



PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM
ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

PRODUTO EDUCACIONAL

Sequência Didática com enfoque CTS e em Ensino por Investigação: Aparência e
Clarificação da Água

Maria do Carmo de Castro
Pedro Miranda Junior
Andrea Santos Liu

IFSP
São Paulo
2019

Catálogo na fonte

Biblioteca Francisco Montojos - IFSP Campus São Paulo

Dados fornecidos pelo(a) autor(a)

C855s Castro, Maria do Carmo de
Sequência didática com enfoque cts e em ensino
por investigação: aparência e clarificação da
água / Maria do Carmo de Castro. São Paulo:
[s.n.], 2019.
27 f. il.

Orientador: Pedro Miranda Júnior
Co-orientadora: Andrea Santos
Liu

Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino
de Ciências e Matemática) - Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo,
IFSP, 2019.

1. Sequência Didática. 2. Tratamento de Água.
3. Cts. 4. Ensino Por Investigação. I. Instituto
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São
Paulo II. Título.

CDD 510

Produto Educacional apresentado como requisito a obtenção do grau de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática pelo Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, Campus São Paulo. Aprovado em banca de defesa de mestrado no dia 06/junho/2019.

AUTORES

Maria do Carmo de Castro: Licenciada em Química pela Universidade Vale do Rio Verde (UninCOR), campus Três Corações – MG (2011), Especialista em Ensino de Química pela Universidade Cruzeiro do Sul – SP (2015) e Mestre em Ensino de Ciências e Matemática pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP), campus São Paulo – SP (2019). Atualmente é professora de Química na rede estadual de educação do Estado de São Paulo na Escola Estadual Dr. Rui Rodrigues Dória - São José dos Campos - SP.

Pedro Miranda Junior: Licenciado em Química e Bacharel em Química pela Universidade Mackenzie, São Paulo – SP (1990), Mestre em Química Inorgânica pelo Instituto de Química da Universidade de São Paulo (USP), São Paulo - SP (1996) e Doutor em Química Inorgânica pelo Instituto de Química da Universidade de São Paulo (USP), São Paulo - SP (2000). Atualmente é professor do curso de Licenciatura em Química e professor e orientador do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia de São Paulo (IFSP) - campus São Paulo - SP.

Andrea Santos Liu: Licenciada em Química pelas Faculdades Oswaldo Cruz (FOC), São Paulo – SP (2010), Bacharel em Química pela Universidade de São Paulo (USP), Ribeirão Preto – SP (1995), Mestre em Química Orgânica pelo Instituto de Química da Universidade de São Paulo (USP), São Paulo – SP (1998) e Doutora em Engenharia Aeronáutica e Mecânica pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), São José dos Campos - SP (2006). Atualmente é professora do curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP) - campus São José dos Campos - SP.

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| Apresentação do Produto Educacional..... | 05 |
| Suporte teórico..... | 06 |
| A água em nosso Planeta..... | 07 |
| O que vem a ser o Ensino CTS? | 09 |
| O que vem a ser o Ensino por Investigação? | 11 |
| Conversando com o (a) professor(a)..... | 13 |
| O Produto Educacional..... | 16 |
| Um Exemplo Validado..... | 17 |
| Considerações finais..... | 26 |
| Referências..... | 27 |

Apresentação do Produto Educacional

O material apresentado como Produto Educacional é parte integrante do trabalho de pesquisa intitulado “Análise de uma Sequência Didática com enfoque CTS e Ensino por Investigação a partir da temática “Água potável”, desenvolvido no Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP), sob a orientação dos professores doutores Pedro Miranda Junior e Andrea Santos Liu.

Nosso Produto Educacional foi construído a partir de algumas atividades realizadas no âmbito da dissertação de mestrado profissional defendida em 2019, cujo objetivo foi contribuir com o Ensino de Química, pesquisando potencialidades e desafios em novas formas de abordar essa disciplina, dentro e fora da sala de aula convencional. A escolha da Abordagem CTS para pesquisa teve como critério as potencialidades que ela apresenta para o Ensino de Química, como a valorização do conhecimento científico na resolução de problemas socioambientais no cotidiano, a promoção da reflexão e o pensamento crítico em sala de aula, e principalmente o desenvolvimento da alfabetização científica para a formação de cidadãos conscientes e participativos na sociedade (SANTOS; SCHNETZLER, 2015).

Além da abordagem CTS, utilizamos os pressupostos teóricos e práticos do Ensino por Investigação para elaborar a Sequência Didática (SD) proposta como Produto Educacional. Nesse contexto, a SD foi planejada e aplicada na forma de uma SEI (Sequência de Ensino Investigativa), que segundo Carvalho (2013) refere-se a uma sequência de aulas planejadas e estruturadas na intenção da construção do conhecimento científico pelo próprio aluno, por meio da investigação e descobertas. No presente Produto Educacional, a SD retratou “A aparência e a clarificação da água”.

Boa Leitura!

Suporte Teórico

Introdução

O tema “Aparência e clarificação da água” do Produto Educacional está relacionado a determinadas etapas do tratamento de água convencional que são utilizadas para produzir um dos bens mais valiosos para a humanidade a água potável. A água potável é um bem essencial para a vida, portanto um tema de extrema importância para debate em sociedade e em especial na sala de aula, pois possibilita a formação cidadã pautada em princípios de consciência ambiental e sustentabilidade.

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio – PCNEM (BRASIL, 1997, p. 36), a água é um tema transversal das disciplinas que compõem as Ciências da Natureza. Nesse contexto o ensino de química deve preconizar competências e habilidades no sentido de aproximar os conhecimentos científicos envolvidos com essa temática às questões da vida real. E assim, despertar nos alunos não só o interesse e a motivação para com os saberes escolares, mas principalmente despertar consciência frente ao uso racional desse bem essencial para a vida em nosso planeta.

Essa percepção do saber físico como construção humana constitui-se condição necessária, mesmo que não suficiente, para que se promova a consciência de uma responsabilidade social e ética. Nesse sentido, deve ser considerado o desenvolvimento da capacidade de se preocupar com o todo social e com a cidadania. Significando por exemplo, reconhecer-se cidadão participante, tomando conhecimento das formas de abastecimento de água e fornecimento das demandas de energia elétrica da cidade onde se vive, conscientizando-se de eventuais problemas e soluções. Ao mesmo tempo, devem ser promovidas as competências necessárias para a avaliação da veracidade de informações ou para a emissão de opiniões e juízos de valor em relação a situações sociais nas quais os aspectos físicos sejam relevantes.

Diante da relevância dessa temática, o nosso Produto Educacional propõe uma SD com enfoque CTS e Ensino por Investigação, a fim de auxiliar e contribuir com o professor a trabalhar novas formas de abordagens no ensino de Química.

A água em nosso Planeta

A água é um recurso natural fundamental para a sobrevivência em nosso planeta. Seu uso estende-se a todas as atividades humanas, desde o consumo próprio, irrigação, geração de energia e a utilização em processos industriais.

A maior parte da superfície da Terra é coberta por água, constituindo-se em mares e oceanos de água salgada que correspondem a 97,5% de toda a água no planeta. Dos 2,5% remanescentes de água, a grande maioria está contida nas geleiras e nas calotas polares, restando somente 0,36% presente em rios, lagos e pântanos, representando a água doce explorável sob o ponto de vista tecnológico e econômico (BRAGA, 2005).

Mesmo o Brasil sendo um dos países que detêm as maiores reservas de água doce no mundo, o país sofre com problemas de escassez de água. Diversos reservatórios e rios de todo o território nacional recebem descarte de efluentes domésticos e industriais sem tratamento adequado, comprometendo a qualidade da água e o abastecimento de água potável para a população.

Segundo a ONU (2017), cerca de 2 bilhões de pessoas no mundo não têm acesso a água potável e o consumo de água contaminada e um dos fatores que contribuem para a disseminação de doenças de veiculação hídrica, é a água não tratada.

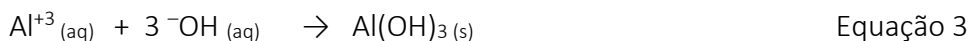
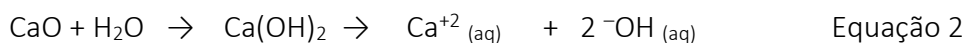
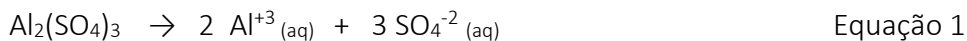
Neste sentido, o tratamento da água para abastecimento público se faz necessário para garantir a qualidade de vida para a população, sociedade e todos os demais setores que dependem dela. O tratamento de água deve ser capaz de remover poluentes e contaminantes de modo que a água possa ser consumida de forma segura em todos os setores onde ela se faz necessária.

A água destinada ao consumo humano deve preencher condições mínimas para que possa ser ingerida ou utilizada para fins higiênicos, o que se consegue através dos processos de uma Estação de Tratamento de Água (ETA).

Na ETA, a água bruta passa por diversas etapas de tratamento, sendo elas:

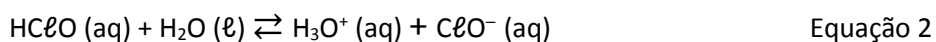
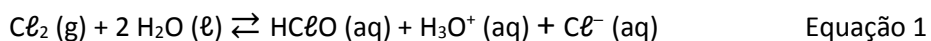
- **Pré-cloração** (a água recebe a adição de cloro para ajudar na desinfecção e na oxidação da matéria orgânica que confere coloração à água);

- **Pré-alkalinização** (a água recebe a adição de cal – CaO, para ajustar o pH e também facilitar a coagulação);
- **Coagulação** (adição de produtos químicos – Sulfato de Alumínio $Al_2(SO_4)_3$ que atuará como agente coagulante). As equações químicas envolvidas nessa etapa são:

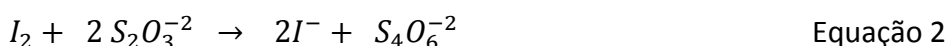
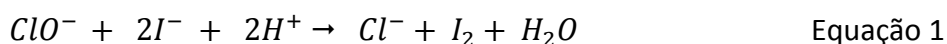


- **Floculação** (crescimento de flocos que arrastam consigo as partículas coloidais responsáveis pela turbidez da água bruta);
- **Decantação** (ocorre a sedimentação dos flocos que vão para o fundo do tanque);
- **Filtração** (a água decantada passa por filtros que contém camadas de cascalho, areia e antracito);
- **Cloração** (a água filtrada recebe a adição de cloro para garantir sua desinfecção contra os microrganismos patogênicos para a saúde);

Equação de equilíbrio pela dissolução do cloro na água - reação de hidrólise



Equações envolvidas na titulação do cloro residual na água



- **Pós-alkalinização** (quando necessário o pH da água tratada é ajustado com cal, visando a prevenção de corrosão em tubulações);
- **Fluoretação** (a água tratada recebe a adição de flúor, na forma de ácido fluossilícico – H_2SiF_6 , visando a prevenção de cáries dentárias).

A Figura 1 ilustra as etapas de tratamento de água, incluindo a captação e distribuição de água potável.

Figura 1: Etapas de uma Estação de Tratamento de Água (ETA)



Legenda: 01- Represa; 02-Captação e bombeamento; 03-Pré-cloração; 04- Floculação; 05- Decantação; 06- Filtração; 07- Cloração e fluoretação; 08- Reservatório; 09- Distribuição; 10- Redes de distribuição; 11- Cidade.

Fonte: <http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaoId=47>

O que vem a ser o Ensino CTS?

O movimento CTS (Ciência, Tecnologia, Sociedade) surgiu nas décadas de 1960 e 1970, devido a questionamentos do tipo: ‘Há uma relação linear entre desenvolvimento científico e bem estar social?’; ‘Os problemas da humanidade podem ser resolvidos com os avanços científicos e tecnológicos?’ Esses questionamentos surgiram da reflexão sobre a degradação desmedida do meio ambiente em razão ao rápido desenvolvimento industrial da época, além disso, houve a associação do conhecimento científico às guerras (2ª Guerra Mundial, Guerra do Vietnã e Guerra Fria), com suas bombas atômicas, napalm desfolhante e suas operações não recomendadas (AULER; BAZZO, 2001).

No ensino de Ciências da Natureza, o movimento CTS tem sua maior influência no pesquisador e autor canadense Glen Aikenhead. Para autor, o

ensino de Ciências através do enfoque CTS refere-se “a ensinar sobre os fenômenos naturais de uma forma que incorpore a Ciência nos ambientes tecnológicos e sociais do aluno”, e posteriormente, ampliando esse conceito para fora de suas experiências cotidianas e naturais. (AIKENHEAD, 1994, p. 48).

Desta forma a proposta CTS surgiu como uma nova abordagem de ensino, de modo mais humanístico e trazendo para o Ensino de Ciências, o conhecimento científico associado à contextualização, a alfabetização científica, a argumentação e principalmente à formação cidadã dos sujeitos.

Já no Brasil, a educação CTS tem sua maior referência no professor e pesquisador Wildson Luiz Pereira dos Santos, um dos autores mais estudados e citado em trabalhos acadêmicos sobre CTS no país. Santos e Schnetzler são autores do livro “Educação em Química: Compromisso com a cidadania”, a principal obra utilizada na fundamentação teórica de trabalhos que envolvam o ensino CTS.

Principais características do Ensino CTS

- ✓ Aproxima o conhecimento científico ao cotidiano do estudante;
- ✓ Trabalha com recortes da vida real, encharcando o ensino de Ciências de realidade;
- ✓ Humaniza o conhecimento produzido pelas Ciências;
- ✓ Promove a contextualização no ensino de Ciências;
- ✓ Promove a formação cidadã.

Possíveis dificuldades encontradas no trabalho com o enfoque CTS

- ✓ Distanciar-se do ensino tradicional;
- ✓ Dificuldade de encontrar material didático CTS;
- ✓ Tempo e disposição para adaptar materiais voltados para o ensino tradicional para a abordagem CTS.

O que vem a ser o Ensino por Investigação?

O Ensino por Investigação, também conhecido na literatura como “Inquiry”, tem sua origem nas ideias do Filósofo e Pedagogo norte-americano John Dewey. O termo “Inquiry”, tem como significado: ensino por descoberta; aprendizagem por projetos e questionamentos; resolução de problemas. Nesse sentido, a aprendizagem ganha em qualidade, pois dá ao aluno, uma visão da ciência mais perto da realidade. (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011).

O objetivo central do Ensino por Investigação não é formar mini cientistas e sim, por meio da simulação do trabalho dos cientistas, expor para o estudante que o saber produzido pelas Ciências não acontece por acaso, pelo contrário, é fruto de um trabalho árduo, realizado por homens e mulheres comuns e, portanto, sujeito a erros em qualquer momento durante o processo de produção de conhecimento. (KASSEBOEHMER; HARTWIG; FERREIRA, 2015).

Já em sala de aula, o Ensino por Investigação promove a construção do conhecimento científico ao invés de repassá-lo de forma pronta e acabada. Por meio dele, o estudante se vê diante de uma situação problema, que só poderá ser resolvida, mediante pesquisa, investigação e descobertas realizadas por ele mesmo junto a seus pares. Para que o Ensino por Investigação seja aplicado, é preciso que momentos chaves sejam priorizados: a problematização, resolução dos problemas pelos alunos, sistematização coletiva e a sistematização individual (CARVALHO, 2013).

No Brasil, o Ensino por Investigação tem sua maior referência na professora e pesquisadora Anna Maria Pessoa de Carvalho, organizadora do livro “Ensino de Ciências por Investigação”, obra que descreve de forma detalhada as etapas desta metodologia de ensino.

Principais características do Ensino por Investigação

- ✓ A resolução de um problema: A investigação consiste na apresentação de um problema. Assim, cabe ao professor a formulação de um problema que deva instigar e orientar o trabalho do aluno e do professor com o aluno. E a situação problematizadora apresentada pelo professor deve fazer sentido para o aluno e que este a reconhece como um problema, o que implica criar oportunidades

para que explorem as ideias que têm, confrontem com novas ideias, duvidem, questionem e se engajem na busca de uma resposta para a situação proposta.

- ✓ 2. Valorizar o debate e a argumentação: Uma situação problematizadora leva os estudantes a terem uma variedade de pontos de vista sobre como resolvê-la, nesse sentido as atividades que se propuserem uma abordagem investigativa devem desencadear debates e discussões entre os estudantes.
- ✓ 3. Propiciar a obtenção e a avaliação de evidências: Tais atividades devem convidar os alunos a levantarem hipóteses sobre possíveis respostas ao problema proposto e, também, sobre possíveis procedimentos para se chegar a uma solução satisfatória. As atividades de investigação conduzem a resultados que precisam ser sustentados por evidências.
- ✓ 4. Aplicar e avaliar teorias científicas: As atividades investigativas criam situações onde os estudantes são levados a apropriação e aplicação do conhecimento científico na solução de problemas.
- ✓ 5. Permitir múltiplas interpretações: A diversidade de perspectivas e expectativas que podem ser mobilizadas em uma atividade de investigação permite múltiplas interpretações de um mesmo fenômeno e o processo de produção de consensos e negociação de sentidos e significados dá lugar a uma apropriação mais crítica e estruturada dos conhecimentos da ciência escolar (SÁ, et al., 2007 p. 9).

Possíveis dificuldades encontradas no trabalho com enfoque no Ensino Investigativo

- ✓ Distanciar-se do ensino tradicional;
- ✓ Construir conhecimentos ao invés de repassá-los;
- ✓ Promover a argumentação em sala de aula; dar voz aos estudantes.
- ✓ Desenvolver a habilidade de trabalhar com ações manipulativas e ativas, contrárias a passividade comumente praticada no ensino tradicional.

Conversando com o(a) professor(a)

Prezado professor é com grande satisfação que produzimos e compartilhamos esse produto educacional, destinado especialmente aos professores e às professoras de Química. Ainda assim, apresenta grande abertura para ser utilizado pelos professores da área de Ciências para os níveis fundamental e Biologia para o nível médio. Esperamos que o material possa auxiliá-los na sala de aula, além de incentivá-los a utilizar novas abordagens que corroborem para motivar e despertar o interesse dos alunos.

Considerações importantes:

- ✓ Antes de iniciar os trabalhos, os alunos deverão ser organizados em pequenos grupos de 3 a 4 alunos. Essa é a forma ideal para se trabalhar com o Ensino por Investigação, pois permite aos alunos oportunidade a troca de ideias e ajuda mútua no trabalho coletivo (CARVALHO, 2013, p.5).
- ✓ Com essa SD é possível trabalhar conceitos químicos como: substâncias puras, misturas, processos de separação de misturas, soluções, solubilidade, concentração de soluções, etapas do tratamento da água, produtos químicos utilizados no tratamento da água e no dia a dia, entre outros. Em relação aos conceitos CTS é possível trabalhar a conscientização ambiental e sustentabilidade, aspectos inerentes à saúde pública, ao uso racional da água, aos impactos sociais, econômicos e políticos relacionados ao uso da água potável, dentre outros. Já em relação ao Ensino por investigação é possível trabalhar as seguintes habilidades: observar, discriminar, interpretar fenômenos, descrever, formular hipóteses, fazer generalizações e emitir conclusões.

- ✓ Para a aplicação do produto em sala de aula, sugerimos ao professor atentar: **Para a Etapa 1:** Para a introdução do tema em estudo, sugere-se como forma de apresentação uma das seguintes opções: a letra de uma música; um vídeo não muito longo; uma cena de um filme; um texto; uma poesia; dentre muitas outras possibilidades. **Para a Etapa 2:** Para os questionamentos iniciais, sugere-se perguntas estruturadas e abertas, do tipo que chamem a atenção do aluno para o tema. As perguntas devem instigar e ao, mesmo tempo, inspirar os alunos a resolver a situação-problema proposta. **Para a Etapa 3:** Vários são os tipos de situações problemas que o professor pode propor. Entretanto, qualquer que seja o problema escolhido, este deve seguir uma sequência de etapas, visando dar aos alunos a oportunidade de levantar e testar suas hipóteses (Carvalho, 2013, p.10). Nesse sentido, a literatura sugere três etapas a serem seguidas: 1) as situações problemas devem representar recortes da vida real; 2) devem conter um obstáculo para a sua realização, que ao ser superado ajudará a construir uma aprendizagem efetiva e 3) devem representar um problema que propicie a mobilização de recursos, tomadas de decisões e escolhas (SANTOS, 2005, p,35). Após a proposição da situação problema, os alunos devem proceder à formulação das hipóteses, ou seja, problema passa a ser de responsabilidade dos grupos formados e assim, devem trabalhar no sentido de resolvê-la. Portanto, recomenda-se que nesse momento, o professor atue como um mediador. Desse modo, os grupos terão que pesquisar, investigar, discutir, empreender ações manipulativas, dispor de materiais alternativos, para que no fim, apresentem ao professor e aos colegas o problema resolvido. **Para a Etapa 4:** Para o experimento investigativo, o professor deve providenciar o material a ser utilizado na prática com antecedência, que pode ser providenciando por ele mesmo ou pelos alunos. Recomenda-se que esses materiais sejam de fácil acesso e de baixo custo, para que assim, todos os alunos tenham acesso. **Para a Etapa 5:** Para a sistematização

coletiva, sugere a formação de um grande círculo para as discussões com toda a turma. Caso isso não seja possível, devido a quantidade de alunos em sala, pode-se discutir com eles em grupos, porém deve-se garantir que todos tenham voz nessa etapa. **Para a Etapa 6:** Para a sistematização individual, recomenda-se a criatividade do professor para selecionar estratégias de avaliação, por meio de questionários, produção de textos, construção de mapas conceituais, produção de cartazes, desenhos, dentre outros.

O Produto Educacional

A Sequência Didática aqui apresentada, é constituída por seis etapas, consumindo 6 aulas de 50 minutos cada. O quadro 1, apresenta as atividades e os objetivos pretendidos em cada uma das etapas.

Quadro1: Atividades desenvolvidas em cada etapa e seus objetivos

| ETAPAS | ATIVIDADES | OBJETIVOS | TEMPO PRETENDIDO |
|---------------|--|---|-----------------------------|
| 1 | Apresentação do tema da SD. | Introduzir o conteúdo a ser estudado. | 20 minutos |
| 2 | Realização de Questionamentos. | Instigar os alunos a resolver o problema da vida real e social. | 30 minutos |
| 3 | Apresentação da situação-problema e formulação de hipóteses. | Formular Hipóteses no sentido de resolver o problema proposto. | 30 minutos |
| 4 | Experimento Investigativo. | Desenvolver o protagonismo em sala de aula; propiciar ações manipulativas; incentivar a pesquisa; incentivar a investigação; executar experimentos e construir conhecimento científico. | 2 aulas de 50 minutos |
| 5 | Sistematização Coletiva do conhecimento. | Socializar e sistematizar coletivamente o conhecimento construído por meio de relatos e debates que relembrem e exponham as ações praticadas na resolução da situação problema. | 1 aula 50 minutos |
| 6 | Sistematização Individual do conhecimento construído. | Consolidar o próprio aprendizado por meio de desenhos ou da escrita de forma individual. | 1 aula 50 minutos |

Fonte: Elaborada pelos autores

Um Exemplo Validado

Como exemplo, apresentamos aqui uma Sequência Didática aplicada para uma turma de 31 alunos da 2ª série do Ensino Médio de uma escola pública do estado de São Paulo. Esperamos com esse exemplo, elucidar ainda mais a compreensão do produto educacional apresentado e com isso, contribuir com os professores da educação básica na área da disciplina de Química.

SEI- Aparência e Clarificação da Água

1ª Etapa: Apresentação do tema em estudo – Vamos ouvir uma música?

Para a introdução do tema em estudo, foi feita a apresentação um vídeo com imagens da água no dia a dia, e ao fundo o som da música “Planeta Água” de Guilherme Arantes, disponível no link: <https://www.youtube.com/watch?v=1BYIw3wq1b8> com duração de 3 minutos e 44 segundos. O quadro 2 apresenta a letra da música.

Quadro 2: Letra da Música “Planeta Água”

| | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Água que nasce na fonte | São as mesmas águas |
| Serena do mundo | Que encharcam o chão |
| E que abre um | E sempre voltam humildes |
| Profundo grotão | Pro fundo da terra... |
| Água que faz inocente | Pro fundo da terra... |
| Riacho e deságua | Terra! Planeta Água... |
| Na corrente do ribeirão... | Terra! Planeta Água... |
| Águas escuras dos rios | Terra! Planeta Água... |
| Que levam a fertilidade ao sertão | Água que nasce na fonte |
| Águas que banham aldeias | Serena do mundo |
| E matam a sede da população... | E que abre um |
| Águas que caem das pedras | Profundo grotão |
| No véu das cascatas | Água que faz inocente |
| Ronco de trovão | Riacho e deságua |
| E depois dormem tranquilas | Na corrente do ribeirão... |
| No leito dos lagos... | Águas escuras dos rios |
| No leito dos lagos... | Que levam a fertilidade ao sertão |
| Água dos igarapés | Águas que banham aldeias |
| Onde Iara, a mãe d'água | E matam a sede da população... |
| É misteriosa canção | Águas que movem moinhos ... |
| Água que o sol evapora | São as mesmas águas |
| Pro céu vai embora | Que encharcam o chão |
| Virar nuvens de algodão... | E sempre voltam humildes |
| Gotas de água da chuva | Pro fundo da terra... |
| Alegre arco-íris | Pro fundo da terra... |
| Sobre a plantação | Terra! Planeta Água... |
| Gotas de água da chuva | Terra! Planeta Água... |
| Tão tristes, são lágrimas | Terra! Planeta Água...(2x) |
| Na inundação... | |
| Águas que movem moinhos | |

Guilherme Arantes

Fonte: Elaborada pelos autores

2ª Etapa: Questionamentos - Comparação entre as amostras de água.

Para iniciar os questionamentos, uma análise comparativa entre duas amostras de água foi proposta aos alunos. Para tal, foram coletadas uma amostra de 1L de água potável da torneira da escola e uma amostra de 1L de água do rio Paraíba do Sul que abastece a cidade. A figura 2 apresenta as imagens das duas amostras de água.

Figura 2: Imagens das amostras de água potável e água bruta



Fonte: Acervo de fotos da pesquisa

Depois da observação minuciosa da aparência das mesmas, prosseguiram-se os seguintes questionamentos:

1º questionamento: *Essa é a água distribuída para nosso consumo diário. Observe sua aparência. Como é a aparência dessa água? Que características a aparência dessa água representa para vocês indicando que essa água ser consumida com segurança?*

2º questionamento: *Essa é uma água bruta, coletada do rio que abastece nossa cidade. Qual a aparência dessa água? Ela possui a mesma aparência da água retirada da torneira? Que característica a aparência dessa água representa para vocês, indicando que ela não pode ser consumida com segurança?*

3ª Etapa: Problematização e Formulação de Hipóteses

Para a apresentação da situação problema, foi necessário direcionar os alunos no sentido da formulação das hipóteses para solucionar o problema proposto.

Problema: *Vocês observaram a aparência e as características das duas amostras de água apresentadas. Agora eu proponho uma questão problema para os vocês resolverem: O que fazer para tornar a aparência da água bruta igual à aparência da água potável? Peço que vocês discutam com seus pares (grupo) e formulem hipóteses para resolver este problema. As hipóteses*

devem ser registradas por escrito, porque serão posteriormente testadas por vocês.

Após a apresentação da situação-problema, esta passou a ser de responsabilidade dos grupos e, portanto, os mesmos deveriam resolvê-la através da pesquisa, investigação, experimentação e uso de materiais alternativos, entre outras ações manipulativas. Os alunos reunidos em seus grupos discutiram e formularam as hipóteses apresentadas no quadro 3.

Quadro 3: Hipóteses formuladas pelos grupos

| GRUPOS | HIPÓTESES | DESCRIÇÃO |
|-----------------|-----------|--|
| G1 e G7 | I | Filtrar. |
| G2, G3, G8 e G9 | II | Decantar e adicionar produtos químicos. |
| G4 e G5 | II | Adicionar produtos químicos, decantar e filtrar. |
| G6 | – | Não formulou hipótese. |

Fonte: Elaborada pelos autores

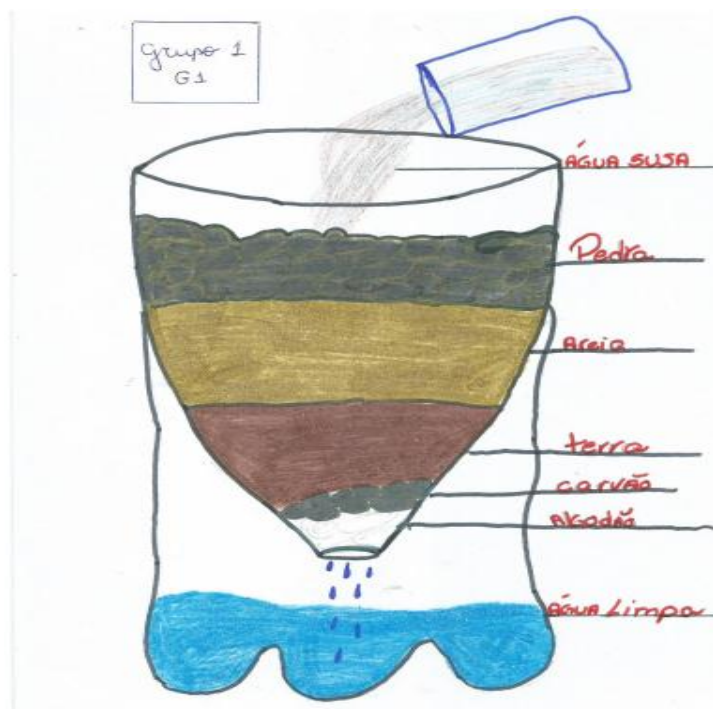
4ª Etapa: Experimento Investigativo- Testes das Hipóteses

Devido a SD ser a primeira experiência dos alunos da turma com abordagem CTS e o Ensino por Investigação, abordagens diferentes daquela do ensino tradicional, foi preciso mediar a ação dos alunos em seus grupos. Essa mediação foi no sentido de ajudar cada grupo de forma individual, a organizar suas pesquisas. Desse modo, cada grupo, dentro do seu grau de desenvolvimento em relação à solução do problema, conseguiu organizar melhor o seu material teórico e físico. Desse modo, o grupo que formulou a hipótese de somente filtrar a água, foi orientado a construir um filtro caseiro para tal. Os grupos que formularam a hipótese de adicionar produtos químicos foram orientados a pesquisar que produtos seriam esses e como preparar as soluções. E assim cada grupo se organizou segundo suas próprias hipóteses.

Nas orientações, foi solicitado aos alunos que utilizassem materiais alternativos e de baixo custo, como garrafas pet. Dessa forma, todos tiveram acesso ao experimento proposto por eles mesmos. Os materiais a serem utilizados, também foram de responsabilidade de cada grupo, portanto a professora só mediou a prática investigativa.

Nessa fase os grupos fizeram um projeto, na forma de desenho, antes de construírem o filtro caseiro. A figura 3 mostra o desenho do grupo G1.

Figura 3: Projeto de filtro, grupo G1



Fonte: acervo de produção da pesquisa

Resultados dos testes das Hipóteses

Grupos G1 e G7: Hipótese I

Os grupos G1 e G7 somente filtraram suas amostras e anotaram as suas observações. A figura 4 mostra o resultado dos grupos G1 e G7.

Figura 4: Resultado dos testes das Hipóteses, grupos G1 e G7



Fonte: acervo de fotos da pesquisa

Resultado: após discussão com os demais grupos, as hipóteses desses grupos foram refutadas, visto que as amostras ainda permaneceram turvas, indicando que o problema não foi resolvido pelos grupos.

Grupos G2, G3, G8 e G9 - Hipótese II:

Os grupos G2, G3, G8 e G9 adicionaram às suas amostras os produtos químicos sugeridos segundo os roteiros retirados de suas pesquisas (para 200 mL de amostra adicionar: 8 gotas de água sanitária 2%, 15 gotas de hidróxido de cálcio 3 g.L^{-1} e 30 gotas de sulfato de alumínio 7 g.L^{-1}). Após a adição dos produtos químicos, as amostras ficaram em repouso por 10 minutos em decantação. Os resultados foram observados e os grupos fizeram suas anotações. A figura 5 mostra os resultados dos grupos G2, G3, G8 e G9.

Figura 5: Resultado das Hipóteses, grupos G2, G3, G8 E G9.



Fonte: acervo de fotos da pesquisa

Resultado: Após calorosa discussão entre os grupos, as hipóteses para esses grupos também foram refutadas, visto que no fundo dos béqueres ainda podia ver sedimentos, portanto o problema não foi totalmente resolvido.

Grupos G4 e G5 - Hipótese III

Os grupos G4 e G5 adicionaram produtos químicos às suas amostras, segundo as orientações da pesquisa feita pelo grupo G5 e, em seguida, deixaram as amostras decantarem durante 10 minutos. Após decantação, os alunos realizaram a filtração do líquido sobrenadante da decantação e anotaram as observações. A figura 6 mostra os resultados alcançados dos grupos G4 e G5.

Figura 6: Resultado das Hipóteses, grupos G4 e G5



Fonte: Acervo de fotos da pesquisa

Resultado: após a análise visual das amostras dos grupos G5 e G4, os grupos discutiram e chegaram à conclusão que as hipóteses desses grupos foram as mais adequadas para resolução do problema, pois a aparência de suas amostras de água, ficaram praticamente iguais à da água potável apresentada na situação-problema. Portanto, esses dois grupos conseguiram resolver de forma eficaz o problema, ou seja, suas hipóteses foram confirmadas.

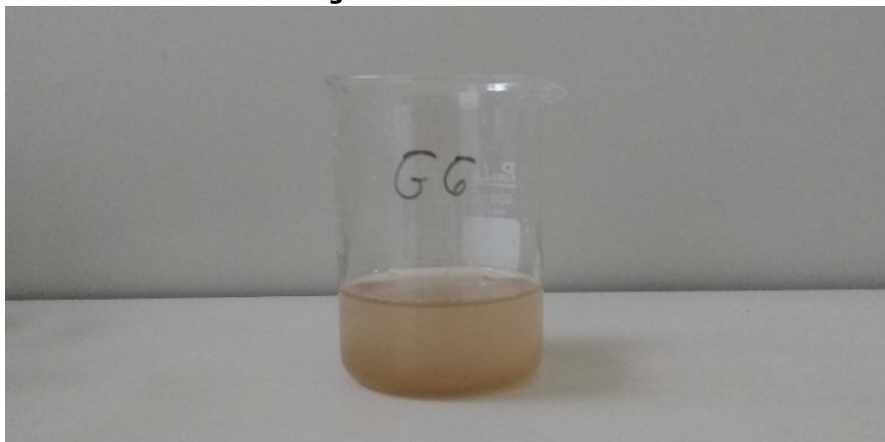
Grupo G6 – sem hipótese

O grupo G6 somente observou os trabalhos dos demais grupos, visto que não tinham formulado nenhuma hipótese para testar. A indisposição em formular hipóteses no momento devido, fez com esse grupo ficasse à margem dos trabalhos desta etapa. Ainda assim, pela observação participante, foi possível notar que os integrantes desse grupo passaram a dar mais importância ao trabalho que estava sendo desenvolvido depois disso.

Em relação à atitude do grupo G6, a professora seguiu as recomendações propostas por Carvalho (2013), que comenta em seu livro que o professor não deve obrigar o aluno a participar das atividades investigativas, se assim o fizer, esta estratégia acaba por perder seu objetivo principal, que é a descoberta e a construção do conhecimento. Como a professora ignorou essa indisposição e utilizou o tempo livre para dar atenção os demais grupos, os integrantes do grupo G6 perceberam por eles mesmos, que a perda maior foi a deles e assim, mudaram de atitudes e postura. Este fato evidenciou a relação entre este tipo de atividade, com os conteúdos educacionais

atitudinais e procedimentais de Zabala (1988) e Bernini (2012). A figura 7 mostra o resultado do grupo G6.

Figura 7: Resultado do G6



Fonte: acervo de fotos da pesquisa

Resultado: A amostra do grupo ficou inalterada.

5ª Etapa: Sistematização coletiva do Conhecimento Construído

Para início da discussão, colocamos diante de todos os alunos da turma uma amostra de água da situação-problema, sem tratamento, e as amostras de água tratada de cada um dos grupos. A figura 8 apresenta o resultado final dessa etapa.

Figura 8: Resultado final da Etapa III



Fonte: Acervo de fotos da pesquisa

Foi aberta uma discussão dialógica sobre como ficaram cada uma das amostras e desta discussão foi possível construir vários conceitos químicos, tais como: misturas homogêneas e heterogêneas; processos de separação de misturas; solubilidade; soluções; concentração de soluções; produtos químicos utilizados no tratamento da água e o próprio tratamento de água.

Todos os grupos compreenderam a necessidade da filtração, fazendo uma ligação com as etapas de uma ETA, e que o sucesso desta etapa depende de outras como a adição de produtos químicos, floculação, decantação para depois acontecer a filtração. O processo de tratamento de água é um importante conhecimento para formação do cidadão e, tal tema, permite inter-relacionar os elementos da tríade CTS, visto que por meio desta etapa, foi possível promover a tomada de consciência ambiental.

Durante o debate, a professora correlacionou o experimento realizado com os aspectos sociais, econômicos, políticos e ambientais inerentes ao tema da SD, e propôs aos aprendizes a reflexão da importância da temática para a sociedade, salientando os custos econômicos relacionados ao processo de tratamento da água em larga escala, bem como o uso racional da água, estratégias que vem ao encontro das discussões de Chassot (2004), em se praticar um ensino encharcado de realidade.

Essa etapa foi motivadora, proveitosa, divertida e difícil ao mesmo tempo. Gerou muita curiosidade nos alunos, pois eles queriam saber o porquê de tudo, e como a intenção da abordagem investigativa é a construção do próprio conhecimento e não repassar conceitos prontos e acabados, a professora teve que fazer um esforço muito grande para não dar as respostas, um desafio que foi contornado e que contribuiu para a reflexão prática docente.

6ª Etapa: Sistematização Individual do Conhecimento

Esse momento finalizou SD por meio da sistematização individual do conhecimento construído, como fundamenta Carvalho (2013).

Com a sistematização, os alunos foram convidados a produzir um pequeno texto descrevendo suas impressões e o aprendizado adquirido. Para a discussão, trazemos a transcrição de algumas falas dos alunos, demonstrando o aprendizado e as evidências

das possíveis mudanças nas atitudes, uma das principais consequências do ensino CTS – conteúdos atitudinais.

“Eu aprendi muitas coisas ótimas nas aulas, como a qualidade da água e suas propriedades químicas para o consumo.” (Aluno A31)

“Neste projeto aprendemos a importância da água em nossa vida, aprendemos que não devemos desperdiçar água boa” (Aluno A18)

Durante a leitura dos textos produzidos pelos aprendizes, foi possível verificar que houve aprendizado de conceitos químicos e o despertar da consciência ambiental, evidenciado pela fala do aluno A31 sobre a qualidade da água e suas propriedades químicas. Além disso, podemos inferir também que houve o exercício da reflexão, visto a relação realizada por estes alunos nos textos produzidos, fato evidenciado na fala do aluno A18 sobre a necessidade de não desperdiçar “água boa”, ou seja, água tratada, água potável.

Considerações Finais

A Educação no Brasil é um direito de todos e uma obrigação do Estado segundo nossa Constituição de 1988. Ainda assim, sabemos que a realidade do Sistema Educacional em nosso país encontra-se na contramão dessa diretriz. Escolas, Universidades e especialmente os professores convivem dia após dia com uma realidade de sucateamento, precariedade, materiais didáticos obsoletos e desvalorização da carreira docente. Nesse contexto, é preciso que nós, professores, procuremos alternativas viáveis para pelo menos minimizar esses percalços na direção de valorizar a educação e a profissão docente. Assim, o presente Produto procurou ser uma alternativa simples para o Ensino de Química, pretendendo também uma proposta de desenvolvimento social para professores e estudantes, ou seja, um instrumento para contribuir com a formação cidadã dos sujeitos.

“Ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou construção”.

Paulo Freire

Referências

- AIKENHEAD, Glen. What is STS Science Teaching? In: STS Education – International Perspectives on Reform. New York: Teachers College Press, 1994.
- AULER, D; BAZZO, W.A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto Brasileiro. *Ciência & Educação*, v.7, n.1, p.1-13, 2001.
- BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: Temas Transversais. Brasília: MEC/SEF, 1997.
- BARDIN, L. Análise de Conteúdo. São Paulo: Edições 70, 2011.
- BERNINI, D. S. D.; COSTA NETO, P. L. O.; GARCIA, S. Objetivos procedimentais, atitudinais e conceituais na avaliação da aprendizagem. In: Workshops do CBIE. Rio de Janeiro. Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação, 2012.
- BRAGA, B. et al. Introdução a Engenharia Ambiental. 2ª edição São Paulo: Pearson, 2005.
- CARVALHO, A. M. P. (org.) Ensino de Ciências por Investigação: Condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013.
- SANTOS, M. E. V. M. Cidadania, conhecimento, ciência e educação CTS. Rumo a “novas” dimensões epistemológicas. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad CTS*, v. 2, n. 6, p. 137-157, 2005.
- SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. Educação em Química: compromisso com a cidadania. Ijuí: Editora da UNIJUÍ, 2015.
- FREIRE, P. Professora sim, tia não: cartas a quem ousa ensinar. São Paulo: Olho D’Água, 1997.
- KASSEBOEHMER, A. C *et al.* Contém Química 2. São Carlos: Pedro & João Editores, 2015.
- MORAES, R; GALIAZZI, M. C. Análise textual discursiva: processo construído de múltiplas faces. *Bauru: Ciência & Educação*, v.12, n.1, p.117-128, 2006.
- SÁ et al. As características das atividades investigativas segundo tutores e coordenadores de um curso de especialização em ensino de Ciências. VI ENPEC, 2007
- ZABALA, A. As relações interativas em sala de aula: o papel dos professores e dos alunos. In: ZABALA, A. A prática educativa: como ensinar. Porto Alegre: ArtMed, 1998.
- ZÔMPERO, A; LABURÚ, C.E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. *Belo Horizonte: Ensaio*, vol. 13, n.3, p. 67-80, 201