



Série – Ensino de Química

nº12

ISBN 978-65-89716-23-5

Fernanda Farias Corona
Sidnei Quezada Meireles Leite

**ABORDAGEM DA TEMÁTICA DE
SANEAMENTO BÁSICO URBANO NO
ENSINO DE QUÍMICA**



**INSTITUTO
FEDERAL**
Espírito Santo
Campus
Vila Velha



Edifes
ACADÊMICO



PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL
EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL
Mestrado em Química

Fernanda Farias Corona
Sidnei Quezada Meireles Leite

**ABORDAGEM DA TEMÁTICA DE SANEAMENTO
BÁSICO URBANO NO ENSINO DE QUÍMICA**

Série – Ensino de Química – N° 12



Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Espírito Santo
Vila Velha
2020



PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL
EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL
Mestrado em Química

Fernanda Farias Corona
Sidnei Quezada Meireles Leite

**ABORDAGEM DA TEMÁTICA DE SANEAMENTO
BÁSICO URBANO NO ENSINO DE QUÍMICA**

Série – Ensino de Química – Nº 12



Edifes
ACADÊMICO

Vila Velha
2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) Valéria Rodrigues de Oliveira CRB6/ES-477

C822a Corona, Fernanda Farias

Abordagem da temática de saneamento básico urbano no ensino de química. / Fernanda Farias Corona, Sidnei Quezada Meireles Leite. Vila Velha, 2020.

59 f. : il. ; 30 cm.

Inclui bibliografia.

Série Ensino de Química, n. 12.

ISBN: 978-85-33307-65-0.

Grupo de Estudo e Pesquisa em Educação Científica e Movimento - CTSA - Instituto Federal do Espírito Santo.

Orientador: Prof. Dr. Sidnei Quezada Meireles Leite.

Dissertação (Mestrado) – Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Vila Velha, Coordenadoria do Curso de Mestrado Profissional em Química, 2020.

1. Química – Estudo e ensino. 2. Ensino – Meios auxiliares. 3. Saneamento – Estudo e ensino. I. Leite, Sidnei Quezada Meireles. II. Instituto Federal do Espírito Santo. III. Título.

CDD: 371.3

Copyright @ 2020 by Instituto Federal do Espírito Santo Depósito legal na biblioteca Nacional conforme Decreto nº. 1.825 de 20 de dezembro de 1907. O conteúdo dos textos é de inteira responsabilidade dos respectivos autores.

Material didático público para livre reprodução.
Material bibliográfico eletrônico.

Promoção:



Edifes
ACADÊMICO

Realização



**INSTITUTO
FEDERAL**
Espírito Santo
Campus
Vila Velha



Instituto Federal do Espírito Santo

Pró-Reitoria de Extensão e Produção

Av. Rio Branco, nº 50, Santa Lúcia Vitória – Espírito Santo CEP
29056-255 - Tel.+55 (27)3227-5564

E-mail:editoraifes@ifes.edu.br

Mestrado em Química, Modalidade Profissional

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito
Santo

Campus Vila Velha

Avenida Ministro Salgado Filho, 1000, Bairro Soteco,
Vila Velha, Espírito Santo. CEP: 29106-010

Comissão Científica

André Romero da Silva

Sandra Mara Santana Rocha

Ana Brígida Soares

Coordenação Editorial

Adonai José Lacruz (Edifes)

Revisão do Texto

Fernanda Farias Corona

Sidnei Quezada Meireles Leite

Capa e Editoração Eletrônica

CSO do Ifes campus Vila Velha

Produção e Divulgação

Mestrado em Química

Instituto Federal do Espírito Santo

MINICURRÍCULO DOS AUTORES



Fernanda Farias Corona: Professora de Química. É formada em Licenciatura em Química pela Ufes. Mestranda em Química pelo Programa de Mestrado em Química em Rede Nacional, Ifes campus Vila Velha. Leciona na Rede Pública de Educação Básica do Estado do Espírito Santo. Estuda o ensino de química a partir de temáticas do Saneamento Básico Urbano com enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTS/CTSA). É membro do Grupo de Estudos e Pesquisa em Educação Científica e Movimento CTSA (GEPEC/Ifes).



Sidnei Quezada Meireles Leite: Professor Titular do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES). Leciona no Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática (Educimat) do IFES. Desde 2003, desenvolve investigações sobre formação inicial e continuada de professores das Ciências da Natureza e diálogos entre espaços de educação formal e não formal, todos com enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTS/CTSA). É formado em Química e Engenharia Química pela UFRJ, com Doutorado em Engenharia Química pela Coppe/UFRJ. Também possui Estágio Pós-doutoral em Educação pela UnB e pela Universidade de Aveiro - Portugal. É membro da ABRAPEC, SBPC e SBENQ. É líder do Grupo de Estudos e Pesquisa em Educação Científica e Movimento CTSA (GEPEC).

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	8
1. INTRODUÇÃO.....	10
2. SANEAMENTO BÁSICO.....	12
2.1. ÁGUA E POTABILIDADE.....	14
2.2. ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS.....	16
2.3. DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS.....	17
2.4. DRENAGEM URBANA.....	19
3. ENSINO DE QUÍMICA E SANEAMENTO BÁSICO.....	21
4 PEDAGOGIA DA LIBERTAÇÃO DE PAULO FREIRE...24	
5. EDUCAÇÃO CTS/CTSA.....	28
6. APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS.....	32
7. METODOLOGIA DE ENSINO.....	34
8. PLANEJAMENTO DAS AULAS.....	38
9. PROJETO ESCOLAR SANEA-SERRA.....	41
10. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	52
REFERÊNCIAS.....	54

APRESENTAÇÃO

Caro professor,

Este guia didático é parte integrante da Dissertação de Mestrado da pesquisadora Fernanda Farias Corona, orientada pelo professor Dr. Sidnei Quezada Meireles Leite, vinculados ao Programa de Pós-Graduação Profissional em Química (PROFQUI) do Instituto Federal do Espírito Santo.

O guia didático é fruto da pesquisa intitulada “Educação CTS/CTSA com enfoque Freiriano no ensino de Química: Debates sobre a temática de Saneamento Básico de nível médio” e trata do desenvolvimento de um projeto escolar, em que se articula uma temática da realidade cotidiana dos educandos e o ensino de química numa perspectiva interdisciplinar com ciências naturais e Matemática, por meio da problematização do saneamento básico urbano, com enfoque de Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTS/CTSA) e buscando aproximações com a Pedagogia Libertadora de Paulo Freire, no contexto do ensino médio regular, realizada no período de junho a dezembro de 2019, em que contou com a participação de 26 estudantes da 2ª série do Ensino Médio Regular da Escola Professora Maria Olinda de Oliveira Menezes em Serra.

Este material apresenta, de forma resumida, a intervenção escolar desenvolvida com alunos da segunda série do Ensino Médio Regular de uma escola pública estadual do município de Serra – ES. Com essa abordagem procurou-se aprofundar um amplo debate em torno da temática Saneamento Básico Urbano, em particular no município de Serra.

O guia apresenta uma forma contextualizada, interdisciplinar e transdisciplinar, buscando articular os conteúdos

programáticos escolares aos saberes científicos e saberes do censo comum.

E assim, caro professor, estará disponível este material para utilização e planejamento, de acordo com os objetivos e metas de aprendizagem de suas turmas, de sua intervenção escolar, aplicando como referência as etapas aqui propostas. O Guia propõe uma temática que pode abordar novas práticas em diferentes contextos nos quais as escolas estão inseridas, proporcionando uma aprendizagem em que a concepção de que os conhecimentos científicos e tecnológicos devam fazer parte da formação do cidadão.

Boa leitura e ótimo trabalho!

Fernanda Farias Corona
Sidnei Quezada Meireles Leite

1. INTRODUÇÃO

Segundo informações oficiais da Prefeitura Municipal de Serra, a cidade foi criada por meio da Resolução do Conselho do Governo de 2 de abril de 1833, tendo sido colonizada por portugueses, seus escravos, além dos indígenas do grupo Tupi, desde 1556, assim surgindo o povo serrano. A região de abrangência do Município de Serra compreende uma área político-administrativa de cerca de 553 Km², representando uma participação na Região Metropolitana da Grande Vitória de aproximadamente 24% e dista cerca de 27 Km da capital Vitória.

A cidade de Serra apresenta uma falta de infraestrutura adequada devido a um processo de aglomeração desordenada. Isso é agravado pelo fato do município apresentar vantagens locacionais na instalação de empresas devido à rápida acessibilidade a uma gama de serviços adensados nesse meio. Vale ainda ressaltar que fenômenos de fora do contexto municipal trazem consequências ao desenvolvimento urbano em Serra. (SERRA, 2011)

Diante da realidade de muitos bairros da Serra, em que o Saneamento Básico ainda é precário, percebi a importância de intervenções nos conhecimentos científicos apropriados a nossa realidade, com abordagem CTS/CTSA na perspectiva freiriana e de caráter interdisciplinar. Problemas que nos colocam como desafio de desenvolver um ensino de Química que focará os aspectos desses conflitos e agenciará uma nova relação dos alunos com a escola e os saberes por ela veiculados, saberes tão importantes a esses sujeitos para transformar essa realidade.

A diversificação de metodologias de ensino através da temática Saneamento Básico é extremamente importante,

através da construção coletiva de um processo, com o levantamento dos aspectos principais para futuras abordagens, em relação às expectativas da comunidade, dos docentes e estudantes. Também integra esse processo uma visão das demandas de ordem sociais, para instrumentalizá-los sobre os fundamentos teóricos subjacentes aos âmbitos do Saneamento Básico. Dessa maneira, o sentido deste trabalho volta-se para o estabelecimento de uma proposta que vise promover, em sala de aula e também em espaços não formais, a compreensão acerca dos conceitos científicos apresentados pela Química, possibilitando a formação cidadã dos alunos de ensino médio.

A proposta do projeto considera o contexto das relações entre os conceitos químicos e suas transformações, para que o ensino da ciência adquira significado, contribuindo no aprendizado do aluno, tornando-o capaz de participar de discussões relativas à ciência, à tecnologia, ao ambiente e suas consequências na sociedade em que vive. Dessa forma, é importante que o aluno seja capaz de questionar e de ir à procura de respostas para suas incertezas e, assim, o professor auxiliará incentivando a procura pelas respostas de suas hesitações. Assim, o professor deve desenvolver no aluno a capacidade de pensar em possibilidades, argumentar com seu discurso sobre os fenômenos estudados e saber contextualizar os conteúdos curriculares.

2. SANEAMENTO BÁSICO

A Política Pública (art. 9º) e o Plano de Saneamento Básico (art. 19), instituídos pela Lei Federal No. 11.445/07, são os instrumentos centrais da gestão dos serviços. Conforme esses dispositivos, a Política define o modelo jurídico-institucional e as funções de gestão e fixa os direitos e deveres dos usuários. O Plano estabelece as condições para a prestação dos serviços de saneamento básico, definindo objetivos e metas para a universalização, integralidade e programas, projetos e ações necessários para alcançá-la.

De acordo com a Lei Federal, saneamento básico é um conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, drenagem e manejo das águas pluviais, limpeza e fiscalização preventiva das respectivas redes urbanas. A lei definiu também as competências quanto à coordenação e atuação dos diversos agentes envolvidos no planejamento e execução da política federal de saneamento básico no País, no Artigo 3º, inciso I, determina como saneamento os seguintes conjuntos de serviços, infraestruturas e instalações operacionais:

[...] a) abastecimento de água potável: constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação até as ligações prediais e respectivos instrumentos de medição; b) esgotamento sanitário: constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, tratamento e disposição final adequados dos efluentes sanitários, desde as ligações prediais

até o seu lançamento final no meio ambiente; c) limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos: conjunto de atividades, infra-estruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destino final do lixo doméstico e do lixo originário da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas; d) drenagem e manejo das águas pluviais urbanas: conjunto de atividades, infra-estruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas (BRASIL, 2017).

A prestação desse serviço deve ser garantida, proporcionando, dessa forma, a proteção da saúde e as condições básicas de vivência nas áreas habitacionais, sejam elas urbanas ou rurais. Através do saneamento pode-se garantir a segurança de serviços considerados essenciais, como:

Abastecimento de água às populações, com a qualidade compatível com a proteção de sua saúde e em quantidade suficiente para a garantia de condições básicas de conforto; coleta, tratamento e disposição ambientalmente adequada e sanitariamente segura de águas residuárias (esgotos sanitários, resíduos líquidos industriais e agrícolas); acondicionamento, coleta, transporte e destino final dos resíduos sólidos (incluindo os rejeitos provenientes das atividades doméstica, comercial e de serviços, industrial e pública). (RIBEIRO; ROOKE, 2010, p. 9).

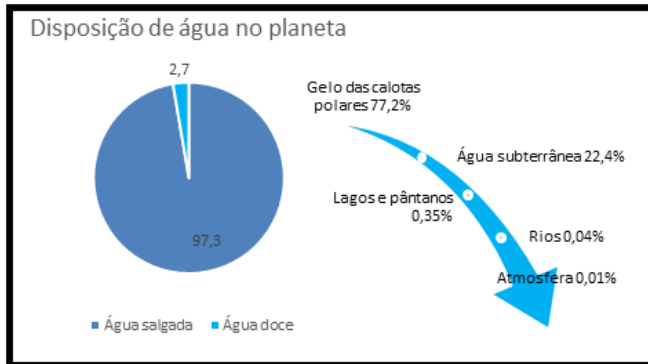
Para a eficácia e eficiência da utilização pública dos sistemas

de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, se faz necessário o desenvolvimento de práticas educativas junto à população beneficiada pelos serviços. Trata-se do desenvolvimento de ações de sensibilização e orientação que devem ocorrer em todas as etapas da implantação dos Sistemas, como também, de forma processual e permanente. Nesse contexto, fica evidente a importância da Educação Ambiental, a qual exerce o papel fundamental de esclarecer o que é saneamento e de despertar para a responsabilidade sobre questões socioambientais. Para tanto, torna-se necessário atuar junto às escolas da área de abrangência dos empreendimentos, visando o apoio à adesão, uso e conservação dos sistemas. As ações educativas objetivam sensibilizar a comunidade escolar quanto às perspectivas da região em que vivem enfocando o saneamento ambiental e recursos hídricos. (SERRA, 2011)

2.1. ÁGUA E POTABILIDADE

Segundo a ANA, estima-se que 97,5% da água existente no mundo é salgada e não é adequada ao nosso consumo direto nem à irrigação da plantação. Dos 2,5% de água doce, a maior parte (69%) é de difícil acesso, pois está concentrada nas geleiras, 30% são águas subterrâneas (armazenadas em aquíferos) e 1% encontra-se nos rios. Assim, o uso desse bem precisa ser analisado para que não cause dano algum dos diferentes usos que ela tem para a vida humana.

FIGURA 1 DISPOSIÇÃO DA ÁGUA NO PLANETA



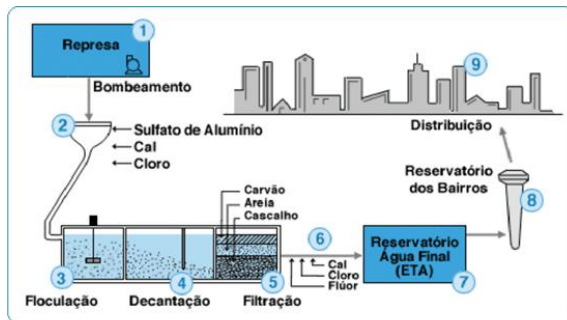
Fonte: Dados da ANA, dados da pesquisa (2020).

A água potável é a água própria para o consumo humano. Para ser assim considerada, ela deve atender aos padrões de potabilidade. De acordo com Barros et al. (1995), o Sistema de Abastecimento de Água representa o "conjunto de obras, equipamentos e serviços destinados ao abastecimento de água potável de uma comunidade para fins de consumo doméstico, serviços públicos, consumo industrial e outros usos".

As partes do Sistema Público de Água são: captação; adução (transporte); tratamento; reservação (armazenamento) e distribuição (LEAL, 2008). Portanto, um sistema de abastecimento de água é composto pelas seguintes unidades: Manancial: fonte de onde se retira a água; Captação: conjunto de equipamentos e instalações utilizado para a tomada de água do manancial; Adução: transporte da água do manancial para a estação de tratamento de água ou da água tratada para a reservação; Tratamento: melhoria das características qualitativas da água, dos pontos de vista físico, químico, bacteriológico e organoléptico, a fim de que

se torne própria para o consumo.

FIGURA 2 ESQUEMA DA COLETA, TRATAMENTO E DISTRIBUIÇÃO DA ÁGUA



Fonte: SABESP (2008).

A legislação brasileira sobre qualidade da água destinada ao consumo humano possui a portaria nº 518 de 2004 (Brasil, 2004), emitida pelo Ministério da Saúde, que aborda especificamente o tema. Nela são definidos os parâmetros e os seus respectivos valores de aceitação que uma água ofertada ao consumo humano deverá apresentar. A aplicação desta legislação é obrigatória para as empresas de saneamento, que devem realizar análises periódicas da qualidade da água ofertada nos mais diversos pontos dos sistemas de captação, tratamento, armazenamento e distribuição de água, realizados pela Estação de Tratamento de Água (ETA).

2.2. ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS

A água após o uso é eliminada com inúmeros resíduos adicionados, compondo o esgoto, que pode ser doméstico ou industrial. Distante das características originais, a água agora

esgoto, exige a instalação de um sistema de coleta e processo de tratamento antes de ser novamente reintegrada a natureza sem que esta corra o risco de contaminação.

As águas recuperadas por essas estações possuem uma grande variedade de aplicações, entre elas: irrigação de campos de esportes e praças; usos paisagísticos; descarga de toaletes; combate a incêndios; lavagem de automóveis; limpeza de ruas; usos na construção, e assim, além de gerar externalidades positivas sobre a saúde e o meio ambiente, contribuindo para a diminuição do uso de água potável para tais finalidades. O Quadro 1 expõe as etapas de tratamento de esgoto realizadas pela CESAN.

QUADRO 1 ETAPAS DO TRATAMENTO DO ESGOTO REALIZADAS PELA CESAN

I.	Quando o esgoto chega à ETE ele recebe um tratamento preliminar no sistema de gradeamento de caixas de areia para a retirada dos sólidos grosseiros, como areia, cabelo, fio dental, entre outros resíduos que são descartados pelo vaso e chegam à Estação.
II.	Em seguida o esgoto segue para o tanque de aeração, em que o efluente recebe uma injeção de oxigênio, de modo que é formada uma grande colônia de bactérias aeróbias que vão degradar a matéria orgânica.
III.	No próximo passo, o esgoto segue para o tanque de decantação, no qual acontece a separação da água e do lodo. Essa matéria acaba virando um subproduto do chamado biosólido, que a Cesan fornece para utilização na agricultura.
IV.	No final água, antes de ser devolvida ao meio ambiente, passa pela desinfecção por ultravioleta onde são removidos os micro organismos. Inclusive, essa água é reutilizada por prefeituras e empresas do ramo da construção civil para evitar o uso de água potável em atividades diversas ao consumo humano.

Fonte: CESAN (2017)

2.3. DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS

O lixo é o conjunto de resíduos sólidos resultantes da atividade humana. Ele é constituído de substâncias passíveis de apodrecer, combustíveis e incombustíveis. O lixo tem que

ser bem acondicionado para facilitar sua remoção. Quando o lixo é disposto de forma inadequada, em lixões a céu aberto, por exemplo, os problemas sanitários e ambientais são inevitáveis. Isso porque estes locais tornam-se propícios para a atração de animais que acabam por se constituírem em vetores de diversas doenças, especialmente para as populações que vivem da catação, uma prática comum nestes locais.

Popularmente, os resíduos são mais conhecidos como “lixo” que, conforme Andrade (2006 p.7), é:

Qualquer substância que não é mais necessária e que tem de ser descartada, sendo os restos das atividades humanas, considerados pelos geradores como inúteis, indesejáveis ou descartáveis. Aquilo que se varre para tornar limpa uma casa, rua, jardim etc., varredura, restos de cozinha e refugos de toda espécie, como latas vazias e embalagens de mantimentos, que ocorrem em uma casa; imundície, sujeidade, escória, ralé.

De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei Federal No. 12.305/2010), a destinação final do lixo, diferentemente do aterro sanitário, deve abranger algumas etapas, tais como: compostagem de lixo orgânico, reutilização, reciclagem, aproveitamento para geração de energia como o biogás, tratamento (mecânico, bioquímico e térmico) e a disposição final do lixo.

E esta Lei Federal Nº 12.305/2010 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS define no Artigo 3, inciso XVI que Resíduos Sólidos, são:

Material, substância, objeto ou bem

descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (BRASIL, 2010).

A coleta e transporte de lixo é feita pelas prefeituras ou por empresas especializadas, contratadas pela administração pública. O lixo doméstico, por exemplo, é transportado por caminhões compactadores até o local onde será feito o transbordo para caminhões maiores que levarão os resíduos ao aterro sanitário. O aterro sanitário é o destino final dos resíduos sólidos coletados em cada cidade e atende vários municípios. Como a maior parte das cidades brasileiras não possui um sistema de coleta seletiva há muito lixo reciclável misturado aos resíduos que são levados para aterros sanitários, intensificando o problema do aumento e acúmulo de resíduos dispostos em aterros.

2.4.DRENAGEM URBANA

Um dos serviços competentes ao que diz respeito ao Saneamento Básico, que é denominado “drenagem urbana”, pode ser referido também por manejo de águas pluviais. Esse sistema serve para evitar os efeitos adversos, como: inundações, empoçamentos, erosões, ravinamento e assoreamentos, principalmente nas áreas mais baixas das comunidades sujeitas a alagamentos que podem representar sérios prejuízos ao ambiente envolvido e à saúde da sociedade (IBGE, 2010).

De acordo com a Lei Federal 11.445 de 2007 que define drenagem e manejo de águas pluviais urbanas como:

Conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas (BRASIL, 2007).

Em princípio ocorre a impermeabilização do solo com pavimentação e canalização de córregos ao máximo possível, para que a água da chuva, uma vez no solo, fosse afastada da cidade rapidamente. Quando as cidades não eram tão grandes, esta técnica funcionava razoavelmente bem. Na medida em que foram surgindo grandes áreas urbanizadas ao longo de córregos, os problemas começaram a ser notados, como na impermeabilização do solo faz com que diminua a infiltração da água da chuva e, desta forma, aumente o volume de escoamento superficial, geradas por vazões maiores. Em conjunto com a canalização, retificação e revestimento de córregos, o efeito de impermeabilização aumenta e transfere para jusante os problemas de inundação, podendo ser um evento prejudicial caso não seja resolvido para um determinado bairro (ou cidade) situado a jusante.

3. ENSINO DE QUÍMICA E SANEAMENTO BÁSICO

A condição do Saneamento Básico compreende um conjunto de serviços relacionados com o manejo da água e de resíduos: drenagem urbana, abastecimento de água, esgotamento sanitário e resíduos sólidos. No Brasil, a Lei 11.445/07 estabelece as Diretrizes Nacionais da Política Federal para o Saneamento Básico e estabelece a elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico, ficando estabelecido que todas as cidades devem ter um plano municipal de saneamento desenvolvido em conjunto com a população.

Uma prática a se construir é a reflexão sobre a tomada de decisões na sociedade democrática, na qual estamos inseridos, já que muitas das decisões políticas são tomadas à mercê da opinião pública. Entretanto, a ciência é feita por e para os homens e, diante do desenvolvimento vertiginoso da ciência e da tecnologia na sociedade, é necessário que estes conhecimentos sejam divulgados a toda população a fim de que tomem partido nas decisões atuais que invariavelmente estão sujeitas a apresentar caráter técnico e científico (AULER, DELIZOICOV, 2001).

A regulamentação do Ensino Médio, ditada pela LDB, define os objetivos formativos para este nível de ensino:

Art. 35 – O ensino médio, etapa final da educação básica, com duração mínima de três anos, terá como finalidades: I – a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, possibilitando o prosseguimento de estudos; II – a preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando, para

continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar com flexibilidade a novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores; III – o aprimoramento de educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico; IV – a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina (BRASIL, 1996, p. 11).

A recente aprovação da nova Base Nacional Comum Curricular (BNCC) do Ensino Médio no dia 6 de abril de 2017 regulamentada pela Lei 9131/95, em que um órgão é responsável a fazer a apreciação da proposta da BNCC para a produção de um parecer e de um projeto de resolução que, ao ser homologado pelo Ministro da Educação, se transformou em norma nacional.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais incorporam essa tendência e a incluem no currículo de forma a compor um conjunto articulado e aberto a novos temas, buscando um tratamento didático que contemple sua complexidade e sua dinâmica, dando-lhes a mesma importância das áreas convencionais. O currículo ganha em flexibilidade e abertura, uma vez que os temas podem ser priorizados e contextualizados de acordo com as diferentes realidades locais e regionais e outros temas podem ser incluídos (BRASIL, 1997, p. 21).

Referente ao ensino de Química, Goodson (2008) relata que a princípio, o estudo desta ciência se restringiu a poucas pessoas, dedicando-se meramente a química pura e aplicada no campo industrial. Chassot (1996; 2004) promove um

importante resgate sobre a história do ensino de Química no Brasil, discutindo os percalços dessa ciência para chegar a ser consolidada como disciplina curricular. Nesse contexto histórico, para Mortimer (1997; 2000) e Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2009) é necessário promover a contextualização dos conceitos científicos, em específicos dos químicos, na reestruturação dos conceitos de senso comum elaborados historicamente pelos alunos.

4 PEDAGOGIA DA LIBERTAÇÃO DE PAULO FREIRE

O chamado “Movimento da Libertação” foi iniciado na década de 60, na América Latina, pelo filósofo Enrique Dussel, com a chamada Filosofia da Libertação (DUSSEL, 1966, 1977), e no Brasil, pelo educador Paulo Freire com a chamada Pedagogia Libertadora (FREIRE, 1987). Também, podemos destacar dentro deste movimento, a Teologia da Libertação de Leonardo Boff (BOFF e BOFF, 2001).

Uma das maneiras para materializar a pedagogia libertadora de Freire nos espaços escolares é por meio da chamada Abordagem Temática Freiriana (ATF), que é caracterizada transposição da pedagogia freiriana, orientada pela concepção de educação libertadora, para o contexto da educação escolar (MAESTRELLI e TORRES, 2014).

A organização de currículos do ponto de vista da ATF incide em uma maneira de refletir e desenvolver currículo de uma forma reflexiva e crítica, unindo teoria, prática, pesquisa e intervenção pedagógica (MAESTRELLI e TORRES, 2014). Freire (2005) propõe uma abordagem temática em seu livro “Pedagogia do Oprimido”, partindo de situações-limite que são dimensões desafiadoras [ou problemas], as quais emergem da atividade dos homens e que, para eles, nem sempre são percebidas como tais.

Armoni (2012) ressalta que, em termos processuais do planejamento da prática educativa, a partir dos fundamentos filosóficos da Lógica Dialética e da Ontologia do ser social na práxis educativa, vale compreender a Metodologia da Mediação Dialética (MMD), que valoriza a mediação dialético-pedagógica e a relação pedagógica entre o professor e o estudante, de modo a conferir dinamicamente a

direção e o sentido da luta pela formação integral do professor e do estudante à prática educativa.

De acordo com Armoni (2012), a organização metodológica da MMD é formada por quatro etapas, a saber:

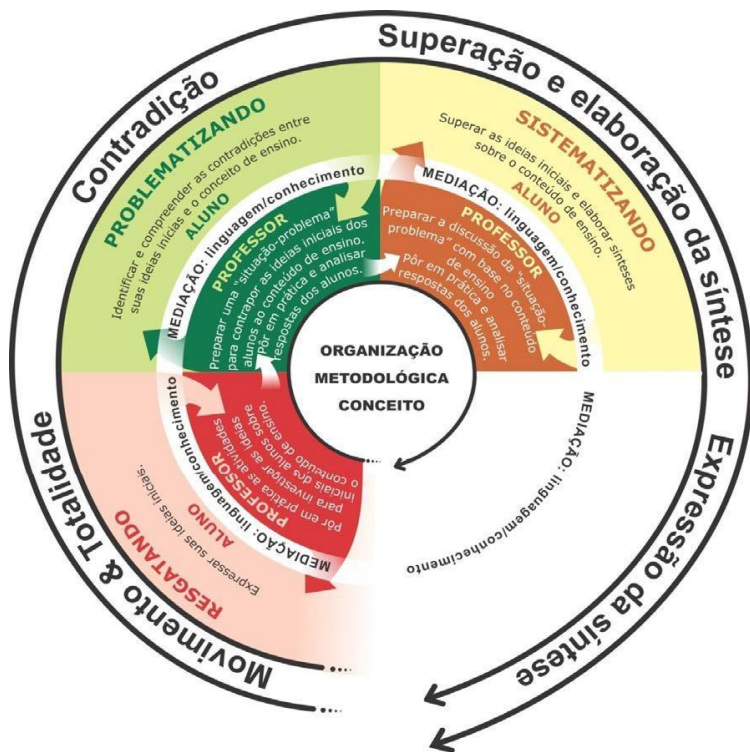
(1) Resgatar: por meio de diferentes linguagens e pautado no conceito a ser desenvolvido, o professor elabora a atividade educativa para investigar as ideias iniciais dos estudantes sobre o conceito a ser ensinado;

(2) Problematizar: por meio de diferentes linguagens e a partir da análise das respostas obtidas na etapa anterior, o professor elabora a atividade educativa capaz de levar o estudante a perceber a diferença/contradição entre suas ideias iniciais e o conceito desenvolvido pelo professor, e de gerar motivações que direcionam investigações na busca de novas relações;

(3) Sistematizar: por meio de diferentes linguagens e a partir da análise das respostas obtidas na etapa anterior, o professor elabora a atividade educativa para discutir a questão-problema, por meio das informações conceituais e, assim, potencializar a superação das ideias iniciais e a elaboração de síntese cognitiva;

(4) Produzir: por meio de diferentes linguagens e a partir da análise das respostas obtidas na etapa anterior, o professor elabora a atividade educativa que permita ao estudante expressar a síntese cognitiva elaborada ao evidenciar as etapas da MMD (Figura 3).

FIGURA 3
ETAPAS DA METODOLOGIA DA MEDIAÇÃO DIALÉTICA



Fonte: Arnoni (2012).

Segundo Coutinho (2012), a história da educação popular libertadora, de base freireana, caracteriza-se pela concepção político-pedagógica do diálogo problematizador, que propõe estimular a reflexão e a ação de homens e mulheres sobre a própria realidade e a intervir nesta. É também uma práxis histórica, que se transforma diante da realidade, mas procura manter seus princípios fundantes: o diálogo, a transformação

da realidade e a articulação da diversidade com objetivos comuns, ou seja, suas dimensões pedagógica, política e organizativa.

5. EDUCAÇÃO CTS/CTSA

O movimento CTS segundo Santos e Auler (2011) surgiu no início da década de 70 provocado pelo agravamento de problemas ambientais e pela constatação de que o desenvolvimento da ciência e da tecnologia não traz apenas benefícios. Além da percepção de que sozinhas não tem a capacidade de solucionar as grandes dificuldades enfrentadas pela humanidade.

Aikenhead (1994) classificou os currículos de Ensino de Ciências com abordagens CTS e definiu oito categorias conforme a tabela 2 a seguir. Na primeira destas categorias, o enfoque CTS é apenas motivacional para os estudantes e na última categoria, temos um foco nas relações CTS, deixando desta forma o conhecimento científico em segundo plano, onde sua menção é utilizada para indicar um vínculo com as ciências.

Reis e Galvão (2008) sugerem que o uso de questões sociocientíficas promovem discussões incluindo conteúdos de ciências da natureza articulados às questões socioculturais, socioambientais, sociofilosóficas, socioeconômicas, entre outras, pois dessa maneira, os indivíduos participantes do debate são forçados a se posicionarem, produzindo conhecimento acerca de conceitos, crenças, valores, mitos etc. Devido às similaridades, vale citar que no Brasil algumas vezes as questões sociocientíficas também são denominadas como sendo abordagens temáticas freireana, como foi discutido por Solino e Gehlen (2014).

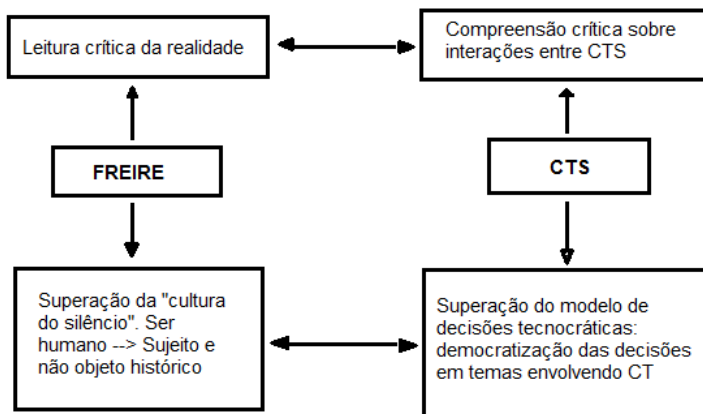
QUADRO 2. CATEGORIAS DE ENSINO CTS/CTSA DE ACORDO COM AIKENHEAD (1994)

CATEGORIAS	DESCRIÇÃO
1. Conteúdos de CTS/CTSA como elemento de motivação.	Ensino tradicional de ciências acrescido da menção ao conteúdo de CTS com a função de tornar as aulas mais interessantes.
2. Incorporação eventual do conteúdo de CTS/CTSA ao conteúdo programático.	Ensino tradicional de ciências acrescido de uma série de pequenos estudos de conteúdos de CTS/CTSA incorporados como apêndices aos tópicos de ciências. O conteúdo de CTS/CTSA não é resultado do uso de temas unificados.
3. Incorporação sistemática do conteúdo de CTS/CTSA ao conteúdo programático.	Ensino tradicional de ciências acrescido de uma série de pequenos estudos de conteúdo de CTS/CTSA integrados aos tópicos de ciência, com a função de explorar sistematicamente o conteúdo de CTS/CTSA. Esses conteúdos formam temas unificados.
4. Disciplina científica (Química, Física e Biologia) por meio de conteúdo de CTS/CTSA.	Os temas de CTS/CTSA são utilizados para organizar o conteúdo de ciência e a sua sequência, mas a seleção do conteúdo científico ainda é feita a partir de uma disciplina. A lista de tópicos científicos puros é muito semelhante àquela categoria 3, embora a sequência possa ser bem diferente.
5. Ciências por meio de conteúdos de CTS/CTSA.	A perspectiva CTS/CTSA organiza o conteúdo e sua sequência. O conteúdo de ciência é multidisciplinar, sendo ditado pelo conteúdo de CTS/CTSA. A lista de tópicos científicos puros assemelha-se à listagem de tópicos importantes a partir de uma variedade de cursos de ensino tradicional de ciências.
6. Ciências com conteúdos de CTS/CTSA.	O conteúdo de CTS/CTSA é o foco de ensino. O conteúdo relevante de ciências enriquece a aprendizagem.
7. Incorporação das Ciências ao conteúdo de CTS/CTSA.	O conteúdo de CTS/CTSA é o foco do currículo. O conteúdo relevante de ciências é mencionado, mas não é ensinado sistematicamente. Pode ser dada ênfase aos princípios gerais da ciência.
8. Conteúdo de CTS/CTSA.	Estudo de uma questão tecnológica ou social importante. O conteúdo de ciências é mencionado somente para indicar uma vinculação com as ciências.

Fonte: Aikenhead (1994).

Baseado nos pressupostos de Paulo Freire, pesquisadores como Auler e Delizoicov (2006) afirmam que a educação deve ultrapassar o treinamento de competências e habilidades, dentro da dimensão ética, o projeto utópico de educação e a crença no sujeito histórico sustentam o projeto político ao proporem uma reinvenção da sociedade, integrando os marginalizados nesses processos de forma que eles possam fazer uma leitura crítica da realidade, adquirindo autonomia à medida que superam a “cultura do silêncio”, conforme ilustrado na Figura 4.

FIGURA 4
APROXIMAÇÃO ENTRE OS PRESSUPOSTOS DE
PAULO FREIRE E O MOVIMENTO CTS.
SUPERAÇÃO DO MODELO DE DECISÃO
TECNOCRÁTICA. SUPERAÇÃO DA CULTURA DO
SILÊNCIO



Fonte: Auler e Delizoicov (2006).

Segundo Niezer (2012), conhecer, ter noções básicas de Química, saber algumas de suas aplicações, auxilia o cidadão a se posicionar em relação a inúmeros problemas cotidianos, os quais são cada vez mais discutidos no meio social porque diretamente afetam em nosso modo de viver. Além disso, aprender acerca dos diferentes materiais, suas ocorrências, seus processos de obtenção e suas aplicabilidades, permite traçar paralelos com o desenvolvimento social, cultural e econômico do país e do mundo do qual fazemos parte e pelo qual somos responsáveis.

Neste estudo, o ensino de Química com enfoque CTS/CTSA,

implica em relacionar os conteúdos da ciência no contexto da sua base tecnológica, social e ambiental. Para Niezer (2012), a introdução de CTS nos conteúdos disciplinares de Química tem o intuito de possibilitar aos alunos, estarem mais preparados para tomar decisões, reconhecendo a importância de atuarem como cidadãos na sociedade, percebendo-se capazes de provocar mudanças que visem a melhoria da qualidade de vida de toda a sociedade.

Para elucidar o papel da Química na formação do cidadão pode-se mencionar o Ensino de Ciências com enfoque CTS (Ciência – Tecnologia – Sociedade) que tem pressupostos voltados a sociedade. Conforme Mortimer e Santos (2002, p. 3):

A proposta curricular de CTS corresponderia, a uma integração entre educação científica, tecnológica e social, em que os conteúdos científicos e tecnológicos são estudados juntamente com a discussão de seus aspectos históricos, éticos, políticos e socioeconômicos.

Observa-se que a principal característica do ensino CTS/CTSA é a contextualização, nos âmbitos: social, tecnológico, histórico, econômico, ético, político e, também, ambiental, o que lhe atribui um caráter interdisciplinar.

6. APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS

Para Bender (2014), a Aprendizagem Baseada em Projetos (Project-Based Learning – PBL) tende a se tornar o principal modelo de ensino deste século. Assim, dentre as principais características da PBL, estariam projetos focados em problemas e questões autênticos do mundo real, colaborativos (atividades colaborativas deveriam ser privilegiadas), com uma questão orientadora, tarefas desafiadoras e complexas, que envolvam a produção de vários artefatos e com rubricas para avaliação (BENDER, 2014).

Em relação a projetos costumeiramente propostos como tarefas de casa ou em aula, a PBL propõe que:

[...] formulação de uma questão motriz para o estudo, a voz e a escolha dos alunos inerentes às abordagens da ABP, a natureza cooperativa das tarefas de ABP, prazos maiores, profundidade do conteúdo abordado pelos projetos de ABP versus tarefas tradicionais de projeto e a publicação final dos resultados dos esforços dos alunos (BENDER, 2014, p. 31).

Além disso, suas características essenciais incluiriam: âncora (introdução e informações básicas para preparar o terreno e gerar o interesse dos alunos), investigação e inovação (a partir da questão motriz), trabalho em equipe cooperativo, feedback e revisão (do professor e/ou dos colegas), oportunidades para reflexão e produção de artefatos (BENDER, 2014, p. 32).

Para Hernández (1998), o ensino deveria centrar-se em facilitar o desenvolvimento de conceitos-chave a partir das estruturas das disciplinas. Sendo assim, os projetos, ou o

trabalho por temas, se tornaram uma alternativa para levar essa proposta para a sala de aula. Em contrapartida, não sendo fácil articular esses conceitos-chave com enfoque no currículo, torna-se relevante a diversificação de estratégias para o ensino-aprendizagem, como: o trabalho colaborativo, o desenvolvimento da capacidade de resolução de problemas abertos e a interdisciplinaridade, e, assim, estimulando o desenvolvimento conceitual, procedimental e atitudinal do discente.

Hernandez (1998) considera que a caracterização da metodologia perpassa por algumas etapas, como: Parte-se de um tema ou um problema negociado com a turma; Desenvolve-se em grupos tutoriais; Caracteriza-se por ser um processo ativo, cooperativo, integrado e interdisciplinar e orientado para a aprendizagem do aluno; Inicia-se o processo de pesquisa; Estabelecem-se critérios de organização e de interpretação das fontes; Analisam-se novas dúvidas e perguntas; Estabelecem-se relações com outros problemas; Representa-se o processo de elaboração do conhecimento que foi seguido; Avalia-se o que aprendeu e conecta-se a um outro tema ou problema.

A ABP tem se mostrado capaz de envolver os estudantes em investigações que ultrapassam os limites da sala de aula e que, além da aprendizagem acadêmica, proporcionam motivação, engajamento e, em muitos casos, contribuições à comunidade na qual os alunos estão inseridos (Bender, 2014).

7. METODOLOGIA DE ENSINO

O projeto escolar, intitulado Projeto “Sanea-Serra”, foi desenvolvido com o objetivo de promover uma análise da relevância e das questões conceituais fundamentais relativas aos julgamentos e concepções dos educandos em relação ao Saneamento Básico Urbano local e, ainda, aulas de campo, palestras na escola, apresentação de seminários e debates sobre a temática pesquisada, junto às turmas de 2ª séries do ensino médio. Foi realizado de junho a agosto de 2019 (Quadro 3) com a participação de 26 alunos de uma escola de ensino médio da Rede Estadual de Educação Básica do Estado do Espírito Santo, localizada na cidade de Serra, no Estado do Espírito Santo.

O planejamento do projeto escolar “SANEIA-SERRA” prevê cinco etapas, a saber:

Etapa 1 – Constituição dos grupos de trabalho, com temas sociocientíficos do Saneamento Básico;

Etapa 2 – Oficinas temáticas para subsidiar as investigações desenvolvidas pelos grupos de trabalho, na montagem de um filtro caseiro, na montagem de uma maquete da ETE e na confecção de um biodigestor caseiro;

Etapa 3 – Reuniões com os grupos de trabalho para debater o desenvolvimento do projeto;

Etapa 4 – Coleta de dados pelos alunos por meio de investigações na internet e pelas aulas de campo; e

Etapa 5 – Seminário final para apresentação dos resultados dos grupos de trabalho.

QUADRO 3. RESUMO DAS ETAPAS DE ENSINO DE SALA DE AULA DO PROJETO “SANEA-SERRA”

Etapa	Quando	Contexto
I	Junho 2019	Constituição do grupo de trabalho e do cronograma de estudos. Que são organizados em subtemas, com temas sociocientíficos Sanea-Serra.
II	Julho 2019	Estudos dos aspectos históricos, culturais, científicos, tecnológicos e ambientais. Aulas de campo. Oficinas temáticas para subsidiar as investigações desenvolvidas pelos grupos de trabalho com montagem de filtro caseiro e maquete da ETE. Pesquisa e discussão sobre os temas norteadores; Roda de conversa com a equipe de trabalho. Coleta de dados pelos alunos por meio de investigações na internet
III	Agosto 2019	Realização de debates sobre os dados coletados durante o projeto. Produção do material para realização da Mostra Científica.
IV	Agosto 2019	Reuniões com os grupos de trabalho para debater o desenvolvimento do projeto.
V	Agosto 2019	Culminância. Realização da Mostra Científica “Sanea-Serra”. Seminário final para apresentação dos resultados dos grupos de trabalho.

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

O planejamento da intervenção pedagógica foi baseado na perspectiva da Abordagem Temática Freiriana (ATF), baseadas em Freire (2004; 2005) e Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002) e, posteriormente, Solino e Gehlen (2014), Mastrelli e Torres (2014). O processo de codificação-problematização-descodificação, proposto por Paulo Freire, estrutura a dinâmica pedagógica.

Os grupos de trabalho foram desenvolvidos de forma interdisciplinar e contextualizadora, por alunos com idade entre 16 e 19 anos, organizados de acordo com o subtema escolhido. Gatti e André (2011, p. 34) destacam quatro pontos importantes da contribuição no uso do método qualitativo ao avanço do saber na dinâmica do processo educacional e na sua estrutura como um todo:

- 1) A incorporação, entre os pesquisadores em Educação, de posturas investigativas mais flexíveis e com maior adequação para estudos

de processos micro-sócio-psicológicos e culturais, permitindo iluminar aspectos e processos que permaneciam ocultados pelos estudos quantitativos. 2) A constatação de que, para compreender e interpretar grande parte das questões e problemas da área de Educação, é preciso recorrer a enfoques multi/inter/transdisciplinares e a tratamentos multidimensionais. 3) A retomada do foco sobre os atores em educação, ou seja, os pesquisadores procuram retratar o ponto de vista dos sujeitos, os personagens envolvidos nos processos educativos. 4) A consciência de que a subjetividade intervém no processo de pesquisa e que é preciso tomar medidas para controlá-la (GATTI e ANDRÉ, 2011, p. 34).

O Quadro 4 demonstra o resumo das etapas do projeto “SANEIA-SERRA”.

QUADRO 4.
ETAPAS DE ASPECTOS TEÓRICOS DO PROJETO
“SANEA-SSERRA”. ABORDAGEM TEMÁTICA
FREIRIANA APLICADA NA CONSTRUÇÃO DE UMA
INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA, PERPASSANDO 5
(CINCO) MOMENTOS, NÃO NECESSARIAMENTE
CONSECUTIVOS, DE FREIRE (2005)

Etapa	Situação Pedagógica	Contexto
1	Levantamento preliminar	Reconhecendo o contexto. Consistiu no reconhecimento do espaço de vida do aluno e sua relação com o tema gerador do projeto escolar.
2	Análise das situações e escolha das codificações	Situações a serem abordadas no processo pedagógico. Realiza-se a escolha de situações que sintetizam as contradições vividas.
3	Diálogos descodificadores	Diálogos e temas/subtemas geradores a partir da temática escolhida. A partir desses diálogos se obtêm os temas geradores.
4	Redução temática	Conexões da temática com conteúdo disciplinar. Produção de conteúdo programáticos e identificação de conhecimentos disciplinares conectados ao(s) tema/subtemas.
5	Culminância. Trabalho com os sujeitos envolvidos.	Consiste na realização de um momento de socialização do conhecimento e rodas de conversas. Seminário na escola.

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

8. PLANEJAMENTO DAS AULAS

Os encontros foram realizados durante o período das aulas de Química, porém aconteceram encontros também, como as aulas de campo e a apresentação da Mostra Científica, que envolveram todos os horários das aulas do dia, mas com o consentimento de todos os professores e da equipe pedagógica, juntamente com as autorizações de saída dos estudantes assinadas pelos responsáveis. A Mostra Científica teve duração de aproximadamente 4 horas, totalizando a intervenção pedagógica em 13 momentos, sendo que, alguns, compreenderam mais de uma aula. A proposta de distribuição das aulas durante a realização do projeto, a lista de recursos de ensino e os objetivos de aprendizagem de cada aula são apresentados no Quadro 5.

QUADRO 5A DISTRIBUIÇÃO DAS AULAS

Aula		Recursos de ensino	Atividade	Objetivos de aprendizagem
1	Saneamento básico – projeto Sanea Serra.	Projektor multimídia, questionário prévio, diário.	Roda de conversa; Debate.	Apresentar o Projeto Escolar e investigar o conhecimento sobre a temática SBU.
2	“Água: disponibilidade, tratamento e consumo”.	Projektor multimídia, vídeo sobre as etapas de tratamento de uma ETA, diário.	Estudo sobre o subtema água, tratamento, disponibilidade e consumo.	Intensificar conhecimentos sobre os conteúdos de separação de misturas, concentração de soluções e análise de pH. Perceber e sistematizar as contradições existentes no contexto do estudante.
3	Aula prática: montagem de Filtro caseiro.	Roteiro para os estudantes, materiais e reagentes para a prática, diário.	Estudo experimental sobre o tratamento da água.	Intensificar os conteúdos por meio de experimentos.
4	Aula de campo.	Visita à Estação de Tratamento de água - ETA de Carapina – Serra, diário.	Contato direto com o ambiente de estudo.	Experienciar e potencializar os conteúdos abordados nas aulas teóricas.
5	Aula sobre as etapas de tratamento de esgoto.	Projektor multimídia, vídeo sobre as etapas de tratamento de uma ETE, diário.	Estudo sobre o subtema esgoto, tratamento, reações químicas de nitrificação e desnitrificação e a solubilização de gases.	Intensificar conhecimentos sobre os conteúdos de reações químicas referentes ao tratamento de esgoto, etapas de limpeza de águas residuais e a solubilização de gases e produtos para tratamento adequado do esgoto.
6	Aula prática: montagem de maquete de ETE.	Roteiro para os estudantes, materiais necessários para a montagem da maquete, diário.	Trabalhar de forma visível e acessível os pontos de vista, perspectiva e projeção sobre uma estação de tratamento de esgoto.	Intensificar os conteúdos por meio de práticas.
7	Aula de campo.	Visita à Estação de Tratamento de esgoto – ETE de Mulembá – Vitória – ES, diário.	Contato direto com o ambiente de estudo.	Experienciar e potencializar os conteúdos abordados nas aulas teóricas.

QUADRO 5B DISTRIBUIÇÃO DAS AULAS

Aula		Recursos de ensino	Atividade	Objetivos de aprendizagem
8	Apresentação de uma palestra sobre o histórico e os serviços do Saneamento Básico.	Palestra, projetor multimídia, diário.	Estudo sobre o Saneamento Básico Urbano em geral.	Intensificar conhecimentos. Estudar e refletir sobre a história e os serviços do SB e as doenças acarretadas pela sua falta.
9	Aula com análise dos tipos de resíduos sólidos, possíveis maneiras de reaproveitamento ou de reciclagens e definições sobre coleta seletiva.	Projetor multimídia, vídeo sobre tratamento de resíduos sólidos, diário.	Estudo sobre tipos de resíduos, tratamento e produção de energia.	Promover reflexões e incentivar pesquisas a respeito desse assunto.
10	Aula prática: montagem de um biodigestor caseiro.	Roteiro para os estudantes, materiais necessários para a montagem do biodigestor, diário.	Estudo experimental sobre o tratamento de resíduos úmidos.	Intensificar os conteúdos por meio de experimentos.
11	Aula de campo.	Visita à empresa Bioprto Ambiental – Novo Porto Canoa – Serra, diário.	Contato direto com o ambiente de estudo	Experienciar e potencializar os conteúdos abordados nas aulas teóricas.
12	Mostra Científica.	Material preparado para a Mostra Científica, pátio da escola.	Apresentação da Mostra Científica.	Apresentação dos grupos da Mostra Científica do projeto “Sanea Serra” para a comunidade escolar.
13	Questionário final.	Questionário.	Roda de conversa. Responder ao questionário.	Analisar o aprendizado dos alunos da 2ª série sobre os conteúdos dos componentes curriculares de Ciências da Natureza e Matemática, em relação à temática do Saneamento Básico Urbano com enfoque CTS/CTSA.

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

9. PROJETO ESCOLAR SANEAMENTO-SERRA

1ª aula

Objetivo: Realizar o levantamento do conhecimento prévio dos estudantes a respeito do conteúdo a ser estudado.

Metodologia: Questionário inicial, aula expositiva e dialogada.

Duração: 1 aula de 55 minutos.

Encaminhamento: Solicitar aos estudantes que respondam as perguntas do questionário, e em seguida fazer uma breve apresentação do projeto para os estudantes da escola, mostrando do que se tratava o projeto, como seriam e qual o objetivo de cada etapa, além de explicar qual seria a culminância do trabalho. Os estudantes também puderam debater sobre as etapas e levantar questionamentos sobre o projeto. Para esta apresentação foi usado um projetor de imagens do tipo *multimídia*.

2ª aula

Objetivo: Discutir e intensificar o estudo sobre os conteúdos de separação de misturas, concentração de soluções (comum, molar, título e ppm) e análise de pH a partir das etapas de tratamento da água.

Metodologia: Vídeo sobre as etapas de tratamento de uma ETA (vídeo da ETA SABESP), apresentação em Power point, aula expositiva e dialogada.

Duração: 1 aula de 55 minutos.

Encaminhamento: Apresentar aos estudantes o contexto sobre água, tratamento, disponibilidade e consumo em forma de Power point e, sistematizar as contradições existentes no ambiente em que vivem.

3ª aula

Objetivo: Promover reflexões sobre a utilização da água em nosso cotidiano e o papel de cada um no uso racional deste bem de consumo. Reproduzir em pequena escala, em sala de aula, o processo de coagulação, sedimentação e filtração, envolvido no tratamento de água e discutir questões ligadas ao uso da água tratada e o ciclo da água.

Metodologia: Aula Experimental, expositiva e dialogada.

Duração: 1 aula de 55 minutos.

Encaminhamento: Com os materiais em mãos, divida a turma em grupos de quatro a seis alunos e solicite a realização de um relatório destacando todas as etapas da atividade. Em seguida, inicie a construção do filtro a partir do roteiro experimental (Figura 5).

FIGURA 5 ROTEIRO EXPERIMENTAL DE FILTRO CASEIRO

ROTEIRO DE AULA EXPERIMENTAL - FILTRO CASEIRO DE GARRAFA PET

Materiais e reagentes

- Garrafa pet;
- Peneira;
- Tesoura sem ponta;
- Chumaço de algodão;
- Areia fina;
- Areia grossa;
- Cascalho fino;
- Cascalho grosso;
- Água barrenta;
- Hipoclorito de sódio;
- Cal;
- Sulfato de alumínio.

Procedimento Experimental:

Inicie a construção do filtro retirando o fundo da garrafa pet com a tesoura e vede o gargalo com o chumaço de algodão. Posicione a garrafa de forma que o fundo fique voltado para cima e o gargalo para baixo. Posteriormente, lave a areia e o cascalho em água corrente. Após esse procedimento, adicione, respectivamente, uma camada de areia fina, uma de areia grossa, o cascalho fino e, por fim, o cascalho grosso. O filtro está pronto.

Nesse momento, passe a água barrenta pela peneira (etapa de gradeamento) e, depois, adicione umas gotas de sulfato de alumínio e um pouco de cal para a etapa da coagulação/ decantação. Despeje essa água no filtro caseiro e observe o que acontecerá. Adicione a ela uma pequena porção de hipoclorito de sódio (etapa de desinfecção).
Anote as observações durante o experimento.

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

4ª aula

Objetivo: Aprofundar conhecimentos e técnicas dos conteúdos abordados nas aulas teóricas.

Metodologia: Aula de campo na Estação de Tratamento de água - ETA.

Duração: 5 aulas de 55 minutos cada.

Encaminhamento: A aula de campo é iniciada com uma palestra realizada pelo técnico da ETA, em que expõe as etapas de tratamento, discute o uso consciente da água e, logo após, passamos ao reconhecimento local - promover registros fotográficos, experienciar e potencializar os conteúdos aprendidos na teoria.

5ª aula

Objetivo: Discutir e intensificar os conhecimentos sobre os conteúdos de reações químicas referentes ao tratamento de esgoto, etapas de limpeza de águas residuais e a solubilização de gases e produtos para tratamento adequado do esgoto.

Metodologia: Vídeo sobre as etapas de tratamento de uma ETE (vídeo da SABESP), apresentação em Power point, aula expositiva e dialogada.

Duração: 1 aula de 55 minutos.

Encaminhamento: Apresentar aos estudantes o contexto sobre o subtema esgoto, tratamento, reações químicas de nitrificação e desnitrificação e a solubilização de gases em forma de Power point e, sistematizar as contradições existentes no ambiente em que vivem.

6ª aula

Objetivo: Aprofundar conhecimentos e técnicas sobre o processo de tratamento de esgoto. Estudar e refletir sobre o tema do projeto.

Metodologia: Aula Experimental, expositiva e dialogada.

Duração: 1 aula de 55 minutos.

Encaminhamento: Com os materiais em mãos (folha de isopor, garrafas PET, tinta, tesoura, cola quente e pistola, papelão), divida a turma em grupos de quatro a seis alunos e solicite a montagem da maquete de uma Estação de tratamento de esgoto. A Figura 6 ilustra exemplos de maquetes para a montagem.

FIGURA 6
EXEMPLOS DE MAQUETES DE ETE



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

7ª aula

Objetivo: Aprofundar conhecimentos e técnicas dos conteúdos abordados nas aulas teóricas.

Metodologia: Aula de campo na Estação de Tratamento de Esgoto - ETE.

Duração: 5 aulas de 55 minutos cada.

Encaminhamento: A aula de campo é iniciada com uma palestra realizada pelo técnico da ETE, em que expõe as etapas de tratamento, discute o descarte incorreto de resíduos no esgoto e, logo após, passamos ao reconhecimento local - promover registros fotográficos, experienciar e potencializar os conteúdos aprendidos na teoria.

8ª aula

Objetivo: Discutir e intensificar os conhecimentos sobre a história e os serviços do Saneamento Básico Urbano (SBU) e as doenças acarretadas pela sua falta.

Metodologia: Palestra ministrada por um professor/engenheiro do IFES – campus Aracruz, com uma apresentação em Power point, aula expositiva e dialogada.

Duração: 1 aula de 55 minutos.

Encaminhamento: Apresentar aos estudantes o contexto sobre o tema Saneamento Básico Urbano e, sistematizar as contradições existentes no ambiente em que vivem.

9ª aula

Objetivo: Discutir e intensificar o estudo sobre os conteúdos de tipos de resíduos, tratamento e produção de energia a partir do tratamento de resíduos sólidos.

Metodologia: Vídeo sobre tipos de tratamento de resíduos sólidos, apresentação em Power point, aula expositiva e dialogada.

Duração: 1 aula de 55 minutos.

Encaminhamento: Vídeo sobre possibilidades de tratamento de resíduos (link do vídeo utilizado na aula: <https://www.youtube.com/watch?v=MI-1Fcjg3H8>). Analisar com os estudantes os tipos de resíduos sólidos, possíveis maneiras de reaproveitamento ou de reciclagens e definições sobre coleta seletiva. Promover reflexões e incentivar pesquisas a respeito desse assunto.

10ª aula

Objetivo: Aprofundar conhecimentos e técnicas sobre os processos de tratamento de resíduos. Estudar e refletir sobre o tema do projeto.

Metodologia: Aula Experimental, expositiva e dialogada.

Duração: 1 aula de 55 minutos.

Encaminhamento: Com os materiais em mãos, divida a turma em grupos de quatro a seis alunos e solicite a realização de um relatório destacando todas as etapas da atividade. Em seguida, inicie a construção do biodigestor caseiro a partir do roteiro experimental (Figura 7).

A aula foi ministrada com base em um **Manual didático de um biodigestor** (Silva, 2015).

FIGURA 7

ROTEIRO EXPERIMENTAL DE BIODIGESTOR CASEIRO

ROTEIRO EXPERIMENTAL BIODIGESTOR CASEIRO

Materiais

- Duas garrafas PET (vazias e limpas);
- Um metro de mangueira de silicone;
- Fita isolante (durepox) para vedação;
- Bexiga;
- braçadeira de plástico
- Resíduos orgânicos.

Procedimento Experimental

Separe a garrafa; Em seguida, insira o material orgânico pelo orifício da garrafa e a mangueira de silicone para vedação com fita isolante. Na extremidade da mangueira insira a bexiga e certifique-se de vedar bem esta região, se for com bexiga, pode vedar com uma braçadeira de plástico. Neste momento estará pronta a estrutura. Esperar alguns dias para a reação de decomposição.

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

11^a aula

Objetivo: Aprofundar conhecimentos e técnicas dos conteúdos abordados nas aulas teóricas.

Metodologia: Aula de campo na Empresa Biopetro Ambiental.

Duração: 5 aulas de 55 minutos cada.

Encaminhamento: A aula de campo é iniciada com uma palestra realizada pelo técnico da empresa, em que expõe os tipos de tratamento, discute o descarte consciente de resíduos e, logo após, passamos ao reconhecimento local - promover registros fotográficos, experienciar e potencializar os conteúdos aprendidos na teoria.

12ª aula

Objetivo: Apresentação dos grupos da Mostra Científica do projeto “Sanea Serra” para a comunidade escolar.

Metodologia: Montagem dos materiais preparados pelos estudantes, mural de fotografias, cartazes de doenças causadas pela falta do SBU e cálculos de gastos de água na escola, filtro caseiro, biodigestor caseiro, maquete ETE.

Duração: 5 aulas de 55 minutos.

Encaminhamento: A montagem da exposição foi feita no pátio da escola com a ação dos estudantes atuantes no projeto. Para essa montagem foi usado TNT de cor vermelha para o mural de fotos e preto, cartazes, cola quente, além das fotos escolhidas pelos estudantes impressas em papel fotográfico, multimídia e materiais produzidos em aulas práticas. Todos os materiais foram cedidos pela escola, uma vez que a exposição foi programada e incluída como um dos projetos da escola.

A exposição ficou exposta durante todo o horário do turno matutino e os estudantes fizeram a apresentação, em grupos, de cada temática sobre o Saneamento Básico para as outras turmas da escola, acompanhados pelos professores.

A colaboração dos estudantes foi essencial para as ideias, organização dos locais dos grupos e finalização do painel. Interessante notar o zelo dos estudantes pela exposição durante todo o período que ficou exposta, provavelmente devido ao fato de virem todo resultado de meses de suas ações disponível a toda a escola.

Os Grupos de Trabalho trataram das seguintes abordagens:

- a) ETA – simulação do tratamento da água utilizando peneira, sulfato de alumínio; hipoclorito de sódio, cal, filtro caseiro, medidor de pH e água da Lagoa de Carapebus;
- b) Varal de fotos com momentos de todos os momentos registrados pelos próprios estudantes e pela pesquisadora, com uma palestra explicando do que se trata o Saneamento básico urbano;
- c) ETE – simulação de uma ETE a partir de uma maquete e explicação de cada fase do tratamento;
- d) Demonstração de tipos de resíduos recicláveis e o funcionamento de um biodigestor caseiro com restos de alimentos e produção de biogás;
- e) Apresentação de cálculos de volume de água gastos na escola durante 5 meses e cálculos de sólidos geométricos, com esclarecimentos sobre o desperdício e maneiras de evitá-lo;
- f) Apresentação de cartazes e folder com esclarecimentos sobre algumas doenças prováveis pela falta do SBU.

O mosaico da Figura 8 demonstra os grupos de trabalho apresentando-se para a comunidade escolar e explicando de maneira clara e objetiva as suas experiências de vida e todo o aprendizado durante a intervenção.

FIGURA 8
MOSAICO DE IMAGENS DA EXPOSIÇÃO “SANEASERRA”



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

A Mostra Científica foi finalizada quando todos os estudantes da escola haviam apreciado os trabalhos. Vale ressaltar a enorme satisfação com a intervenção realizada na escola “Professora Maria Olinda de Oliveira Menezes”.

13ª aula

Objetivo: Aplicação do questionário final com o objetivo de analisar o aprendizado dos alunos da 2ª série sobre os conteúdos de Química com algumas questões referentes a Ciências da Natureza e Matemática, em relação à temática

do Saneamento Básico Urbano com enfoque CTS/CTSA.

Metodologia: Questionário final, aula expositiva e dialogada.

Duração: 1 aula de 55 minutos.

Encaminhamento: Solicitar aos estudantes que respondam as perguntas do questionário.

10. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A intervenção escolar planejada para discutir a temática de Saneamento Básico Urbano numa Escola Pública de Ensino Médio localizada na Cidade de Serra foi adequada com o contexto escolar, considerando a receptividade dos professores e alunos, a maturidade da gestão escolar e a participação dos alunos. A Escola não possuía internet, mas os alunos e a pesquisadora tinham celular com internet. A carga horária disponibilizada de 2 tempos semanais não foi suficiente para comportar todo o planejamento, sendo necessário lançar mão de uma carga horária extra, no próprio turno (5 aulas/dia) para realização das aulas de campo nos estabelecimentos de ETE, ETA e Biopetro Ambiental. Já a realização das atividades experimentais foi dentro do horário regular de aula.

O conteúdo discutido durante o desenvolvimento do projeto escolar não faz parte normalmente do Currículo Básico do Ensino Médio, publicado pelas orientações da SEDU/ES. Foram debatidas questões sobre qualidade química da água, pH, análises de controle de qualidade, análise de coliformes fecais e totais, bombas de elevatórias de água, pressão e vazão, entre outros conceitos. No entanto, foi possível estabelecer conexões entre os conteúdos de química, física, biologia e matemática, além da realização de redações em língua portuguesa, com a temática de Saneamento Básico Urbano, em diferentes olhares. A realização de palestras com profissionais da área de Saneamento Básica foi uma forma de se promover Divulgação Científica, além de articular conhecimento científico com conhecimento escolar. Por exemplo, a discussão sobre a epidemiologia de água poluídas e a importância de se ter água tratada pelas ETA foi um

debate que promoveu confluências entre o ensino de química, biologia, sociologia, geografia e física. A visita a Biopetro Ambiental também oportunizou aos alunos conhecerem outras tecnologias de controle ambiental e entender esse processo entre formação escolar/profissional e mundo do trabalho.

A realização de experiência empírica não deve ser desprezada nas Ciências da Natureza, uma vez que ela pode e deve ser sistematizada, propiciando a superação do conhecimento do senso comum em detrimento de se estabelecer conhecimento produzido por meio de recursos da epistemologia científica. A experimentação, por meio de investigação do objeto, que articule momentos de hipóteses, testes de hipóteses, pesquisa utilizando o celular elaboração de relatórios, roda de conversas, entre outras atividades que fizeram parte da intervenção escolar.

Com esse trabalho pude confirmar que a intervenção escolar melhora a percepção dos alunos em relação aos conteúdos, à postura crítica e ativa e ao comportamento diante de todas as etapas do projeto, percebe-se a contribuição para o ensino-aprendizagem no componente curricular de Química. Nesse sentido, a cada encontro, por meio dos diálogos e das atividades realizadas com os demais professores, na aula de campo, nas palestras, nos experimentos, enfim, nossa práxis educativa foi constituída de modo a pensar um processo de formação humana que proporcione aos sujeitos, a leitura de mundo necessária para poderem atuar e intervir nos processos da sociedade, visando sua transformação.

REFERÊNCIAS

AIKENHEAD, G. S. What is STS science teaching? In: SOLOMON, J., AIKENHEAD, G. STS education: international perspectives on reform. New York: Teachers College Press, p.47-59, 1994^a.

ANDRADE, A. W. O. Arqueologia do Lixo: um estudo de caso nos depósitos de resíduos da cidade de Mogi das cruces em São Paulo. 2006. 196 f.. Tese (Programa de Pós-Graduação em Arqueologia) - Museu de Arqueologia e Etnologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

ARNONI, Maria Eliza Brefere. Mediação dialético-pedagógica e práxis educativa: o aspecto ontológico da aula. Revista Educação e Emancipação, São Luís, MA, v. 5, n. 2, p. 58-82, jul./dez. 2012.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Ciência-Tecnologia-Sociedade: relações estabelecidas por professores de ciências. Enseñanza de las Ciencias, v. 5, n. 2, p. 337-355, 2006.

Bender, W. N. (2014). Aprendizagem Baseada em Projetos: educação diferenciada para o século XXI. Porto Alegre: PENSO.

BOFF, L.; BOFF, C. **Como Fazer Teologia da Libertação**. 8a ed. Petrópolis: Vozes, 2001.

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 5692 de 1971**. Revogada pela Lei nº 9.394, de 20.12.1996. Lei das Diretrizes e Bases (LDB). Fixa Diretrizes e Bases para o ensino de 1º e 2º graus, e dá outras providências. Brasília:

1996. Disponível em:
<www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/leis/L5692impressao.htm
>. Acesso em: 20 Out. 2015.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: apresentação dos temas transversais, ética. MEC/SEF. Brasília: 1997. Disponível em:
<<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro081.pdf>>.
Acesso em: 20 Mai. 2015.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável e da Agenda 21 Nacional. **Agenda 21 brasileira: ações prioritárias**. 2. ed, Brasília: 2004. Disponível em:
<http://www.mma.gov.br/estruturas/agenda21/_arquivos/acoesprio.pdf>. Acesso em: 30 Mai. 2015.

BRASIL. **Lei 11.445, 5 jan. 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Publicado no DOU de 8.1.2007 e retificado no DOU de 11.1.2007.

BRASIL. Presidente da república. **Lei 12.305/10**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. 2010c. Disponível em:
<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm>. Acesso em: 20 Mai. 2015.

BRASIL. Secretaria de Vigilância em Saúde, Ministério da

Saúde. Monitoramento dos casos de Dengue, febre de Chikungunya e febre pelo vírus Zika até a Semana Epidemiológica 25, 2017. **Boletim Epidemiológico**, Volume 48, Nº 5, 2017.

CESAN. Apostila Tratamento de Água. rev. 2013. E-book. Disponível
em:<https://www.cesan.com.br/wpcontent/uploads/2013/08/APOSTILA_TRATAMENTO_AGUA.pdf>. Acesso em: 8 ago. 2019.

CESAN. Apostila Tratamento de Esgoto. rev. 2013. E-book. Disponível
em:<https://www.cesan.com.br/wpcontent/uploads/2013/08/APOSTILA_TRATAMENTO_ESGOTO.pdf>. Acesso em: 8 ago. 2019.

CHASSOT, A. Para que(m) é útil o Ensino?- 2. ed.- Canoas: Ed. ULBRA 2004.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos. São Paulo: Cortez, 2002.

DUSSEL, E. **Filosofia de la liberación**. 4. ed. Bogotá: Ed. Nueva América, 1996.

FREIRE, Paulo. Pedagogia do oprimido. 40 Edição. Rio de Janeiro: Paz e Terra. 2005. 213 p.

GATTI, B. A.; ANDRÉ, M. A relevância dos métodos de pesquisa qualitativa em educação no Brasil. In: WELLER, W.; PFAFF, N. (Orgs.). Metodologias da pesquisa qualitativa em Educação: teoria e prática. 2. ed. Petrópolis:

Vozes, 2011. p. 29-38.

Hernández, F. (1998). Transgressão e mudança na educação: os projetos de trabalho. Porto Alegre: Artmed.

LEAL, F. C. T. Juiz de Fora. 2008. Sistemas de saneamento ambiental. Faculdade de Engenharia da UFJF. Departamento de Hidráulica e Saneamento. Curso de Especialização em análise Ambiental. 4 ed. 2008. Notas de Aula.

MAESTRELLI, Sylvia Regina Pedrosa. TORRES, Juliana Rezende. Abordagem temática freireana: uma concepção curricular para a efetivação de atributos da educação ambiental escolar. Revista e-Curriculum, São Paulo, n. 12 v. 02, maio/out. 2014.

MORTIMER, Eduardo Fleury. Sobre chamas e cristais: a linguagem cotidiana, a linguagem científica e o ensino de ciências. In: CHASSOT, Áttico; OLIVEIRA, Renato José de (Orgs.). Ciência, ética e cultura na educação. São Leopoldo: Ed. UNISINOS, 1998. p. 99-118

NIEZER, T. M. Ensino de soluções químicas por meio da abordagem ciência-tecnologia-sociedade (CTS). Dissertação de Mestrado (Mestrado Profissional em Ensino de Ciência e Tecnologia). Universidade Federal Tecnológica do Paraná, Ponta Grossa, 2012.

REIS, P. G. R. dos; GALVÃO, C. Os professores de Ciências Naturais e a discussão de controvérsias sociocientíficas: dois casos distintos. **Revista eletrônica de Enseñanza de las Ciência**. V. 7, n. 3. 2008.

RIBEIRO, Júlia Werneck; ROOKE, Juliana Maria Scoralick. Saneamento Básico e sua relação com meio ambiente e

saúde pública. 2010. 28 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Análise Ambiental) Disponível em: . Acesso em: 27 jun. 2013.

SOLINO, Ana Paula; GEHLEN, Simoni Tormöhlen. Abordagem temática freireana e o ensino de ciências por investigação: possíveis relações epistemológicas e pedagógicas. **Investigações em Ensino de Ciências**. V19(1), pp. 141-162. 2014.



Agência Brasileira do ISBN



ISBN 978-65-89716-23-5