didática sobre o tema gerador “água” versando sobre fontes de poluição hídrica a alunos do ensino médio. A razão do desenvolvimento da atividade centra-se na necessidade de trabalhar conceitos de educação ambiental, relacionados a conceitos químicos de forma mais próxima da realidade dos estudantes e de explorar o assunto água como um recurso natural limitado e que requer grande atenção em seu manejo consciente. As discussões acerca do tema foram estruturadas na dinâmica de três momentos pedagógicos: num primeiro momento uma visita técnica à companhia municipal de saneamento, especificamente à estação de tratamento de efluentes (ETA); num segundo momento seus desdobramentos com discussões em aula das limitações das ETA com diversas formas de contaminação hídrica, abordando alguns tipos de contaminantes emergentes e interligando assim conceitos químicos a estes contaminantes e produtos utilizados no tratamento; num terceiro momento a elaboração de cartazes com propostas para divulgação de fontes de poluição hídrica e manejos conscientes que evitem contaminação e desperdício de águas. Os resultados indicam que a aplicação desta 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 Médio.

ABSTRACT

The goal of this work is to present to high school students a didactic sequence on the generative topic “water” discoursing about sources of hydric pollution. The reason for the development of this activity is centered on the need of working environmental education concepts related to chemical concepts in a closer way to the reality of the students and explore the water subject as a limited natural resource that requires great attention in its conscious management. The discussions regarding the theme were structured using the dynamic of three pedagogic moments: in a first moment, a technical visit to the city sewage company, specifically to the effluent treatment plant (ETP); in a second moment, its unfolding with class discussion of the limitations of the ETP in dealing with several ways of hydric contamination, addressing some types of emerging contaminants and, thus, interlacing in this moment the chemical concepts of such contaminants and the products used during the treatment; in a third moment, the elaboration of posters with proposals for the disclosure of sources of hydric pollution and of conscious handling that would avoid contamination and water waste. The results indicate that the application of this didactic sequence stimulates the engagement of students with the learning, favoring the appropriation of the scientific language and facilitating the perception of the relation between the chemical knowledge and the environmental context.

Keywords: Water Pollution. Emerging Contaminants. Didactic sequence. High school

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Aquíferos do Brasil

Figura 2: Representação esquemática simplificada do processo de transformação da matéria-prima (água bruta - isenta de tratamento e imprópria para consumo humano) em produto final (água tratada ou potável)

Figura 3: Fotografia aérea da localização do ponto de captação de água bruta às margens do Rio dos Sinos, situada na Vila Integração, município de Novo Hamburgo/RS

Figura 4: ETA Comusa - Etapa inicial de coagulação

Figura 5: Fotografia da entrada de água bruta na ETA.

Figura 6: ETA Comusa - Tanques de floculação

Figura 7: ETA Comusa - Tanques de decantação

Figura 8: ETA Comusa - Etapa de filtração

Figura 9: Laboratório de análises químicas da ETA

Figura 10: Foto de parte do relatório de visita entregue por estudante A

Figura 11: Foto de parte do relatório de visita entregue por estudante C

Figura 12: Fórmula estrutural do principal monômero dos taninos

Figura 13: Fórmula estrutural da deltametrina

Figura 14: Fórmula estrutural do hormônio sintético 17α -etinilestradiol

Figura 15: Fotografia geral da turma com seus cartazes elaborados

Figura 16: Cartaz elaborado, pelo grupo 3A, sobre descarte de medicamentos

Figura 17: Detalhe sobre anticoncepcionais extraído do cartaz da figura 11

Figura 18: Cartaz elaborado pelo grupo 3B sobre descarte de medicamentos

Figura 19: Detalhe sobre anticoncepcionais extraído do cartaz da figura 18.

Figura 20: cartaz elaborado, pelo grupo 4A, sobre descarte de pilhas e lâmpadas fluorescentes.

Figura 21: cartaz elaborado, pelo grupo 1A, sobre descarte de óleo de cozinha.

Figura 22: cartaz elaborado, pelo grupo 1B, sobre descarte de óleo de cozinha.

Figura 23: cartaz elaborado, pelo grupo 2A, sobre o uso de pesticidas.

Figura 24: cartaz elaborado, pelo grupo 2B, sobre o uso de pesticidas.

Figura 25: cartaz elaborado, pelo grupo 5A, sobre evitar uso indiscriminado de água

Figura 26: cartaz elaborado, pelo grupo 5B, sobre evitar uso indiscriminado de água.

Figura 27: detalhe sobre evitar uso indiscriminado de água extraído do cartaz da figura 26.

Figura 28: foto de parte do relatório de visita entregue por estudante A

Figura 29: foto de parte do relatório de visita entregue por estudante B

Quadro 1: Organização das atividades nos três momentos pedagógicos

Quadro 2: Quadro síntese dos instrumentos de coleta de dados:

Quadro 3: Questões e objetivos do roteiro de relatório de visita à ETA

Quadro 4: Questões para estimular o debate sobre a visita à ETA

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA – Agência Nacional de Águas

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

COMUSA - Companhia Municipal de Saneamento de Novo Hamburgo

DCNEA - Diretrizes Curriculares Nacionais para Educação Ambiental

EJA – Educação de Jovens e Adultos

ENEM – Exame Nacional do Ensino Médio

ETA - Estação de Tratamento de Água

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

LP – Linha de Pesquisa

MEC – Ministério da Educação

PCN's - Parâmetros Curriculares Nacionais

PCN+ - Orientações Educacionais aos Parâmetros Curriculares Nacionais

PROFQUI – Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional

1 INTRODUÇÃO

A presente dissertação, realizada em nível de mestrado profissional, no Programa de Pós-graduação do Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI), possui como linha de aderência ao programa a linha denominada LP2-Química ambiental e energia. Teve como objetivo trabalhar com uma turma do ensino médio de uma escola pública a temática da água bem como as implicações das nossas ações cotidianas na poluição hídrica. Para isso, as atividades didáticas foram elaboradas a partir de uma visita com a turma a uma estação de tratamento de efluentes. A partir da visita técnica, a sequência didática foi elaborada no sentido de trazer ao debate a poluição hídrica bem como os conceitos químicos inerentes ao processo de tratamento de efluentes e contaminantes.

Existem diversas estratégias de ensino que podem ser utilizadas por docentes, como por exemplo aulas expositivas, aulas práticas, debates em grupo, jogos didáticos, simulações, entre outros. A escolha de determinada estratégia de ensino, de acordo com Laború et al. (2003), se dá conforme a necessidade de cada turma, ou seja, não existe uma forma infalível para a abordagem de um determinado assunto. No presente trabalho, a estratégia de ensino escolhida foi a sequência didática, pois esta

É exemplo de uma estratégia que pode permitir que o estudante construa o conhecimento através de uma sucessão de questionamentos, facilitando o fazer pedagógico e apresentadas em níveis crescentes de complexidade” (Rodrigues et al. 2018).

Na elaboração da sequência didática apresentada nesta dissertação seguiu-se 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, neste caso a poluição hídrica.

Na problematização inicial, realizou-se uma visita técnica em uma estação de tratamento de água (ETA). No segundo momento – organização

do conhecimento - foi realizada uma aula expositiva em que foram abordados exemplos de fontes de poluição hídrica decorrentes das atividades humanas (descarte de medicamentos, pilhas, baterias e óleos) e relacionados conceitos químicos de características e propriedades de funções orgânicas. Na aplicação do conhecimento foram elaborados cartazes com apresentações em grupo.

Em todos os momentos a educação ambiental foi empreendida em sala de aula no sentido de promover um ambiente de reflexão e comunicação com a turma. Dessa forma possibilitando que eles se motivem quanto ao seu papel de cidadão e da importância da criticidade para a preservação dos recursos hídricos, relacionando estas questões com a química.

A importância da abordagem das questões ambientais está cada dia mais presente em nosso cotidiano e torna-se um grande desafio tanto para a sociedade quanto a escola. Ainda que educação ambiental seja em assunto amplo, em especial a temática da água e sua preservação, necessita ser abordada ainda na formação dos jovens, como forma de dar ferramentas para uma tomada de consciência destes indivíduos no momento atual e futuro.

O tema gerador desta pesquisa – Abordando a poluição hídrica no ensino médio através de uma sequência didática - surge diante da reincidência de ameaças de falta de água em períodos de estiagem, assim como as dificuldades em se conseguir um tratamento de efluentes eficiente frente aos inúmeros tipos de contaminantes presentes na água bruta em especial do Rio dos Sinos que abastece a cidade de Novo Hamburgo, na qual este trabalho foi desenvolvido.

Percebe-se que muitos estudantes não têm conhecimento sobre as ações que eles próprios eventualmente realizam, e que contribuem para esta problemática, a exemplo disso, o descarte incorreto de medicamentos e óleo de cozinha. Igualmente, ocorre a contaminação hídrica por pesticidas e descartes incorretos de materiais como pilhas e baterias, que também requer um trabalho de alerta.

A própria matriz de referência para a área das ciências da natureza e suas tecnologias, elaborado pelo Ministério da Educação (MEC) ao indicar as competências exigidas aos estudantes do ensino médio cita as intervenções

que resultam em degradação ou conservação ambiental e de forma específica:

“Avaliar impactos em ambientes naturais decorrentes de atividades sociais ou econômicas, considerando interesses contraditórios”.
(MEC, 2017, p.08),

No contexto brasileiro, a Constituição de 1988 estabeleceu em seu Artigo 205 a educação como direito de todos e como dever do Estado e da família, devendo ser: promovida e incentivada com a colaboração da sociedade, visando ao pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho (BRASIL, 1988).

É necessário expor a influência das ações humanas na questão hídrica, e trabalhar para que o conhecimento adquirido em sala de aula seja disseminado por eles junto às suas famílias e comunidade, oportunizando uma mudança de hábitos já inseridos no dia a dia. Lembrando sempre que a pesquisa, tomada no âmbito da pesquisa acadêmica, é que irá nortear uma mudança de ação:

“Tomada num sentido amplo, a pesquisa é toda atividade voltada para a solução de problemas, como atividade de busca, indagação, investigação, inquirição da realidade, é a atividade que vai nos permitir, no âmbito da ciência, elaborar um conhecimento, ou um conjunto de conhecimentos, que nos auxilie na compreensão desta realidade e nos oriente em nossas ações” (PADUA, 2014, p.31)

2 REVISÃO BIBLIOGRAFICA

2.1 Água como tema gerador

No ano em que se realizou o 8º Fórum Mundial da Água em Brasília entre os dias 18 e 23 de março de 2018, reitera-se a necessidade de levar este assunto para a sala de aula. Este 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. Segundo o site oficial do evento, este “atendeu ao seu principal objetivo, que é colocar a água no topo da agenda política e da sociedade”. Na declaração de sustentabilidade redigida pelos conferencistas, podemos observar que ações educacionais fazem parte das recomendações como forma de incluir a água nas agendas locais para promover mudanças globais:

O valor da água deve ser entendido além do seu sentido econômico reconhecendo-a como patrimônio cultural, medicinal, tradicional e social. **O sistema de ensino deve transmitir isto aos mais jovens**, começando pelos mais vulneráveis; (www.worldwaterforum8.org)

A água é um recurso essencial à vida por ser um elemento fundamental para a regulação climática do planeta. Segundo Duarte (2014, p.4), “a água, em sua constituição física, apresenta propriedades únicas que a difere de qualquer outra substância e que, em grande parte, é responsável pela existência da vida na terra”.

O Rio Grande do Sul é o estado em que se localiza o segundo maior aquífero potável do mundo, o sistema Aquífero Guarani. Dos seus 1.200.000 km², o aquífero ocupa uma área de 154.680 km² dentro do estado do Rio Grande do Sul (TERRA, 2015, p.42). A potabilidade característica das águas do aquífero Guarani torna este 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).

Neste contexto, é impróvel tratar do tema das águas no ensino médio no estado que possui uma riqueza natural de valor inestimável.



Figura 1. Aquíferos do Brasil. Fonte: Água, sua linda – Tumblr

2.1.1 Educação ambiental no ensino médio

Uma das primeiras menções oficiais sobre educação ambiental de acordo com Pereira (2014) aconteceu em 1972, na Conferência de Estocolmo. Naquela ocasião foi relatada a necessidade de articulação entre interdisciplinaridade e educação ambiental. Entre as recomendações aprovadas para compor o plano de ação elaborado no encontro pode ser destacada a de número 96, que caracteriza a educação ambiental como uma ação

(...) de enfoque interdisciplinar e com caráter escolar e extraescolar, que envolva todos os níveis de ensino e se dirija ao público em geral, jovem e adulto (...) (DIAS, 2004, p.107).

A partir desta recomendação, segundo Pereira (2014), fica explicitado não apenas a urgência da abordagem interdisciplinar da educação ambiental, bem como a necessidade de que ações dessa natureza sejam desenvolvidas no ambiente escolar, e, mais ainda, que extrapolem os muros das escolas, sem distinção de idade, abrangendo a sociedade como um todo. Desta

forma, toda comunidade toma consciência do seu meio ambiente e adquire conhecimentos, valores, habilidades, experiências e determinação que a torna apta a agir - individual e coletivamente - e resolver problemas ambientais.

Um objetivo fundamental da Educação Ambiental é lograr que os indivíduos e a coletividade compreendam a natureza complexa do meio ambiente natural e do meio criado pelo homem, resultante da integração de seus aspectos biológicos, físicos, sociais, econômicos e culturais, e adquiram os conhecimentos, os valores, os comportamentos e as habilidades práticas para participar responsável e eficazmente da prevenção e solução dos problemas ambientais e da gestão da questão da qualidade do meio ambiente. [...] Para a realização de tais funções, essa educação deveria ter uma vinculação mais estreita entre os processos educativos e a realidade, estruturando suas atividades em torno dos problemas concretos que se impõem à comunidade; e focar a análise de tais problemas, através de uma perspectiva interdisciplinar e globalizadora, que permita uma compreensão adequada dos problemas ambientais (Dias, 2004, p.107).

Segundo Cortes Junior e Fernandez (2016), quando fala-se sobre a instituição da educação ambiental no Brasil, esta aconteceu em 1973 com a criação da Secretaria Especial do Meio Ambiente, e se consolidou na Política Nacional do Meio Ambiente Lei 6.938/1981; na Constituição Federal do Brasil de 1988, também conhecida como "Constituição Cidadã"; na Política Nacional de Educação Ambiental Lei 9.795 sancionada em 1999 e, mais recentemente, nas Diretrizes Curriculares Nacionais para Educação Ambiental (DCNEA), Resolução nº 2 de 15 de junho de 2012, Parecer CNE/CP nº 14/2012.

Já segundo Tomazello e Ferreira (2001), desde o final dos anos 90 a educação ambiental tem experimentado um grande crescimento no Brasil, tendo em 2002, a área de meio ambiente sido incluída como um dos temas transversais nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's). De acordo com as Orientações Educacionais aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+), o aprendizado de Química no ensino médio:

“[...] deve possibilitar ao aluno a compreensão tanto dos processos químicos em si, quanto da construção de um conhecimento científico em estreita relação com as aplicações tecnológicas e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas” (BRASIL, 2006, p. 87).

Mesmo que os conceitos de educação ambiental estejam presentes nas diretrizes da educação básica já a vários anos, o que se vê na realidade das escolas é um distanciamento deste enfoque.

Neste sentido, Marques et al, argumentam que isso muito se deve à falta de sintonia entre a formação continuada dos professores com temas mais contemporâneos no ensino de química, como a química verde, a química ambiental e da própria educação ambiental. Ele ainda reforça que a inclusão dos temas ambientais no ensino de química

...pode contribuir para a formação de profissionais mais responsáveis e tecnicamente capazes na definição de processos químicos que incorporem a variável ambiental. (Marques et al. 2007)

Essa abordagem da educação ambiental, de acordo com Maulin (2009) é imprescindível na formação da cidadania, pois por meio dela, o aluno e a aluna são oportunizados a construir valores, ideias e conhecimentos fundamentais para compreender o funcionamento da sociedade, o que facilita a ação humana no meio ambiente, pois favorece a relação entre o sujeito (aluno) e o meio ambiente de forma humanizada. Essa relação terá um melhor resultado utilizando-se um espaço educativo ampliado com espaços formais (como as salas de aula) e não formais (que vão para espaços além dos muros das escolas). Maulin ainda cita que “A educação ambiental é um ingrediente a mais na crítica ao sistema de ensino formal, que se identifica com um conhecimento fragmentado” (MAULIN, 2009, p. 63). Seguindo esse pensamento, Oliveira e Gastal (2009) citam também a importância da educação em diversos espaços:

“A educação, como processo de aquisição e/ou construção de conhecimento que contribui para o desenvolvimento cognitivo e comportamental, pode ocorrer em diferentes circunstâncias, sendo que a forma como ela se processa e a sua qualidade é inerente ao espaço onde ela se dá” (OLIVEIRA e GASTAL, 2009, p.9).

Desta forma, 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).

Com relação aos temas, diversos são as possibilidades a serem trabalhadas em educação ambiental nas escolas de ensino médio, e neste trabalho a temática eleita foi a das águas. Dentro deste tema a educação ambiental se constitui numa ferramenta poderosa de apoio à preservação da qualidade da água para as futuras gerações (QUERIOZ et al, 2016). Ainda segundo Querioz, a inserção de temas ambientais nas atividades pedagógicas deve ter como objetivo principal a formação do cidadão crítico, participativo e ecologicamente consciente.

Todo estudante, como cidadão, está inserido em um contexto de consumo hídrico. Bergmann e Pedrozo (2008) evidenciaram que os 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 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.

2.2 Legislação brasileira sobre o tratamento de água

Toda água destinada ao abastecimento público deve atender a legislação vigente no que tange as suas condições de potabilidade. A água é meio de veiculação de inúmeras doenças, assim vários parâmetros sanitários da água em especial de caráter de contaminação de microrganismos patogênicos são necessários. No entanto, dizer que uma água tem qualidade, vai além da presença deste tipo de contaminação, e segundo Ciminelli et al. (2014), é um resultado de variáveis físicas, químicas e biológicas:

As variáveis físicas consistem na temperatura, luz, material em suspensão e do seu estado físico, enquanto as propriedades químicas estão relacionadas às concentrações de oxigênio dissolvido, nutrientes – como, por exemplo, fósforo e nitrogênio – e pH. Os tipos de bactérias, cianobactérias, leveduras, fungos, microcrustáceos,

moluscos, peixes, plantas aquáticas são as variáveis biológicas. (CIMINELLI et al, 2014, p.39)

Tendo como fonte o site da Companhia Municipal de Saneamento (COMUSA) que abastece a cidade de Novo Hamburgo no estado do Rio Grande do Sul, estabelece-se que:

As estações de Tratamento de Água (ETA's) têm a finalidade de transformar a água denominada bruta (sem tratamento e imprópria ao consumo humano) em água denominada potável (tratada e adequada ao consumo humano). Nesse processo, a qualidade da água do manancial abastecedor exerce influência direta no tipo de tratamento a ser adotado pelas ETA's, a fim de que a mesma, ao final do processo, esteja dentro dos padrões de potabilidade adequados ao consumo humano, conforme legislação específica. (COMUSA, 2017)

No Brasil, atualmente, a legislação que regulamenta o padrão de potabilidade de água para consumo humano é a Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde e estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Dentre outros parâmetros, nesta portaria estão definidos limites para 27 tipos diferentes de agrotóxicos, um número ínfimo considerando que o Brasil até julho de 2019, possuía mais de 400 tipos de princípios ativos de agrotóxicos autorizados pela Anvisa segundo divulgação da própria agência (ANVISA,2019). Já se tratando de contaminação por medicamentos, a situação é ainda pior, pois não há legislação específica que regule a presença desses compostos nos recursos hídricos e segundo Ueda et al. (2009) o descarte de medicamentos efetuado pelo consumidor final é o que apresenta maior lacuna na legislação.

Para o caso específico do Estado do Rio Grande do Sul, torna-se importante mencionar também a Portaria nº 10 de 16 de agosto de 1999 da Secretaria de Saúde do Estado do Rio Grande do Sul, a qual

(...) define teores de concentração do íon fluoreto nas águas para consumo humano fornecidas por Sistemas Públicos de Abastecimento.

Desta forma, a água é considerada potável e, conseqüentemente adequada ao consumo humano, quando estiver dentro dos padrões físico-químicos e microbiológicos definidos conforme as portarias supramencionadas.

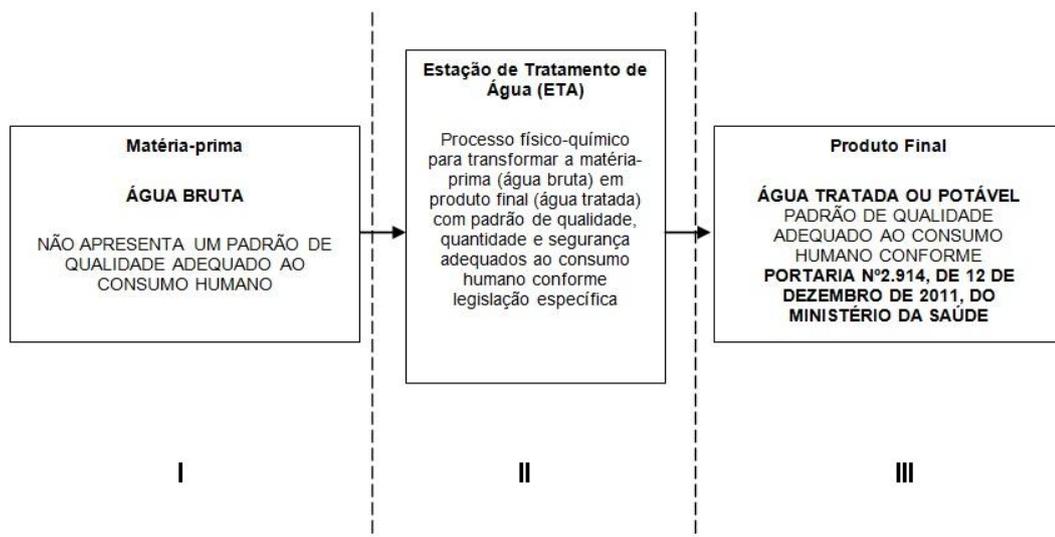


Figura 2. Representação esquemática simplificada do processo de transformação da matéria-prima (água bruta - isenta de tratamento e imprópria para consumo humano) em produto final (água tratada ou potável). Fonte: COMUSA (2017).

Adicionalmente, tem-se o Decreto nº 5440 de 04 de maio de 200, da Presidência da República. Este decreto

(...) estabelece as definições e procedimentos sobre o controle de qualidade da água de sistemas de abastecimento e institui mecanismos e instrumentos para divulgação de informação ao consumidor sobre a qualidade da água para consumo humano.

Por meio deste Decreto, os dados relativos à qualidade da água tratada e distribuída são disponibilizados à população sob a forma de um relatório anual denominado "Relatório Anual da Qualidade da Água".

2.3. Contaminantes emergentes

Atualmente, quando se fala sobre poluição hídrica, existe um crescente interesse em estudos sobre os chamados contaminantes emergentes presentes em águas. Segundo Stuart (2012), o termo 'contaminantes emergentes' é geralmente utilizado para se referir a 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. No entanto, com o advento de métodos analíticos cada vez mais sensíveis, estes contaminantes vêm sendo amplamente detectados e têm o potencial de causar um impacto ecológico e efeitos adversos à saúde.

Ainda segundo Stuart (2012) estes compostos estão espalhados no ambiente e foram detectados em fontes de abastecimento de água, lençóis freáticos e até em água potável. São compostos dos 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 a regulamentação futura, dependendo das pesquisas sobre seus possíveis efeitos sobre a saúde e do monitoramento de dados sobre sua incidência. Estes compostos podem apresentar, conforme Montagner et al.(2017), algum risco ao ecossistema e não estão incluídos nos programas de monitoramento de rotina, ou seja, não são legislados.

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 et al. 2017)

De acordo com Tordin (2018) 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. Entre eles, Tordin cita que estão 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, totalizando mais de mil compostos. Com toda essa quantidade de substâncias segundo Jardim (2015) é inviável legislar sobre a totalidade de compostos e aponta esse como um dos grandes desafios em termos de políticas públicas.

O preocupante, conforme Tordin (2018), é que estas substâncias têm como via principal a água, ou seja, após serem usadas ou ingeridas pelas

peças caem no sistema de esgoto, passam pelo sistema de tratamento e acabam em diferentes ecossistemas.

Outra questão preocupante, segundo Gil et al. (2012), é que devido as baixas concentrações estes 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.

2.4 Estratégia de ensino utilizando a sequência didática

Faz parte da atividade docente o planejamento das aulas e de quais atividades possam vir a serem desenvolvidas buscando diferentes estratégias didáticas para que haja uma melhoria contínua no nível de aprendizagem. Dentre estas estratégias, a sequência didática é uma das alternativas que propõe ações em níveis crescentes de complexidade que estimulam a aprendizagem.

“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)

Segundo Zabala, a sequência didática é “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelo professor como pelos alunos” (ZABALA, 1998, p.18). Corroborando com essa definição para Oliveira (2013, p.53) sequência didática é “um procedimento simples que compreende um conjunto de atividades conectadas entre si, e prescinde de um planejamento para delimitação de cada etapa e/ou atividade para trabalhar os conteúdos disciplinares de forma integrada para uma melhor dinâmica no processo ensino-aprendizagem. ” A sequência didática oportuniza também uma socialização de experiências relativas ao ensino e à aprendizagem podendo criar possibilidades por meio de ações colaborativas entre alunos e

professores, que venham a favorecer um trabalho concreto de construção de práticas pedagógicas. “É preciso insistir que tudo quanto fazemos em aula, por menor que seja, incide em maior ou em menor grau na formação de nossos alunos” (ZABALA, 1998, p. 29).

Na elaboração da sequência didática deste estudo, adotou-se a 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 do qual os estudantes têm a oportunidade de se apropriar.

O primeiro momento - **a problematização inicial** - tem como característica uma impressão inicial sobre a posição do aluno acerca do tema gerador, lançando dúvidas e questionamentos sem oferecer explicações. Esta problematização terá um papel de ligação muito importante no processo de aprendizagem pois,

[...] mais do que simples motivação para se introduzir um conteúdo específico, é fazer a ligação desse conteúdo com situações reais que os alunos conhecem e presenciam, para as quais provavelmente eles não dispõem de conhecimentos científicos suficientes para interpretar total ou corretamente.” Delizoicov e Angotti (1992, p. 54)

O principal objetivo da problematização inicial é provocar no aluno o interesse e a necessidade da aquisição de outros conhecimentos que ainda não detém. Para isso,

[...] apresentam-se situações reais que os alunos conhecem e presenciam e que estão envolvidas nos temas, embora também exijam, para interpretá-las, a introdução dos conhecimentos contidos nas teorias científicas.[...] A meta é problematizar o conhecimento que os alunos vão expondo, de modo geral, com base em poucas questões propostas relativas ao tema e às situações significativas, questões inicialmente discutidas num pequeno grupo, para, em seguida, serem exploradas as posições dos vários grupos com toda a classe, no grande grupo (DELIZOÍCOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011, p. 200).

No segundo momento pedagógico - **organização do conhecimento** - os estudantes analisam os conteúdos necessários para a compreensão do tema e compete ao professor organizar os objetos estudados fazendo uma mediação entre o aluno e o conhecimento científico, mediação essa

necessária para a compreensão do problema e a paulatina construção do conhecimento.

[...] os conhecimentos selecionados como necessários para a compreensão dos temas e da problematização inicial são sistematicamente estudados [...] sob a orientação do professor. As mais variadas atividades são então empregadas, de modo que o professor possa desenvolver a conceituação identificada como fundamental para uma compreensão científica das situações problematizadas (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011, p.201).

Nesse momento pedagógico, o professor irá desafiar os estudantes com questões problematizadas, para que possam expor o que estes pensam sobre o conteúdo em estudo, desta forma o professor consegue conhecer as suas concepções prévias, ou seja:

“Organiza-se esse momento de tal modo que os alunos sejam desafiados a expor o que pensam sobre as situações. Inicialmente, a descrição feita por eles prevalece, para o professor poder ir conhecendo o que pensam. A meta é problematizar os conhecimentos que os alunos vão expondo, de modo geral, com base em poucas questões inicialmente discutidas num pequeno grupo, para em seguida, serem exploradas as posições dos vários grupos com toda a classe, no grande grupo” (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011, p. 200).

O terceiro momento pedagógico - **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 e PERNAMBUCO, 2011, p.201). A aplicação do conhecimento ao final da sequência didática cria condições e subsídios para a emancipação deste 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.

A meta pretendida com este momento é muito mais a de capacitar os alunos ao emprego dos conhecimentos, no intuito de formá-los para que articulem, constante e rotineiramente, a conceituação científica com situações reais, do que simplesmente encontrar uma solução, ao empregar algoritmos matemáticos que relacionam grandezas ou resolver qualquer outro problema típico dos livros-textos (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011, p. 202).

Sendo assim, os autores ressaltam que o objetivo principal desta etapa de aplicação do conhecimento, é a verificação da aprendizagem dos alunos, pois possibilita aos discentes fazerem o confronto deste conhecimento do cotidiano com os conhecimentos sistematizados, tornando-os capazes de produzirem argumentos científicos, além de auxiliá-los na construção de uma consciência mais crítica em relação ao mundo que o cerca.

3. METODOLOGIA

Esta pesquisa teve uma abordagem qualitativa, com um alcance descritivo de estudo de campo. Segundo Lakatos (2001) a pesquisa “é um procedimento reflexivo sistemático controlado e crítico, que permite descobrir fatos ou dados, relações ou leis, em qualquer campo do conhecimento” e neste sentido este trabalho buscou especificar as ações e processos relacionados à poluição hídrica com a química em um grupo de estudantes. Conforme Gil (2008) o estudo de campo estuda um único grupo ou comunidade em termos de sua estrutura social, assim como o grupo de participantes deste trabalho. Segundo Strauss e Corbin (2008), a escolha de métodos de pesquisa qualitativos é a mais adequada quando o objetivo é tentar esclarecer o significado ou a natureza da experiência de pessoas e descobrir o que elas estão fazendo e pensando.

Utilizou-se a análise do conteúdo, cujos dados descritivos foram obtidos da observação direta do pesquisador, utilizando para isso anotações e registros em diário de bordo, com os sujeitos da pesquisa e através de relatórios de visita e da apresentação oral de cartazes elaborados pelos mesmos. A observação direta desenvolvida, utilizando-se dos registros como instrumento de produção de dados, teve como intuito identificar relatos, pensamentos e raciocínios que traduzissem a relevância e aplicabilidade da metodologia da abordagem da temática poluição hídrica proposta nesta sequência didática.

3.1 Caracterização da escola e turma

O público em que este projeto foi aplicado é composto pelos alunos de uma turma do terceiro ano do ensino médio de uma escola pública estadual na região metropolitana de Porto Alegre. A escola, localizada na região central da cidade de Novo Hamburgo, atende, aproximadamente 1.200 alunos, em três turnos, oferecendo ensino fundamental (8º e 9º ano), ensino médio (1º, 2º e 3º ano) e Educação de Jovens e Adultos (EJA).

A turma escolhida para este estudo foi do turno da manhã e era formada por 24 alunos com idades entre 17 e 20 anos, residentes em diversos bairros

do município, uma vez que a escola é referência em escola pública na cidade e atrai alunos não só das proximidades.

3.2 Sequência didática

Utilizando como base a dinâmica dos momentos pedagógicos de Delizoicov e colaboradores (Delizoicov et al. 2011), foi elaborada uma sequência didática que associasse a temática poluição hídrica a algumas propostas presentes na Matriz de Referência do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), na área de Ciências da Natureza e suas tecnologias como:

“Apropriar-se de conhecimentos da química para, em situações problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico tecnológicas. (...). Caracterizar materiais ou substâncias, identificando etapas, rendimentos ou implicações biológicas, sociais, econômicas ou ambientais de sua obtenção ou produção.” (MEC,2017,p.10).

Realizada a análise da matriz de referência do ENEM, definiu-se que os conteúdos em química a serem trabalhados de forma interligada com a temática da poluição hídrica seriam: características e propriedades de funções orgânicas.

A sequência didática elaborada, esquematizada no Quadro 1, foi aplicada em uma turma de vinte e quatro alunos do terceiro ano do ensino médio.

Quadro 1. Organização das atividades nos três momentos pedagógicos:

Momentos Pedagógicos	Atividades	Número de períodos (50 minutos cada período)
Problematização Inicial	Aula 1: Introduzir a temática água, expondo de forma genérica problemas ambientais relacionados e abastecimento hídrico da	01

	cidade, provocando a curiosidade inicial dos estudantes pelo assunto; sugere-se que neste momento possam ser realizados questionamentos prévios enriquecendo a posterior análise de resultados. Orientações gerais sobre a visita a ETA de Novo Hamburgo. Entrega do roteiro de visita com questões a serem levantadas para a elaboração de um relatório individual de visita	
	Aulas 2: Visita a Estação de Tratamento de Efluente (ETA) da COMUSA.	03
Organização do Conhecimento	Aula 3: Discussão mediada pelo professor com toda a turma sobre aspectos relevantes da visita. Discussão sobre formas de poluição hídrica além daquelas vistas na ETA. Elaboração de questionamentos por parte dos alunos. Entrega dos relatórios de visita.	01
	Aula 4: Explicação sobre alguns conceitos químicos relacionados ao tema com ênfase nas funções orgânicas presentes em contaminantes causadores de poluição hídrica e suas características e propriedades.	02
	Aula 5: Proposta da elaboração de cartazes, início da elaboração e organização de ideias	01
Aplicação do Conhecimento	Aula 6: Apresentação oral dos cartazes e avaliação final e discussão. Exposição dos cartazes na escola.	02

Fonte: Quadro elaborado pela autora (2019)

A primeira parte da estratégia didática foi a realização de uma visita técnica orientada a companhia de saneamento da cidade, especificamente em sua ETA, configurando assim uma estratégia didática de uso de espaços não

formais para o ensino e aprendizagem. De acordo com Bortoli (2017) quando o assunto é interessante aos estudantes, a aprendizagem pode ocorrer dentro ou fora da sala de aula e os conhecimentos podem ser aprimorados nesta relação teoria/prática proporcionada pelo espaço não formal. Conforme Vieira et al. (2005) a educação não formal é a que ocorre em ambientes não formais, mas com situações onde há intenção de ensinar e desenvolver aprendizagens. Os espaços não formais de educação possuem um perfil multidisciplinar sendo uma ferramenta que permite colocar novos elementos de estudo à disposição dos estudantes. Para Steffani (2011, p.200), “o conceito escola se expande muito além dos muros escolares, incluindo todas as relações pessoais e coletivas, que incorporam tanto o ensino formal quanto o ensino não formal”.

Em preparação a visita o grupo de estudantes recebeu orientações e um roteiro do relatório de visita que os alunos deveriam realizar individualmente (aula 1). Este roteiro (anexo 1) foi elaborado pela professora, levando em consideração as etapas de visita e tópicos que pudessem ser explorados de uma forma aberta em aulas posteriores, contemplou as seguintes questões:

- 1- Fluxograma das etapas de tratamento de água realizadas pela Comusa,
- 2- Se estas etapas são sempre iguais e se em outras cidades o tratamento é realizado da mesma forma;
- 3- O que determina se uma água é potável ou não; se o tratamento consegue eliminar 100% das impurezas- se não, por quê isso ocorre;
- 4- Como pode-se contribuir para a preservação das águas;
- 5- Relato de impressões sobre como foi a visita e o quê mais chamou a atenção.

No quadro abaixo (quadro 2), apresenta-se os instrumentos de coleta de dados utilizados neste trabalho e ainda algumas sugestões de instrumentos, que não foram utilizados mas, avaliados pela autora, como valorosos em uma aplicação futura.

Quadro 2. Quadro síntese dos instrumentos de coleta de dados

Número de aula	Atividades	Instrumento de coleta de dados
Aula 1	<ul style="list-style-type: none"> • Introduzir a temática água, expondo de forma genérica problemas ambientais relacionados e abastecimento hídrico da cidade, provocando a curiosidade inicial dos estudantes pelo assunto; • Orientações gerais sobre a visita a ETA de Novo Hamburgo. • Entrega do roteiro de visita com questões a serem levantadas para a elaboração de um relatório individual de visita 	<ul style="list-style-type: none"> • Anotações em caderno de campo das falas do grupo na introdução da temática. • Sugestões de instrumentos que possam ser aplicados nesta etapa: gravação da aula; elaboração de questionário de conhecimentos prévios sobre o assunto.
Aulas 2:	<ul style="list-style-type: none"> • Visita a Estação de Tratamento de Efluente (ETA) da COMUSA. 	<ul style="list-style-type: none"> • Anotações em caderno de campo dos questionamentos e interações do grupo durante a visita • Relatório individual de visita
Aula 3:	<ul style="list-style-type: none"> • Discussão mediada pelo professor com toda a turma sobre aspectos relevantes da visita. • Discussão sobre formas de poluição hídrica além daquelas vistas na ETA. Elaboração de questionamentos por parte dos alunos. • Entrega dos relatórios de visita. 	<ul style="list-style-type: none"> • Anotações em caderno de campo dos questionamentos e interações do grupo • Sugestões de instrumentos que possam ser aplicados nesta etapa: gravação da aula;

(continuação)

Número de aula	Atividades	Instrumento de coleta de dados
Aula 4:	<ul style="list-style-type: none">• Explicação sobre alguns conceitos químicos relacionados ao tema com ênfase nas funções orgânicas presentes em contaminantes causadores de poluição hídrica e suas características e propriedades.	<ul style="list-style-type: none">• Anotações em caderno de campo dos questionamentos e interações do grupo
Aula 5:	<ul style="list-style-type: none">• Proposta da elaboração de cartazes, início da elaboração e organização de ideias	<ul style="list-style-type: none">• Anotações em caderno de campo dos questionamentos e interações do grupo
Aula 6:	<ul style="list-style-type: none">• Apresentação oral dos cartazes e avaliação final e discussão.• Exposição dos cartazes na escola.	<ul style="list-style-type: none">• Avaliação do conteúdo dos cartazes• Avaliação da apresentação oral dos grupos

Fonte: Quadro elaborado pela autora (2019)

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção, descreve-se como se deu a aplicação da sequência didática ao longo de seis aulas e seus resultados. Para Zabala as sequências didáticas são “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais” (Zabala,1998,p.18). No caso desta proposta, a sequência didática tinha como objetivo definido o enfoque na poluição hídrica, com um viés de abordagem alinhando conhecimento químico e o contexto ambiental.

4.1. Execução da etapa de problematização inicial

No primeiro momento da sequência didática, ocorreu a problematização inicial, o tema gerador foi exposto ao grupo, lançando questionamentos sobre de que forma ocorre o abastecimento hídrico na cidade. O projeto pedagógico da visita foi aprovado pela direção da escola que por sua vez autorizou a saída dos alunos, mediante o consentimento via agenda escolar assinada por seus responsáveis. Ainda na escola (aula 1) o grupo recebeu orientações e um roteiro do relatório de visita (anexo 1) que os estudantes deveriam realizar individualmente. Este roteiro tinha o objetivo de ser um instrumento de análise da percepção que os estudantes teriam imediatamente após a visita a ETA, permitindo que os mesmos se expressassem livremente pela escrita e cada questão foi elaborada segundo os objetivos especificados no quadro 3.

Quadro 3. Questões e objetivos do roteiro de relatório de visita à ETA

Questão do roteiro para relatório da visita	Objetivo
1) Faça um fluxograma das etapas de tratamento de água realizadas pela Comusa	Representar esquematicamente as informações do que foi observado durante toda visita à ETA.
2) Estas etapas são sempre iguais? Em outras cidades o tratamento é realizado da mesma forma?	Explicitar a abrangência do tratamento realizado pela COMUSA.
3) O que determina se uma água é potável ou não?	Apresentar a legislação brasileira que regulamenta o assunto.

(continuação)

Questão do roteiro para relatório da visita	Objetivo
4) 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.
5) Como nós, como cidadãos e consumidores, podemos contribuir para a preservação das nossas águas?	Citar ações que contribuem para preservação de recursos hídricos.
6) 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.

Fonte: a autora(2018)

A visita à Comusa (aula 2) foi realizada em 29 de outubro de 2018, formada por um grupo de 15 alunos de uma turma do terceiro ano do ensino médio (62% do total da turma de 24 alunos) acompanhados pela professora de química (autora deste trabalho). Como todos os alunos da turma são residentes na cidade, a visita, conhecendo por dentro os detalhes da companhia que abastece a cidade, por si só já despertou de imediato interesse.

O grupo foi recebido pela técnica em química responsável na companhia pelo setor socioambiental, que explicou como ocorrem as etapas de captação de água no Rio do Sinos e o encaminhamento desta água bruta até a ETA.

A Figura 3 mostra uma vista aérea da localização do ponto onde a água bruta é captada às margens do Rio dos Sinos, e dá a ideia do caminho que esta água percorre até chegar a ETA .



Figura 3. Fotografia aérea da localização do ponto de captação de água bruta às margens do Rio dos Sinos, situada na Vila Integração, município de Novo Hamburgo/RS. Fonte: COMUSA (2017)

Em seguida o grupo encaminhou-se até a área onde ocorre a etapa inicial de recebimento de água bruta e adição do coagulante (figura 4).



Figura 4. ETA Comusa - Etapa inicial de coagulação. Fonte: a autora (2018)

A Figura 5 apresenta uma fotografia da entrada de água bruta na ETA. Percebe-se a calha Parshall que é um dispositivo tradicional para medição de vazão em canais abertos de líquidos fluindo por gravidade e neste caso tem o intuito de medir com relativa facilidade e de forma contínua, as vazões de entrada de água da ETA além de facilitar a dispersão dos coagulantes na água. Observa-se ainda na Figura 5 as tubulações para adição dos produtos químicos para promover a coagulação.



Figura 5. Fotografia da entrada de água bruta na ETA. Fonte: COMUSA 2017

A próxima etapa, trata-se dos tanques de floculação (figura 6), observa-se os flocos formados em diversos estágios com seus variados tamanhos.



Figura 6. ETA Comusa - Tanques de floculação. Fonte: a autora (2018)

Na figura 7, observa-se os tanques de decantação, a água já está mais límpida comparada a água bruta. Nesta etapa ocorre a sedimentação gravitacional, onde ocorre a separação (física) das partículas suspensas mais pesadas formadas durante a floculação (flocos), depositando-se no fundo dos tanques decantadores formando uma massa sólida, denominada lodo.



Figura 7. ETA Comusa - Tanques de decantação. Fonte: a autora (2018)

Na etapa de filtração (figura 8), as partículas mais finas e leves, que não foram retidas nos decantadores são removidas da água. É considerado como um processo final de remoção de impurezas na ETA, portanto é um dos responsáveis pelo cumprimento dos padrões de potabilidade da água.



Figura 8. ETA Comusa - Etapa de filtração. Fonte: a autora (2018)

A última etapa que a água passa pela ETA é a fluoretação, que tem por objetivo básico a redução de incidência de cárie dentária, através da adição de produtos químicos à base de flúor à água.

Ainda que seja um processo realizado em poucas etapas, o tratamento da água não é quimicamente simples. Os alunos observaram que a qualidade da água nas fontes de captação é de vital importância para a obtenção de uma água de melhor qualidade.

O grupo conheceu ainda os laboratórios de análises químicas (figura 9) e biológicas das águas, que são utilizados para realizar as diversas análises. Finalizando a visita o funcionamento da central de controle automatizado da distribuição de água nos reservatórios da cidade.



Figura 9. Laboratório de análises químicas da ETA. Fonte: a autora (2018)

Durante toda visita foi amplamente observado interesse do grupo, visto que os estudantes realizaram perguntas pertinentes, tais como “como o produto químico é dosado”, “qual a maior fonte de poluição das águas do rio” e anotavam informações de como é realizado o tratamento da água que chega em suas torneiras. Estas perguntas foram registradas em caderno de campo pela professora, que pôde usa-las como subsidio para iniciar a discussão proposta na aula 3.

Nos relatórios de visita a elaboração do fluxograma de tratamento conseguiu sintetizar as etapas observadas conforme exemplificados abaixo. Na figura 10, observa-se um fluxograma bem resumido e de fácil compreensão das etapas da ETA.

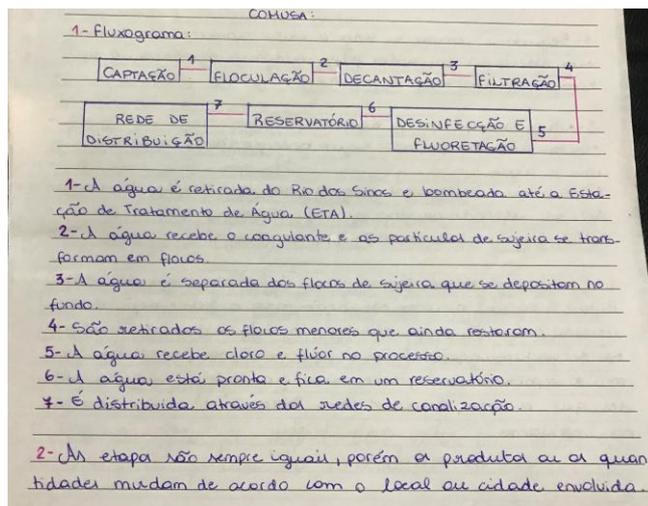


Figura 10. Foto de parte do relatório de visita entregue por estudante A
 Fonte: a autora (2018)

Já na figura 11, o fluxograma já é apresentado com uma especificidade maior de cada etapa incluindo algumas características técnicas do processo.

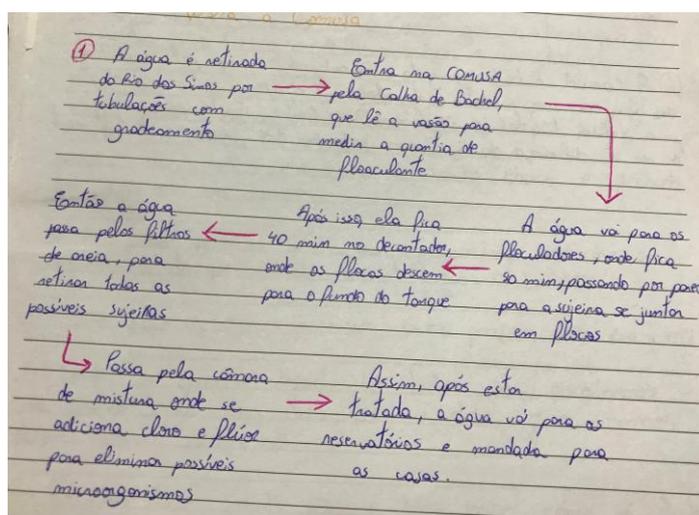


Figura 11. Foto de parte do relatório de visita entregue por estudante C
 Fonte: a autora (2018)

4.2 Execução da etapa de organização do conhecimento

Na semana seguinte à visita, deu-se prosseguimento a estratégia didática, a qual segundo Delizoicov (2011), representa o segundo momento pedagógico denominado: organização do conhecimento.

Na aula 3, promoveu-se uma discussão mediada pela professora, autora deste trabalho, sobre aspectos relevantes da visita e questionamentos estimulados pelas questões do quadro 4 que foram oralmente realizadas.

Quadro 4. Questões para estimular o debate sobre a visita a ETA

Questões a serem discutidas oralmente na turma sobre a visita a ETA:
1) Como eram as etapas de tratamento de água?
2) O que chamou mais a atenção em cada etapa?
3) Quais os principais tipos de contaminantes da água bruta?
4) Como a qualidade da água é verificada?

Fonte: a autora (2019)

Destas discussões estimuladas (quadro 4), registradas pela autora através de caderno de campo, destaca-se como resultado aquela que fala sobre os tipos de contaminantes da água bruta, pois 100% da turma citou o esgoto doméstico como fonte de poluição hídrica, mas apenas 15% verbalizou conhecer outras formas de contaminação, transcritas a seguir:

Estudante 1: *“produtos químicos lançados nos rios”*

Estudante 2: *“as indústrias que eliminam seus resíduos sem tratamento”*

Estudante 3: *“o lixo que as pessoas jogam fora”*

Estudante 4: *“quando coisas contaminadas caem nos rios e arroios”*

Analisando estas respostas, evidencia-se que os conhecimentos de outras fontes de poluição hídrica, além do esgoto doméstico, ainda não estavam bem construídas neste momento da sequência didática.

Muitos aspectos verbalizados pela turma, com o estímulo das demais questões - como o relato das etapas de tratamento na ETA - foram ratificados na leitura dos relatórios de visita que foram entregues à professora nesta mesma aula e que resultados serão apresentados como instrumento de coleta

de dados na sessão 4.4 de discussão de resultados pela análise de seu conteúdo. Este momento criou ainda uma oportunidade de compartilhamento entre os estudantes sobre as opiniões e impressões que a visita gerou. Também teve o objetivo de integrar ao assunto os colegas que não participaram da visita (que totalizavam nove alunos da turma ou 38%).

Realizada esta primeira discussão, foram abordados na sequência os contaminantes que estão presentes nas águas brutas e sobre contaminantes que permanecem mesmo na água tratada, classificada como potável segundo a legislação. Essa apresentação de outras formas de poluição hídrica além daquelas vistas na ETA, como por exemplo os contaminantes emergentes, teve papel de instigar a reflexão se a água consegue ser totalmente livre de impurezas após o tratamento recebido na ETA. Discutiu-se ainda como problemas ambientais e a poluição hídrica afetam o tratamento de água nas ETAs. Esta etapa da sequência didática foi muito importante pois em todos os relatórios de visita anteriormente entregues pelos estudantes, a resposta à pergunta “o tratamento consegue eliminar 100% das impurezas?” foi de que sim, a água que sai da ETA é completamente livre de impurezas.

Na aula seguinte (aula 4), houve a aula em que alguns conceitos químicos pertinentes foram relacionados ao tema. Esta aula foi planejada para identificar algumas funções orgânicas presentes em contaminantes causadores de poluição hídrica e de produtos químicos utilizados nas etapas de tratamento da água. Desta forma a temática da poluição hídrica foi relacionada com o conteúdo que a turma já havia estudado preliminarmente ao início desta sequência, porém apenas de forma teórica, sem uma abordagem relacionada com o cotidiano. Foram apresentadas as fórmulas estruturais de alguns exemplos e abordadas características e propriedades como: funções orgânicas presentes nos compostos e as interações intermoleculares.

Começamos apresentando uma das estruturas orgânicas usadas no tratamento da água pela COMUSA, que é a base de tanino (figura 12) evidenciando a presença de grupos fenólicos. Este produto foi escolhido devido a sua origem orgânica e que não se trata de um poluidor, mas sim um auxiliar no tratamento da água. Desta forma abre-se uma possibilidade nesta

aula de explicitar que nem todo composto orgânico está relacionado a agentes poluentes e também conceituar o que de fato é poluição.

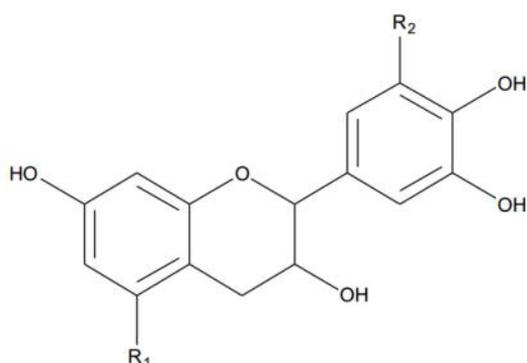


Figura 12. Fórmula estrutural do principal monômero dos taninos.

Fonte: adaptado de Mangrich et al. (2014)

Seguiu-se nesta abordagem, agora com o estudo de estruturas de pesticidas. Segundo Braibante et al. (2012) existem mais de mil formulações diferentes de agrotóxicos, incluindo inseticidas, herbicidas, fungicidas e outros compostos orgânicos. Uma das estruturas estudadas foi do pesticida deltametrina, um agrotóxico que possui função orgânica mista contendo éter, éster, haleto orgânico e nitrila (figura 13).

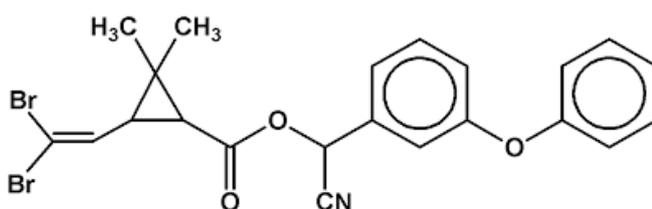


Figura 13. Fórmula estrutural da deltametrina

Outra fonte de poluição são os medicamentos, como exemplo o 17 α -etinilestradiol apresentado na figura 14, o estrogênio mais utilizado em anticoncepcionais orais, que pode ser considerado um dos principais e mais potentes estrogênios sintéticos de grande produção e consumo no mundo (LUCENA, 2013, p.3).

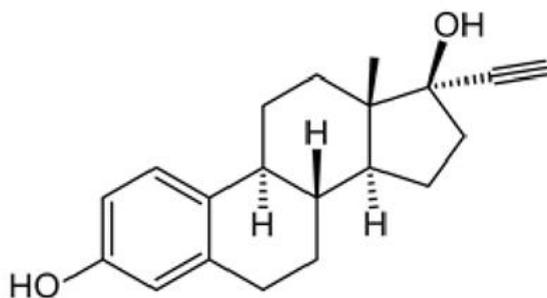


Figura 14. Fórmula estrutural do hormônio sintético 17 α -etinilestradiol

Como funções orgânicas já haviam sido abordadas anteriormente, este momento da sequência didática foi um momento de integrar o conteúdo já visto com a temática da poluição hídrica, com o objetivo que os estudantes observassem que aquelas funções orgânicas não são um conteúdo isolado, mas sim fazem parte de assuntos do nosso dia-a-dia.

Na etapa das propostas de elaboração de cartazes (aula 5), os estudantes foram instigados a pesquisar e expressar sobre outras fontes de poluição hídrica - que não o esgoto doméstico - ou aquelas ainda não regulamentadas pela legislação, transformando o conceito anterior que a água tratada é completamente livre de impurezas. Nesta proposta de elaboração de cartazes criativos, ocorreu a organização desta atividade, dando início à elaboração e orientação, por parte da professora, de que os mesmos deveriam conter imagens e textos curtos, cujo objetivo era propagar pelos corredores da escola as experiências adquiridas de forma o mais impactante e diretamente possível. Para a elaboração destes, a turma foi instruída a usar como fontes de pesquisa, livros, periódicos, artigos científicos e/ou sites de órgãos governamentais. Essa pesquisa seria iniciada em aula, para que a professora orientasse efetivamente as fontes de pesquisa e então completada pelo grupo em casa, elaborando o seu cartaz final.

Foram sorteados dentre cinco propostas, o tema que cada dupla ou trio deveria realizar em seu cartaz:

Proposta 1: DESCARTE DE ÓLEO DE COZINHA

Proposta 2: USO DE PESTICIDAS NAS LAVOURAS

Proposta 3: DESCARTE DE MEDICAMENTOS

Proposta 4: DESCARTE DE PILHAS / LÂMPADAS FLUORESCENTES

Proposta 5: EVITAR USO INDISCRIMINADO DE ÁGUA – com enfoque na escassez

Os temas norteadores foram definidos pela professora, esse direcionamento ocorreu devido a intenção desta em abordar especificamente estes assuntos que julgou como atuais e relevantes. Ocorre também pela proximidade com os assuntos discutidos nas aulas anteriores: seja pelas formas de poluição hídrica que vão além das vistas na visita a ETA (como os poluentes das propostas 1 e 4; e especificamente a abordagem de contaminantes emergentes nas propostas 2 e 3 – respectivamente pesticidas e fármacos) ou seja a proposta 5 sobre uso indiscriminado de água. Essa última discutida tanto na visita quanto depois dela e julgado pela autora como uma ação ambiental que precisa ser reforçada incansavelmente. Sugere-se que em uma futura aplicação desta sequência, na aula 3 (de discussão) os alunos possam ser estimulados a fazerem espontaneamente estas propostas de assuntos motivadores.

4.3 Execução da etapa de aplicação do conhecimento

A terceira etapa da sequência didática, denominada por Delizoicov (2011) como terceiro momento pedagógico - aplicação do conhecimento - foi a última aula da sequência didática (aula 6) e em ocorreram as apresentações orais dos cartazes elaborados (figura 15). Cada dupla ou trio de estudantes tinha dez minutos para expor o tema assunto escolhido, resultado da pesquisa bibliográfica, orientada pela professora, que foi iniciada na aula anterior e finalizada em casa. Tanto a apresentação oral quanto o conteúdo dos cartazes foram utilizados como instrumento de análise de dados, verificando a adequação da proposta e nível do aprofundamento de pesquisa. O objetivo desta etapa era justamente ver a desenvoltura do grupo em relatar os temas decorrentes de suas propostas e sua forma de expressão. Como resultado teve uma participação muito ativa de toda turma nas apresentações e na qualidade

dos cartazes propostos. Numa futura aplicação desta sequência sugere-se que seja exigida a indicação da fonte das informações contidas nos cartazes pois facilitaria na avaliação de seu conteúdo.



Figura 15. Fotografia geral da turma com seus cartazes elaborados
Fonte: a autora (2018)

Nas apresentações dos cartazes, podemos destacar a análise de alguns destes como, por exemplo, a figura 16 mostra o cartaz, elaborado pelo grupo 3A, abordando o descarte de medicamentos. Seu conteúdo orienta formas de descarte corretas e incorretas, além de trazer as consequências que um descarte impróprio pode acarretar. O cartaz traz um enfoque também à questão de desequilíbrios hormonais causados ao meio ambiente pela eliminação de anticoncepcionais (figura 17) e durante a apresentação oral este grupo destacou que este tipo de contaminação ocorre principalmente pela eliminação hormonal através da urina com o lançamento do esgoto em águas superficiais.



Figura 16. cartaz elaborado pelo grupo 3A sobre descarte de medicamentos. Fonte: a autora (2018)

A figura 17 chama a atenção para as consequências do descarte incorreto de anticoncepcionais e ratifica o exposto por Tordin (2018) que estas substâncias têm como via principal a água, ou seja, após serem usadas ou ingeridas pelas pessoas caem no sistema de esgoto, passam pelo sistema de tratamento e acabam em diferentes ecossistemas. Um dos hormônios escolhidos para ilustrar o cartaz foi de um anticoncepcional oral combinado que contém o hormônio etinilestradiol que na aula 4 foi explorada a fórmula estrutural.

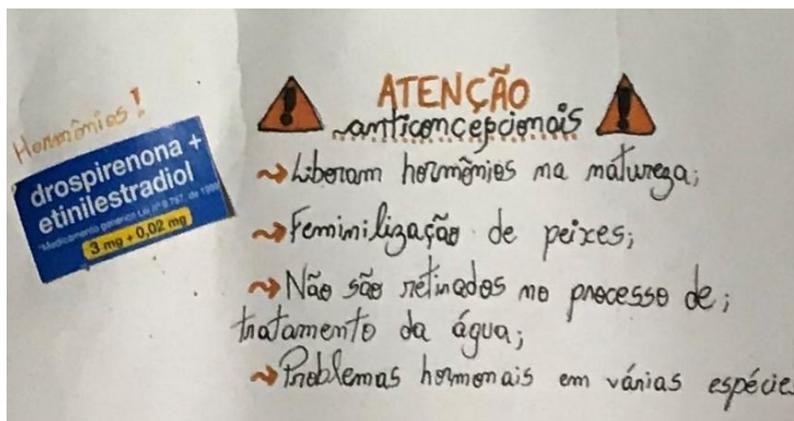


Figura 17. detalhe sobre anticoncepcionais extraído do cartaz da figura 16.
 Fonte: a autora (2018)

O cartaz do grupo 3B (figura 18), na mesma proposta de descarte de medicamentos, explorou campanhas publicitárias desenvolvidas por prefeituras municipais brasileiras de orientação sobre o assunto.



Figura 18. Cartaz elaborado pelo grupo 3B sobre descarte de medicamentos. Fonte: a autora (2018)

No detalhe do cartaz, visto na figura 19, observa-se um enfoque de saúde pública, como o risco de consumo de medicamentos vencidos e também de risco de contaminação ambiental.

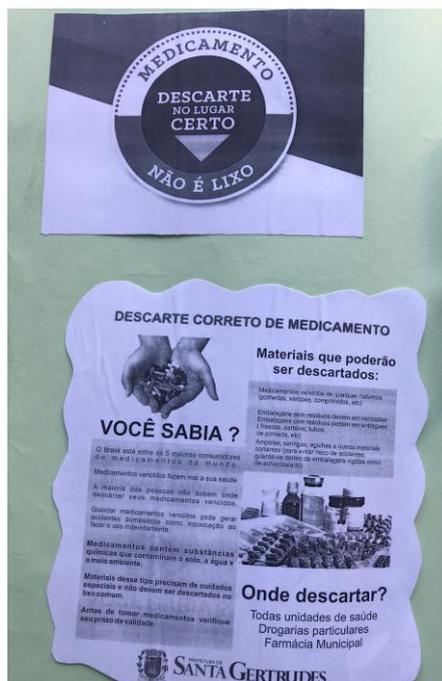


Figura 19. Detalhe sobre anticoncepcionais extraído do cartaz da figura 18.
 Fonte: a autora (2018)

Nas figuras 20, 21, 22 e 23 os cartazes elaborados também com 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 20), são destacados os metais pesados presentes nestes materiais e alguns danos por uma intoxicação destes metais. Na apresentação oral houve a explicação pelo grupo que estes danos não ocorrem de forma imediata e nem em baixas concentrações como nas encontradas em águas tratadas pelas ETA's, o que pelo cartaz não fica evidente, porém serve de alerta ao descarte consciente.

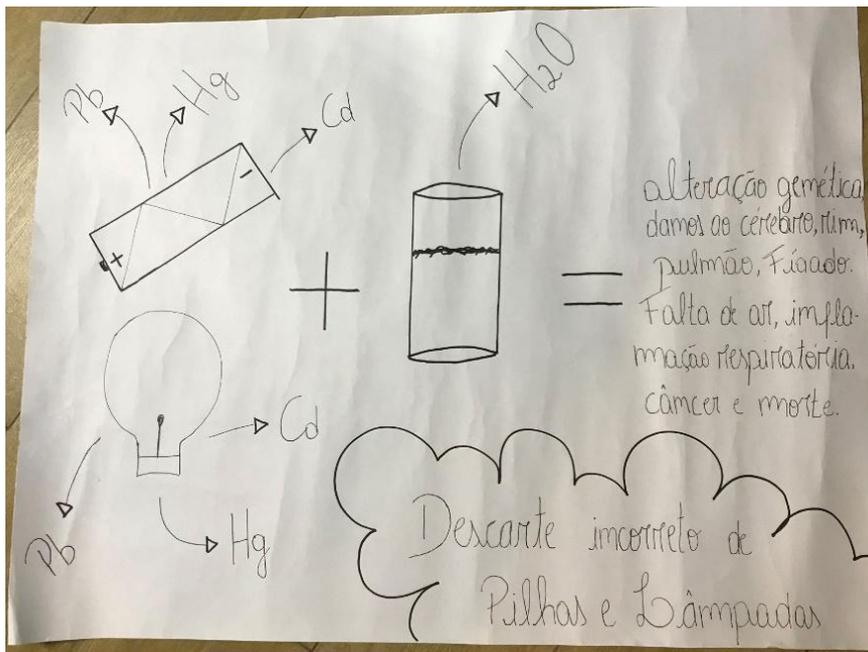


Figura 20. cartaz elaborado, pelo grupo 4A, sobre descarte de pilhas e lâmpadas fluorescentes. Fonte: a autora (2018)

Quanto a proposta de descarte de óleo de cozinha, chama a atenção o dado do potencial contaminante de 1 litro de óleo para até 1 milhão de litros de água (BRASIL -Agência Nacional de Águas, 2014) e as orientações de como descartar corretamente e em que esse óleo pode ser transformado (figura 21).

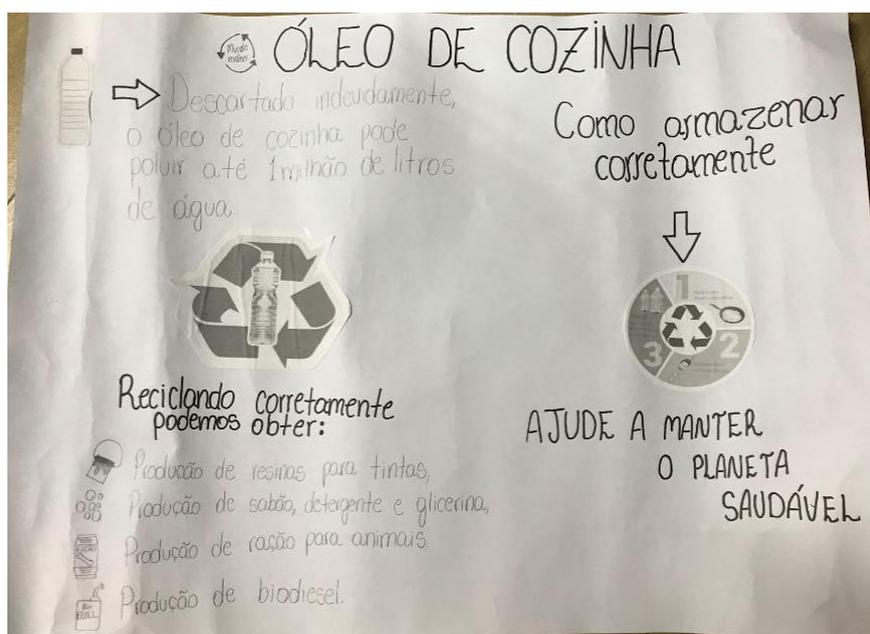


Figura 21. cartaz elaborado, pelo grupo 1A, sobre descarte de óleo de cozinha. Fonte: a autora (2018)

Outro grupo com a mesma proposta sobre o descarte de óleo de cozinha (figura 22), utilizou o recurso de desenhos para mostrar como fazer o “certo” e o “errado” e as consequências distintas destas duas condutas.

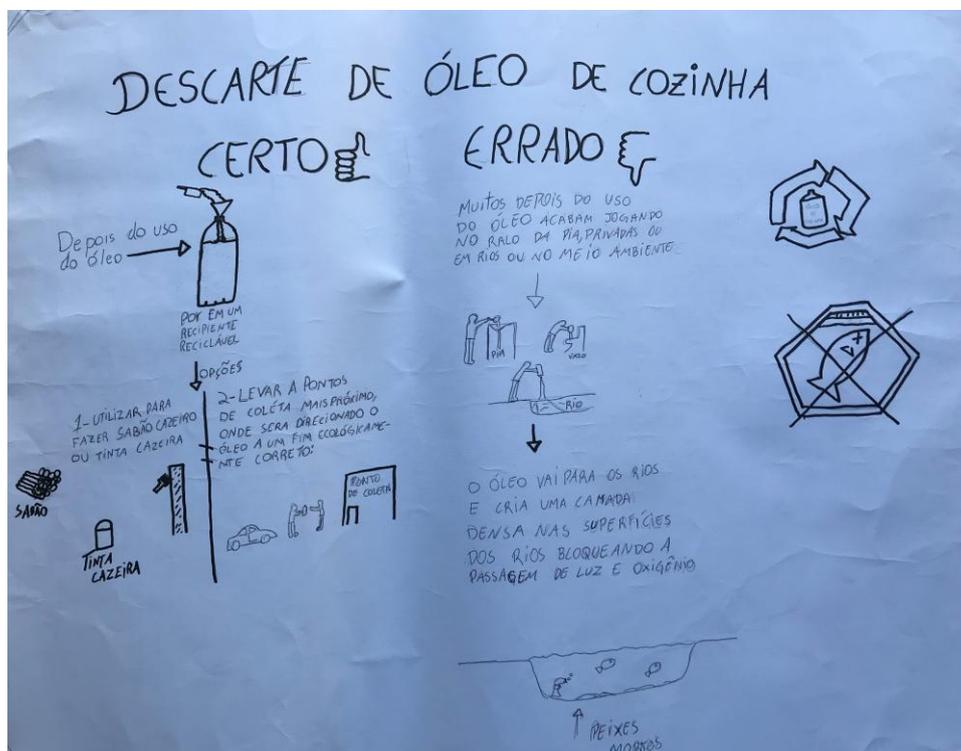


Figura 22. cartaz elaborado, pelo grupo 1B, sobre descarte de óleo de cozinha. Fonte: a autora (2018)

Na temática do uso de pesticidas, a figura 23 mostra o cartaz elaborado destacando que essa é uma importante causa de contaminação dos rios no Brasil (IBGE, 2011), e leva a reflexão se este uso é realizado de forma responsável pois, além da contaminação hídrica, pode trazer outros malefícios, como diversas doenças relacionadas, quando os seres humanos são expostos a essas substâncias.

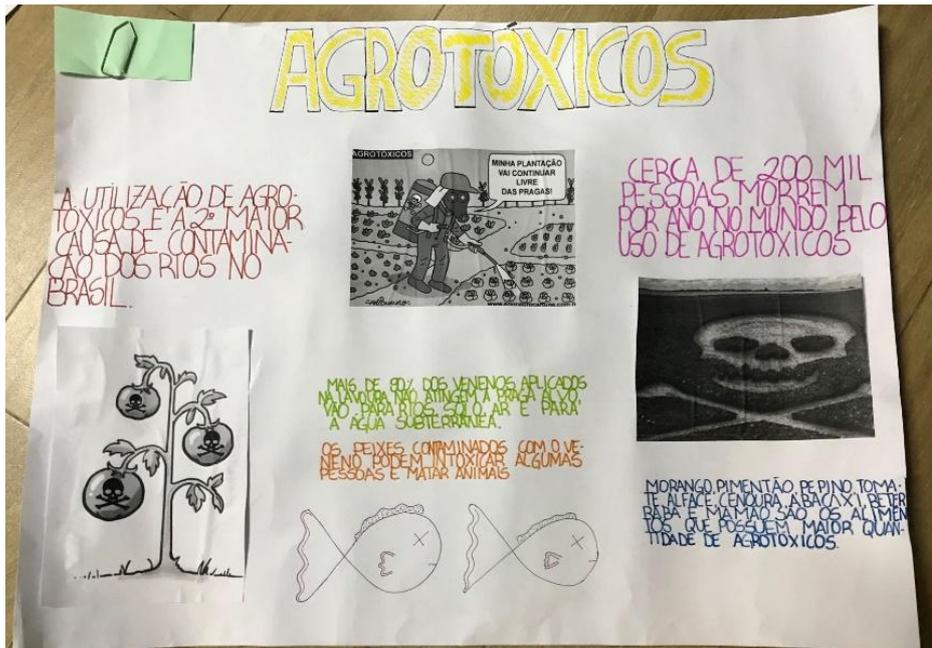


Figura 23. cartaz elaborado, pelo grupo 2A, sobre o uso de pesticidas. Fonte: a autora (2018)

Já o cartaz do grupo 2B (figura 24), não traz muitas informações explicita e o desenho remete a impactos a humanos e natureza. O grupo explorou em sua apresentação oral o detalhamento das consequências à saúde humana e aos rios.

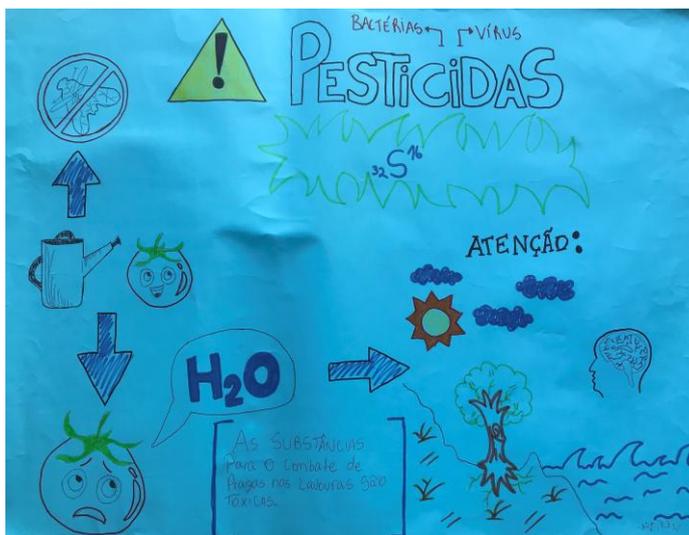


Figura 24. cartaz elaborado, pelo grupo 2B, sobre o uso de pesticidas. Fonte: a autora (2018)

Considerando a escassez dos recursos hídricos, a figura 25 mostra um cartaz que mostrou quantitativamente, utilizando-se fisicamente de torneiras para composição do cartaz, o nível de desperdício e como é possível economizar água com pequenas atitudes do cotidiano. Estas informações foram pesquisadas no site da Agencia Nacional de Águas (ANA) e usando a criatividade representou as torneiras desperdiçando água ao escovar os dentes.

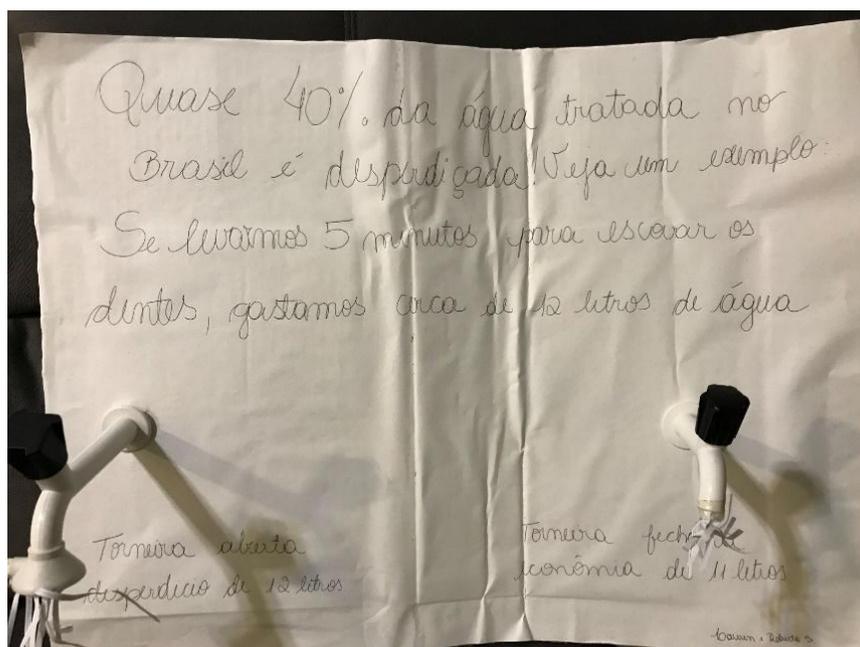


Figura 25. cartaz elaborado, pelo grupo 5A, sobre evitar uso indiscriminado de água. Fonte: a autora (2018)

Na figura 26, também sobre o uso indiscriminado de água, o grupo deu exemplos de consumos cotidianos e alternativas de como reduzir, como no exemplo de lavar carros utilizando baldes e não com a torneira aberta (em detalhe na figura 27).

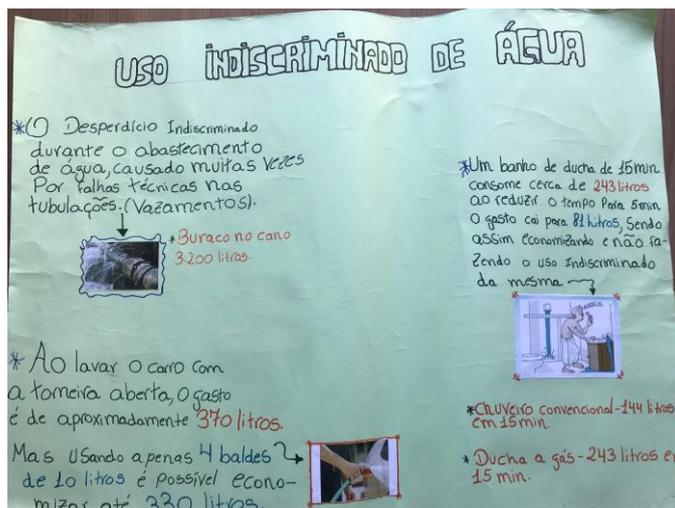


Figura 26. cartaz elaborado, pelo grupo 5B, sobre evitar uso indiscriminado de água. Fonte: a autora (2018)

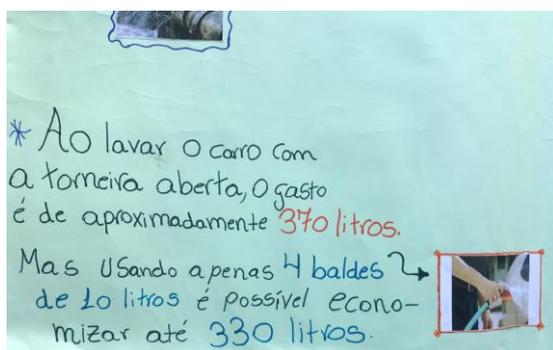


Figura 27. detalhe sobre evitar uso indiscriminado de água extraído do cartaz da figura 26. Fonte: a autora (2018)

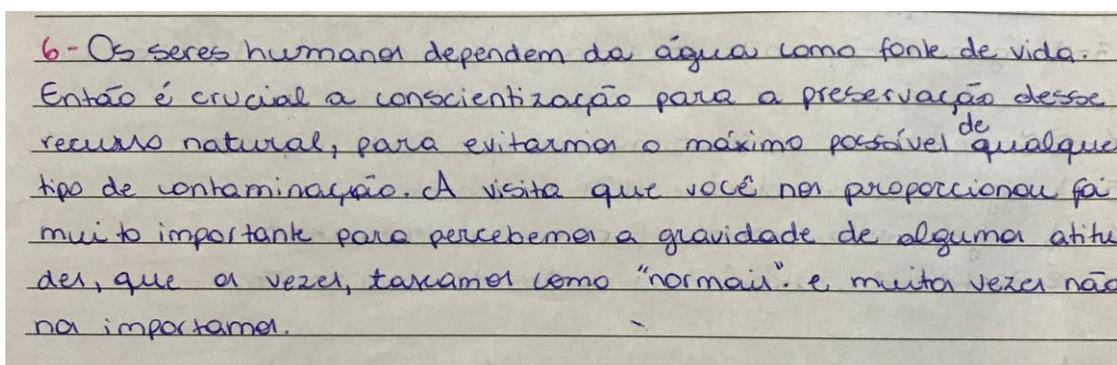
Numa análise geral dos cartazes, em conjunto com suas apresentações orais, observa-se uma visão predominantemente ecocêntrica, em que foram abordadas questões relacionadas com a natureza de forma ampla. As pesquisas que falam de poluição hídrica, exemplificam os impactos na fauna, em especial os peixes, citados em quatro cartazes (57% dos cartazes com assunto foco em poluentes), de forma conjunta com os impactos humanos, típicos da visão antropocêntrica, e neste sentido seguem o caminho da educação ambiental.

Por fim, a última etapa desta sequência didática foi a exposição dos cartazes. 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. Mesmo que este alcance não tenha sido medido de forma quantitativa, houve repercussão em pelo menos duas outras turmas com questionamentos do porquê o projeto não ter sido estendido a elas. A ocasião foi uma oportunidade de ampliar com outros estudantes - ainda que de forma mais sucinta - o assunto.

4.4 Considerações dos resultados

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 conseqüentemente a água tratada também terá. O relato do estudante A (figura 28) representa esta sensibilização após a sequência didática, respondendo à questão sobre o que mais chamou a atenção após a visita: “ Os seres humanos dependem da água como fonte de vida. Então é crucial a conscientização para a preservação desse recurso natural, para evitarmos o máximo possível de qualquer tipo de contaminação. A visita que você nos proporcionou foi muito importante para percebermos a gravidade de algumas atitudes, que as vezes, taxamos como ‘normais’ e muitas vezes não nos importamos”

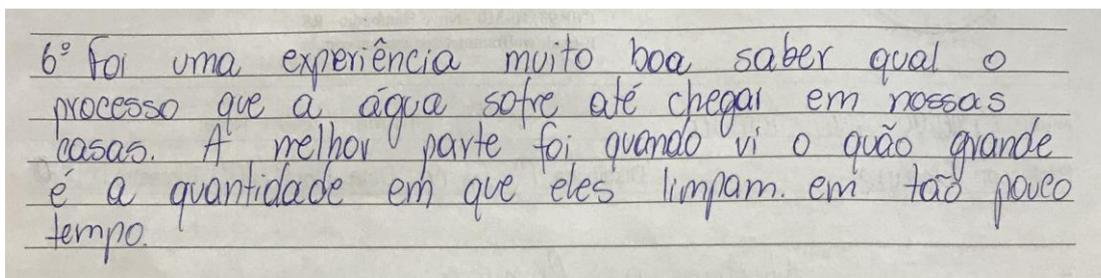


6- Os seres humanos dependem da água como fonte de vida. Então é crucial a conscientização para a preservação desse recurso natural, para evitarmos o máximo possível de qualquer tipo de contaminação. A visita que você nos proporcionou foi muito importante para percebermos a gravidade de algumas atitudes, que as vezes, taxamos como "normais" e muitas vezes não nos importamos.

Figura 28. foto de parte do relatório de visita entregue por estudante A

Fonte: a autora (2018)

Em outro relatório (figura 29), houve a descrição de boas experiências vivenciadas no reconhecimento da dimensão dos processos da ETA: “Foi uma experiência muito boa saber qual o processo que a água sofre até chegar em nossas casas. A melhor parte foi quando vi o quão grande é a quantidade em que eles limpam em tão pouco tempo” (estudante B).



6° Foi uma experiência muito boa saber qual o processo que a água sofre até chegar em nossas casas. A melhor parte foi quando vi o quão grande é a quantidade em que eles limpam em tão pouco tempo.

Figura 29. foto de parte do relatório de visita entregue por estudante B

Fonte: a autora (2018)

Analisando as atitudes e postura da turma na apresentação final dos cartazes, é possível afirmar que a aplicação desta 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.

4.4.1 Propostas de adaptação de conceitos químicos da sequência didática

Com relação aos conceitos químicos trabalhados nesta sequência, estes foram basicamente a apresentação de alguns compostos com a identificação de funções orgânicas e análise de suas fórmulas estruturais. Após a execução desta sequência avalia-se que a temática proposta possa abrir oportunidades de trabalhar outros assuntos como por exemplo:

- Reações químicas envolvidas no tratamento da água;
- Nomenclatura dos produtos químicos utilizados na ETA e suas ligações químicas;
- Reação de saponificação para o correto descarte do óleo de cozinha;
- Características físico-químicas da água como polaridade e solubilidade;

Assim essa sequência didática poderia ter objetivos de ensino de química mais diversos do que os propostos neste projeto.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A conclusão do produto educacional, como a sequência didática elaborada, traz uma nova alternativa de abordagem de um tema importante, mas ainda não incluso no cotidiano da escola. A utilização desta metodologia em sala de aula e em espaços não formais (como uma estação de tratamento de água) foi considerada um recurso útil para promover a melhor aprendizagem dos alunos, aliando uma situação de educação ambiental com conhecimento químico. Nesta situação ambos os espaços devem apresentar-se como complementares e é importante que o professor torne sua participação ativa relacionando a visita com assuntos estudados em sala de aula, apontando curiosidades de forma científica, ou ainda, explanando pontos que não foram ressaltados.

Defendeu-se, na escrita desta dissertação, que o ensino da educação ambiental, inserida no contexto da química, estimula o surgimento de uma cultura de ligação entre o tripé natureza, sociedade e a química, objetivando a formação de cidadãos capazes de compreender a realidade de que a água é um recurso limitado e agir na promoção de ações de preservação deste recurso.

Verificou-se que a sequência didática contribuiu para o aprendizado dos alunos, fato sugerido pelo indicativo observado através dos relatórios dos próprios estudantes e da apresentação oral e visual dos cartazes. Identificou-se, ao observar o comportamento dos estudantes durante as aulas e execução das atividades propostas, que, a relação de diálogo, muito presente nesta sequência didática, cria um ambiente de confiança e fortalece as bases para um processo de aprendizagem prazeroso. Dentre todo o exposto, é interessante considerar que os estudantes aprendem quando entendem a lógica que permeia o que está sendo ensinado, quando se sente vinculado e quando a relação professor e aluno oferece uma atmosfera de compromisso e responsabilidade, o que resulta em êxito nos objetivos educativos.

Finalmente, espera-se que o produto educacional aqui relatado possa ser de utilidade para professores de química e que o manual contido no Apêndice A, possa servir como instrumento para nortear o desenvolvimento de

sequências didáticas atraentes e que gerem novos conhecimentos relativos à temática da poluição hídrica com manejos conscientes que evitem contaminação e desperdício de água, facilitando assim a percepção das relações entre o conhecimento químico e o contexto ambiental.

6 REFERÊNCIAS

ANVISA. **Monografia de agrotóxicos** <<http://portal.anvisa.gov.br/registros-e-autorizacoes/agrotoxicos/produtos/monografia-de-agrotoxicos>>. Acesso em: 16.jul.2019

BERGMANN, M.; PEDROZO, C. S. Explorando a bacia hidrográfica na escola: contribuições à educação ambiental. **Ciência & Educação**, v. 14, n. 3, p. 537-53, 2008.

BORGHETTI, N.; BORGHETTI, J. R; ROSA, E.F. **Aquífero Guarani – A verdadeira integração dos países do Mercosul**. Curitiba: GIA, 2004. 214p

BORTOLI , L. **Visitas ao setor de radiologia hospitalar como um recurso potencialmente significativo para o ensino de radiações ionizantes**. 2017. 112 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática)– Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2017

BRAIBANTE, E.F.; ZAPPE, J.A. A Química dos Agrotóxicos **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 34, n. 1 p. 10-15, 2012.

BRASIL. Ministério da Educação. **Matriz referência ENEM 2017**. Disponível em:

<http://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/downloads/2012/matriz_referencia_enem.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2018.

_____. Ministério da Educação. **PCN+ Ensino Médio Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais:**

Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Disponível em:

<<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>> Acesso em: 10 mai. 2019.

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

_____. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm>. Acesso em 26 dez. 2018.

_____. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Decreto nº5440, de 04 de maio de 2005. Disponível em: <

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2005/Decreto/D5440.htm . Acesso em 12 fev. 2019.

_____. Ministério da Saúde. Gabinete do ministro. Portaria de Consolidação nº 5/2017. Disponível em: <<http://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2018/marco/29/PRC-5-Portaria-de-Consolida----o-n---5--de-28-de-setembro-de-2017.pdf>> . Acesso em 12 fev. 2019.

CIMINELLI, V.S.T. et al. Recursos Minerais, Água e Biodiversidade **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 8, p. 39-45, 2014.

COMUSA. **Tratamento de água**. dez. 2017. Disponível em: <<http://www.comusa.rs.gov.br/index.php/saneamento/tratamentoagua>> Acesso em 15 fev.2019

CORTES JUNIOR, L. P.; FERNANDEZ, C. A Educação Ambiental na formação de professores de Química: estudo diagnóstico e representações sociais. **Química Nova**, São Paulo, v. 39, n. 6, p. 748-756, 2016.

DELIZOICOV, D; ANGOTTI, J. A; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos**; 4.ed. São Paulo: Cortez, 2011. 368p

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Metodologia do ensino de ciências**. 2 ed. São Paulo: Cortez, 1992.

DIAS, G. F. **Educação Ambiental: princípios e práticas**. São Paulo: Gaia, 2004.

DUARTE, H. A. Água: uma visão integrada. **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 8, p. 4-8, 2014.

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

GIL, A. C. **Método e técnicas de pesquisa social**. 6.ed. São Paulo: Atlas S.A, 2008.

GIL, M.J et al. Contaminantes emergentes en águas, efectos y posibles tratamientos **Producción + Limpia**, Colombia, v.7, n.2, p52-73, 2012

GONÇALVES, A. V.; FERRAZ, M. R. **Sequências Didáticas como instrumento potencial da formação docente reflexiva**. São Paulo. DELTA. v. 32, p. 119-141, 2016.

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 mai. 2019

JARDIM, W.F. Revista Pesquisa Fapesp. **Contaminação emergente**. São Paulo. v.230, abr.2015

LABURÚ, C. E.; ARRUDA, S. M.; NARDI, R. **Methodological pluralism in science teaching**.Ciência & Educação, v. 9, n. 2, p. 247-260, 2003.

LAKATOS, E. M; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia**. São Paulo: Atlas, 2001.

LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**. Belo Horizonte, v. 3, n. 1, jun. 2001.

LUCENA, W.S. **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.

MANGRICH, A. S.; DOUMER, M. E.; MALLMANN, A. S.; WOLF, C. R. Química Verde no Tratamento de Águas: Uso de Coagulante Derivado de Tanino de *Acacia mearnsii*. **Revista Virtual de Química**, v. 6, p. 2-15, 2014.

MARQUES, C. A. et al. Visões de meio ambiente e suas implicações pedagógicas no ensino de química na escola média. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 8 p. 2043-2052, 2007.

MAULIN, G. C. O conhecimento intercultural: um diálogo com a educação ambiental. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, Cuiabá, v. 4, p. 60-65, 2009.

MONTAGNER, C.C. et al. 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.

OLIVEIRA, M. M. Sequência Didática Interativa no processo de formação de professores. Petrópolis, RJ: Vozes, 2013.

OLIVEIRA, R. I. R.; GASTAL, M. L. A. **Educação Formal Fora de Aula**: Olhares sobre o ensino de ciências utilizando espaços não formais. Florianópolis-SC, VII Enpec, 2009.

PÁDUA, E.M.M. **Metodologia de Pesquisa**: abordagem teórico-prática. 17.ed. São Paulo: Papyrus, 2014. 127p

PEREIRA, F.A Educação ambiental e interdisciplinaridade: avanços e retrocessos **Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium**, Ituiutaba, v. 5, n. 2, p. 575-594, jul.2014

QUERIOZ , T. L. S.; SILVA, F. S.; NUNES, E. DA S.; LIMA, A. S.; MARQUES, C. V. V. C. O.; MARQUES, P. R. B. O. Uma proposta interdisciplinar de educação ambiental a partir do tema água. **Revista Brasileira de Extensão Universitária**, v. 7, n. 1, p. 15-22, 2016.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria Estadual da Saúde. Divisão de Vigilância Sanitária. *Portaria nº10, de 16 de agosto de 1999. Disponível em: < http://lproweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/sms/usu_doc/portaria_10_99.pdf* > Acesso em 12 fev. 2019.

RODRIGUES, J.C; FREITAS FILHO, J.R; FREITAS, Q.B. Elaboração e aplicação de uma sequência didática sobre a química dos cosméticos. **Experiências em Ensino de Ciências**. Cuiabá. v 13, n.1, p. 211-224, 2018

SALOMÃO, N. V.; AZEVEDO, A. A.; GOULART, M. F. 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, p.9-21, 2012.

STEFFANI, M. H. Planetários brasileiros e CT&I para o desenvolvimento social. **In: Parcerias Estratégicas / Centro de Gestão e Estudos Estratégicos**. Brasília. v. 16, n. 32, 2011.

STRAUSS, A.; CORBIN, J. **Pesquisa qualitativa: técnicas e procedimentos para o desenvolvimento de teoria fundamentada**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2008.

STUART, Marianne; *et al*. Revisão do risco de potenciais contaminantes emergentes em águas subterrâneas do Reino Unido. **Ciência do Ambiente Total**. 2012. Vol. 416. p. 21.

TERRA, L.G. **Diagnóstico de fluoreto nas águas do Aquífero Guarani na região de Santa Maria Rio Grande do Sul**. 2015. 93 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015

TOMAZELLO, M. G. C.; FERREIRA, T. R. C. Educação ambiental: que critérios adotar para avaliar a adequação pedagógica de seus projetos? **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n. 2, p. 199-207, 2001.

TORDIN, C. 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-agua-para-consumo-humano>> .

Acesso em 09 março 2019

TUMBLR. **Água, sua linda** Disponível em < <https://agua-sua-linda.tumblr.com/>>. Acesso em: 16 mar. 2018.

UEDA, Joe; et al. Impacto Ambiental do descarte de fármacos e estudo da conscientização da população a respeito do problema. **Revista Ciências do Ambiente On-Line**, Campinas, v.5, n. 1, p 1-6, 2009.

VIEIRA,V.; BIANCONI, M.L. & DIAS, M. Espaços Não-Formais de Ensino e o Currículo de Ciências. **Ciência & Cultura, São Paulo**, v.57, n.4, p.21, 2005.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: ArtMed, 1998

ANEXO 1. Modelo do relatório de visita

MODELO DE RELATÓRIO DE VISITA

Visitação a Estação de Tratamento de Agua

Relatório (individual)

- 1) Faça um fluxograma das etapas de tratamento de água realizadas
- 2) Estas etapas são sempre iguais? Em outras cidades o tratamento é realizado da mesma forma?
- 3) O que determina se uma água é potável ou não?
- 4) O tratamento consegue eliminar 100% das impurezas? Se não, por que isso ocorre?
- 5) Como nós, como cidadãos e consumidores, podemos contribuir para a preservação das nossas águas?
- 6) Faça um relato de suas impressões sobre como foi a visita e o que mais chamou a atenção.

APÊNDICE A. Versão final do produto educacional desenvolvido

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE QUÍMICA
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO MESTRADO PROFISSIONAL EM
QUÍMICA EM REDE NACIONAL – PROFQUI



LISIANE DE BRIDA LIMA

**PRODUTO DA DISSERTAÇÃO: ABORDANDO A POLUIÇÃO HÍDRICA COM
ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO POR MEIO DE UMA SEQUÊNCIA
DIDÁTICA**

Produto Educacional
apresentado como requisito
parcial para obtenção do título
de Mestre em Química, sob
orientação da Prof. Dra.
Leandra Franciscato Campo.

PORTO ALEGRE

2019

APRESENTAÇÃO

Caro(a) professor(a), esse produto educacional faz parte de uma investigação com alunos do ensino médio do Colégio Estadual Dr Wolfram Metzler, no município de Novo Hamburgo utilizando uma sequência didática para abordar o tema da poluição hídrica. Esta dissertação de mestrado foi realizada a nível de mestrado profissional em química no âmbito do PROFQUI da CAPES. Na sequência didática escolhida foram abordadas questões de educação ambiental, partindo inicialmente de uma visita a estação de tratamento de água do município de Novo Hamburgo, a COMUSA. A partir da visita técnica, utilizamos uma sequência didática para estabelecer relações entre a poluição hídrica e conceitos químicos bem como com funções orgânicas presentes em produtos químicos e contaminantes relacionados ao tema água.

Essas atividades não tem a intenção de abordar todas as áreas de estudo de poluição hídrica e seus relacionamentos com a química, por isso ao final de cada atividade realizada faça a sua análise com relação aos objetivos propostos e sua percepção ao aplicar as atividades, adaptando-as conforme o seu grupo de estudantes do ensino médio.

1. INTRODUÇÃO

O produto educacional desenvolvido durante a pesquisa “Abordando a poluição hídrica no ensino médio por meio de uma sequência didática” teve como objetivo trabalhar com estudantes do ensino médio a temática da água, bem como as implicações das nossas ações cotidianas na poluição hídrica. Para isso, as atividades didáticas foram elaboradas a partir de uma visita com a turma à uma estação de tratamento de efluentes. A partir da visita técnica, a sequência didática foi elaborada no sentido de trazer ao debate a poluição hídrica bem como os conceitos químicos inerentes ao processo de tratamento de efluentes e seus contaminantes.

Na elaboração desta sequência didática, seguiu-se 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, neste caso a poluição hídrica.

Na problematização inicial realizou-se uma visita técnica em uma estação de tratamento de água (ETA). No segundo momento – organização do conhecimento - foi realizada uma aula expositiva em que foram abordados exemplos de fontes de poluição hídrica decorrentes das atividades humanas como descarte de medicamentos, pilhas, baterias e óleos, sendo estes relacionados aos conceitos químicos e algumas propriedades das funções orgânicas. Na aplicação do conhecimento foram elaborados cartazes com apresentações em grupo.

Em todos os momentos a educação ambiental foi empreendida em sala de aula no sentido de promover um ambiente de reflexão e comunicação com a turma. Dessa forma possibilitando que eles se motivem quanto ao seu papel de cidadão e da importância da criticidade para a preservação dos recursos hídricos, relacionando estas questões com a química. Considera-se que ao abordar esta temática em espaços não formais associado a um trabalho pedagógico em sala de aula, estaremos proporcionando oportunidades de

reflexão sobre os problemas ambientais, questões de hábitos e atitudes perante o meio ambiente.

A importância da abordagem das questões ambientais está cada dia mais presente em nosso cotidiano e torna-se um grande desafio tanto para a sociedade quanto a escola. Ainda que a educação ambiental seja em assunto amplo, em especial a temática da água e sua preservação, necessita ser abordada ainda na formação dos jovens, como forma de dar ferramentas para uma tomada de consciência destes indivíduos no momento atual e futuro.

2. ESTRATÉGIA DE ENSINO UTILIZANDO A SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Faz parte da atividade docente o planejamento das aulas e de quais atividades possam vir a serem desenvolvidas buscando diferentes estratégias didáticas para que haja uma melhoria contínua no nível de aprendizagem. Dentre estas estratégias, a sequência didática é uma das alternativas que propõe ações em níveis crescentes de complexidade que estimulam a aprendizagem.

“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)

Segundo Zabala a sequência didática é “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelo professor como pelos alunos” (ZABALA, 1998, p.18). A socialização de experiências relativas ao ensino e à aprendizagem pode criar possibilidades por meio de ações colaborativas entre alunos e professores, que venham a favorecer um trabalho concreto de construção de práticas pedagógicas. “É preciso insistir que tudo quanto fazemos em aula, por menor que seja, incide em maior ou em menor grau na formação de nossos alunos” (ZABALA, 1998, p. 29).

Na elaboração da sequência didática deste estudo, adotou-se a 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 do qual os estudantes têm a oportunidade de se apropriar.

O primeiro momento - **a problematização inicial** - tem como característica uma impressão inicial sobre a posição do aluno acerca do tema gerador, lançando dúvidas e questionamentos sem oferecer explicações. O principal objetivo da problematização inicial é provocar no aluno o interesse e a necessidade da aquisição de outros conhecimentos que ainda não detém. Para isso,

[...] apresentam-se situações reais que os alunos conhecem e presenciam e que estão envolvidas nos temas, embora também exijam, para interpretá-las, a introdução dos conhecimentos contidos nas teorias científicas. Organiza-se esse momento de tal modo que os alunos sejam desafiados a expor o que estão pensando sobre as situações. [...] A meta é problematizar o conhecimento que os alunos vão expondo, de modo geral, com base em poucas questões propostas relativas ao tema e às situações significativas, questões inicialmente discutidas num pequeno grupo, para, em seguida, serem exploradas as posições dos vários grupos com toda a classe, no grande grupo (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011, p. 200).

No segundo momento pedagógico - **organização do conhecimento** - os estudantes analisam os conteúdos necessários para a compreensão do tema e compete ao professor organizar os objetos estudados fazendo uma mediação entre o aluno e o conhecimento científico, mediação essa necessária para a compreensão do problema e a paulatina construção do conhecimento.

[...] os conhecimentos selecionados como necessários para a compreensão dos temas e da problematização inicial são sistematicamente estudados [...] sob a orientação do professor. As mais variadas atividades são então empregadas, de modo que o professor possa desenvolver a conceituação identificada como fundamental para uma compreensão científica das situações problematizadas (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011, p.201).

O terceiro momento pedagógico - **aplicação do conhecimento** - destina-se a 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 e PERNAMBUCO, 2011, p.201).

A meta pretendida com este momento é muito mais a de capacitar os alunos ao emprego dos conhecimentos, no intuito de formá-los para que articulem, constante e rotineiramente, a conceituação científica com situações reais, do que simplesmente encontrar uma solução, ao empregar algoritmos matemáticos que relacionam grandezas ou resolver qualquer outro problema típico dos livros-textos (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011, p. 202).

Esta sequência didática, como produto educacional, tem a pretensão de ajudar e estimular outros professores a utilizá-la como ferramenta pedagógica. Assim, 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.

3. SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A sequência didática proposta, num número total de aulas de dez períodos de 50 minutos cada, está dividida entre os três momentos pedagógicos conforme veremos a seguir.

A avaliação destas atividades 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.

3.1. Aulas relativas ao primeiro momento pedagógico - problematização inicial

Aula 1	Atividades: <ul style="list-style-type: none">• Introduzir a temática água, expondo de forma genérica problemas ambientais relacionados e abastecimento hídrico da cidade, provocando a curiosidade inicial dos estudantes pelo assunto; sugere-se que neste momento
---------------	---

	<p>possam ser realizados questionamentos prévios enriquecendo a posterior análise de resultados.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Orientações gerais sobre a visita a Estação de Tratamento de Água; • Entrega do roteiro de visita com questões a serem levantadas para a elaboração de um relatório individual de visita;
Objetivo:	<p>Desenvolver interesse pela temática água;</p> <p>Organizar as etapas da visita;</p>
Desenvolvimento:	<p>Em preparação à visita técnica orientada a companhia de saneamento da cidade, o grupo de estudantes deverá receber as orientações pertinentes (referentes as normas de segurança e conduta dentro da ETA - variáveis conforme a ETA a ser visitada, sendo assim o professor deve consulta-las previamente) e um roteiro do relatório de visita a ser realizado individualmente.</p> <p>Quanto ao roteiro de visita (anexo 1) este contemplou as questões especificadas abaixo (quadro 1) que também define os objetivos propostos com cada questão.</p> <p>Neste momento ao falar do roteiro, organiza-se já as etapas da visita e gera uma expectativa e interesse ao que será exposto.</p>
Tempo:	1 período - 50min

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

Questão do roteiro para relatório da visita	Objetivo
1) Faça um fluxograma das etapas de tratamento de água realizadas pela Comusa	Representar esquematicamente as informações do que foi observado durante toda visita à ETA.
2) Estas etapas são sempre iguais? Em outras cidades o tratamento é realizado da mesma forma?	Explicitar a abrangência do tratamento realizado pela COMUSA.
3) O que determina se uma água é potável ou não?	Apresentar a legislação brasileira que regulamenta o assunto.
4) O tratamento consegue eliminar 100% das impurezas? Se não, por	Avaliar a reflexão sobre o conceito de limites aceitáveis determinados pela

que isso ocorre?	legislação brasileira que regulamenta o assunto.
5) Como nós, como cidadãos e consumidores, podemos contribuir para a preservação das nossas águas?	Citar ações que contribuem para preservação de recursos hídricos.
6) 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.

Fonte: a autora (2018)

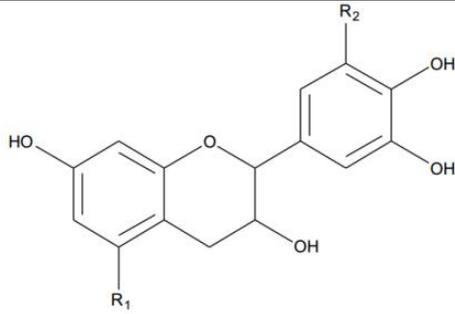
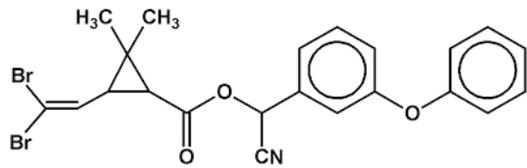
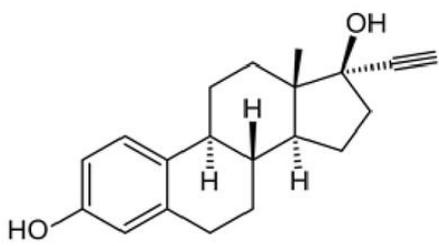
Aula 2	Atividades: <ul style="list-style-type: none"> • Visita a Estação de Tratamento de Efluente (ETA);
Objetivo:	Integrar a teoria e a prática no que se refere ao tratamento de água e o manejo hídrico existente na cidade;
Desenvolvimento:	Efetiva realização de visita técnica orientada a companhia de saneamento da cidade, especificamente em sua ETA, configurando assim uma estratégia didática de uso de espaços não formais para o ensino e aprendizagem. A visita deve apresentar ao grupo todas as etapas de tratamento da água, desde a chegada da água bruta até o armazenamento de água potável, enfatizando as formas de controle de qualidade. Sugere-se ao professor que realize anotações e/ou gravação nas etapas da visita, objetivando auxiliar na preparação da aula posterior, focando nos interesses e/ou dúvidas demonstrados pelo grupo.
Tempo:	3 períodos – total de 150min

3.2 Aulas relativas ao segundo momento pedagógico: organização do conhecimento

Aula 3	<p>Atividade:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Discussão mediada pelo professor com toda a turma sobre aspectos relevantes da visita; • Discussão sobre formas de poluição hídrica além daquelas vistas na ETA; • Elaboração de questionamentos por parte dos alunos; • Entrega dos relatórios de visita;
Objetivo:	<p>Entender as etapas de tratamento de água vistas na visita à ETA;</p> <p>Conhecer os conceitos de poluição hídrica;</p> <p>Identificar em atitudes cotidianas, possíveis ações relacionadas à poluição hídrica;</p> <p>Perceber a necessidade da busca de soluções contra o agravamento dos problemas ambientais;</p>
Desenvolvimento:	<p>Realização de uma discussão, mediada pelo professor, com toda a turma sobre aspectos relevantes da visita. Discutir também sobre os aspectos que chamaram a atenção na visita. Sugestão de questões a serem discutidas oralmente na turma sobre a visita a ETA:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Como eram as etapas de tratamento de água? 2) O que chamou mais a atenção em cada etapa? 3) Quais os principais tipos de contaminantes da água bruta? 4) Como a qualidade da água é verificada? <p>Após este momento, deve ocorrer a entrega dos relatórios individuais de visita que foram elaborados em casa pelos</p>

	<p>estudantes, seguindo o roteiro de visita (anexo 1) e puderam servir como guias para estimular a discussão inicial.</p> <p>Nesta aula devem ser ainda discutidas outras formas de poluição hídrica além daquelas vistas na ETA, como forma de instigar a reflexão se a água consegue ser totalmente livre de impurezas após o tratamento recebido na ETA. Esta discussão traz ainda informações sobre problemas ambientais e como a poluição hídrica afeta o tratamento de água nas ETAs. O professor fará o fechamento da aula apresentando uma visão geral de diversas formas de poluição hídrica.</p>
Tempo:	3 períodos – total de 150min

Aula 4	<p>Atividade:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Explicação sobre alguns conceitos químicos relacionados ao tema com ênfase nas funções orgânicas presentes em contaminantes causadores de poluição hídrica e suas características e propriedades.
Objetivo:	Relacionar conceitos químicos de funções orgânicas com produtos de tratamento de água e contaminantes
Desenvolvimento:	<p>Explicar sobre alguns conceitos químicos relacionados ao tema de poluição hídrica e dar ênfase a funções orgânicas presentes em estruturas de medicamentos, o óleo de cozinha e pesticidas. Essa foi a estratégia utilizada neste projeto pois a turma já havia estudado sobre as principais funções orgânicas, porém apenas de forma teórica, sem uma abordagem relacionada com o cotidiano. Desta forma foram apresentadas as fórmulas estruturais de alguns exemplos e abordadas características e propriedades como as funções orgânicas presentes nos compostos.</p> <p>Exemplos:</p>

	 <p>Fórmula estrutural do principal monômero dos taninos (que é um produto utilizado na ETA). Fonte: adaptado de Mangrich et al. (2014)</p>  <p>Fórmula estrutural da deltametrina (um tipo comum de pesticida)</p>  <p>Fórmula estrutural do hormônio sintético 17α-etinilestradiol (um hormônio comum em medicamentos anticoncepcionais orais)</p>
Tempo:	3 períodos – total de 150min

Aula 5	Atividade: <ul style="list-style-type: none"> Proposta da elaboração de cartazes, início da elaboração e organização de ideias
Objetivo:	Organizar o conhecimento sobre a temática da poluição hídrica elaborando um cartaz; Empregar linguagem científica através da pesquisa;
Desenvolvimento:	Nesta aula está planejada a organização da atividade de

elaboração de cartazes criativos relacionados a temática. Como sugestão, nesta aula o professor elenca cinco propostas de temas que cada dupla ou trio deve realizar em seu cartaz, determinados por meio de sorteio. Os temas sugeridos para os cartazes são:

Proposta 1: DESCARTE DE ÓLEO DE COZINHA

Proposta 2: USO DE PESTICIDAS NAS LAVOURAS

Proposta 3: DESCARTE DE MEDICAMENTOS

Proposta 4: DESCARTE DE PILHAS / LÂMPADAS FLUORESCENTES

Proposta 5: EVITAR USO INDISCRIMINADO DE ÁGUA – com enfoque na escassez

Estes temas norteadores sugeridos nesta sequência pela autora efetivam-se pelo direcionamento em abordar especificamente estes assuntos julgados como atuais e relevantes. Ocorre também pela proximidade com os assuntos discutidos nas aulas anteriores: seja pelas formas de poluição hídrica que vão além das vistas na visita a ETA (como os poluentes das propostas 1 e 4; e especificamente a abordagem de contaminantes emergentes nas propostas 2 e 3 – respectivamente pesticidas e fármacos) ou seja a proposta 5 sobre uso indiscriminado de água. Essa última discutida tanto na visita quanto depois dela e julgado pela autora como uma ação ambiental que precisa ser reforçada incansavelmente.

Sugere-se que em uma futura aplicação desta sequência, na aula 3 (de discussão) os alunos possam ser estimulados a fazerem espontaneamente estas propostas de assuntos motivadores, podendo assim ser exploradas outras fontes de poluição hídrica (por exemplo detergentes, corantes, etc.)

Cada cartaz deve conter uma comunicação direta, com

	<p>imagens e textos curtos, cujo objetivo é propagar pelos corredores da escola as experiências adquiridas de forma o mais impactante e diretamente possível. Sugere-se que seja exigida a indicação da fonte das informações contidas nos cartazes pois facilitará na avaliação de seu conteúdo por parte do professor.</p> <p>Nesta aula está planejada a organização desta atividade, dando início sua elaboração, nos grupos de dois ou três estudantes. Para a elaboração destes cartazes, a turma deve ser instruída a usar como fontes de pesquisa, livros, periódicos, artigos científicos e/ou sites de órgãos governamentais. Essa pesquisa é iniciada em aula, para que o professor oriente efetivamente as fontes de pesquisa adequadas, e então complementada pelo grupo em casa, elaborando o seu cartaz final.</p>
Tempo:	3 períodos – total de 150min

3.3 Aula relativa ao terceiro momento pedagógico: aplicação do conhecimento

Aula 6	<p>Atividade:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apresentação oral dos cartazes e avaliação final e discussão; • Exposição dos cartazes na escola;
Objetivo:	Demonstrar a capacidade de transmitir informações com clareza sobre a temática proposta.
Desenvolvimento:	Finalizada a elaboração dos cartazes chega o momento de sua apresentação oral. Cada dupla ou trio de estudantes tem a disposição até dez minutos para explanar sobre o tema de seu cartaz. Neste momento o professor tem ferramentas para avaliar o trabalho dos alunos levando em consideração a adequação da proposta e nível do aprofundamento de pesquisa. O objetivo desta etapa é

	<p>justamente ver a desenvoltura dos grupos em relatar os temas decorrentes de suas propostas e sua forma de expressão. Uma sugestão ao professor, como alternativa para avaliação de resultados, é a gravação multimídia desta aula que podem inclusive serem posteriormente transcritas.</p> <p>Por fim, a última etapa desta sequência didática é a exposição dos cartazes nos corredores ou algum local de maior circulação da escola para que aumente o alcance da temática.</p>
Tempo:	2 períodos – total de 100min

REFERÊNCIAS

- DELIZOICOV, D; ANGOTTI, J, A; PERNANBUCO; M, M. Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos; 4ed. São Paulo: Cortez, 2011. p. 173-298.
- GONÇALVES, A. V.; FERRAZ, M. R. **Sequências Didáticas como instrumento potencial da formação docente reflexiva**. São Paulo. DELTA. v. 32, p. 119-141, 2016.
- MANGRICH, A. S.; DOUMER, M. E.; MALLMANN, A. S.; WOLF, C. R. Química Verde no Tratamento de Águas: Uso de Coagulante Derivado de Tanino de *Acacia mearnsii*. **Revista Virtual de Química**, v. 6, p. 2-15, 2014.
- ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Trad. Ernani F. da Rosa - Porto Alegre: ArtMed, 1998

ANEXO 1

MODELO DE RELATÓRIO DE VISITA

Visitação a Estação de Tratamento de Água

Relatório (individual)

- 1) Faça um fluxograma das etapas de tratamento de água realizadas
- 2) Estas etapas são sempre iguais? Em outras cidades o tratamento é realizado da mesma forma?
- 3) O que determina se uma água é potável ou não?
- 4) O tratamento consegue eliminar 100% das impurezas? Se não, por que isso ocorre?
- 5) Como nós, como cidadãos e consumidores, podemos contribuir para a preservação das nossas águas?
- 6) Faça um relato de suas impressões sobre como foi a visita e o que mais chamou a atenção.