UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS

MARCELLO HENRIQUE DA SILVA CAVALCANTI

ELABORAÇÃO DE UM INSTRUMENTO METODOLÓGICO PARA ENSINO CTS A PARTIR DO PLANEJAMENTO DE SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS EM UM PROGRAMA DE RESIDÊNCIA PEDAGÓGICA

ALFENAS/MG

2024

MARCELLO HENRIQUE DA SILVA CAVALCANTI

ELABORAÇÃO DE UM INSTRUMENTO METODOLÓGICO PARA ENSINO CTS A PARTIR DO PLANEJAMENTO DE SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS EM UM PROGRAMA DE RESIDÊNCIA PEDAGÓGICA

Tese apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Química pela Universidade Federal de Alfenas. Área de concentração: Educação Química.

Orientador: Prof. Dr. Mario Roberto Barro
Coorientadora: Profª. Drª. Thirza Pavan Sorpreso

ALFENAS/MG

2024

Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal de Alfenas
Biblioteca Central

Cavalcanti, Marcello Henrique da Silva.
Elaboração de um instrumento metodológico para ensino CTS a partir do planejamento de sequências didáticas em um programa de residência pedagógica / Marcello Henrique da Silva Cavalcanti. - Alfenas, MG, 2024.
93 f. : il. -

Orientador(a): Mario Roberto Barro.
Tese (Doutorado em Química) - Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, MG, 2024.
Bibliografia.

1. Abordagem CTS. 2. Sequência Didática. 3. Formação de Professores. 4. Residência Pedagógica. 5. Educação Química. I. Barro, Mario Roberto, orient. II. Título.

Ficha gerada automaticamente com dados fornecidos pelo autor.

MARCELLO HENRIQUE DA SILVA CAVALCANTI

ELABORAÇÃO DE UM INSTRUMENTO METODOLÓGICO PARA ENSINO CTS A PARTIR DO PLANEJAMENTO DE SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS EM UM PROGRAMA DE RESIDÊNCIA PEDAGÓGICA

O Presidente da banca examinadora abaixo assina a aprovação da Tese apresentada como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Química pela Universidade Federal de Alfenas. Área de concentração: Educação em Química.

Aprovada em: 29 de agosto de 2024.

Prof. Dr. Mario Roberto Barro
Presidente da Banca Examinadora
Instituição: Universidade Federal de Alfenas

Prof. Dr. Ricardo Pereira Sepini
Instituição: Universidade Federal de São João Del Rei

Prof. Dr. Pedro Lúcio Bonifácio
Instituição: Libertas - Faculdades Integradas

Prof. Dra. Claudia Torres
Instituição: Universidade Federal de Alfenas

Prof. Dr. Wesley Silva
Instituição: Universidade Federal de Alfenas

Documento assinado eletronicamente por **Mário Roberto Barro**, **Professor do Magistério Superior**, em 29/08/2024, às 18:11, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.unifal-mg.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1322409** e o código CRC **2E65C78D**.

AGRADECIMENTOS

À Deus pelo dom da vida, por me permitir chegar a esse sonho e por guiar os meus passos.

À minha esposa Melissa Lúcia Melo pelo amor, paciência, incentivo e cumplicidade durante todos os momentos desse trabalho.

À minha mãe Olívia Maria da Silva, ao meu pai Edvaldo José Junqueira Cavalcanti e aos meus irmãos Roseara Rodrigues, Rodrigo Rodrigues e Rodolfo Rodrigues pelo apoio incondicional.

À Universidade Federal de Alfenas, ao Programa de Pós-Graduação em Química e ao Instituto de Química pela oportunidade e infraestrutura usada no desenvolvimento deste trabalho e por permitir a minha formação.

Aos amigos e colegas do Instituto de Química por todos os momentos vivenciados de muita aprendizagem e companheirismo. Agradeço a cada um pela paciência, carinho e amizade. Em especial, agradeço a oportunidade de aprender com aqueles que acompanharam toda a minha trajetória dentro da instituição.

À professora Drª Keila Bossolani Kiill por me acolher prontamente no início do desenvolvimento do meu doutoramento.

À minha coorientadora professora Drª. Thirza Pavan Sorpreso pelo apoio e incentivo, e por ter me recebido inúmeras vezes para o desenvolvimento do trabalho.

Ao meu orientador, professor Dr. Mario Roberto Barro por acreditar que era possível o desenvolvimento desse trabalho, por todos os ensinamentos, paciência, dedicação e amizade ao longo dos anos.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior Brasil (CAPES) Financiamento 01.

O presente trabalho foi realizado com apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e a da Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-graduação da UNIFAL-MG.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pela concessão das bolsas de auxílio que possibilitaram a realização deste trabalho.

RESUMO

A introdução da abordagem CTS na Educação Básica é relevante para permitir uma formação cidadã, assim como nos cursos de licenciatura para que os futuros professores tenham maiores condições de relacionar o conhecimento químico com temas socialmente contextualizados, provocando reflexões e questionamentos a respeito das relações entre a Ciência, Tecnologia e Sociedade. A partir da revisão de literatura apresentada neste trabalho foi investigado o desenvolvimento de sequências didáticas com uso da abordagem CTS, a sua apropriação como atividade curricular e a sua contribuição para uma melhor formação de professores. Assim, a tese apresenta um novo instrumento metodológico desenvolvido para a elaboração de sequências didáticas CTS, baseado nas pesquisas de Méheut e Psillos (2004) e Aikenhead (1994). Este instrumento foi criado a partir da análise de três sequências didáticas produzidas por discentes do curso de Licenciatura em Química durante o Programa Residência Pedagógica (2020-2022). A análise das sequências didáticas CTS produzidas revelou que a utilização do instrumento metodológico proposto resultou em uma integração mais eficaz dos aspectos Científicos, Tecnológicos e Sociais, aprimorando a estruturação e relevância das aulas. As dificuldades iniciais, como a desconexão entre conteúdos e a falta de protagonismo dos alunos, foram parcialmente superadas, sugerindo um enriquecimento na experiência educacional e uma possibilidade de inclusão sistemática da abordagem CTS nos currículos de formação inicial e continuada de professores. Assim, consideramos que o instrumento apresentado contribui para melhorar o planejamento e a prática pedagógica dos professores ao alinhar as sequências didáticas CTS com as diretrizes educacionais brasileiras e a realidade dos alunos, promovendo uma formação crítica e cidadã.

Palavras-chave: Abordagem CTS; Sequência Didática; Formação inicial de professores; Residência Pedagógica; Educação Química.

ABSTRACT

The introduction of the STS approach in basic education is relevant to enable citizen education, as well as in undergraduate courses so that future teachers are better able to relate chemical knowledge to socially contextualized themes, provoking reflections and questions about the relationship between Science, Technology and Society. From the literature review presented in this paper, it was possible to see that despite the high expectations regarding the development of didactic sequences using the STS approach, its appropriation as a curricular activity is still under-represented in the Brazilian educational scenario and in contributing to better teacher training. This thesis presents a methodological tool developed for the development of STS didactic sequences, based on research by Méheut and Psillos (2004) and Aikenhead (1994). This tool was created based on the analysis of three didactic sequences produced by chemistry undergraduate students during the Pedagogical Residency Program (2020-2022). The analysis of the STS teaching sequences produced revealed that the use of the proposed methodological tool resulted in a more effective integration of Scientific, Technological and Social aspects, improving the structuring and relevance of the lessons. The initial difficulties, such as the disconnection between contents and the lack of student protagonism, were partially overcome, suggesting an enrichment in the educational experience and a possibility for the systematic inclusion of the STS approach in initial teacher training curricula. We therefore believe that the tool presented contributes to improving teachers' planning and pedagogical practice by aligning STS didactic sequences with Brazilian educational guidelines and the students' reality, promoting critical and citizen education.

Keywords: STS Approach; Didactic Sequence; Initial Teacher Training; Pedagogical Residency; Chemical Education.

LISTA DE FIGURAS

Artigo 1

Figura 1- Quantidade de Artigos CTS por ano de publicação..... 24

Figura 2- Comparação da quantidade total de Artigos CTS em relação à quantidade de Artigos CTS – Formação de Professores por ano de publicação..... 27

Artigo 2

Figura 1- Organização esquemática para o planejamento de uma SD CTS..... 40

Figura 2- Instrumento Metodológico para Planejamento, Desenvolvimento e Avaliação de SD CTS..... 41

Figura 3- Sequência de etapas para um ensino CTS..... 43

Artigo 3

Figura 1- Organização esquemática do planejamento metodológico de uma Sequência Didática CTS..... 51

Figura 2- Etapas do Instrumento Metodológico para Planejamento, Desenvolvimento e Avaliação de Sequências Didáticas CTS..... 52

Figura 3- Estrutura organizacional elaborada para identificar os componentes didáticos da sequência didática numa perspectiva CTS..... 54

Figura 4- Síntese dos componentes CTS apresentados na sequência didática sobre café. Em [A] SD apresentada sem a utilização do instrumento metodológico e em [B] SD apresentada com a utilização do instrumento metodológico..... 55

Figura 5- Síntese dos componentes CTS apresentados na sequência didática sobre vacinação no Brasil. Em [A] SD apresentada sem a utilização do instrumento metodológico e em [B] SD apresentada com a utilização do instrumento metodológico..... 57

Figura 6- Síntese dos componentes CTS apresentados na sequência didática sobre pilhas e baterias. Em [A] SD apresentada sem a utilização do instrumento metodológico e em [B] SD apresentada com a utilização do instrumento metodológico..... 59

LISTA DE QUADROS

Artigo 2

Quadro 1- Exemplo de organização de uma sequência didática CTS sobre energia elétrica..... 44

Quadro 2- Questionário de Avaliação da Dimensão Epistêmica para SD CTS..... 45

Quadro 3- Questionário de Avaliação da Dimensão Pedagógica para SD CTS..... 46

LISTA DE TABELAS

Artigo1

Tabela 1- Periódicos brasileiros Qualis A1 nas áreas de Educação e Ensino selecionados e a quantidade de Artigos CTS identificados em cada um deles..... 23

Tabela 2- Instituições de Ensino Superior, classificadas por região e a quantidade de suas participações nos Artigos CTS..... 25

Tabela 3- Quantidade de Artigos CTS - Formação de professores por categoria..... 27

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADEP	Avaliação das Dimensões Epistêmicas e Pedagógicas
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
C & T	Ciência e Tecnologia
CTS	Ciência, Tecnologia e Sociedade
CTSA	Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente
EJA	Educação de Jovens e Adultos
ENPEC	Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
PCN	Parâmetro Curriculares Nacionais
PCNEM	Parâmetro Curriculares Nacionais do Ensino Médio
RP	Residência Pedagógica
SD	Sequência Didática
SD CTS	Sequência Didática CTS
TLS	Sequência de Ensino - Aprendizagem

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL E OBJETIVOS

1.1 INTRODUÇÃO..... 15

1.2 OBJETIVOS..... 18

1.2.1 Objetivo Geral..... 18

1.2.2 Objetivos Específicos..... 19

2. ARTIGO 1: FORMAÇÃO DE PROFESSORES PARA A ABORDAGEM CTS NA PRÁTICA PEDAGÓGICA: REVISÃO DE ARTIGOS EM PERIÓDICOS BRASILEIROS QUALIS A1 NAS ÁREAS DE EDUCAÇÃO E ENSINO

1. INTRODUÇÃO..... 21

2. REVISÃO DE LITERATURA..... 21

3. PERCURSO METODOLÓGICO..... 22

4. RESULTADOS..... 22

4.1 Periódicos Qualis A1 nas áreas de educação e ensino..... 22

4.2 Artigos CTS por ano de publicação..... 23

4.3 Principais autores e referenciais..... 24

4.4 Participações das instituições de ensino superior..... 24

4.5 Formação de professores para a prática pedagógica CTS..... 26

5. Discussão e Considerações Finais..... 32

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 33

3. ARTIGO 2: INSTRUMENTO METODOLÓGICO PARA A ELABORAÇÃO DE SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS CTS CONSTRUÍDO A PARTIR DE UM PROGRAMA DE RESIDÊNCIA PEDAGÓGIA EM QUÍMICA

1. INTRODUÇÃO..... 37

2. CTS NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES..... 38

3. SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS CTS..... 39

4. INSTRUMENTO METODOLÓGICO PARA ELABORAÇÃO DE SD CTS..... 41

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS..... 47

REFERÊNCIAS..... 47

4. ARTIGO 3: ANÁLISE DE SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS CTS ELABORADAS A PARTIR DE UM INSTRUMENTO METODOLÓGICO UTILIZADO EM UM PROGRAMA DE RESIDÊNCIA PEDAGÓGICA EM QUÍMICA

1. INTRODUÇÃO..... 50

2. SEQUÊNCIA DIDÁTICA CTS..... 50
3. CONTEXTO, PERCURSO DA PESQUISA E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS..... 52
4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DAS SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS CTS ELABORADAS..... 54
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS..... 61
REFERÊNCIAS..... 61
CONSIDERAÇÕES FINAIS DA TESE..... 63
REFERÊNCIAS..... 64
ANEXO 1..... 65
ANEXO 2..... 80

1. INTRODUÇÃO GERAL E OBJETIVOS

Esta tese está organizada nesta introdução, na apresentação de 3 artigos científicos e nas considerações finais deste trabalho. Nesta introdução, apresentamos o contexto da pesquisa, a perspectiva adotada em relação a cada referencial teórico e os objetivos alcançados neste trabalho.

Até a presente data, o trabalho apresentado no Artigo 1 encontra-se aceito e em fase de publicação na revista Indagatio Didática e se refere a uma revisão da literatura sobre a abordagem CTS, no período de 2000 a 2019, em periódicos brasileiros Qualis A1, analisando os encaminhamentos realizados pelas pesquisas CTS e as suas preocupações em modificar a prática pedagógica dos professores.

O Artigo 2 encontra-se submetido e em fase de análise na revista Ciência & Educação, no qual, apresentamos um instrumento metodológico para o desenvolvimento de sequências didáticas com a abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), baseado nas reinterpretações dos referenciais teóricos de Méheut e Psillos (2001; 2004) e nos trabalhos de Aikenhead (1994; 2003), no sentido de auxiliar professores em formação inicial e continuada a desenvolver sequências de aulas CTS, que estimulem o desenvolvimento do pensamento crítico nos alunos, por meio da participação de processos de tomada de decisão, que contribuam para a formação de cidadãos conscientes.

O Artigo 3 está em fase de finalização para submissão na revista Ciência & Educação e se refere a análise de sequências didáticas CTS de química elaboradas a partir de um instrumento metodológico utilizado em um Programa de Residência Pedagógica.

Nas considerações finais são apresentadas as conclusões gerais da tese e como anexo é apresentada uma das três sequências didáticas elaboradas pelos residentes durante o programa residência pedagógica em dois momentos distintos: 1) a partir dos conhecimentos iniciais dos residentes sobre SD e CTS adquiridos durante as disciplina da graduação e 2) a partir da abordagem de SD CTS apresentada durante o programa residência e a utilização do instrumento metodológico construído.

1.1 INTRODUÇÃO

Um dos grandes desafios para as universidades públicas está na formação de professores educadores para o nível de educação básica, que

contribuam para que os alunos exerçam conscientemente a sua cidadania, no que diz respeito a sua formação técnico-científico-cultural (Santos, 2008).

Fontes e Cardoso (2006) destacam que os cursos de formação de professores, de modo geral, não têm respondido adequadamente às novas demandas da ciência em contextos tecnológicos e sociais. Além disso, Martins (2002) acrescenta que essa formação deve capacitar os professores a enfrentar problemas locais e atender aos interesses reais dos alunos.

Para transformar as concepções e práticas pedagógicas dos professores, é crucial não só introduzir novas abordagens de ensino, mas também criar condições que facilitem essas mudanças (Gatti, 2003).

Durante as suas formações iniciais e experiências profissionais, adquirem concepções, atitudes e comportamentos que influenciam suas práticas pedagógicas, muitas vezes de forma não reflexiva. Entretanto, a proposta de implementar abordagens alternativas, como a Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), se baseia na premissa de que, apesar da formação prévia, os professores têm o potencial de adotar novas crenças, conceitos e práticas (Maldaner, 2000).

Para implementar efetivamente a abordagem CTS no ensino de Ciências/Química é essencial que os professores compreendam claramente as concepções sobre ciência, tecnologia e sociedade, bem como as inter-relações entre esses componentes (Firme, 2007).

Compreender adequadamente as reflexões epistemológicas relacionadas a cada componente da tríade CTS contribui para uma aplicação adequada na prática pedagógica do professor (Martins, 2002). Dessa maneira, Solomon (1988) sugere que a ciência deve ser vista como uma construção humana provisória e incerta, a tecnologia como um processo tecnológico destinado a atender necessidades sociais e a sociedade deve ser apresentada como uma organização na qual os alunos possam compreender a influência dos cidadãos nas interações entre a ciência e a tecnologia.

Portanto, a implementação da abordagem CTS no ensino de Ciências/Química exige a reflexão sobre as possíveis mudanças nas concepções, crenças, valores e práticas pedagógicas dos professores (Firme, 2007).

Consideramos que a aproximação da formação acadêmica às necessidades do ensino básico pode ser alcançada por meio da abordagem CTS, que já é bem difundida no Brasil em diversas áreas. Todavia, Zeidler et al.

(2005) relatam a falta de uma estrutura teórica nas orientações CTS para sustentar as atividades pedagógicas dos professores. Portanto, é essencial desenvolver propostas de formação que promovam reflexões e práticas pedagógicas na perspectiva CTS permitindo-lhes aplicar efetivamente essa abordagem em suas aulas.

Para isso, assumindo que mudanças nas práticas dos professores não ocorrem rapidamente, um processo formativo gradual se faz necessário para que os professores compreendam melhor os pressupostos da abordagem CTS. Firme (2007), sugere que a abordagem CTS seja trabalhada nos processos de formação inicial de professores por meio de disciplinas específicas ou integradas em programas de formação docente, de forma a estimular os professores a adotar uma postura reflexiva sobre a sua prática, integrar conceitos científicos com aspectos tecnológicos para uma compreensão mais ampla das temáticas sociais; e incentivar a elaboração de material didático pelos professores, baseado em um planejamento que defina claramente objetivos, estratégias de ensino, conceitos científicos e tecnológicos, e temas sociais.

Nessa perspectiva, as investigações apresentadas neste trabalho são oriundas das atividades produzidas ao longo do Programa Residência Pedagógica do governo brasileiro, Edital CAPES N° 1/2020 no período de outubro de 2020 a abril de 2022, devidamente autorizadas como dados secundários pelo Comitê de ética em pesquisa (processo 6.301.173).

O Programa de Residência Pedagógica (RP) foi um programa de formação docente com carga horária de 440 horas criado para enriquecer a formação inicial de professores nas instituições públicas de ensino superior, proporcionando uma experiência prática intensiva em ambientes escolares. Inspirado no modelo de residência médica, o programa busca integrar teoria e prática, oferecendo aos futuros educadores uma vivência mais próxima do contexto escolar (Silva; Cruz, 2018).

O objetivo central do Residência Pedagógica foi aprimorar a formação dos estudantes de licenciatura. Isso é alcançado por meio do desenvolvimento de projetos que reforçam a prática docente e promovem uma aplicação ativa da relação entre teoria e prática profissional.

A relevância do Programa de Residência Pedagógica se manifesta em

proporcionar aos futuros professores reflexões críticas por meio de experiências práticas relacionadas a situações reais do cotidiano escolar e alinhadas com os documentos oficiais da educação brasileira, tais como: a lei de diretrizes e bases da educação nacional (LDB), as diretrizes curriculares nacionais para a educação básica e o plano nacional de educação.

Especificamente, o subprojeto Química, no qual analisamos as suas atividades teve como objetivo proporcionar aos residentes pedagógicos uma formação abrangente no que diz respeito aos diferentes campos de atuação dos saberes químicos, a fim de que, posteriormente, possa exercer uma aplicação pedagógica desse conhecimento enquanto profissional, compreendendo a educação como parte da sociedade, entendida como indissociável dos aspectos econômicos, culturais, ambientais, políticos, sociais, antropológicos entre outros.

As ações realizadas durante esse subprojeto tiveram como objetivo relacionar os pressupostos CTS com os aspectos epistêmicos e pedagógicos de sequências didáticas de modo a favorecer tomadas de decisão, criticidade, discussões sobre aspectos éticos e sociais que permitam ao professor e aos alunos refletirem e explorarem conceitos científicos a partir de temáticas relacionadas à realidade dos alunos.

Assim, a relevância desta pesquisa se dá a partir da possibilidade de contribuir para que os professores em formação inicial e continuada sejam capazes de assumirem uma postura crítica e reflexiva das suas práticas docentes, em especial dos seus planejamentos de ensino, contribuindo para o desenvolvimento de novas formas de interação e de trabalho escolar, principalmente no âmbito da disciplina de Química.

Além disso, compreendendo os processos de ensino e de aprendizagem, reelaborar os saberes e as atividades de ensino, considerando a realidade social e as experiências dos alunos, contribuindo na formação de professores capazes de intervirem na realidade brasileira, comprometidos com a busca de soluções aos desafios e problemas existentes em nossas escolas.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Propor a inserção da abordagem CTS na prática pedagógica de professores em formação inicial de Química, participantes do Programa Residência

Pedagógica de uma universidade do sul de Minas Gerais, por meio da elaboração de sequência didática com o uso da abordagem CTS, no intuito de promover uma nova experiência pedagógica que colabore com uma melhor formação acadêmica.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Artigo 1

  Investigar as relações de artigos sobre CTS publicados em periódicos brasileiros de acesso livre, Qualis A1 nas áreas de Educação e Ensino, com a temática da formação de professores no sentido de compreender suas contribuições para a implementação da abordagem CTS na prática;

- Artigo 2

  Construir um instrumento metodológico a partir dos referenciais teóricos da abordagem CTS e Sequência Didática que possa contribuir com a formação dos futuros professores no que tange ao planejamento, elaboração e avaliação de práticas pedagógicas CTS, fortalecendo o campo da prática e possibilitando que o licenciando estabeleça relação entre teoria e prática profissional docente;

- Artigo 3

  Analisar as sequências didáticas CTS desenvolvidas pelos residentes pedagógicos a partir da utilização do instrumento metodológico proposto;

2. ARTIGO 1: FORMAÇÃO DE PROFESSORES PARA A ABORDAGEM CTS NA PRÁTICA PEDAGÓGICA: REVISÃO DE ARTIGOS EM PERIÓDICOS BRASILEIROS QUALIS A1 NAS ÁREAS DE EDUCAÇÃO E ENSINO

Teacher training for the STS approach in pedagogical practice: review of Brazilian periodicals articles Qualis A1 in the areas of Education and Teaching

Formación docente para el enfoque CTS en la práctica pedagógica: revisión de artículos en periódicos brasileños Qualis A1 en las áreas de Educación y Enseñanza

Resumo:

Neste trabalho, localizamos artigos sobre a abordagem CTS em periódicos brasileiros Qualis A1 nas áreas de Educação e Ensino, identificando os trabalhos que citam a formação de professores para a prática pedagógica com abordagem CTS. O objetivo deste trabalho é investigar as relações desses artigos com a temática da formação de professores para compreender suas contribuições para a implementação da abordagem CTS na prática pedagógica. Encontramos 54 artigos sobre CTS, dos quais, 31 mencionam a formação de professores. Nove versam sobre CTS e o currículo, seis estudam propostas de ensino CTS, seis analisam as concepções dos professores sobre CTS, cinco discutem a abordagem CTS, quatro estudam abordagens CTS realizadas na prática pedagógica e um discute a relação entre o livro didático e a abordagem CTS. Concluímos que, os estudos CTS desenvolvidos nesses trabalhos se complementam e podem contribuir com a formação de professores contribuindo para uma perspectiva reflexiva e crítica das possibilidades de se trabalhar os conceitos científicos, englobando também as aplicações práticas, os impactos sociais e as questões éticas nas suas práticas pedagógicas.

Palavras-chave: CTS; Formação de Professores; Pesquisa Bibliográfica; Análise de Conteúdo.

Abstract:

The aim of this work, we located articles on the STS approach in Brazilian Qualis A1 journals in the areas of Education and Teaching, identifying the works that mention teacher training for pedagogical practice with a STS approach. The aim of this work is to investigate the relationship between these articles and the theme of teacher training in order to understand their contributions to the implementation of the STS approach in pedagogical practice. We found 54 articles on STS, of which 31 mention teacher training. Nine deal with STS and the curriculum, six study STS teaching proposals, six analyze teachers' conceptions of STS, five discuss the STS approach, four study STS approaches carried out in pedagogical practice and one discusses the relationship between the textbook and the STS approach. We conclude that the STS studies developed in these papers complement each other and can contribute to teacher training by contributing to a reflective and critical perspective on the possibilities of working with scientific concepts, also encompassing practical applications, social impacts and ethical issues in their pedagogical practices.

Keywords: STS; Teacher Training; Bibliographic Research; Content Analysis.

Resumen:

En este trabajo, localizamos artículos sobre el enfoque CTS en revistas brasileñas Qualis A1 en las áreas de Educación y Enseñanza, identificando los trabajos que mencionan la formación de profesores para la práctica pedagógica con enfoque CTS. El objetivo de este trabajo es investigar la relación entre estos artículos y el tema de la formación de profesores para comprender sus contribuciones a la implementación del enfoque CTS en la práctica

pedagógica. Encontramos 54 artículos sobre CTS, de los cuales 31 mencionan la formación del profesorado. Nueve tratan sobre CTS y el currículo, seis estudian propuestas de enseñanza CTS, seis analizan las concepciones de los profesores sobre CTS, cinco discuten el enfoque CTS, cuatro estudian enfoques CTS llevados a cabo en la práctica pedagógica y uno discute la relación entre el libro de texto y el enfoque CTS. Concluimos que los estudios CTS desarrollados en estos trabajos se complementan entre sí y pueden contribuir a la formación de profesores al aportar una perspectiva reflexiva y crítica sobre las posibilidades de trabajar con conceptos científicos, abarcando también aplicaciones prácticas, impactos sociales y cuestiones éticas en sus prácticas pedagógicas.

Palavras-clave: CTS; Formación de profesores; Investigación bibliográfica; Análisis de contenido.

1. Introdução

O Ensino de Ciências, no contexto da Educação Básica, pode contribuir para a formação de cidadãos com maior compreensão e olhar crítico para alguns problemas enfrentados pela sociedade contemporânea, principalmente ao evidenciar que a Ciência faz parte de uma construção social (Chassot, 2011).

Entretanto, para atingir o objetivo de uma formação cidadã, as aulas necessitam contemplar proposições metodológicas que envolvam os alunos em processos de reflexões para tomadas de decisões acerca de problemas vivenciados (Marcondes, 2008).

Nesse sentido, novas propostas curriculares precisam ser desenvolvidas com o intuito de superar a fragmentação do conhecimento e possibilitar a sua contextualização, contemplando a maioria dos documentos oficiais da educação brasileira (Santos & Schnetzler, 2010). Todavia, para que ocorram mudanças no sentido de atender às necessidades educacionais previstas nesses documentos é preciso repensar a formação de professores.

Modificações nos cursos de formação inicial e continuada de professores podem proporcionar aos professores a ruptura com práticas tradicionais, a partir da proposição de metodologias que contemplem, por exemplo, a abordagem CTS, uma vez que essa abordagem possibilita uma prática docente que corresponde às necessidades educacionais e sociais que se colocam no contexto pedagógico atual (Imbernón, 2002; Souza, 2012).

A introdução da abordagem CTS nos cursos de licenciatura pode ser relevante para a formação dos futuros professores, possibilitando uma prática pedagógica que relacione o conhecimento específico e os temas socialmente contextualizados, provocando reflexões e questionamentos a respeito das origens sociais do conhecimento científico e das implicações tecnológicas na sociedade (Monteiro et al., 2015).

Portanto, tivemos como objetivo investigar as relações de artigos sobre CTS publicados em periódicos brasileiros de acesso livre, Qualis A1 nas áreas de Educação e Ensino, com a temática da formação de professores no sentido de compreender suas contribuições para a implementação da abordagem CTS na prática pedagógica.

2. Revisao de Literatura

A alfabetização científica pode ser considerada como um conjunto de conhecimentos que facilitam uma leitura do mundo, de tal forma que, favoreça a compreensão da necessidade de transformá-lo. Assim, a cidadania só pode ser exercida em sua plenitude se o cidadão tiver acesso ao conhecimento e isto não significa apenas a informação, mas sim, refletir de forma crítica e coletiva os assuntos pertinentes à sociedade (Chassot, 2011).

No entender de alguns autores (Delizoicov, Angotti, Pernambuco, & Silva, 2002), a educação não pode configurar-se como um jogo mecânico de juntar informações. Educar é muito mais do que ler conteúdos, deve propiciar a “leitura de mundo” tomando sentido de suas proposições. Nesse sentido, entende-se que, para uma leitura crítica da realidade, torna-se, cada vez mais, fundamental uma compreensão crítica sobre as interações entre CTS, considerando que a dinâmica social contemporânea está fortemente marcada pela presença da ciência e da tecnologia.

A abordagem CTS deve ser reconhecida pela integração de conteúdos científicos e tecnológicos vinculados a discussão de seus aspectos históricos, éticos, políticos e socioeconômicos (Luján Lopez & Lópes Cerezo, 1996). Para Aikenhead (1994), essa abordagem deve ser contemplada numa perspectiva sociológica, de forma que, o conteúdo científico propriamente dito seja apresentado de maneira complementar com enfoque nas implicações sociais da tecnociência, buscando a problematização e a compreensão das construções cientificas-tecnológicas, visando uma análise crítica do atual modelo de desenvolvimento que auxilie os alunos em suas experiências cotidianas, dando sentido a seus entendimentos do campo pessoal, social, tecnológico e também aumentando o seu interesse pela ciência.

A concepção de que a contextualização desempenha um papel fundamental, ampliando e correlacionando a visão do aluno sobre uma perspectiva reflexiva do que acontece no seu entorno, relacionado à abordagem CTS é pautada na percepção de que para compreender as novas demandas é preciso argumentar sobre o sentido em que a escola deve ser transformada, de modo que, os temas tratados não sejam apenas ilustrativos e explorados esporadicamente, mas tratados como conteúdos com um conjunto de informações e de questões que levam a uma formação para a cidadania (Santos, 2011). Assim, a implementação de aulas idealizadas na concepção CTS exige que o professor estabeleça objetivos claros e bem definidos que possibilitem o desenvolvimento de situações locais relevantes que permitam uma maior autonomia e tomada de decisão dos alunos.

3. Percurso Metodológico

Neste trabalho, utilizamos uma metodologia de pesquisa qualitativa de caráter exploratória-descritiva (Godoy, 1995; Flick, 2009), com abordagem de pesquisa bibliográfica (Lima & Mioto, 2007).

Inicialmente, acessamos a Plataforma Sucuripa – CAPES para consultarmos os nomes dos periódicos da secção Qualis Periódico que satisfaziam aos critérios que delimitam o universo deste estudo. Para tanto, selecionamos como: Evento de Classificação, o Quadriênio 2013- 2016; Área de Avaliação, as áreas de Educação e Ensino e Classificação do Qualis, periódicos do nível A1. Após essa consulta, selecionamos os periódicos brasileiros de acesso livre que apresentaram em seus títulos as palavras: Educação e Educar.

Localizamos, por meio de buscas em cada periódico selecionado, artigos contendo as palavras-chave CTS, CTSA ou Ciência, Tecnologia e Sociedade no período de 2000 a 2019. Em seguida, realizamos a leitura dos artigos localizados para classificarmos esses artigos quanto ao ano de publicação e identificarmos os principais autores, principais referências e as instituições de ensino superior participantes desses trabalhos.

Para identificarmos quais dos artigos localizados mencionaram a formação de professores, realizamos uma busca em cada um deles pelos seguintes termos: formação de professor/es; formação inicial e formação continuada.

Classificamos os artigos que mencionaram a formação de professores quanto ao ano de publicação, realizamos leituras sucessivas a fim de sintetizarmos e criarmos categorias a posteriori, com base na análise de conteúdo de Bardin (2011), para classificarmos esses artigos quanto ao enfoque do trabalho CTS realizado e identificarmos as possíveis contribuições desses artigos para a implementação da abordagem CTS na prática pedagógica.

4. Resultados

4.1 Periódicos Qualis A1 nas áreas de educação e ensino

Seguindo os critérios estabelecidos na metodologia, selecionamos 16 periódicos brasileiros de acesso livre, Qualis A1 nas áreas de Educação e Ensino, que contém as palavras Educação e Educar no título, dentre os quais identificamos 54 artigos sobre a abordagem CTS, por nós denominados Artigos CTS. Na Tabela 1, apresentamos a quantidade de Artigos CTS identificados em cada um dos 16 periódicos selecionados.

Tabela 1 – Periódicos brasileiros Qualis A1 nas áreas de Educação e Ensino selecionados e a quantidade de Artigos CTS identificados em cada um deles.

Periódicos	Quantidade de Artigos CTS
CIÊNCIA & EDUCAÇÃO	34
ENSAIO - PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS	11
EDUCAR EM REVISTA	4
BOLEMA: BOLETIM DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA	2
AVALIAÇÃO: REVISTA DA AVALIAÇÃO DA EDUCAÇÃO SUPERIOR EDUCAÇÃO E PESQUISA EDUCAÇÃO EM REVISTA	1
EDUCAÇÃO & SOCIEDADE EDUCAÇÃO (UFSM) EDUCAÇÃO E REALIDADE EDUCAÇÃO TEMÁTICA DIGITAL ENSAIO-AVALIAÇÃO E POLÍTICAS PÚBLICAS EM EDUCAÇÃO HISTÓRIA DA EDUCAÇÃO REVISTA BRASILEIRA DE EDUCAÇÃO REVISTA BRASILEIRA DE EDUCAÇÃO ESPECIAL REVISTA BRASILEIRA DE HISTÓRIA DA EDUCAÇÃO	0
Total	**54**

Na Tabela 1, podemos perceber que apenas sete dos periódicos selecionados contêm publicações de Artigos CTS. Ao observarmos a ausência de Artigos CTS em nove periódicos, notamos que essas revistas não publicam apenas trabalhos relacionados à Educação em Ciências, entretanto, esses periódicos recebem trabalhos inéditos e originais da área de Educação resultantes de pesquisas científicas, evidenciando a potencialidade desses periódicos serem explorados por pesquisadores que utilizam a abordagem CTS, auxiliando na ampliação dos debates sobre o movimento CTS.

4.2 Artigos CTS por ano de publicação

Classificamos os Artigos CTS por ano de publicação, conforme apresentado na Figura 1.

Observamos, no gráfico da Figura 1, que a primeira publicação de artigo sobre a abordagem CTS nessas revistas foi no ano de 2000. No ano seguinte, 2001, foram publicados sete Artigos CTS. Após esse ano, notamos uma variação de 0 a 3 Artigos CTS publicados até 2011, sendo que, só não foram publicados Artigos CTS nessas revistas , dentro do período de 2000 a 2019, apenas em 2003 e 2006. Em 2012 foram publicados seis Artigos CTS e a partir de 2013 foram publicados de 3 a 4 Artigos CTS por ano até 2018. Em 2019 foram publicados 5 Artigos CTS,

sendo que, a média no período de 2000 a 2019 foi de aproximadamente 3 Artigos CTS por ano. Estes dados evidenciam evidenciando uma regularidade na quantidade de publicações de Artigos CTS nesses periódicos no período estudado.

Notamos que a quantidade de publicações de Artigos CTS nos periódicos Qualis A1 selecionados ainda é pouco notável em relação à produção da área de Ensino de Ciências no Brasil. Essa constatação pode estar relacionada ao fato, descrito por Strieder (2012), que a produção acadêmica em CTS ainda é pouco expressiva nos periódicos nacionais e ao aumento das apresentações dos trabalhos CTS em eventos dessa área de conhecimento vem contribuindo para uma desestimulação em dar continuidade aos trabalhos apresentados para uma publicação mais completa em periódicos da área.

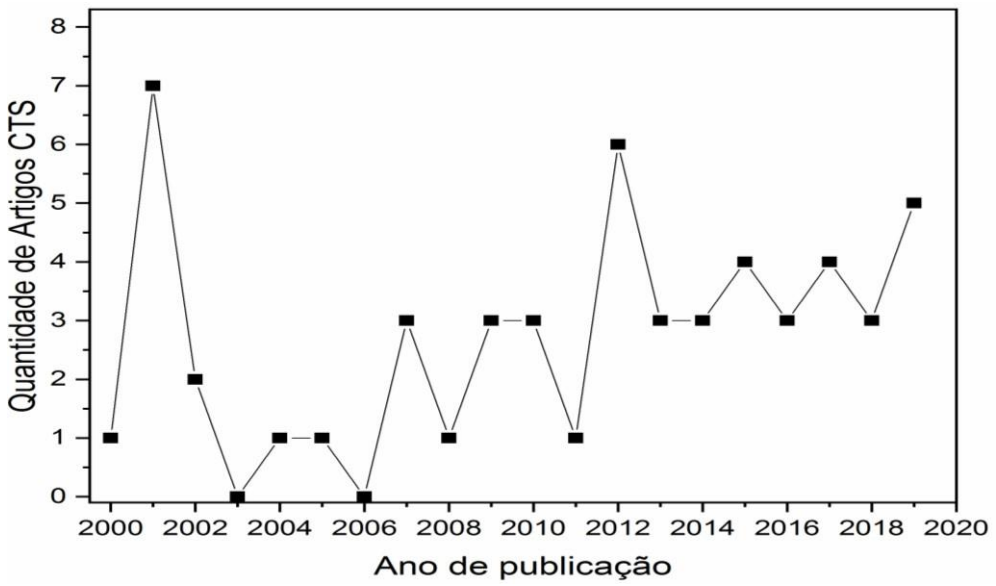


Figura 1 – Quantidade de Artigos CTS por ano de publicação.

4.3 Principais autores e referenciais

Identificamos os autores dos Artigos CTS e, também, as referências bibliográficas relacionadas com CTS presentes nesses artigos. Ao todo, identificamos 109 autores, sendo que 93 participaram como autores em apenas um Artigo CTS e 16 participaram como autores em mais de um Artigo CTS. Destacam-se com maior frequência nos Artigos CTS os seguintes autores: Walter Antonio Bazzo, Décio Auler (autores de 5 Artigos CTS), Wildson Pereira dos Santos e Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto Silveira (autores de 3 Artigos CTS). Destacam-se as seguintes referências bibliográficas: Bazzo (1998), citada em 13 Artigos CTS; Auler (2002), citada em 11 Artigos CTS, e Santos e Mortimer (2000), citada em 9 Artigos CTS.

Estes trabalhos destacam-se como referências relevantes citadas na maioria dos Artigos CTS em âmbito nacional. De modo geral, notamos que as referências mais citadas fornecem fundamentação inicial sobre essa temática.

4.4 Participações das Instituições de Ensino Superior

Na Tabela 2, apresentamos as Instituições de Ensino Superior com participação nos Artigos CTS. Observamos que os 54 Artigos CTS encontrados envolveram a participação de 30 instituições brasileiras e 5 instituições ibero-americanas. Destacamos que as instituições que mais participaram nas publicações de Artigos CTS são: a Universidade Federal de Santa Catarina e a Universidade Federal de Santa Maria. Estas instituições foram as pioneiras no desenvolvimento de trabalhos relacionados a abordagem CTS, a partir do final da década de 1990 e início dos anos 2000 (Bazzo, 1998; Auler & Delizoicov, 2001).

Tabela 2 – Instituições de Ensino Superior, classificadas por região e a quantidade de suas participações nos Artigos CTS.

Instituição de Ensino Superior	Quantidade de Participação nos Artigos CTS
Instituições Brasileiras	
Região Sul	
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) Pontifícia Universidade Católica (PUC-RS) Universidade Federal do Paraná (UFPR) Universidade Vale do Taquari (UNIVATES)	31
Região Sudeste	
Universidade Estadual Paulista (UNESP) Universidade de São Paulo (USP) Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) Universidade Cruzeiro do Sul (UNICSUL) Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF) Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET-RJ) Centro Universitário Serra dos Órgãos (UNIFESO) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ) Universidade Católica de Petrópolis (UCP) Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL) Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI) Universidade Federal Fluminense (UFF) Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) Universidade Federal de Viçosa (UFV)	28
Região Nordeste	
Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC) Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) Universidade Federal de Sergipe (UFS)	6

Região Centro-Oeste	
Universidade de Brasília (UNB) Universidade Federal de Goiás (UFG)	5
Região Norte	
Universidade Federal do Pará (UFPA)	2
Instituições Internacionais	
Universidade de Aveiro (Portugal) Universidad de Valladolid (Espanha) Instituto Piaget de Viseu (Portugal) Instituto Politécnico de Bragança (Portugal) Universidad Pedagógica Nacional (Colômbia)	7
Total	**79**

Verificamos que a quantidade de instituições brasileiras de ensino superior envolvidas nas publicações dos Artigos CTS não está distribuída de forma regular pelas regiões do país, sendo que a maioria das participações em publicações de Artigos CTS está concentrada nas regiões Sul e Sudeste. Embora a região Sudeste possua a maior quantidade de instituições (16) com publicações de Artigos CTS, possui 28 participações frente a 31 participações das 7 instituições da região Sul com publicações de Artigos CTS.

As 72 participações das 30 Instituições de Ensino Superior brasileiras no total de 54 Artigos CTS evidencia a existência de instituições brasileiras que realizaram mais de uma publicação de Artigo CTS e, também, a existência de algumas colaborações, com a participação de mais de uma instituição brasileira na publicação de um mesmo Artigo CTS. E as 7 participações das universidades internacionais demonstram colaborações ibero-americanas nas pesquisas relacionadas ao CTS.

4.5 Formação de professores para a prática pedagógica CTS

Dos 54 Artigos CTS, identificamos 31 que mencionam a formação de professores. Denominamos esses artigos por Artigos CTS - Formação de Professores. Na Figura 2, apresentamos uma comparação da quantidade total de Artigos CTS em relação à quantidade de Artigos CTS - Formação de Professores por ano de publicação.

Podemos observar pela Figura 3 que os 31 Artigos CTS - Formação de Professores seguem uma distribuição de publicação ao longo dos anos similar à distribuição dos 54 Artigos CTS, demonstrando que a preocupação com a formação de professores relacionada a abordagem CTS está presente desde o início das publicações dos Artigos CTS.

Classificamos os 31 Artigos CTS - Formação de Professores em 6 categorias de acordo com o enfoque do trabalho realizado. Para tanto, utilizamos como base o referencial de Análise de Conteúdo (Bardin, 2011).

Na categoria 1, classificamos os trabalhos que apenas discutem a abordagem CTS. Na categoria 2, classificamos os trabalhos que discutem currículos baseados na abordagem CTS. Na categoria 3, classificamos os trabalhos sobre a análise da abordagem CTS em livros didáticos. Na categoria 4, classificamos os trabalhos que investigam as concepções dos professores sobre a abordagem CTS. Na categoria 5, classificamos os trabalhos que apresentam propostas de ensino CTS. E na categoria 6, classificamos os trabalhos que refletem sobre a implementação da abordagem CTS em intervenções didáticas.

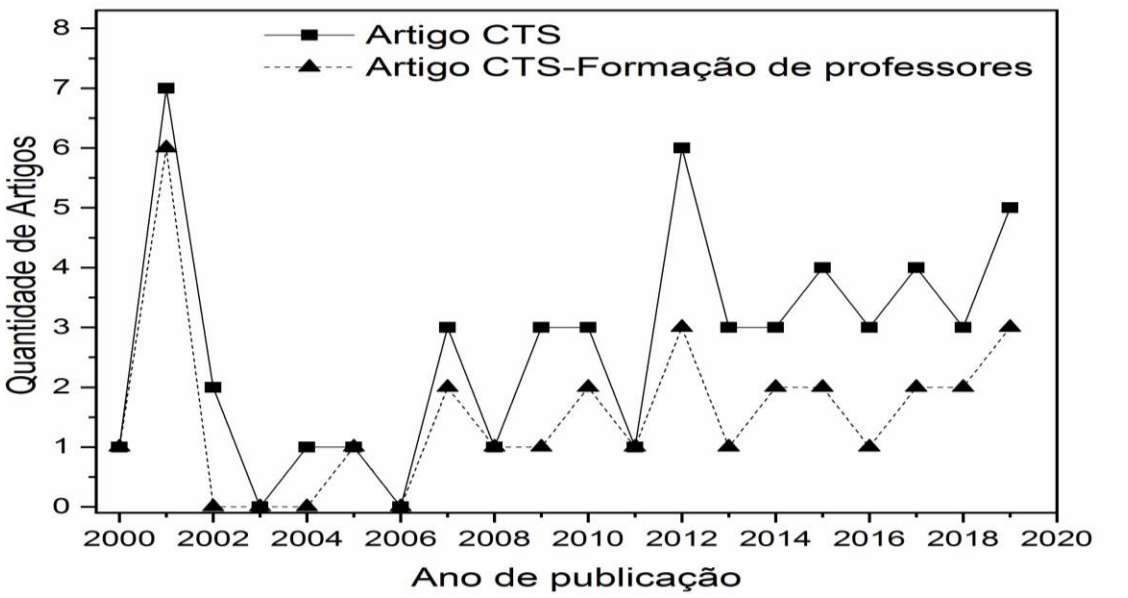


Figura 2 – Comparação da quantidade total de Artigos CTS em relação à quantidade de Artigos CTS – Formação de Professores por ano de publicação.

Na Tabela 3, apresentamos a quantidade de Artigos CTS – Formação de Professores classificados por categoria.

Tabela 3 - Quantidade de Artigos CTS - Formação de professores por categoria.

Categoria	Quantidade de Artigos CTS – Formação de professores
1 - Discussões sobre a abordagem CTS	5
2 - Currículos e CTS	9
3 - Livros didáticos e CTS	1
4 - Concepções dos professores sobre CTS	6
5 - Propostas de ensino CTS	6
6 - Implementações CTS no ensino	4

A classificação dos artigos em 6 categorias demonstra que o enfoque dos Artigos CTS – Formação de Professores é abrangente, compreendendo diversos aspectos da relação entre a abordagem CTS e a Formação de Professores, sendo que, a quantidade em cada categoria varia, de um a nove artigos.

Observamos que a Categoria 2 – Currículos e CTS possui a maior quantidade de Artigos CTS – Formação de Professores classificados, contendo nove artigos. Seguida das Categorias 4 – Concepções dos professores sobre CTS e 5 - Propostas de ensino CTS, que apresentam seis artigos classificados. A Categoria 1 – Discussões sobre CTS possui cinco artigos, a Categoria 6 – Implementações CTS no ensino possui quatro artigos e a Categoria 3 – Livros didáticos e CTS possui apenas um artigo classificado.

Para uma ampliação do entendimento sobre as contribuições de cada trabalho para a implementação da abordagem CTS na formação de professores, apresentamos a seguir os Artigos CTS – Formação de Professores, de acordo com a categorização anteriormente descrita.

Categoria 1 - Discussões sobre a abordagem CTS

Auler e Bazzo (2001), teceram reflexões para a implementação da abordagem CTS no contexto educacional brasileiro, âmbito do qual, segundo os autores, é necessário formar cidadãos científica e tecnologicamente alfabetizados, capazes de tomar decisões e desenvolver ações responsáveis. Para tanto, no artigo, são localizadas historicamente as

relações entre Ciência e Tecnologia e a Sociedade brasileira e indicados os impactos dessas relações para a educação escolar nacional.

Auler e Delizoicov (2001), apresentaram três mitos relacionados à concepção de neutralidade da Ciência e Tecnologia em busca de encaminhamentos para o Ensino de Ciências e o processo de formação de professores de Ciências, no sentido de contemplar as interações CTS. Segundo os autores, na perspectiva ampliada da Alfabetização Científica-Tecnológica (ACT), aproximações com o referencial freiriano podem contribuir para a superação desses mitos. Sendo que, no processo de formação de professores, a perspectiva problematizadora e dialógica permite estruturar um trabalho pedagógico com a finalidade de problematizar a visão dos licenciandos e licenciados sobre as relações CTS.

Malheiros (2012), apresentou uma revisão da literatura sobre modelagem matemática, na qual, citou o trabalho de Moutinho (2007) que apresenta relações entre a modelagem matemática e a perspectiva CTS, em uma disciplina de um curso de formação de professores de Física, como uma tendência que pode interligar o ensino da matemática e a educação científica, abordando os modelos matemáticos de uma maneira mais problemática. Reforçando que, trabalhar com essas duas tendências na licenciatura pode contribuir para uma formação de professores que tenha como um dos principais objetivos, atribuir significados à aprendizagem de seus futuros estudantes.

Sousa e Gehlen (2017), analisaram, entre outros aspectos, a relação dos trabalhos sobre questões sociocientíficas apresentados no Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) com a abordagem CTS. Os autores observaram a tendência dos trabalhos articularem a abordagem de Questões Sociocientíficas ao enfoque CTS, e um aumento desses trabalhos com foco na formação de professores, apresentando, entre outras preocupações, o desenvolvimento de discussões em torno de elementos sociocientíficos na formação inicial e continuada de professores, tendo em vista a influência das experiências do professor na sua prática pedagógica.

Saucedo e Pietrocola (2019), observaram que a abordagem de temas controversos associada a abordagem CTS tem apresentado diversos desdobramentos no contexto educacional, tendo na formação inicial, procurado compreender se os estudantes de graduação adquirem atributos para o ensino de temas polêmicos relativos ao domínio de conteúdo e à segurança para abordar aspectos éticos e morais, investigando a relação entre o desempenho docente e as concepções dos alunos, construindo atividades argumentativas e na formação continuada, definindo parâmetros para a formação e atuação docente que articulem as abordagens citadas, explorando o desenvolvimento de habilidades argumentativas e investigando o potencial de contextos locais para a geração de debates sociocientíficos.

Categoria 2 - Currículos e CTS

Santos e Mortimer (2000), discutiram criticamente os pressupostos de currículos com ênfase em CTS, fornecendo subsídios para a elaboração de novos modelos curriculares na área de ciências da natureza e suas tecnologias. Ressaltaram que a reforma curricular atual do Ensino Médio depende de um processo de formação continuada dos professores desenvolvendo sua capacidade de contextualizar os conteúdos científicos na perspectiva de uma formação cidadã.

Angotti e Auth (2001), descreveram os preceitos e inquietações da abordagem CTS, tendo como objetivo indicar alternativas para minimizar a fragmentação dos conhecimentos escolares. Os autores relatam a dificuldade de trabalhar com a abordagem CTS devido à formação fragmentada dos professores, ao ensino propedêutico em detrimento de uma formação para o mundo, excessiva carga horária dos professores com atividades de sala de aula e pouco tempo para planejamentos, reflexões e pesquisas que possam melhorar as suas limitações nos conteúdos e, principalmente, nas metodologias de ensino.

Curry e Bazzo (2001), propuseram uma reformulação no currículo das disciplinas de matemática de instituições de Ensino Superior, de modo a introduzir os preceitos da abordagem CTS, visando um aprofundamento nos debates sobre o papel da matemática no desenvolvimento das ciências e tecnologias, e principalmente, sobre as atitudes dos professores ao aplicar esses conhecimentos às suas práticas. A partir disso, os autores sugerem que a reformulação desses currículos com base na abordagem CTS pode proporcionar uma formação crítica aos futuros professores dessa disciplina.

Pinheiro et al. (2007), enfatizaram os pressupostos da abordagem CTS, chamando atenção para as mudanças que essa abordagem pode causar nos currículos escolares. Ressaltaram que os alicerces da abordagem CTS já estão previstos nos documentos oficiais da educação brasileira por meio das Leis de Diretrizes e Bases educacionais (LDB) e dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), e concluíram que as mudanças organizacionais, curriculares e metodológicas só serão possíveis com uma reformulação na formação dos professores visando uma maior participação e autonomia dos estudantes. Os autores ainda destacaram que existe a necessidade de se ampliar a inclusão de temas CTS na formação inicial e continuada dos professores, para que esses possam contribuir para a melhoria e inovação do ensino de ciências, visando conseguir uma alfabetização científica ajustada às necessidades atuais.

Lima Júnior et al. (2014), apresentaram um referencial para a análise das relações CTS baseado na obra "O Capital" de Karl Marx, na perspectiva de desenvolver currículos CTS na formação de professores que busquem uma posição crítica e consistente das relações de exploração que fundamentam o modo de produção capitalista. Os autores concluem que o referencial marxiano permite criticar os três mitos da neutralidade da ciência apontados por Auler e Delizoicov (2001) a saber: (1) a superioridade do modelo de decisões tecnocráticas; (2) a perspectiva salvacionista da C&T; (3) o determinismo tecnológico.

Roehrig e Camargo (2014), investigaram como a abordagem CTS no âmbito do ensino de ciências foi levada em consideração na construção das Diretrizes Curriculares de Física do estado do Paraná e constataram que mesmo sem a intenção proposital de inclusão da Educação CTS, o documento abarca alguns elementos que podem favorecer a sua inserção no planejamento docente. Neste sentido, por se tratar de um documento contemporâneo, os autores mencionaram que um estudo mais aprofundado das abordagens sugeridas nestas orientações poderia ter contribuído para a elaboração de um texto mais aberto a trabalhos que remetem à Educação com enfoque CTS nas DCE/PR de Física.

Roso et al. (2015), apresentam as reflexões de professores de Física em formação inicial a respeito da construção de currículos interativos baseados nos pressupostos de Paulo Freire, associados a abordagem CTS. Os resultados mostraram que os professores participantes se posicionam diante dos currículos escolares como algo a ser cumprido, buscando melhorar sua prática metodológica na execução de um currículo acabado. Os autores concluem que a implementação de currículos temáticos socialmente contextualizados contribui para o seu aprimoramento e para práticas interdisciplinares na área de Ciências da Natureza.

Roso e Auler (2016), fizeram uma análise sobre processos de definição e construção de currículos fundamentados em repercussões educacionais do movimento CTS, buscando responder como tem sido a definição e estruturação de currículos em práticas educativas realizadas no campo CTS. Os autores observaram que Paulo Freire é bastante mencionado nos trabalhos analisados, porém a essência do trabalho de Freire tem sido ignorada ou não explicitada nas práticas analisadas, sendo necessário que haja coerência dos currículos com os referenciais CTS. Assim, os autores ressaltam que as discussões sobre o currículo precisam ser reavivadas no âmbito da formação de professores, pois esse é um caminho central para as reformulações curriculares.

Almeida e Gehlen (2019), investigaram os propósitos educacionais de professores durante a seleção dos conteúdos programáticos embasados no referencial de investigação temática e na abordagem CTS. A identificação desses propósitos colaborou para a percepção dos autores de que a investigação temática pode direcionar a formação de professores e a construção de currículos humanizadores a partir do incentivo à autonomia e ao engajamento dos estudantes e professores diante das questões sociais e à articulação entre os processos de construção e execução de currículos.

Categoria 3 – Livros Didáticos e CTS

Fernandes et al. (2018), investigaram se os manuais escolares portugueses de Ciências Naturais do 6º ano de escolaridade exploravam os conteúdos científicos relacionando-os com a abordagem CTSA. Os resultados mostraram que o enfoque CTSA está incorporado nos manuais analisados, mas de forma insuficiente e pouco explorada. A investigação mostrou também que os professores não possuem uma concepção de ciência adequada e apresentam dificuldades em trabalhar as inter-relações CTSA. Os autores acreditam haver ainda um longo

caminho a percorrer, pela formação de professores, inicial e contínua, no sentido da desejada educação CTSA.

Categoria 4 – Concepções dos professores sobre CTS

Gouvêa e Leal (2001), apresentam um paralelo entre a educação formal escolar e a educação não formal em um museu para verificar a proximidade do ensino de ciências com a abordagem CTS. Ao final dessa experiência, as autoras concluíram que é importante aprofundar os estudos sobre o movimento CTS, inserir cada vez mais a Ciência como agente integrante do desenvolvimento humano e cultural e também, amenizar a fragmentação do conteúdo curricular favorecendo uma perspectiva ampla das temáticas apresentadas aos alunos.

Muenchen e Auler (2007), analisaram, a partir de um curso de curta duração, os desafios enfrentados por professores que lecionam na Educação de Jovens e Adultos (EJA) no âmbito de intervenções curriculares que enfocam a abordagem CTS mediante temáticas contemporâneas. O objetivo foi identificar e discutir os posicionamentos dos professores frente à dificuldade em utilizar problemas de relevância social nas aulas e as dificuldades de implementação dessas temáticas na escola. A partir dessa atividade, percebeu-se que os professores limitam as mudanças em suas aulas apenas a um caráter metodológico, entretanto, os autores questionam se essas limitações ocorrem devido ao curso e seus desdobramentos ou da percepção tecnicista e memorística do ensino, evidenciando que a abordagem CTS pode contribuir para a melhora da formação docente.

Firme e Amaral (2008), investigaram como o processo formativo pode contribuir para ressignificar as concepções de professores sobre a abordagem CTS e de suas interrelações no ensino de ciências. A análise dos resultados mostrou que os professores possuem concepções diversas sobre a abordagem CTS e conferem em sua prática pedagógica maior relevância ao tratamento do conhecimento científico, em detrimento dos aspectos tecnológico e social dos temas discutidos. Os autores descreveram que o conhecimento sobre os pressupostos teóricos e metodológicos da abordagem CTS podem representar uma mudança na prática pedagógica dos professores, proporcionando reflexões sobre suas concepções de ensino e contribuindo para o planejamento de intervenções didáticas CTS a serem desenvolvidas em sala de aula.

Firme e Amaral (2011), analisaram como dois professores de química desenvolveram uma intervenção didática previamente planejada com enfoque CTS. Os autores identificaram obstáculos na prática docente desses professores nessa perspectiva de ensino, tais como, a dificuldade em articular adequadamente conceitos científicos com questões tecnológicas, associadas a um tema social relevante. Os autores ressaltaram que o planejamento foi importante para as ações dos professores na intervenção didática. Assim, considerando os obstáculos levantados na discussão, os autores apontam caminhos na tentativa de melhorar a abordagem CTS no Ensino de Ciências, como por exemplo, inclui-la nos processos de formação inicial e continuada de professores, incentivando que estes reflitam sobre suas práticas e que elaborem materiais didáticos em planejamentos prévios a suas intervenções didáticas que contemplem objetivos, estratégias de ensino, conceitos científicos e tecnológicos e tema social definido.

Silva e Carvalho (2012), identificaram concepções de licenciandos em Física em relação à temática ambiental por meio de material didático produzido por eles. As concepções apresentadas indicaram uma formação centrada nos conteúdos científicos sem contextualização com a realidade e dificuldades em vincular de forma aprofundada as causas dos problemas ambientais a diferentes contextos, principalmente no que remete à perspectiva CTS. Assim, os autores sugerem que a formação inicial possibilite a vivência dos alunos em processos educativos capazes de articular os conteúdos específicos a contextos que se relacionem, entre outros aspectos, a abordagem CTS.

Silva e Marcondes (2015), investigaram a apropriação de ideias mediadas em um curso de formação continuada de professores de Química após discussões sobre a abordagem CTS. A análise dos materiais produzidos mostrou que um pequeno número de professores ampliou o seu entendimento sobre temáticas CTS e evidenciou que eles reconhecem as interações entre Ciência e Sociedade. Entretanto, alguns professores mesmo manifestando entendimento, elaboraram materiais instrucionais com ideias consideradas simplistas. A construção dos materiais didáticos foi considerada uma alternativa para a formação de professores visando maior autonomia pedagógica e criticidade em relação ao livro didático.

Categoria 5 – Propostas de ensino CTS

Siqueira-Batista et al. (2010), investigaram o emprego da nanociência e nanotecnologia como temas para um Ensino de Ciências desenvolvido a partir da abordagem CTS. Os autores identificaram quatro eixos temáticos associados a questões referentes à saúde, ao meio ambiente, à ética e à política. Os autores sugerem que tais eixos temáticos poderiam ser usados como contexto em disciplinas como Biologia, Filosofia, Física, História, Química e Sociologia em uma abordagem interdisciplinar, proporcionando uma formação de professores reflexivos, que possam proporcionar espaços democráticos de debate em sala de aula.

Souza e Araújo (2010), investigaram a inserção de tópicos de Física Moderna no Ensino Médio, abordando radiações eletromagnéticas, a produção de raios-X e suas aplicações em diagnóstico e proteção radiológica numa proposta de readequação do currículo escolar, visando uma abordagem interdisciplinar entre a Física, Matemática e Biologia. A metodologia utilizada contemplou os pressupostos da aprendizagem significativa e da abordagem CTS, promovendo uma aprendizagem contextualizada, em que os conceitos científicos foram relacionados com os tópicos de Física estudados. Dessa forma, os autores destacaram a necessidade de se oferecer, na Formação de Professores, metodologias de ensino alternativas para o ensino de Física capazes de contribuir para a formação cidadã dos alunos.

Barbosa e Bazzo (2013), apresentam alguns documentários que podem promover debates de cunho CTS, tornando-se subsídios para auxiliar os professores que pretendem discutir as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade em suas aulas. Os documentários caracterizam-se como recursos para a elevação do pensamento crítico e postura cidadã dos professores, culminando em possíveis mudanças em cursos de formação inicial e continuada de professores.

Chiaro e Aquino (2017), investigaram como o potencial metacognitivo da argumentação propicia aos alunos a reflexão sobre seus pensamentos, mostrando um funcionamento ao nível metacognitivo necessário ao enfoque CTS em sala de aula, na perspectiva de incentivar e dar relevância a importância de interagir os estudos metacognitivos a abordagem CTS, nas propostas de ensino. Assim, os autores concluem que o funcionamento metacognitivo, a partir da argumentação, em sala de aula, possibilita a construção de conhecimentos e de indivíduos críticos e reflexivos, devendo ser incentivados também na formação de professores.

Cavalcanti et al. (2018), planejaram uma sequência didática sobre energia elétrica relacionando as suas dimensões epistêmica e pedagógica com os pressupostos CTS, considerando que a compreensão dessas dimensões pode contribuir na elaboração de planejamentos de ensino alternativos que possam proporcionar ao professor melhor percepção de ensino, explorando conceitos científicos a partir de temáticas relacionadas ao cotidiano dos alunos.

Oliveira e Gonçalves (2019), utilizaram a obra literária "Usina" do autor José Lins do Rego como contexto para promover um ensino de ciências a partir da abordagem CTS. Dentre os resultados, os autores descrevem que a obra pode colaborar para problematizar mitos relacionados ao desenvolvimento científico e tecnológico, fomentar debates sobre a tecnologia e seus impactos e discutir como o desenvolvimento científico pode influenciar na cultura dos indivíduos. Além disso, os autores destacam que a obra escolhida proporciona a formação de professores que trabalhem a diversidade étnico-racial, a cultura afro-brasileira, a cultura africana entre outras questões como recurso para a formação da criticidade e autonomia dos alunos.

Categoria 6 – Implementações CTS no ensino

Amorim (2001), analisou a construção do conhecimento escolar em aulas de biologia, nas quais, o professor desenvolveu temáticas relacionadas a abordagem CTS. Foi investigado como o conhecimento escolar interrelaciona-se com outros conteúdos culturais. Nesse trabalho, foi debatido que os processos de inovação curricular centrados nas características epistemológicas e de correção conceitual científica estão apresentados de forma insatisfatória nas construções do conhecimento escolar desenvolvidos durante essa pesquisa. Todavia, o autor descreve a sua concepção sobre as mudanças que podem ocorrer no modelo educacional atual para ampliar a percepção dos professores quanto ao ensino do conhecimento científico, propondo a utilização da abordagem CTS como um caminho para a incorporação de uma visão abrangente e cultural dos conteúdos ensinados.

Tenreiro-Vieira e Vieira (2005), sugeriram a construção de práticas pedagógicas com orientação CTS e relataram os impactos dessa proposta na formação de professores. Primeiramente, propuseram a reflexão sobre as teorias, práticas, crenças e ações dos professores que corroboram com a abordagem CTS no ensino de ciências. Após, foi proposta a construção e validação de materiais didáticos CTS pelos professores no Ensino Básico, que por fim, refletiram sobre os impactos da implementação dos materiais produzidos na aprendizagem dos alunos. Dessa forma, para os autores a formação de professores é essencial para que eles aprendam a desenvolver materiais CTS.

Cassiani e Von Linsingen (2009), apresentaram reflexões sobre atividades realizadas em turmas de oitava série de ciências de uma escola pública por licenciandos em Biologia, de modo a propiciar uma vivência aos licenciados a partir de intervenções didáticas pautadas na abordagem CTS. Os resultados foram discutidos de maneira a construir os sentidos socioculturais e ambientais do conhecimento científico contextualizado, importantes na formação inicial desses licenciandos. Os autores concluíram que é importante considerar o planejamento pedagógico, a epistemologia da ciência e a vivência em sala de aula para criar propostas metodológicas que busquem romper com as percepções naturalizadas de Ciência, Tecnologia, Sociedade e suas relações.

Mundim e Santos (2012), apresentam os resultados da aplicação de uma abordagem sociocientífica embasada na abordagem CTS, de modo a propiciar aos alunos que relacionarem os conhecimentos científicos com a sua vivência em aulas de ciências naturais no ensino fundamental. Dessa forma, os autores relataram uma melhora na percepção dos alunos quando estes são expostos a temas sociocientíficos, que por consequência, ocasionou um maior interesse, participação e compreensão dos estudantes frente aos conteúdos científicos explorados. Os resultados obtidos indicam que o uso de temas geradores sociocientíficos é uma estratégia na formação de professores bastante produtiva, pois articula o conteúdo científico com situações cotidianas em seu contexto social conforme apresentado nos PCN.

5. Discussão e Considerações Finais

A partir dos artigos encontrados e analisados nesta pesquisa bibliográfica, é possível constatar que as pesquisas na área CTS em âmbito nacional partilham da preocupação em formar cidadãos cientificamente e tecnologicamente alfabetizados, enfatizando a importância de abordar temas sociocientíficos na formação de professores (Aikenhead, 2006). A reforma curricular do Ensino Médio é vista como dependente da formação continuada dos professores para contextualizarem os conteúdos científicos, apresentando desafios que incluem a fragmentação do conhecimento na formação dos professores, carga horária excessiva de trabalho do professor e falta de tempo para planejamento (Santos, 2007).

Também é evidenciada a necessidade de uma maior coerência entre os currículos propostos e os referenciais CTS, bem como mais ênfase na formação docente e discussões curriculares, visto que os professores enfrentam dificuldades em utilizar problemas sociais relevantes nas aulas e implementar temáticas CTS, devido a uma abordagem tecnicista e falta de formação adequada (Santos & Mortimer, 2000).

Assim, as pesquisas destacam que a abordagem CTS pode melhorar a formação docente ao estimular reflexões sobre concepções de ensino, destacando a importância da contextualização dos conteúdos científicos com a realidade e a construção de materiais didáticos pelos professores, sendo que, a incorporação do CTS em suas práticas pedagógicas pode ampliar as suas percepções sobre o ensino de ciências, considerando aspectos socioculturais, ambientais e éticos (Cassiani & Von Linsingen, 2009).

Dessa forma, os estudos ressaltam que utilizar a abordagem CTS no ensino desperta maior interesse e compreensão dos alunos, facilitando o aprendizado, contribuindo para uma mudança no modelo educacional atual, ampliando a visão dos professores sobre o ensino de ciências e proporcionando uma educação mais contextualizada e relevante para os alunos (Firme & Amaral, 2011).

Portanto, por meio da realização deste trabalho, entendemos que é fundamental a articulação entre todas as categorias citadas na Tabela 3. Essa junção pode viabilizar o planejamento de materiais didáticos que contemplem temas sociais, possibilitando que as reflexões dos alunos sobre o conhecimento científico sejam contextualizadas, proporcionando assim a construção

de um currículo escolar CTS que favoreça a autonomia e maior participação dos estudantes no ambiente escolar.

A distribuição dos artigos nas diferentes categorias nos possibilitou observar que o desenvolvimento das pesquisas em Educação CTS incluem poucos trabalhos que se referem à prática CTS em sala de aula, resgatando as concepções e reflexões dos professores a respeito da análise da abordagem CTS em diferentes contextos.

Dessa forma, os apontamentos desses Artigos CTS – Formação de Professores nos levam a refletir que a abordagem CTS deve ser tratada como uma concepção de ensino inovadora e não apenas como um recurso metodológico complementar. A superação dessa visão da abordagem CTS como um recurso metodológico complementar pode vir a suprir as demandas educacionais atuais, atendendo às exigências estabelecidas pelos documentos oficiais da educação brasileira, de modo, a proporcionar um melhor desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem e, também, influenciar os novos currículos escolares, fomentando um ambiente crítico, reflexivo e mais igualitário na formação inicial e continuada dos professores.

Portanto, acreditamos que a Educação CTS só se concretiza de forma efetiva quando trabalhada no contexto da sala de aula, com sua execução ancorada em pesquisas teóricas sobre CTS e práticas que proponham novas abordagens CTS, que reflitam sobre currículo e analisem as concepções dos professores, com ampla difusão entre os pesquisadores e principalmente aos professores, seja em formação inicial ou continuada.

Referências Bibliográficas

Aikenhead, G. (1994). What is STS teaching? In: Solomon, J., & Aikenhead, G. STS education: international perspectives on reform. New York: Teachers College Press, 169-186.

Aikenhead, G. S. (2006). Science education for everyday life: Evidence-based practice. Teachers College Press.

Almeida, E. S., & Gehlen, S. T. (2019). Organização curricular na perspectiva Freire-CTS: propósitos e possibilidades para a educação em ciências. *Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências*, *21*.

Amorim, A. C. R. (2001). O que foge do olhar das reformas curriculares: nas aulas de biologia, o professor como escritor das relações entre ciência, tecnologia e sociedade. *Ciência & Educação*, *7* (1).

Angotti, J. A. P., & Auth, M. (2001). A. Ciência e tecnologia: implicações sociais e o papel da educação. *Ciência & Educação*, *7* (1).

Auler, D. (2002). *Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no contexto da formação de professores de ciências* [Tese de Doutorado,Universidade Federal de Santa Catarina].

Auler, D., & Bazzo, W. A. (2001). Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. *Ciência & Educação*, *7* (1).

Auler, D., & Delizoicov, D. (2001). Alfabetização científico-tecnológica para quê? *Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências*, *3* (2).

Barbosa, L. C. A., & Bazzo, W. A. (2013). O uso de documentários para o debate ciência-tecnologia-sociedade (CTS) em sala de aula. *Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências*, *15* (3).

Bardin, L. (2011). *Análise de conteúdo*. (70. ed.). Edições.

Bazzo, W. A. (1998). *Ciência, tecnologia e sociedade: e o contexto da educação tecnológica*. Editora da UFSC.

Cassiani, S., & Von Linsingen, I. (2009). Formação inicial de professores de Ciências: perspectiva discursiva na educação CTS. *Educar em Revista*.

Cavalcanti, M. H. S., RIbeiro, M. M., & Barro, M. R. (2018). Planejamento de uma sequência didática sobre energia elétrica na perspectiva CTS. *Ciência & Educação*, *24*.

Chassot, A. (2011). *Alfabetização Científica: questões e desafios para a educação*, (5. ed.). Unijuí.

Chiaro, S., & Aquino, K. A. S. (2017). Argumentação na sala de aula e seu potencial metacognitivo como caminho para um enfoque CTS no ensino de química: uma proposta analítica. *Educação e Pesquisa*, *43* (2).

Cury, H. N., & Bazzo, W. A. (2001). Formação crítica em matemática: uma questão curricular? *Bolema-Boletim de Educação Matemática*, *14* (16).

Delizoicov, D., Angotti, J. A., Pernambuco, M. M., & Silva, A. F. G. (2002). Ensino de Ciências: fundamentos e métodos. Cortez Editora.

Fernandes, I. M. B., Pires, D. M., & Iglesias, S. D. (2018). Perspectiva Ciência, Tecnologia, Sociedade, Ambiente (CTSA) nos manuais escolares portugueses de ciências naturais do 6° ano de escolaridade. *Ciência & Educação*, *24* (4).

Firme, R. N., & Amaral, E. M. R. (2008). Concepções de professores de química sobre ciência, tecnologia, sociedade e suas inter-relações: um estudo preliminar para o desenvolvimento de abordagens CTS em sala de aula. *Ciência & Educação*, *14* (2).

Firme, R. N., & Amaral, E. M. R. (2011). Analisando a implementação de uma abordagem CTS na sala de aula de química. *Ciência & Educação*, *17* (2).

Flick, U. (2009). *Introdução à Pesquisa Qualitativa*. (3. ed.). Artmed.

Godoy, A. S. (1995). Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. *Revista de administração de empresas*, *35*.

Gouvêa, G., & Leal, M. C. (2001). Uma visão comparada do ensino em ciência, tecnologia e sociedade na escola e em um museu de ciência. *Ciência & Educação*, *7* (1).

Imbernón, F. (2002). *Formação docente e profissional: formar-se para a mudança e a incerteza*. (3. Ed.). Cortez.

Lima, T. C. S. D., & Mioto, R. C. T. (2007). Procedimentos metodológicos na construção do conhecimento científico: a pesquisa bibliográfica. *Revista katálysis*, 10.

Lima-Júnior, P., Deconto, D. C. S., Andrella Neto, R., Cavalcanti, C. J. H., & Ostermann, F. (2014). Marx como referencial para análise de relações entre ciência, tecnologia e sociedade. *Ciência & Educação*, *20* (1).

Luján López, J. L., & López Cerezo, J. A. (1996). Educación CTS en acción: Enseñanza secundaria y universidade. In: González García, M. I., López Cerezo, J. A., & Luján Lopez, J. L. (Orgs). Ciência, Tecnologia y Sociedad: una introducioción al estudio social de la ciencia y la tecnología. Madrid: Editorial Tecnos S.A.

Malheiros, A. P. S. (2012). Pesquisas em Modelagem Matemática e diferentes tendências em Educação e em Educação Matemática. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, *26* (43).

Marcondes, M. E. R. (2008). Proposições metodológicas para o ensino de química: oficinas temáticas para a aprendizagem da ciência e o desenvolvimento da cidadania. *Revista Em Extensão*, *7* (1).

Monteiro, I. G. S., Silva, E. V., Rabelo, J. B., & Sá, R. A. (2015). *Ensino de Química e CTS: repercussão na formação de professor*. II Congresso Nacional de Educação, Campina Grande.

Muenchen, C., & Auler, D. (2007). Configurações curriculares mediante o enfoque CTS: desafios a serem enfrentados na educação de jovens e adultos. *Ciência & Educação*, *13* (3).

Mundim, J. V., & Santos, W. L. P. (2012). Ensino de ciências no ensino fundamental por meio de temas sociocientíficos: análise de uma prática pedagógica com vista à superação do ensino disciplinar. *Ciência & Educação*, *18* (4).

Oliveira, D. Q., & Gonçalves, F. P. (2019). Usina: articulaciones entre enseñanza, literatura e interacciones entre Ciencia, Tecnología y Sociedad. *Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências*, *21*.

Pinheiro, N. A. M., Silveira, R. M. C. F., & Bazzo, W. A. (2007). Ciência, tecnologia e sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. *Ciência & Educação*, *13* (1).

Roehrig, S. A. G., & Camargo, S. (2014). Educação com enfoque CTS em documentos curriculares regionais: o caso das diretrizes curriculares de física do estado do Paraná. *Ciência & Educação*, *20* (4).

Roso, C. C., Santos, R. A., Rosa, S. E., & Auler, D. (2015). Currículo temático fundamentado em Freire-CTS: engajamento de professores de física em formação inicial. *Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências*, *17* (2).

Roso, C. C., & Auler, D. (2016). A participação na construção do currículo: práticas educativas vinculadas ao movimento CTS. *Ciência & Educação*, *22* (2).

Santos, W. L. P. (2007). Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. Revista brasileira de educação, 12, 474-492.

Santos, W. L. P. (2011). Significados da educação científica com enfoque CTS. In: Santos, W. L. P., & Auler D. (Org.). CTS e educação científica: desafios tendências e resultados de pesquisa. Brasília: Editora Unb.

Santos, W. L. P., & Mortimer, E. F. (2000). Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (ciência-tecnologia-sociedade) no contexto da educação brasileira. *Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências*, *2* (2).

Santos, W. L. P., & Schnetzler, R. P. (2010). *Educação em Química: compromisso com a cidadania*. (4. ed.). Unijuí.

Saucedo, K. R. R., & Pietrocola, M. (2019). Características de pesquisas nacionais e internacionais sobre temas controversos na Educação Científica. *Ciência & Educação*, *25* (1).

Silva, E. L., & Marcondes, M. E. R. (2015). Materiais didáticos elaborados por professores de química na perspectiva CTS: uma análise das unidades produzidas e das reflexões dos autores. *Ciência & Educação*, *21* (1).

Silva, L. F., & Carvalho, L. M. (2012). A temática ambiental e as diferentes compreensões dos professores de física em formação inicial. *Ciência & Educação*, *18* (2).

Siqueira-Batista, R., Silva, L. M., Souza, R. R. M., Prado, H. J. P., Silva, C. A., Rôças, G., Oliveira, A. L., & Helayel Neto, J. A. (2010). Nanociência e nanotecnologia como temáticas para discussão de ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. *Ciência & Educação*, *16* (2).

Sousa, S. P., & Gehlen, S. T. (2017). Questões sociocientíficas no ensino de ciências: algumas características das pesquisas brasileiras. *Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciência*, *19*.

Souza, F. L. (2012). Uma Contribuição teórica da utilização da abordagem CTS no ensino de ciências. *Amazônia-Revista de Educação em Ciências e Matemática*, *9* (17).

Souza, A. J., & Araújo, M. S. T. (2010). A produção de raios X contextualizada por meio do enfoque CTS: um caminho para introduzir tópicos de FMC no ensino médio. *Educar em Revista*, 37.

Strieder, R. B. (2012). *Abordagens CTS na educação científica no Brasil: sentidos e perspectivas* [Tese de Doutorado, Universidade São Paulo]. https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81131/tde-13062012-112417/pt-br.php

Tenreiro-Vieira, C., & Vieira, R. M. (2005). Construção de práticas didático-pedagógicas com orientação CTS: impacto de um programa de formação continuada de professores de ciências do ensino básico. *Ciência & Educação*, *11* (2).

3. ARTIGO 2: INSTRUMENTO METODOLÓGICO PARA A ELABORAÇÃO DE SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS CTS CONSTRUÍDO A PARTIR DE UM PROGRAMA DE RESIDÊNCIA PEDAGÓGIA EM QUÍMICA

METHODOLOGICAL INSTRUMENT FOR THE DEVELOPMENT OF STS DIDACTIC SEQUENCES BUILT FROM A PEDAGOGICAL RESIDENCY PROGRAM IN CHEMISTRY

Resumo:

Este trabalho apresenta um instrumento metodológico para a elaboração de sequências didáticas com a abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), baseado nos trabalhos de Méheut e Psillos (2001; 2004) e Aikenhead (1994; 2003). O instrumento foi construído a partir da análise das SD CTS produzidas por discentes dos últimos períodos do curso de Licenciatura em Química durante o Programa Residência Pedagógica, subprojeto Química (2020–2022). Este instrumento metodológico pode ser utilizado na formação de professores (inicial e continuada), contribuindo na melhoria do seu planejamento de ensino e consequentemente da sua prática pedagógica para o ensino CTS. Este instrumento oferece tanto aos professores, quanto aos pesquisadores e estudantes da área de Ensino de Química/ Ciências uma estrutura concreta para a elaboração de SD CTS alinhadas com as diretrizes educacionais brasileiras, integrando os conteúdos com a realidade dos alunos no sentido de desenvolver sua responsabilidade social, criticidade e formação para a cidadania.

Palavras – Chave: CTS, Sequência didática, Formação de professores, Planejamento de ensino, Instrumento metodológico.

Abstract

This paper presents a methodological tool for developing didactic sequences (DS) using the science, technology and society (STS) approach, based on the work of Méheut and Psillos (2001; 2004) and Aikenhead (1994; 2003). The tool was built based on the analysis of DS STS produced by students from the last periods of the Chemistry degree course during the Pedagogical Residency Program (2020-2022). This methodological tool can be used in teacher training, helping to improve their teaching planning and consequently their pedagogical practice for STS teaching. This tool offers teachers, researchers and students in the field of chemistry/science teaching a concrete structure for developing DS STS in accordance with Brazilian educational guidelines, integrating the content with the students' reality in order to develop their social responsibility, criticality and training for citizenship.

Keywords: STS, Didactic sequence, Teacher training, Teaching planning, Methodological tool.

1. Introdução

As investigações realizadas no âmbito do Ensino de Ciências nas últimas décadas demostram que o processo de ensino e aprendizagem vem enfrentando dificuldades em conectar objetivos, conteúdos e estratégias com a realidade social dos alunos, desfavorecendo assim uma formação para a cidadania (SANTOS; SCHNETZLER, 2010).

Essa abordagem desconectada pode resultar em uma falta de engajamento e relevância percebida pelos alunos em relação ao que estão aprendendo e promove uma reflexão sobre a importância da contextualização do ensino, no sentido de torná-lo significativo e aplicável à vida dos alunos (AULER, 2003; PIETROCOLA, 1999).

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) no artigo 22 diz que "a educação básica tem por finalidade desenvolver o educando, assegurando-lhe a formação indispensável para o exercício da cidadania ..." (BRASIL, 1996, p.17), entretanto, entendemos que novas propostas curriculares precisam ser desenvolvidas para que esse objetivo possa ser alcançado.

Todavia, nota-se a dificuldade dos professores, em especial no Ensino de Ciências, em fundamentar as suas práticas educacionais de maneira a estabelecer um ensino contextualizado no sentido do seu aprimoramento e readequação diante das demandas que a sociedade impõe.

A partir desse ponto de vista, uma maneira de promover o conhecimento científico e a reflexão crítica sobre a realidade dos alunos é utilizar metodologias de ensino inovadoras que oportunizem uma atuação ativa destes no processo de ensino e aprendizagem, que englobe não só o conhecimento, mas também, sua contextualização e experimentação (BRASIL, 2017).

Dessa maneira, uma proposta para a superação dessas dificuldades pode ser encontrada na abordagem CTS que propõem a inserção de programas de ensino na educação básica e superior com características que visam aproximar os conteúdos de Ciências com a realidade dos alunos, além de promover um currículo que possibilite o desenvolvimento da sua responsabilidade social por meio de tomadas de decisões que colaborem para a sua formação crítica (AIKENHEAD, 1994).

Assim, conscientes do papel das licenciaturas na formação docente e das possibilidades da utilização da abordagem CTS, concordamos com Imbernón (2002) quando diz que as condições impostas pela sociedade atual refletem no meio acadêmico a urgência de mudanças nos cursos de formação inicial e continuada de professores.

Nessa perspectiva, no contexto da Política Nacional de Formação de Professores, a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) a partir da portaria GAB n°38, de Fevereiro de 2018, efetivou o Programa de Residência Pedagógica com a finalidade de apoiar Instituições de Ensino Superior (IES) na implementação de projetos inovadores que estimulem a articulação entre teoria e prática nos cursos de licenciatura, conduzidos em parceria com as redes públicas de educação básica (CAPES, 2018).

Esse projeto tem como objetivo,

> [...] aperfeiçoar a formação dos discentes dos cursos de licenciatura, por meio do desenvolvimento de projetos que fortaleçam o campo da prática e que conduzam o licenciando a exercitar de forma ativa a relação entre teoria e prática profissional docente [...]. Além disso, há a preocupação em promover a adequação dos currículos e das propostas pedagógicas dos cursos de formação inicial de professores da educação básica às orientações da Base Nacional Comum Curricular. (CAPES, 2018, p.1).

Neste trabalho temos como objetivo apresentar um instrumento metodológico para a construção de Sequências Didáticas (SD) com a abordagem CTS com base nas reinterpretações dos referenciais teóricos de SD a partir dos trabalhos de Méheut e Psillos (2001; 2004) e da abordagem CTS a partir dos trabalhos de Aikenhead (1994; 2003) que possa auxiliar

licenciandos e professores a desenvolver aulas alinhadas com as diretrizes educacionais brasileiras, que promovam a formação de alunos críticos e cidadãos conscientes e que contribua para a melhoria da prática pedagógica de professores.

2. CTS na formação de professores

Um dos objetivos da abordagem CTS é ressignificar os currículos, que muitas vezes, na visão dos alunos são considerados tediosos e irrelevantes por não estimularem a criatividade e a participação (AIKENHEAD, 1994). Santos (2007) reforça que não se trata de simplificar currículos, mas sim de ressignificá-los socialmente, problematizando o conteúdo.

Dessa forma, a introdução da abordagem CTS no ensino é relevante para a formação do aluno na educação básica, assim como nos cursos de licenciatura para que os futuros professores tenham maiores condições de relacionar o conhecimento científico com temas socialmente contextualizados, provocando reflexões e questionamentos a respeito das implicações tecnológicas na sociedade (MONTEIRO *et al*., 2015).

Quanto à formação específica para professores, Santos e Mortimer (2000) apontam que a inserção da abordagem CTS na estrutura curricular dos cursos de licenciatura torna-se importante e urgente, uma vez que tal abordagem diferencia e promove qualidade ao processo de ensino e aprendizagem. Assim, essa abordagem pode estar presente na formação inicial e continuada do professor e, também, em todos os níveis escolares, do ensino fundamental ao ensino superior, para que essa nova percepção pedagógica possa alcançar o seu espaço no processo de inclusão social.

Na mesma perspectiva, Auler (2003) descreve que o enfoque CTS não pode ser interpretado como um conteúdo curricular, sendo que o professor precisa saber implementar situações de ensino que articulem teoria e prática no processo de aprendizagem de forma a priorizar a prática do questionamento reflexivo crítico por meio de situações problema do cotidiano e de relevância social.

A prática reflexiva dos professores pressupõe que dominem os conteúdos que ensinam e os contextualizem de forma a se conectarem com as dimensões culturais, políticas e sociais do ambiente em que são aplicados. Além disso, requer que esses profissionais tenham a capacidade de refletir sobre questões do seu cotidiano e agir sobre elas, não apenas resolvendo problemas imediatos, mas ampliando sua reflexão para uma compreensão mais abrangente da realidade social (SOUZA, 2012).

A partir de uma pesquisa bibliográfica sobre a abordagem CTS realizada por Cavalcanti, Sorpreso e Barro (2024) é possível notar que essa abordagem está bem difundida no Brasil em diversas áreas. Também foi possível perceber que não há muitos relatos sobre a utilização de SD com abordagem CTS, no sentido de auxiliar na mudança de concepção didática dos futuros professores, licenciandos em química, capacitando-os para uma nova percepção de ensino, na qual, o planejamento e a execução da sua prática pedagógica favoreçam uma maior atuação dos alunos na construção dos conteúdos e atividades que contribuam para uma melhoria no processo de ensino e aprendizagem.

Contudo, é importante compreender que no âmbito da abordagem CTS há a preocupação com a preparação dos alunos para as demais etapas educacionais, porém, atribui-se maior relevância para a formação cidadã, de maneira a capacitá-los para participarem ativamente nas decisões sociais (STRIEDER, 2012).

Schnorr e Rodrigues (2014) descrevem que o escopo central da Educação CTS é desenvolver a alfabetização científica e tecnológica, auxiliando o aluno na construção de conhecimentos, habilidades e valores que favoreçam a tomada de decisão na resolução de questões sobre ciência e tecnologia. Em termos pedagógicos, isso significa romper com um ensino tradicional, buscando um currículo que apresente conhecimentos científicos em um contexto relacionado ao aluno, promovendo a sua participação e a sua capacidade de discussão

acerca de um assunto, proporcionando a formação de um aluno crítico que compreenda a base científica das inovações tecnológicas (SANTOS; MORTIMER, 2000).

Dessa forma, em uma tentativa de construir um currículo CTS, Aikenhead (1994) propõem que este possa ser caracterizado pela forte valorização da contextualização, relacionando conteúdos de ciências com a realidade social dos alunos, favorecendo a formação para a cidadania e a tomada de decisão diante de questões envolvendo a tríade CTS.

Para compor as estratégias de ensino, Aikenhead (1994) sugere que o ensino CTS pode ser organizado em uma sequência de eventos que favoreça o entendimento dessa abordagem. O ensino CTS deve ser iniciado no campo da sociedade com uma proposta social chave que ocasione o desenvolvimento de conhecimentos tecnológicos em função das necessidades de se compreender os problemas sociais. Consequentemente, a junção entre sociedade e tecnologia cria a necessidade de compreendermos os aspectos científicos que possibilitam ao final do processo retornar ao domínio da sociedade em condições de tomar decisões, tendo como fundamentos uma compreensão aprofundada da ciência e uma compreensão relevante da tecnologia, além de consciência ético/social do tema trabalhado.

Com tais características, o ensino CTS nos remete a um conhecimento socialmente construído, orientado para que o aluno enfatize os fatos, habilidades e conceitos básicos da ciência tradicional, integrando esse conteúdo em contextos sociais e tecnológicos significativos (AIKENHEAD, 1994).

3. Sequências Didáticas CTS

Sequência Didática (SD) é um tema atual e relevante no Ensino de Ciências, porém a falta de aplicação de referenciais teóricos nas suas elaborações, avaliações e aplicações dificulta a sua legitimação.

Os trabalhos que envolvem SD no âmbito da pesquisa em Ensino de Ciências apresentam definições muito gerais e limitadas sobre o que é uma SD. Zabala (1998) é recorrentemente citado, o qual define uma SD como um conjunto de atividades ordenadas e estruturadas para alcançar objetivos educacionais específicos, conhecidos por professores e alunos.

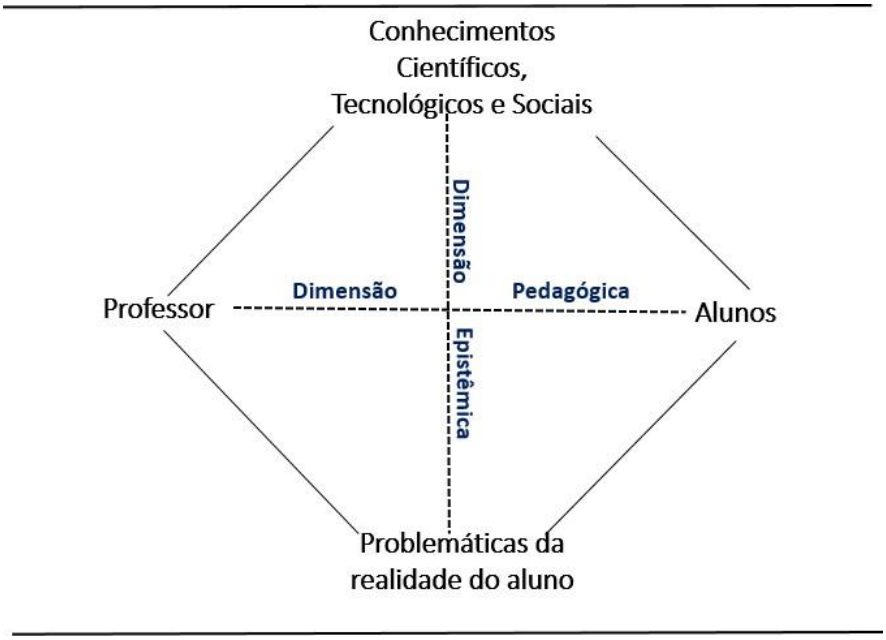
Internacionalmente, as pesquisas na área de Ensino de Matemática e Ciências, de modo geral, se baseiam na didática francesa, especialmente nos trabalhos de Méheut e Psillos (2004).

No Brasil existem trabalhos que apresentam algumas metodologias para elaborar e validar SD no Ensino de Ciências (GIORDAN; GUIMARÃES; MASSI, 2011). Destacando-se o Processo de Elaboração, Aplicação e Reelaboração (EAR) (GIORDAN; GUIMARÃES, 2012) e a Sequência Didática Interativa (OLIVEIRA, 2013).

É importante destacar que nenhum desses trabalhos apresenta conexão com o referencial CTS. Além disso, a organização CTS proposta por Aikenhead (1994) não permite uma transposição direta para a prática do professor, pois oferece apenas um encaminhamento teórico dessa abordagem, sem mencionar uma proposta efetiva para sua aplicação no planejamento de aulas. Com o objetivo de transpor o referencial CTS para uma elaboração prática do professor, propomos uma adaptação do referencial teórico/metodológico de Sequência Didática (SD), proposto por Méheut e Psillos (2004), para contemplar o ensino CTS.

Para tanto, adaptamos o modelo proposto por Méheut e Psillos (2004), denominado de "losango didático", para descrever o planejamento de uma SD CTS definidos por Aikenhead (1994), conforme a Figura 1.

Figura 1 – Organização esquemática para o planejamento de uma SD CTS.



Fonte: Adaptado de Méheut e Psillos (2004).

Esta proposta para o planejamento de SD CTS amplia a dimensão epistêmica apresentada por Méheut e Psillos (2004) por meio da interação do conhecimento científico com o mundo real, no sentido de conectar os conhecimentos científicos aos seus contextos tecnológicos e sociais, além de levar em consideração as problemáticas das realidades dos alunos, possibilitando a participação ativa do aluno no processo de ensino e aprendizagem, trazendo suas experiências para as aulas.

Na dimensão epistêmica os conhecimentos científicos, tecnológicos e sociais fornecem a base teórica e prática para compreender e solucionar as problemáticas relevantes para os alunos.

Na dimensão pedagógica são estabelecidos os recursos e as estratégias de ensino que serão utilizados pelo professor para tornar os alunos ativos e protagonistas durante o processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos curriculares, de forma a alcançar os objetivos estabelecidos na dimensão epistêmica.

A utilização de SD CTS tem como proposta organizar a prática pedagógica de modo a proporcionar uma apropriação de conhecimentos sobre a ciência, a tecnologia e a sociedade aos professores e posteriormente aos alunos, visando às preocupações cívicas e perspectivas culturais, ao desenvolvimento de habilidades de aprendizagem, tais como: a resolução de problemas e tomada de decisão e o desenvolvimento de valores e ideias que lidam com as interações CTS para a elucidação de questões envolvendo políticas públicas locais e globais.

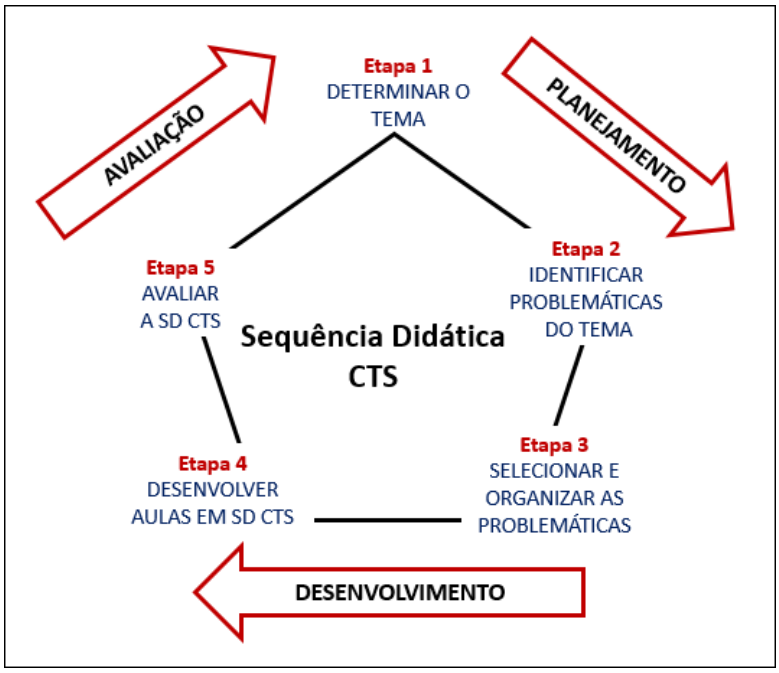
Podemos compreender a articulação entre os eixos Ciência, Tecnologia e Sociedade considerando que o conhecimento científico é um processo socialmente construído, limitado e validado pelas estruturas do mundo real (SANTOS; MORTIMER, 2000), que a tecnologia é uma organização advinda dos avanços tecnológicos e os seus impactos no desenvolvimento social (LINSINGEN, 2007), e a sociedade pode ser definida como a organização de indivíduos inseridos no mesmo sistema econômico de produção, distribuição e consumo, obedecendo certas leis, normas e costumes (VAZ; FAGUNDES; PINHEIROS, 2009).

4. Instrumento metodológico para a elaboração de SD CTS

O instrumento metodológico para a elaboração de SD CTS (Figura 2) foi construído a partir da análise das SD CTS produzidas durante as atividades do Programa Residência Pedagógica, subprojeto Química (2020-2022) que foi constituído por um núcleo contendo um professor orientador, dois preceptores, professores de Química da rede pública estadual de ensino básico de duas escolas de uma cidade do Sul do Estado de Minas Gerais e 16 discentes dos últimos três períodos do curso de Licenciatura em Química de uma Universidade do Sul de Minas Gerais, no qual, os residentes foram orientados pelo docente da Instituição de Ensino Superior (IES) a planejar, desenvolver e avaliar sequências didáticas CTS juntamente com os preceptores.

No sentido de elaborar este instrumento metodológico foi submetido ao Comitê de Ética dessa Instituição um projeto que foi aprovado, possibilitando o acesso aos dados secundários da referida edição do Programa Residência Pedagógica – Subárea: Química.

Figura 2 – Instrumento Metodológico para Planejamento, Desenvolvimento e Avaliação de SD CTS.



Fonte: do autor.

Este instrumento metodológico contempla os processos de planejamento, desenvolvimento e avaliação de uma Sequência Didática CTS em cinco etapas. O fluxo de processos delineado evidencia a interdependência dessas etapas, formando um ciclo contínuo.

O planejamento inicial (Etapas 1 e 2) conduz ao desenvolvimento detalhado da SD CTS (Etapas 3 e 4), que por sua vez é seguida pela sua avaliação (Etapa 5). As percepções obtidas na avaliação retroalimentam o planejamento, promovendo uma evolução constante e aprimoramento na elaboração de SD CTS.

A primeira etapa consiste em determinar um tema que possua relevância tanto científica quanto social.

A segunda etapa consiste em identificar problemáticas científicas, tecnológicas e sociais, com base em uma visão crítica e reflexiva sobre o tema em estudo.

A terceira etapa consiste na seleção e organização das problemáticas identificadas na segunda etapa, marcando o início do processo de desenvolvimento da SD baseada em um ensino CTS.

A quarta etapa consiste em desenvolver de forma detalhada as aulas da SD CTS a partir da organização das problemáticas científicas, tecnológicas e sociais, considerando suas dimensões epistêmicas e pedagógicas.

A quinta e última etapa consiste em realizar uma avaliação da SD CTS. Neste ponto, são avaliadas as dimensões epistêmicas e pedagógicas propostas, analisando se a SD CTS atende aos requisitos estabelecidos no questionário de avaliação das Dimensões Epistêmicas e Pedagógicas para uma SD CTS, refletindo sobre possíveis ajustes que possam aperfeiçoar o material didático desenvolvido. Avaliando-se a necessidade de retornar aos processos de planejamento e desenvolvimento para a realização de uma nova avaliação.

Assim, descrevemos a seguir de forma detalhada os aspectos que devem ser considerados em cada uma das cinco etapas deste instrumento metodológico.

Etapa 1: DETERMINAR O TEMA

Determinar um tema com relevância científica e social a partir de um conteúdo escolar a ser abordado em sala de aula. O tema deverá estar difundido na realidade do aluno, contribuindo para a sua participação ativa e também, proporcionar reflexão e criticidade, podendo aumentar o interesse de estudar o referido conteúdo.

Entretanto, o termo “difundido” é proposital, no sentido de que, há a necessidade do tema escolhido abranger um assunto de ampla relevância para os alunos e de ser um tema no qual o professor consiga vislumbrar mesmo que superficialmente aspectos científicos, tecnológicos e sociais.

Etapa 2: IDENTIFICAR PROBLEMÁTICAS CIENTÍFICAS, TECNOLÓGICAS E SOCIAIS DO TEMA

Identificar problemáticas científicas, tecnológicas e sociais a respeito do assunto do tema, verificando se as informações a serem pesquisadas e estudadas são acessíveis aos alunos. Nesse sentido, o professor precisa realizar uma pesquisa ampla sobre o assunto, de modo a elencar os aspectos científicos, tecnológicos e sociais (políticos, econômicos, ambientais, éticos entre outros) envolvidos no tema.

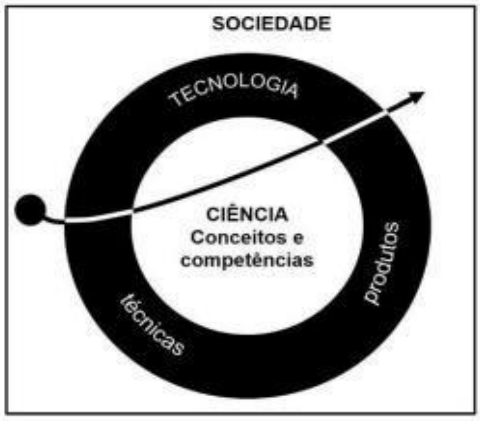
Discutir as perspectivas no sentido de fomentar a melhor resolução da problemática social, refletindo sobre as vantagens e desvantagens de cada resolução possível para o problema, que possam ser relevantes na promoção de um ensino crítico, reflexivo que proporcione a formação cidadã e a autonomia de pensamento dos alunos. Pesquisar também na parte dos aspectos científicos, como a problemática científica se relaciona com o problema social escolhido. Estabelecer também quais os conteúdos da disciplina ministrada (Química, Física, Biologia etc.) estão envolvidos na problemática escolhida e serão trabalhados com os alunos.

Etapa 3: SELECIONAR E ORGANIZAR AS PROBLEMÁTICAS PARA UM ENSINO CTS

Selecionar algumas das problemáticas propostas na etapa anterior que se adequem ao conteúdo curricular e a série de ensino na qual a SD será trabalhada. Em seguida, organizar as aulas a partir das etapas para um ensino CTS, propostas por Aikenhead (1994), ilustrada na Figura 3. Sendo que, primeiramente a problemática social é introduzida, logo após, a problemática tecnológica é apresentada, em seguida, a problemática científica é estudada em função do tema social e das tecnologias abordadas anteriormente. Depois, há uma retomada da problemática tecnológica em função da

problemática científica e por fim, a problemática social original é retomada em função das problemáticas científicas e tecnológicas.

Figura 3 –Sequência de etapas para um ensino CTS.



Fonte: Adaptado de Aikenhead (1994)

Etapa 4: DESENVOLVER AULAS EM SD CTS

Desenvolver cada aula da SD CTS a partir das suas dimensões epistêmicas e pedagógicas, conforme apresentado por Cavalcanti, Ribeiro e Barro (2018), no Quadro 1, seguindo as etapas para um ensino CTS estabelecidas anteriormente (Etapa 3).

Na dimensão epistêmica de cada aula são definidos os objetivos e os conteúdos em função da problemática da aula, no sentido de apresentar os conhecimentos relacionados ao tema, contribuindo para reflexões que permitam aos alunos desenvolverem a sua criticidade e tomadas de decisão.

Na dimensão pedagógica são estabelecidos os recursos e as estratégias de ensino que serão utilizados pelo professor para tornar os alunos ativos e protagonistas durante a aprendizagem dos conteúdos curriculares a serem trabalhados, de forma a alcançar os objetivos estabelecidos na dimensão epistêmica.

Após a delimitação da dimensão epistêmica é necessário descrever em cada aula os conhecimentos e informações que apresentam a problemática estabelecida. Justificar a importância de abordar essas problemáticas é fundamental, pois permite que os alunos compreendam a relevância do tema e a sua relação com o mundo ao seu redor. Uma justificativa bem elaborada requer um estudo aprofundado e uma descrição clara e detalhada, de modo que os alunos possam organizar e relacionar os conhecimentos trabalhados para formarem uma percepção crítica e reflexiva sobre as problemáticas.

Em seguida, é preciso descrever o objetivo em função das problemáticas e dos conteúdos da aula. Justificar a importância de trabalhar esse objetivo com clareza e profundida ajudarão os alunos a compreenderem a finalidade da aula e se envolverem mais ativamente no processo de ensino e aprendizagem.

Posteriormente, descrever de forma detalhada o conteúdo da aula em relação à problemática trabalhada e ao conhecimento associado, de forma a cumprir com o currículo escolar.

Após a delimitação da dimensão pedagógica é necessário descrever com detalhamento como os recursos e estratégias serão utilizados em cada momento da aula. A escolha dos recursos de ensino a serem utilizados em cada aula para apoiar o processo

de ensino e aprendizagem deve ser realizada pelo professor, podendo ser recursos: audiovisuais; tecnológicos; impressos; didáticos; ou humanos, entre outros.

Da mesma forma, as estratégias metodológicas que envolvem a organização do conteúdo, a dinâmica das aulas e as formas de interação do professor com os alunos e dos alunos com os alunos, como por exemplo, debates, estudos de caso, atividades práticas, entre outras, também serão definidas a partir do arcabouço teórico e das vivências educacionais do professor. Tais seleções são essenciais para estimularem a participação ativa e o engajamento dos alunos.

Quadro 1- Exemplo de organização de uma sequência didática CTS sobre energia elétrica.

Sequência Didática CTS	**Dimensão Epistêmica**			**Dimensão Pedagógica**
Aula	**Problemática**	**Objetivos**	**Conteúdo**	**Recursos e Estratégias**
1.Energia, Industrialização e Sociedade	O aumento da demanda energética no Brasil.	Debater as implicações do aumento da demanda de energia elétrica.	Inter-relação entre energia, industrialização e sociedade.	Apresentação de um vídeo que contribua para a compreensão da problemática inicial.
2. Produção de Energia Elétrica no Sul de Minas Gerais-MG	Os impactos socioambientais da produção de energia elétrica no Sul de Minas Gerais.	Comparar os impactos de usinas hidroelétricas com outras formas de produção de energia elétrica e compreender o funcionamento de um circuito elétrico.	Eletrodinâmica.	Uso de um simulador computacional para auxiliar na compreensão dos componentes de um circuito elétrico.
3. Armazenamento de Energia: Efeitos Ambientais	O descarte de dispositivos de armazenamento de energia elétrica.	Explanar o funcionamento das pilhas e os riscos do descarte indevido.	Reações de oxirredução.	Utilizar a experimentação investigativa como ferramenta para propiciar a cooperação entre os alunos, de maneira a compreender as reações redox.

Fonte: Cavalcanti; Ribeiro; Barro, (2018).

Etapa 5: AVALIAR A SD CTS

Avaliar a elaboração da sequência didática, analisando se a abordagem CTS foi apresentada de maneira satisfatória para cada aula. Para isso, desenvolvemos o Questionário de Avaliação das Dimensões Epistêmicas e Pedagógicas da SD CTS (Quadro 2 e 3), abreviada pela sigla ADEP-SDCTS, o qual permite avaliar alguns elementos que são fundamentais para a elaboração de SD CTS de acordo com os

referenciais adotados neste trabalho. Cabe analisar aqui também se as aulas estão possibilitando uma participação ativa dos alunos (protagonismo) durante as atividades propostas.

Dessa forma, apresentamos o questionário ADEP-SDCTS no sentido de contribuir para a verificação dos requisitos de uma SD CTS. De forma ampliada, entendemos que este questionário pode vir a contribuir para a avaliação de SD CTS por professores, pesquisadores e estudantes da área de Ensino de Química/ Ciências e por esse motivo, inserimos espaços no questionário que possam auxiliar o investigador a expressar o grau de concordância ou discordância com cada uma das afirmativas, com cinco possibilidades de resposta, de acordo com a escala Likert: Concordo (C), Concordo parcialmente (CP), Não concordo e nem discordo (NC/ND), Discordo parcialmente (DP) e Discordo (D) (LIKERT,1932).

Quadro 2 - Questionário de Avaliação da Dimensão Epistêmica para SD CTS.

Análise da Dimensão Epistêmica da Sequência Didática CTS					
	C	**CP**	**NC/ND**	**DP**	**D**
1. O tema da SD CTS tem relevância científica e social.					
2. O tema da SD CTS está difundido na realidade do aluno.					
3. A SD CTS contempla problemáticas que apresentam aspectos científicos, tecnológicos e sociais.					
4. As problemáticas apresentadas na SD CTS estão de acordo com a realidade vivida pelos alunos.					
5. As problemáticas apresentadas na SD CTS estão adequadas ao conteúdo do currículo estabelecido para a série escolar a ser aplicada.					
6. As problemáticas tecnológicas apresentadas na SD CTS possibilitam ao aluno compreender as inovações tecnológicas relacionadas ao tema trabalhado, caracterizando-as como um processo de produção social e científico.					
7. A problemática e o conteúdo propostos para cada aula da SD CTS permitem que os objetivos de ensino a serem alcançados sejam contemplados.					
8. A organização das problemáticas da SD CTS segue a ordem de etapas descritas por Aikenhead (1994) para um ensino CTS. Iniciando pela problemática social, seguida das problemáticas tecnológicas e científicas, sendo a problemática social retomada ao final em função das problemáticas científicas e tecnológicas.					

9. Na SD CTS, a apresentação dos conhecimentos relacionados ao tema contribui para reflexões que permitem aos alunos desenvolverem criticidade e tomada de decisão.					

Fonte: do autor.

Quadro 3 - Questionário de Avaliação da Dimensão Pedagógica para SD CTS.

Análise da Dimensão Pedagógica da Sequência Didática CTS					
	C	**CP**	**NC/ND**	**DP**	**D**
1. Os recursos didáticos e as estratégias de ensino escolhidos na SD CTS são adequados para alcançar os objetivos estabelecidos na dimensão epistêmica.					
2. Os recursos e as estratégias de ensino e aprendizagem escolhidos para a SD CTS permitem uma postura mediadora do professor.					
3. Os recursos e as estratégias de ensino e aprendizagem escolhidos para a SD CTS permitem um papel ativo (participante) do aluno.					
4. Os recursos e as estratégias de ensino e aprendizagem escolhidos contribuem aos alunos desenvolverem uma compreensão crítica sobre o tema trabalhado.					
5. Os recursos e as estratégias de ensino e aprendizagem escolhidos contribuem para que aos alunos desenvolverem tomadas de decisão.					
6. Os recursos e as estratégias de ensino e aprendizagem escolhidos contribuem para a formação cidadã dos alunos.					

Fonte: do autor.

Será considerada uma SD CTS adequada para seus fins educacionais apenas se as percepções obtidas, no preenchimento do questionário, em todas as afirmativas das dimensões epistêmicas e pedagógicas apresentarem grau de concordância dentro da escala Likert: Concordo (C) ou Concordo parcialmente (CP).

Caso contrário será necessário retomar ao instrumento metodológico para revisar as etapas dos processos de planejamento e desenvolvimento para a realização de uma nova avaliação da SD a fim de garantir que todos os critérios sejam contemplados para que a SD seja considerada SD CTS.

Ao fim de todo esses processos, entendemos que a SD CTS esteja apta a ser executada de maneira a se observar modificações necessárias para ajustá-la às necessidades de cada sala de aula.

5. Considerações Finais

A elaboração de SD CTS não é uma tarefa trivial, mas consequência de um esforço gradual e progressivo que pode ser trabalhada com professores por meio deste instrumento desde a sua formação inicial até a formação continuada, contribuindo na melhoria do seu planejamento de ensino e consequentemente da sua prática pedagógica para o ensino CTS.

Consideramos que o instrumento metodológico construído por meio deste trabalho oferece aos professores, pesquisadores e estudantes da área de Ensino de Química/ Ciências uma estrutura concreta para a elaboração de SD CTS alinhadas com as diretrizes educacionais brasileiras, integrando os conteúdos com a realidade dos alunos no sentido de desenvolver sua responsabilidade social, criticidade e formação para a cidadania.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo financiamento da pesquisa e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo financiamento ao Programa Residência Pedagógica.

Referências

AIKENHEAD, G. What is STS science teaching? *In:* SOLOMON, J.; AIKENHEAD, G. (org.). *STS education:* international perspectives on reform. ed. Teachers College Press, *1994. p. 47- 59.*

AIKENHEAD, G. STS Education: A Rose by Any Other Name. *In:* Cross, R. (ed.): *A Vision for Science Education:* Responding to the work of Peter J. Fensham. Routledge Falmer, *2003, p. 59-75.*

AULER, D. Alfabetização científico-tecnológica: um novo "paradigma"? *Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 5, n. 1, p. 68-83, 2003.

BRASIL. Ministério da educação. *Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional*. LDB nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, 1996.

BRASIL, Ministério da educação. *Base nacional comum curricular.* Brasília-DF: Ministério da educação, Secretaria de Educação Básica, 2017.

CAVALCANTI, M. H. S.; RIBEIRO, M. M.; BARRO, M. R. Planejamento de uma sequência didática sobre energia elétrica na perspectiva CTS. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 24, n. 4, p. 859-874, 2018.

CAVALCANTI, M. H. S.; SORPRESO, T. P.; BARRO, M. R. Formação de professores para a abordagem CTS na prática pedagógica: revisão de artigos em periódicos brasileiros Qualis A1 nas áreas de Educação e Ensino. *Indagatio. Didática*, Aveiro, v. 16, n. 2, 2024.

COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR (CAPES). *Portaria GAB n° 38*, de Fevereiro de 2018. Brasília: CAPES, 2018.

GIORDAN, M.; GUIMARÃES, Y. A. F.; MASSI, L. Uma análise das abordagens investigativas de trabalhos sobre sequências didáticas: tendências no ensino de ciências. *In:* ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8., 2011.

GIORDAN, M.; GUIMARÃES, Y. A. F. Estudo dirigido de iniciação à sequência didática**.** São Paulo: Universidade de São Paulo, 2012. (Material de disciplina de curso de especialização em ensino de ciências oferecido pelos autores à Rede São Paulo de Formação Docente – REDEFOR).

IMBERNÓN, F. *Formação docente e profissional: formar-se para a mudança e a incerteza*. 3. Ed. São Paulo: Cortez, 2002.

LIKERT, R. A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology*, Bethel Park, v. 22, n. 140, p. 1-55, 1932.

LINSINGEN, I. V. Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina. *Ciência & Ensino*, Piracicaba, v. 1, n. 1, p. 1-19, 2007.

MÉHEUT, M.; PSILLOS, D. Two aspects of the relations between research and development. *In:* INTERNATIONAL CONFERENCE ON SCIENCE EDUCATION RESEARCH IN THE KNOWLEDGE BASED SOCIETY, 3., 2001, Thessaloniki. Proceedings. Thessaloniki, 2001.

MÉHEUT, M.; PSILLOS, D. Teaching–learning sequences: aims and tools for science education research. *International Journal of Science Education*, Constanta, v. 26, n. 5, p. 515- 535, 2004.

MONTEIRO, I. G. S.; RABELO, J. B.; SILVA, E. V.; SÁ, R. A. Ensino de Química e CTS: repercussão na formação do professor. *In:* CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 2., 2015, Campina Grande. Anais [...]. Campina Grande, 2015.

OLIVEIRA, M. M. *Sequência didática interativa no processo de formação de professores*. Petrópolis: Vozes, 2013.

PIETROCOLA, M. Construção e realidade: o realismo científico de Mário Bunge e o ensino de ciências através de modelos. *Investigações em ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 4, n. 3, p. 213-227, 1999.

SANTOS, W. L. P. Contextualização no Ensino de Ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. *Ciência e Ensino*, Piracicaba, v. 1, número especial, 2007.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (ciência-tecnologia-sociedade) no contexto da educação brasileira. *Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 1-23, 2000.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. *Educação em Química: compromisso com a cidadania.* 4 ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2010.

SCHNORR, S. M.; RODRIGUES, C. G. História e filosofia do movimento ciência, tecnologia e sociedade (CTS) na educação e no ensino de ciências: um estudo bibliográfico. *ANPED SUL*, São Leopoldo, v. 10, 2014.

SOUZA, F. L. Uma Contribuição teórica da utilização da abordagem CTS no ensino de ciências. *Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemática*, Belém, v. 9, n. 17, p. 109-121, 2012.

STRIEDER, R. B. *Abordagens CTS na educação científica no Brasil: sentidos e perspectivas*. 2012. 283 f. Tese (Doutorado em Ensino de Física) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

VAZ, C. R.; FAGUNDES, A. B.; PINHEIRO, N. A. M. O surgimento da ciência, tecnologia e sociedade (CTS) na educação: uma revisão. *In:* SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 1., 2009, Curitiba, Anais [...], 2009.

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

4. ARTIGO 3: ANÁLISE DE SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS CTS ELABORADAS A PARTIR DE UM INSTRUMENTO METODOLÓGICO UTILIZADO EM UM PROGRAMA DE RESIDÊNCIA PEDAGÓGICA EM QUÍMICA

ANALYSIS OF STS DIDACTIC SEQUENCES BASED ON A METHODOLOGICAL TOOL USED IN A PEDAGOGICAL RESIDENCY PROGRAM IN CHEMISTRY

Resumo:

O uso de sequências didáticas CTS pode ajudar a integrar conteúdos curriculares com problemáticas científicas, tecnológicas e sociais, criando uma conexão com a realidade dos alunos. Neste trabalho são analisadas três sequências didáticas CTS produzidas pelos residentes pedagógicos de um Programa de Residência Pedagógica de Química de uma universidade federal brasileira do Sul de Minas Gerais, em dois momentos: apenas com o conhecimento adquirido durante a graduação sobre SD e CTS; e a partir da utilização do instrumento metodológico para elaboração de SD CTS, apresentado por Cavalcanti, Sorpreso e Barro (2024). A reelaboração das SD CTS utilizando o instrumento metodológico proposto resultou em uma integração mais eficaz dos aspectos Científicos, Tecnológicos e Sociais (CTS), aprimorando a estruturação e relevância das aulas. As dificuldades iniciais, como a desconexão entre os conteúdos e a falta de protagonismo dos alunos foram parcialmente superadas, demonstrando uma possibilidade de enriquecer a experiência educacional e incentivar a inclusão sistemática da abordagem CTS nos currículos de formação inicial de professores.

Palavras – Chave: CTS, Sequência Didática, Formação de Professores, Ensino de Química, Programa Residência Pedagógica

Abstract:

The use of STS teaching sequences can help to integrate curricular content with scientific, technological and social problems, creating a meaningful connection with the students' reality. This paper analyzes three STS didactic sequences produced by the pedagogical residents of a Chemistry Pedagogical Residency Program at a brazilian federal university in the south of Minas Gerais, in two stages of developing DS STS: in the first stage, using only the knowledge acquired during graduation about DS and STS; and in the second stage, using the methodological tool for developing DS CTS, presented by Cavalcanti, Sorpreso and Barro (2024). The re-elaboration of the DS STS using the proposed methodological tool resulted in a more effective integration of the Scientific, Technological and Social (STS) aspects, improving the structuring and relevance of the lessons. The initial difficulties, such as the disconnection between the contents and the students' lack of protagonism, were partially overcome, demonstrating the possibility of enriching the educational experience and encouraging the systematic inclusion of the STS approach in initial teacher training programs.

Keywords: STS, Didactic Sequence, Teacher Training, Chemistry Teaching, Pedagogical Residency Program.

1. Introdução

Na área de Educação em Ciências, pesquisas têm analisado o planejamento de atividades didáticas a partir de diferentes abordagens metodológicas e avaliado os seus impactos na aprendizagem, evidenciando a falta da utilização de teorias e abordagens de ensino claramente fundamentadas que levem em conta os contextos sociais dos alunos nessas atividades (SILVA; DEL PINO, 2010; ALVES, 2018).

Nessa perspectiva vários pesquisadores têm organizado o ensino por meio de planejamentos de sequências didáticas, sequências de ensino e aprendizagem, unidades didáticas, unidades de ensino, etc. (BEGO; ALVES; GIORDAN, 2019).

Giordan, Guimarães e Massi (2012) observaram que muitas pesquisas sobre sequências didáticas (SD) carecem de fundamentos teóricos claros para sua elaboração. Os autores apontam também a falta de uma terminologia uniforme para esses planejamentos de ensino, o que dificulta a busca, o acesso e a análise desses trabalhos na literatura.

De forma semelhante, Alves (2018), em uma revisão sistemática da literatura nacional, constatou a utilização de diversos termos sem referência a bases teóricas ou metodológicas específicas. A autora destaca que o uso desses termos muitas vezes resulta da popularização ou das experiências individuais de professores e pesquisadores, observando que as intervenções pedagógicas nas escolas, em sua maioria, não são baseadas em opções teórico-metodológicas bem definidas e intencionais.

Nesse sentido, como o foco deste trabalho é a sequência didática CTS, realizamos uma busca no Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), um dos maiores acervos científicos virtuais do governo brasileiro, no período de 2000 a 2024, e constatamos que dentre as 449 publicações relacionadas ao uso de sequências didáticas no ensino de química, 43 dessas publicações são referentes ao uso de sequências didáticas CTS, podendo observar que mais de 90% desses materiais não utilizaram um referencial teórico de SD para auxiliar na organização do ensino CTS apresentado.

Dessa forma, entendemos que o uso de sequências didáticas CTS, como estratégia para um planejamento de ensino elaborado por etapas, pode contribuir para a promoção de uma relação entre o conteúdo curricular e problemáticas científicas, tecnológicas e sociais da realidade dos alunos (CAVALCANTI; SORPRESO; BARRO, 2024).

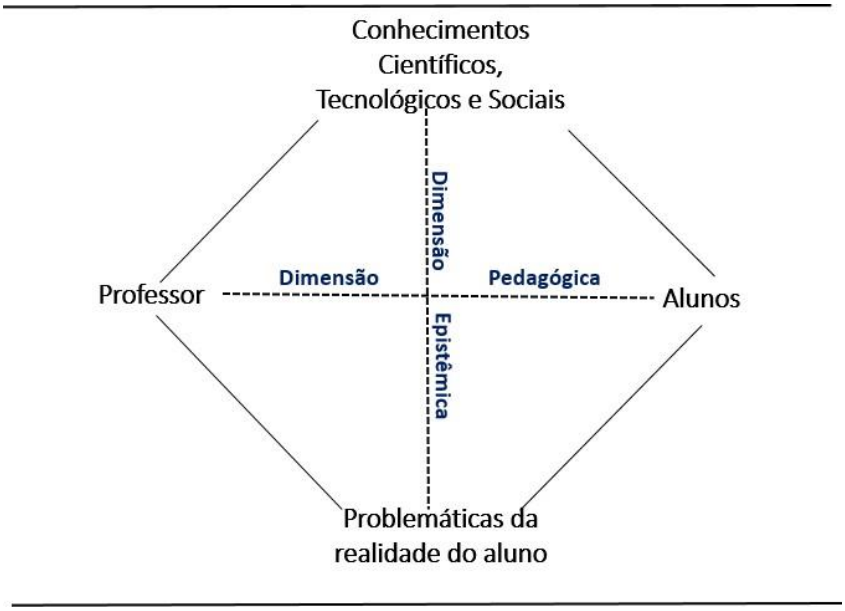
Assim, neste trabalho são analisadas três sequências didáticas CTS produzidas pelos residentes pedagógicos de um Programa de Residência Pedagógica de Química de uma universidade federal brasileira do Sul de Minas Gerais, em dois momentos de elaboração de SD CTS: no primeiro momento, apenas com o conhecimento adquirido durante a graduação sobre SD e CTS; e no segundo momento, a partir da utilização do instrumento metodológico para elaboração de SD CTS, apresentado por Cavalcanti, Sorpreso e Barro (2024).

2. Sequência Didática CTS

Sequência Didática CTS (SD CTS) pode ser definida como um conjunto de aulas ordenadas e estruturadas que proporcionem conectar os conteúdos científicos aos contextos tecnológicos e sociais a partir de problemáticas da realidade dos alunos, proporcionando-os uma participação crítica, reflexiva e ativa no processo de ensino e aprendizagem.

A organização da SD CTS pode ser descrita através do esquema apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Organização esquemática do planejamento metodológico de uma Sequência Didática CTS.



Fonte: Cavalcanti, Sorpreso e Barro (2024).

De acordo com a Figura 1, a organização esquemática do planejamento metodológico de uma Sequência Didática CTS é dividida em quatro segmentos básicos: professor, aluno, conhecimentos científicos, tecnológicos e sociais, e problemáticas da realidade do aluno.

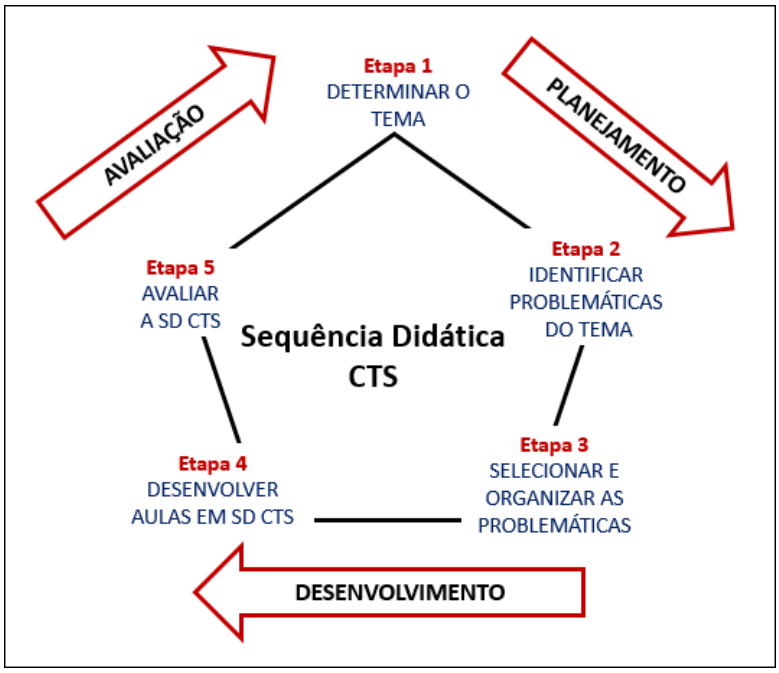
Na dimensão epistêmica os conhecimentos científicos, tecnológicos e sociais fornecem a base teórica e prática para compreender e solucionar as problemáticas relevantes para os alunos. As problemáticas da realidade do aluno são utilizadas como ponto de partida para tornar o conteúdo relevante.

Na dimensão pedagógica são estabelecidos os recursos e as estratégias de ensino que serão utilizados pelo professor para tornar os alunos ativos e protagonistas durante a aprendizagem dos conteúdos curriculares a serem trabalhados, de forma a alcançar os objetivos estabelecidos na dimensão epistêmica.

O instrumento metodológico proposto por Cavalcanti, Sorpreso e Barro (2024), conforme mostrado na Figura 2**,** possibilita a elaboração de SD CTS de modo a proporcionar uma apropriação de conhecimentos sobre a ciência, a tecnologia e a sociedade aos professores e posteriormente aos alunos, visando às preocupações cívicas e perspectivas culturais, ao desenvolvimento de habilidades de aprendizagem, tais como: a resolução de problemas e tomada de decisão e o desenvolvimento de valores e ideias que lidam com as interações CTS para a elucidação de questões envolvendo políticas públicas locais e globais.

Esse instrumento metodológico foi desenvolvido no sentido de integralizar, esclarecer e sugerir um encaminhamento para elaboração de SD CTS, de maneira que possa contribuir para estimular a sua utilização no planejamento de ensino e consequentemente, na prática pedagógica do professor.

Figura 2 – Etapas do Instrumento Metodológico para Planejamento, Desenvolvimento e Avaliação de Sequências Didáticas CTS.



Fonte: Cavalcanti, Sorpreso e Barro (2024).

Na etapa 1, o instrumento metodológico propõe inicialmente determinar um tema com relevância científica e social a partir de um conteúdo escolar a ser abordado em sala de aula. Na etapa 2, identificar problemáticas científicas, tecnológicas e sociais a respeito do assunto do tema, verificando se as informações a serem pesquisadas e estudadas são acessíveis aos alunos.

Na etapa 3, selecionar algumas das problemáticas propostas na etapa anterior que se adequem ao conteúdo curricular e a série de ensino na qual a SD será trabalhada e organizar as aulas a partir das etapas para um ensino CTS, propostas por Aikenhead (1994). Sendo que, primeiramente a problemática social é introduzida, logo após, a problemática tecnológica é apresentada, em seguida, a problemática científica é estudada em função do tema social e das tecnologias abordadas anteriormente. Depois, há uma retomada da problemática tecnológica em função da problemática científica e por fim, a problemática social original é retomada em função das problemáticas científicas e tecnológicas.

Na etapa 4, desenvolver e descrever detalhadamente cada aula da SD CTS a partir das suas dimensões epistêmicas e pedagógicas, conforme apresentado por Cavalcanti, Ribeiro e Barro (2018), seguindo as etapas para um ensino CTS estabelecidas anteriormente.

Na etapa 5, avaliar de modo geral, a elaboração da sequência didática, analisando se a abordagem CTS foi apresentada de maneira satisfatória para cada aula a partir do Questionário de Avaliação das Dimensões Epistêmicas e Pedagógicas de Sequência Didática CTS.

3. Contexto, percurso da pesquisa e procedimentos metodológicos

Os participantes do Residência Pedagógica foram os discentes, maiores de 18 anos, do curso de Licenciatura em Química de uma universidade do sul de Minas Gerais participantes do subprojeto Química dessa universidade.

O programa envolveu 16 alunos dos últimos períodos do curso de Licenciatura em Química, dois professores da rede pública como preceptores, que supervisionaram e auxiliaram

nas atividades nas escolas parceiras, e um professor do Instituto de Química da universidade como docente orientador, que coordenou o subprojeto e ajudou no planejamento, desenvolvimento e avaliação das Sequências Didáticas CTS.

De acordo com as ações didáticas desenvolvidas durante o subprojeto, os residentes foram divididos em três grupos, um para cada série do ensino médio. A partir dos seus conhecimentos sobre planejamento de ensino e a abordagem CTS adquiridos durante as disciplinas da graduação foram orientados a elaborarem uma sequência didática CTS relacionadas a temáticas sociais escolhidas pelos próprios grupos.

Após a primeira SD CTS elaborada, foram apresentados e discutidos pelo docente orientador os referenciais teóricos de Sequências Didáticas e da abordagem CTS. Além disso, foi discutido com os residentes um trabalho anteriormente publicado pelo docente orientador (CAVALCANTI, RIBEIRO, BARRO, 2018), que apresentou as suas percepções sobre a elaboração de Sequências Didáticas CTS.

Posteriormente, com o conhecimento dos referenciais teóricos de SD e CTS, os residentes, divididos nos mesmos três grupos anteriormente estabelecidos, reelaboraram e avaliaram a SD CTS inicialmente desenvolvida a partir das concepções do docente orientador a respeito do processo de elaboração de SD CTS embasadas nos referenciais teóricos adotados.

Após o término do projeto, em um contexto de pesquisa, um instrumento metodológico para a elaboração de SD CTS (Figura 2) foi construído (CAVALCANTI; SORPRESO; BARRO, 2024) a partir da análise das SD CTS produzidas durante as atividades desse Programa Residência Pedagógica, subprojeto Química (2020-2022).

Assim, as investigações apresentadas aqui são oriundas da análise integral das SD CTS produzidas ao longo do Programa Residência Pedagógica do governo brasileiro, Edital CAPES N° 1/2020 no período de outubro de 2020 a abril de 2022, devidamente autorizadas como dados secundários pelo Comitê de ética em pesquisa (processo 6.301.173).

Nesse trabalho, as SD CTS elaboradas foram analisadas e apresentadas a partir de uma estrutura organizacional elaborada por Silva e Marcondes (2015), identificando os componentes didáticos numa perspectiva CTS (Figura 3).

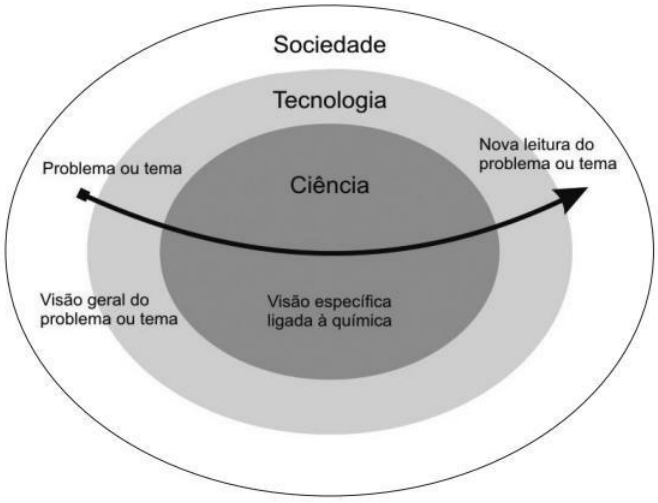
A estrutura descrita verifica primeiramente a se a presença de uma situação-problema ou tema, identificado pelo título da unidade e pela atividade de abertura, para determinar se há um tema específico ou uma problematização a ser abordada.

Em seguida, realiza-se uma visão geral do problema ou tema, analisando as informações que explicitam o assunto em questão e as relações com aspectos CTS que a unidade pode trazer em sua estrutura.

A terceira parte do processo envolve a verificação do conhecimento específico de Química abordado na unidade com o tema apresentado.

Por fim, realiza-se uma nova leitura do tema ou problema, examinando se a unidade didática retoma alguma discussão sobre o assunto, apresentando uma nova situação que amplia os entendimentos ou introduz uma nova situação provocativa com vistas à resolução do problema.

Figura 3 – Estrutura organizacional elaborada para identificar os componentes didáticos da sequência didática numa perspectiva CTS.



Fonte: Silva e Marcondes (2015).

4. Análise e Discussão das Sequências Didáticas CTS elaboradas pelos residentes

Os residentes, organizados em grupos, elaboraram três SD CTS, com os seguintes temas: Café; Vacinação no Brasil; e Descarte inadequado de pilhas e baterias.

Nas Figuras 4, 5 e 6 são apresentados os componentes correspondentes aos aspectos relacionados a Ciência, Tecnologia e Sociedade de cada sequência didática elaborada sem e com a utilização do instrumento metodológico para elaboração de SD CTS (CAVALCANTI; SORPRESO; BARRO, 2024). Também são indicadas nessas figuras as aulas nas quais os componentes foram apresentados através dos números apontados entre parênteses.

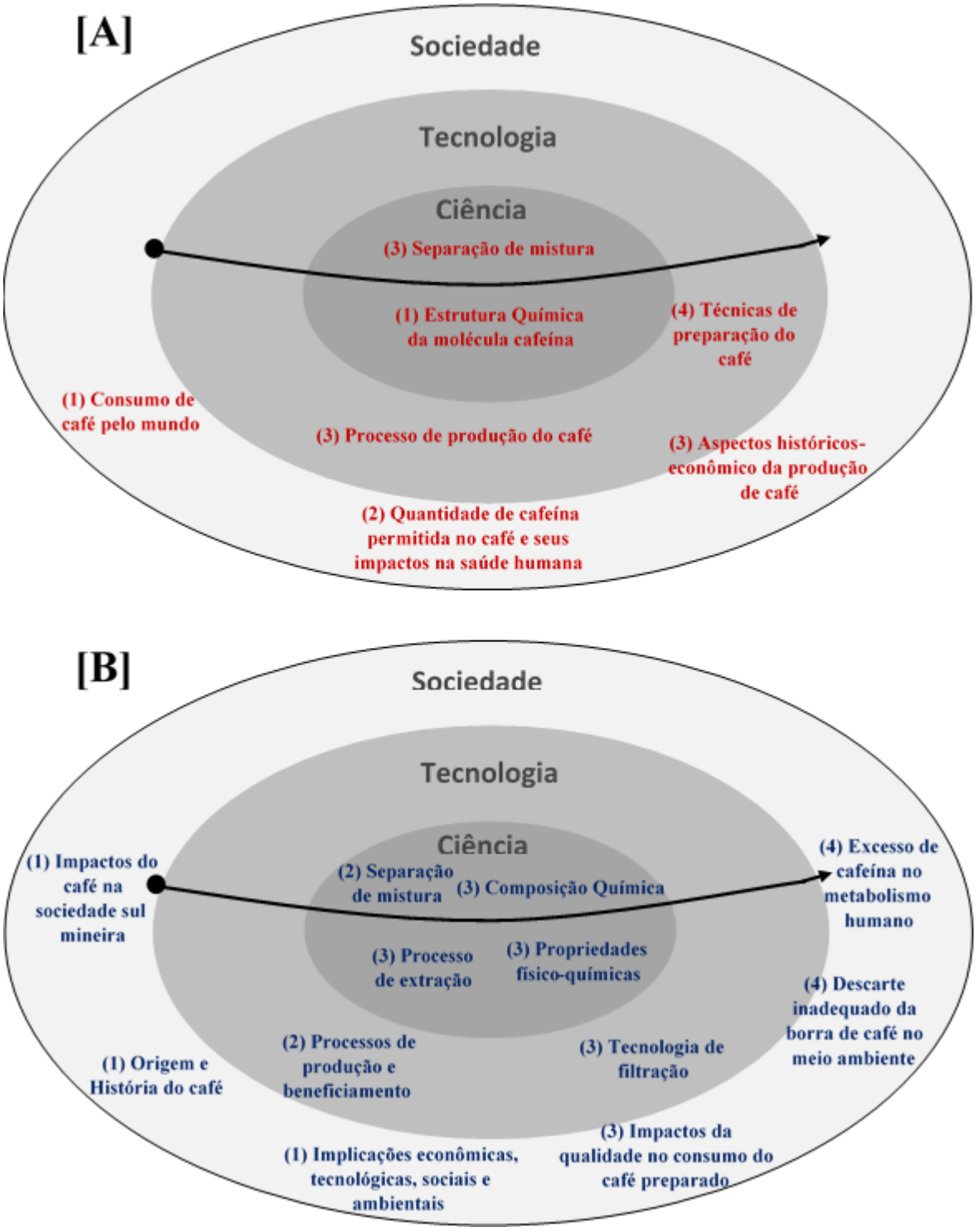
A análise da primeira SD CTS relacionada ao tema Café, elaborada com conteúdos que abrangem turmas do primeiro ano do ensino médio não apresentou, inicialmente, conforme a figura 4[A], um tema social que possibilitasse a sua problematização, pela qual os aspectos tecnológicos e científicos pudessem ser trabalhados durante o desenvolvimento das aulas e consequentemente não houve a retomada dessa problemática em sua finalização.

Todavia, essa SD trouxe diversos aspectos relacionados ao CTS, especialmente relacionado ao âmbito da sociedade. Na primeira aula foi discutido o consumo de café pelo mundo e apresentado a estrutura química da molécula de cafeína; na segunda aula foi discutido a dosagem de cafeína permitida em uma xícara de café e os seus impactos na saúde humana; na terceira aula foram apresentados os aspectos históricos e econômicos da sua obtenção, os processos de produção, com ênfase ao processo de separação de mistura; e na quarta e última aula foram apresentadas as técnicas de preparação do café.

A partir dessa análise interpretativa foi percebido que os residentes tiveram dificuldade em: 1) articular os conteúdos com o tema escolhido; (2) organizar os encaminhamentos metodológicos de cada aula; (3) planejar as sequências de aulas, acarretando em uma SD informativa, superficial, desconectada e voltada somente para o contexto do tema; (4) ensinar o conteúdo químico; e (5) transpor o conhecimento científico para a linguagem dos alunos.

Devido a essas dificuldades os residentes não conseguiram encaminhar às aulas de forma a articular a tríade CTS de maneira lógica e progressiva no desenvolvimento da SD.

Figura 4- Síntese dos componentes CTS apresentados na sequência didática sobre café. Em [A] SD apresentada sem a utilização do instrumento metodológico e em [B] SD apresentada com a utilização do instrumento metodológico.



***** os números apontados entre parênteses indicam a aula na qual o assunto foi apresentado.

Fonte: Elaborado pelos autores

A Figura 4 [B] apresenta a reelaboração da SD CTS relacionada ao tema Café, no qual,

os residentes pedagógicos utilizaram o instrumento metodológico proposto. A SD é iniciada a partir de uma questão social relacionada aos impactos do café na sociedade sul mineira. Na primeira aula é proposto trabalhar a origem e história do café, suas implicações econômicas, tecnológicas, sociais e ambientais; na segunda aula foram apresentados os processos de produção e de beneficiamento do café, com ênfase ao processo de separação de mistura; na terceira aula foram apresentados os impactos da qualidade no consumo do café preparado, suas tecnologias de filtração e a importância de se compreender as composições químicas, propriedades físico-químicas e processos de extração envolvidos em seu processamento; e na quarta aula foram discutidos o descarte inadequado da borra de café no meio ambiente e a questão social inicialmente apresentada foi retomada em torno da questão do efeito do excesso de cafeína no metabolismo humano.

A SD reelaborada apresentou um número maior de aspectos relacionados ao CTS de forma articulada entre os termos C-T-S, melhorando a estruturação das aulas, proporcionando aos residentes superarem as dificuldades apresentadas na SD elaborada anteriormente. Foi observado também um aumento expressivo de aspectos CTS, distribuídos no decorrer das aulas, contribuindo para um desenvolvimento mais robusto do tema ao longo da SD.

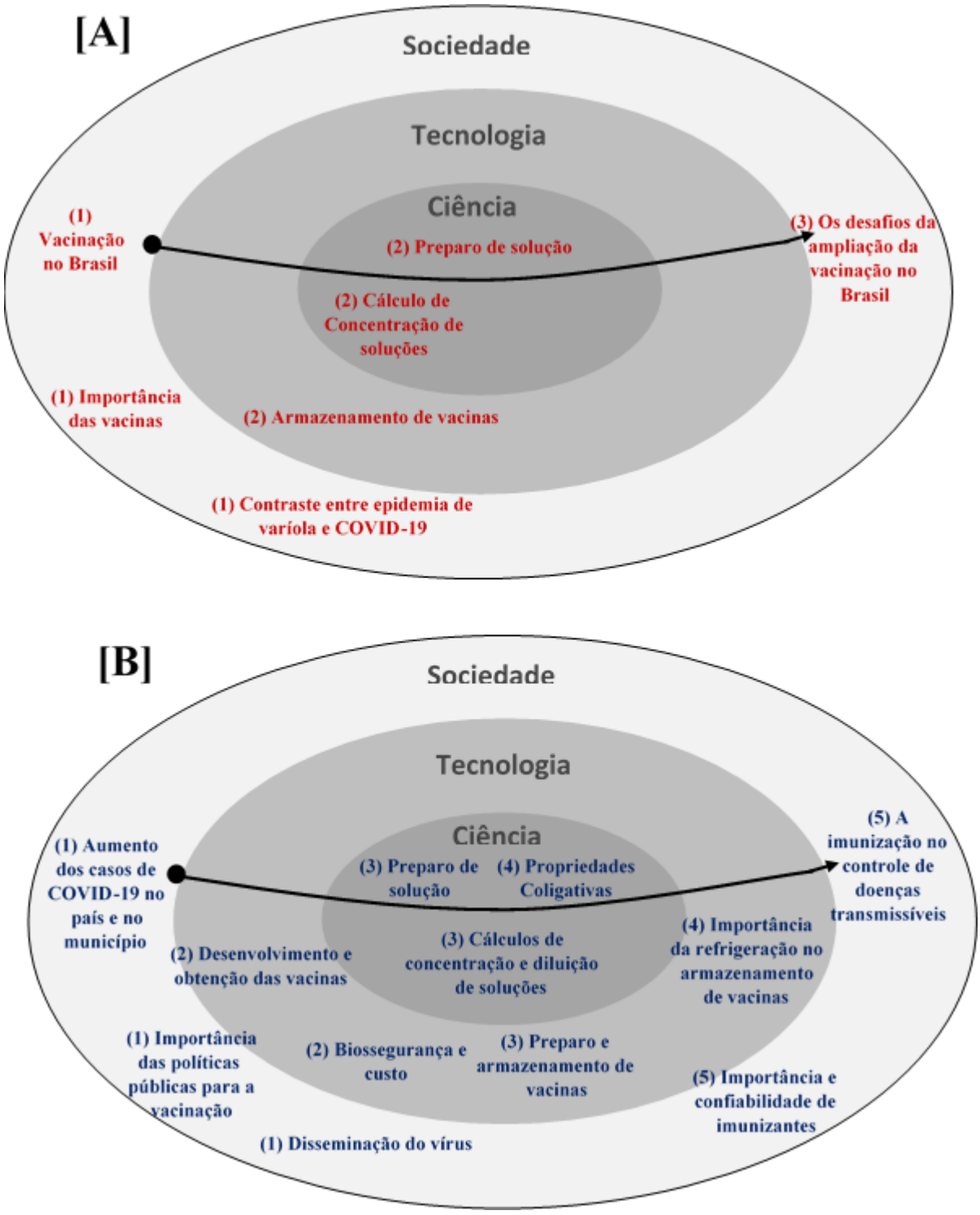
A segunda sequência didática analisada (Figura 5 [A]) foi elaborada para turmas do segundo ano do ensino médio a partir do tema Vacinação no Brasil, no qual, foram trabalhados aspectos sociais a respeito da importância das vacinas e os contrastes entre a epidemia de varíola e o COVID-19; na segunda aula foram discutidos aspectos tecnológicos relativos ao armazenamento de vacinas e também aspectos científicos em relação ao fenômeno de crioscopia, cálculo de concentração e preparo de soluções; e na terceira aula houve uma tentativa de retomar a questão social inicial a partir de uma discussão sobre os desafios da ampliação da vacinação no Brasil.

A análise interpretativa dessa SD nos permitiu perceber que os residentes tiveram dificuldades em: 1) organizar as aulas, apresentando as informações desconectadas entre as aulas; 2) direcionar o protagonismo e a reflexão dos alunos devido a centralidade das ações pedagógicas estar no professor; e 3) a utilização do problema social apenas como uma forma de contextualização, deixando o foco da SD no conteúdo químico.

Na reelaboração dessa segunda SD a partir da utilização do instrumento metodológico proposto (Figura 5[B]) pode ser constatado que houve uma aproximação maior da questão social inicial e a realidade dos alunos. Também notamos um aumento na inclusão de aspectos CTS, que foram distribuídos em mais aulas, o que contribui para um desenvolvimento mais aprofundado do tema ao longo da SD."

A SD se inicia discutindo como questão social o aumento dos casos de COVID-19 no país e no município, refletindo sobre a importância das políticas públicas para a vacinação e as formas de disseminação do vírus; na segunda aula os aspectos tecnológicos relacionados ao desenvolvimento e obtenção das vacinas, seus custos e as preocupações coma biossegurança são discutidos; em continuidade aos aspectos tecnológicos da aula anterior são trabalhadas as etapas de preparo e armazenamento de vacinas juntamente com os conceitos de preparo de solução e cálculos de concentração e diluição de soluções; na quarta aula são abordadas as propriedades coligativas e o processo de refrigeração para armazenamento prolongado de vacinas; e na quinta a questão social é retomada a partir da discussão sobre a importância da imunização no controle de doenças transmissíveis e a sua confiabilidade.

Figura 5- Síntese dos componentes CTS apresentados na sequência didática sobre vacinação no Brasil. Em [A] SD apresentada sem a utilização do instrumento metodológico e em [B] SD apresentada com a utilização do instrumento metodológico.



***** os números apresentados entre parênteses indicam a aula na qual o assunto foi apresentado.

Fonte: Elaborado pelos autores.

A terceira SD CTS analisada foi desenvolvida para turmas do terceiro ano do ensino médio apresentando uma questão social inicial relacionada ao tema descarte inadequado de pilhas e baterias, porém não houve uma retomada dessa questão no final da SD, conforme mostrada na Figura 6 [A].

Na primeira aula dessa SD foram trabalhados aspectos sobre os contaminantes presentes nesses dispositivos, os seus componentes e as reações eletroquímicas envolvidas; na segunda aula foram tratadas as utilidades das pilhas e baterias no dia a dia, os seus diferentes tipos e dispositivos que as utilizam e as reações químicas relacionadas, com destaque para modelo da pilha de Daniell; e na terceira e última aula é apresentado o conteúdo de eletrólise.

A partir da análise interpretativa dessa SD foi notado que esses residentes também tiveram dificuldades em: 1) organizar as aulas apresentando as informações desconectadas entre as aulas; 2) direcionar o protagonismo e a reflexão dos alunos devido a centralidade das ações pedagógicas estar no professor; e 3) a utilização do problema social apenas como uma forma de contextualização, deixando o conteúdo químico determinar a construção da SD.

Considerando a reelaboração dessa terceira SD a partir do instrumento metodológico proposto (Figura 6[B]) pode ser notado que houve uma aproximação maior da questão social inicial e a realidade dos alunos e também uma retomada da questão social inicial na última aula. Pudemos observar também um acréscimo considerável de aspectos CTS distribuídos em uma quantidade maior de aulas, colaborando para um melhor desenvolvimento do tema no decorrer da SD.

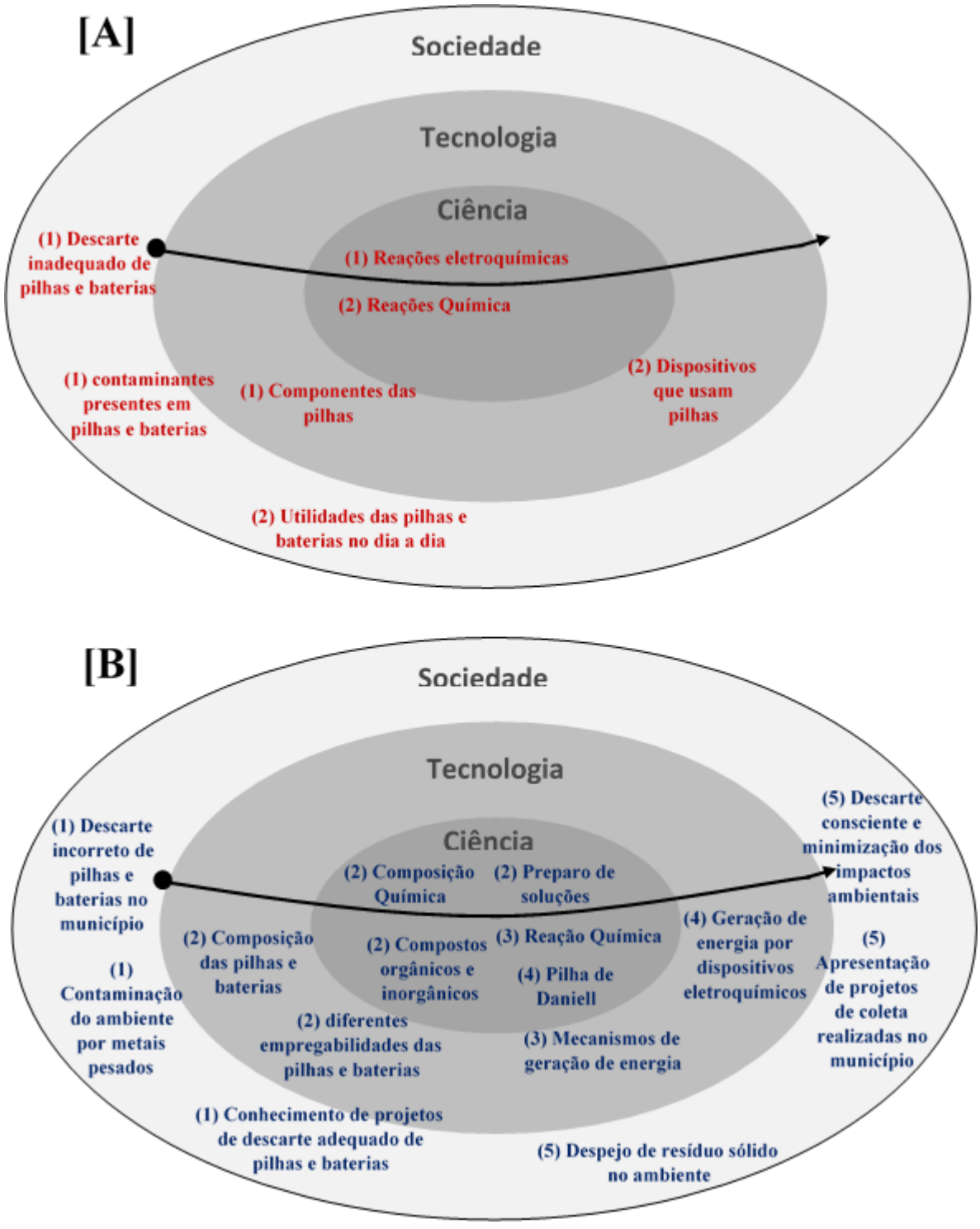
A SD se inicia discutindo como questão social o descarte incorreto de pilhas e baterias no município, a contaminação do ambiente por metais pesados e a apresentação de projetos existentes de recolhimento adequado desses materiais; na segunda aula é trabalho as composição das pilhas e baterias, suas diferentes empregabilidades e suas composições químicas, compostos orgânicos e inorgânicos envolvidos e os seus preparos em solução; são trabalhadas mecanismos de geração de energia e as reações químicas produzidas; na quarta aula há uma continuidade da anterior tratando-se da geração de energia por dispositivos eletroquímicos e a explicitação do modelo da pilha de Daniell; e na quinta e última aula a problemática inicial é retomada discutindo sobre o despejo de resíduos sólidos no ambiente, a apresentação de projetos de coleta desses dispositivos realizada no município e a conscientização do descarte correto desses materiais para a minimização e preservação dos impactos ambientais.

Com o propósito de exemplificar as análises expostas disponibilizamos nos Anexos 1 e 2 deste trabalho, a SD CTS sobre o tema do descarte inadequado de pilhas e baterias, tanto sem a utilização do instrumento metodológico quanto com sua aplicação para a elaboração da SD CTS.

Podemos perceber por meio da análise das SD CTS elaboradas inicialmente pelos residentes que de forma geral algumas dificuldades comprometeram o planejamento e, possivelmente a execução das aulas.

Primeiramente, observamos uma limitação na organização do conteúdo, apresentando o desenvolvimento das aulas de forma desarticulada e superficial. Este fato prejudicou a coerência e a progressão lógica dos temas, tornando as aulas mais informativas do que instrutivas, dificultando a integração entre os conteúdos. Além disso, as aulas não possibilitaram o protagonismo e a reflexão dos alunos, com foco excessivo no ensino do conteúdo químico, não incentivando a criticidade e a tomada de decisões, resultando em uma dinâmica centrada nas ações do professor.

Figura 6 - Síntese dos componentes CTS apresentados na sequência didática sobre pilhas e baterias. Em [A] SD apresentada sem a utilização do instrumento metodológico e em [B] SD apresentada com a utilização do instrumento metodológico.



***** os números apresentados entre parênteses indicam a aula na qual o assunto foi apresentado.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Outro ponto crucial foi o uso limitado do problema social para tentar contextualizar o conteúdo. Embora tenha sido incluído, sua integração foi superficial e não contribuiu adequadamente para o desenvolvimento das SD CTS.

Essas observações corroboram com pesquisas relacionadas a Educação CTS que descrevem os desafios que os professores em formação inicial de Química enfrentam na aplicação da abordagem CTS em sala de aula (DECONTO; CAVALCANTI; OSTERMANN, 2017; LOCATELLI; ZOCH; AMARAL, 2015).

As dificuldades são atribuídas à falta de tempo e à superficialidade na formação sobre CTS (FIGUEIREDO; RODRIGUES, 2014; EGEVARDT et al., 2021), ausência de modelos de ensino eficazes e pela falta de experiência prática com essa metodologia durante a graduação (DOMICIANO; LORENZETTI, 2019) e a dificuldade em planejar e desenvolver materiais didáticos CTS, resultando em aulas desconexas na qual o conteúdo químico não é integrado de forma relevante à temática contextualizada.

Além disso, muitos licenciandos têm uma visão restritiva da abordagem CTS, tratando-a apenas como uma ferramenta para despertar interesse, sem integrá-la efetivamente ao currículo (LORENCINI JÚNIOR et al., 2016). A escassez de iniciativas voltadas para a análise e elaboração de currículos CTS contribui para a limitada presença dessa abordagem na formação de professores (GERALDO; LORENZETTI, 2018). Para superar essas dificuldades, concordamos com Egevardt et al., (2021) no que diz respeito a importância de aumentar o contato dos licenciandos com discussões e modelos de aulas CTS durante sua formação.

Em contrapartida, a reelaboração das SD CTS com a utilização do instrumento metodológico demonstrou um aprimoramento das SD no que diz respeito a abordagem dos temas e na integração dos aspectos científicos, tecnológicos e sociais, observado na forma como a questão social inicial é abordada e articulada ao longo das aulas, refletindo um aprofundamento crescente e uma maior relevância para o contexto dos alunos do ensino básico.

Na primeira SD, a respeito do tema "Café", foi evidenciado uma tentativa inicial de conectar a questão social aos impactos econômicos, tecnológicos, sociais e ambientais desse produto. Embora a reelaboração tenha proporcionado uma abordagem mais estruturada e detalhada, a articulação entre os diferentes aspectos CTS e a continuidade das aulas ainda apresentava oportunidades de aprimoramento.

O avanço se tornou mais claro na segunda SD, que abordou o aumento dos casos de COVID-19 e as vacinas. Nesta sequência, observamos uma melhoria na integração da questão social com a realidade alunos do ensino básico. A inclusão de questões como políticas públicas e biossegurança, além da ênfase em conceitos tecnológicos e científicos, evidenciou um esforço para tornar o conteúdo mais relevante e aplicável. A estrutura lógica e a profundidade das aulas contribuíram para uma compreensão mais robusta e relevante do tema.

A terceira SD, focada no descarte inadequado de pilhas e baterias, apresentou um avanço notável na integração dos aspectos CTS. A abordagem detalhada dos aspectos químicos e tecnológicos, combinada com a continuidade da discussão da questão social inicial, refletiu uma maior maturidade na construção da SD. A inclusão de projetos locais de coleta e a promoção da conscientização ambiental demonstraram uma aplicação prática dos conceitos discutidos, proporcionando um compromisso com a resolução de problemas reais e a conscientização ambiental.

As perspectivas na reelaboração das SD CTS, utilizando o instrumento metodológico proposto, indicaram que os temas apresentados nas aulas podem engajar e motivar os alunos a se empenharem na resolução de problemas, melhorando o processo de ensino e aprendizagem (LOCATELLI; ZOCH; AMARAL, 2015).

Além disso, o ensino com abordagem CTS deve ser caracterizado pela problematização social e tecnológica dos conteúdos científicos, abordando temas relevantes aos alunos (DOMICIANO; LORENZETTI, 2019) e embasado na utilização de referenciais teóricos claros

para orientar as discussões e incentivar a incorporação de temas CTS nas aulas (EGEVARDT et al., 2021).

Domiciano e Lorenzetti (2019) apontam a necessidade de avançar na pesquisa sobre a abordagem CTS na formação inicial de professores, observando que, apesar da discussão sobre CTS, muitos futuros docentes ainda seguem métodos tradicionais de ensino.

Considerações Finais

A análise das SD CTS elaboradas e reelaboradas revelou que a utilização do instrumento metodológico proposto teve um impacto positivo na organização das aulas e a apresentação da abordagem CTS. A reelaboração das SD demonstrou avanços notáveis na articulação entre os aspectos CTS, com uma estruturação mais coesa e relevante dos conteúdos. Embora as SDs iniciais tenham enfrentado desafios como a desarticulação dos temas e até uma possível falta de interesse dos residentes, as melhorias subsequentes indicam que uma abordagem metodológica bem fundamentada pode contribuir para a superação dessas dificuldades, promovendo uma educação CTS mais coerente com o referencial teórico adotado.

Portanto, reconhecemos a partir das análises e discussões apresentadas neste trabalho que a utilização do instrumento metodológico para elaboração de SD CTS pode auxiliar na organização do planejamento de ensino do professor em formação inicial ou continuada articulando o conteúdo curricular com o protagonismo dos alunos e também com a utilização eficiente da temática social na elaboração das SD CTS. Sua utilização pode contribuir para a melhoria da construção de materiais CTS que permitam uma experiência educacional mais enriquecedora e reflexiva, fomentando a inclusão cada vez maior e sistemática da abordagem CTS nos currículos de formação inicial de professores.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo financiamento da pesquisa e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo financiamento ao Programa Residência Pedagógica.

Referências

AIKENHEAD, G. S. What is STS science teaching? *In*: SOLOMON, J.; AIKENHEAD, G. (Orgs.). *STS education*: international perspectives on reform. New York: Teachers College Press, 1994.

ALVES, M. *Características, elementos e importância do planejamento didático-pedagógico: uma revisão de termos e conceitos na área de ensino de ciências*. 2018. 130 f. Dissertação (Mestrado em Química) – Instituto de Química, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2018.

BEGO, A. M.; ALVES, M.; GIORDAN, M. O planejamento de sequências didáticas de química fundamentadas no Modelo Topológico de Ensino: potencialidades do processo EAR (Elaboração, Aplicação e Reelaboração) para a formação inicial de professores. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 25, n. 3, 2019.

CAVALCANTI, M. H. S.; RIBEIRO, M. M.; BARRO, M. R. Planejamento de uma sequência didática sobre energia elétrica na perspectiva CTS. *Ciência & Educação*, Bauru, v.24, n.4, p. 859 – 874, 2018.

CAVALCANTI, M. H. S.; SORPRESO, T. P.; BARRO, M. R. Instrumento metodológico para a elaboração de sequências didáticas CTS construído a partir de um programa de residência pedagógica em química. *Ciência & Educação*, Bauru, v. x, n. x, 2024.

DECONTO, D. C.; CAVALCANTI, C. J. H.; OSTERMANN, F. Níveis de compreensão sobre CTS construídos na formação inicial de professores de física em uma universidade pública brasileira. *Enseñanza De Las Ciencias*, Sevilha, n. ext., 2017.

DOMICIANO, T. D.; LORENZETTI, L. A educação CTS na formação inicial de professores: um panorama de teses e dissertações brasileiras. *Revista de Ensino de Ciência e Matemática*, São Paulo, v. 10, n. 5, 2019.

EGEVARDT, C.; LORENZETTI, L.; HUSSEIN, F. R. G. S.; LAMBACH, M. Desafios da educação CTS na formação de professores de química; analisando uma disciplina CTS. *Revista da Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática*, Cuiabá, v. 9, n. 2, 2021.

FIGUEIREDO, M. C.; RODRIGUES, M. A. A abordagem CTSA na licenciatura em química: Caminhos para uma alfabetização cidadã. *ARETÉ*, Manaus, v. 7, n. 13, 2014.

GERALDO, A. P.; LORENZETTI, L. As pesquisas que investigam disciplinas CTS: uma análise a partir das dissertações e teses. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA, 6, Ponta Grossa. Anais… Ponta Grossa: UTFPR, 2018.

GIORDAN, M.; GUIMARÃES, Y.; MASSI, L. Uma análise das abordagens investigativas de trabalhos sobre sequências didáticas: tendências no ensino de ciências. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8 e CONGRESSO IBEROAMERICANO DE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 1, 2012, Campinas. Atas [...]. ABRAPEC, 2012.

LOCATELLI, A.; ZOCH, A. N.; DO AMARAL, L. C. Z. Enfoque CTS no ensino de química: uma pesquisa do "estado da arte". *Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista*, Santo Ângelo, v. 5, n. 1, 2015.

LORENCINI JÚNIOR, A.; BROIETTI, F. C. D.; ASSAI, N. D. S.; ARRIGO, V. O ensino CTS na formação inicial de professores de química: implicações de uma proposta didática. *ARETÉ*, Manaus, v. 9, n. 19, 2016.

SILVA, D. R.; DEL PINO, J. Aulas de ciências na oitava série do ensino fundamental: uma proposta de projeto curricular como processo em construção. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 16, n. 2, 2010.

SILVA, E. L.; MARCONDES, M. E. R. Materiais didáticos elaborados por professores de química na perspectiva CTS: uma análise das unidades produzidas e das reflexões dos autores. *Ciência & Educação*, Bauru, v.21, n.1, 2015.

CONSIDERAÇÕES FINAIS DA TESE

Os resultados mostraram que a utilização do instrumento metodológico não só aprimorou a organização das sequências didáticas, mas também ajudou a inserir a abordagem CTS de maneira mais efetiva no planejamento de ensino do futuro professor. As sequências didáticas elaboradas com o auxílio do instrumento demonstraram uma conexão mais forte entre os conteúdos científicos e tecnológicos e temas sociais relevantes, promovendo um ambiente de aprendizagem que proporcione uma formação para a cidadania e tomada de decisão.

REFERÊNCIAS

AIKENHEAD, G. S. What is STS science teaching? *In:* SOLOMON, J.; AIKENHEAD, G. (Orgs.). **STS education: international perspectives on reform**. New York: Teachers College Press, 1994.

FIRME, R. N. **A implementação de uma abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no ensino de química: um olhar sobre a prática pedagógica**. Tese (Doutorado), Universidade Federal Rural de Pernambuco, UFRPE, Recife, 2007.

FONTES, A.; CARDOSO, A. Formação de professores de acordo com a abordagem ciência/tecnologia/sociedade. **Revista Eletrônica de la ensenanza de las ciências**, Vigo, v.5, n.1, 2006.

GATTI, B. A Formação continuada de professores: a questão psicossocial. **Cadernos de Pesquisa**, n. 119. São Paulo, 2003.

MALDANER, O. A. **A formação inicial e continuada de professores de química**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2000.

MARTINS, I. P. Problemas e perspectivas sobre a integração CTS no sistema educativo português. **Revista Eletrônica de Ensenanza de las Ciencias**, Vigo v.1, n.1, 2002.

MÉHEUT, M.; PSILLOS, D. Teaching-learning sequences: aims and tools for science education research. **International Journal of Science Education**, Londres, v. 26, n. 5, 2004.

MÉHEUT, M.; PSILLOS, D. Two aspects of the relations between research and development. *In:* INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL KNOWLEDGE BASED SCIENCE EDUCATION RESEARCH, 3, 2001.

SANTOS, W. L. P. Formação de professores: uma proposta de pesquisa a partir da reflexão sobre a prática docente. **Revista Brasileira de Pesquisa em educação em Ciências**, Rio de Janeiro, v. 8, 2008.

SILVA, K. A. C. P.; CRUZ, S. P. A Residência Pedagógica na formação de professores: história, hegemonia e resistências. **Momento-Diálogos em Educação**, Rio Grande, v. 27, n. 2, 2018.

SOLOMON, J. Science technology and society courses: Tools for thinking about social issues. **International Journal of Science Education**, Londres, v. 10, n. 4, 1988.

ZEIDLER, D. L. et al. Beyond STS: a research-based framework for socioscientific issues education. **Science Education**, v. 89, n. 3, 2005.

ANEXO 1

Proposta de Sequência didática CTS para o 3° ano do ensino médio elaborada pelos alunos a partir dos seus conhecimentos iniciais sobre SD e CTS adquiridos durante as disciplinas de graduação

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS

Sequência Didática: O descarte consciente de pilhas e baterias.

Discentes:

Tema Geral: Meio ambiente

Tema específico:

Eletroquímica

Conteúdo químico: Pilhas e baterias, eletrólise e reações químicas.

Público Alvo: Alunos do 3º Ano do Ensino Médio.

Plano de aula

INTRODUÇÃO

Eletroquímica é o estudo da transferência de elétrons, com o objetivo de transformar energia química em energia elétrica. Quando se transforma energia química em energia elétrica, tratamos de um processo espontâneo, onde temos como exemplo, as pilhas. Já na transformação de energia elétrica em energia química, tratamos de um processo não espontâneo, denominado eletrólise. Um exemplo de eletrólise é a fabricação de alumínio e cloro. (ATKINS, JONES, 2001; REIS, 2013)
Na eletroquímica, temos a célula eletroquímica, que é constituída por dois eletrodos, em contato com um eletrólito, sendo eles, condutores metálicos e condutor iônico, respectivamente. Em uma pilha de Daniell, como temos dois eletrólitos diferentes, utilizamos também de uma ponte salina, que se trata de uma solução concentrada de eletrólito, completando o circuito elétrico. (ATKINS, JONES, 2001; REIS, 2013)

Para o estudo da química há uma necessidade de abstração muito grande por parte dos alunos, sendo assim, é necessário que eles entendam macro e submicroscópicamente, o que dificulta no aprendizado onde muitos alunos se desinteressam do assunto por não conseguir compreender a complexidade do conteúdo. Ao utilizarmos de uma sequência didática, pensada de forma que os conteúdos se completem, o processo de ensino auxilia para que o aluno possa compreender e se aprofundar no tema que exige uma prévia concepção de átomos, partículas e moléculas.

PÚBLICO ALVO

Alunos do 3º Ano do Ensino Médio

CONTEÚDO

As reações químicas onde ocorrem a transferência de elétrons entre os participantes da reação, são denominadas reações de oxirredução, estas reações podem gerar eletricidade de forma espontânea em sistemas que chamamos de células galvânicas ou também como pilhas. A primeira pilha foi inventada em 1800, pelo físico italiano Alessandro Volta (1745-1827). Era formada por um disco de cobre e sobre ele um disco de feltro embebido em ácido sulfúrico diluído em água; depois, um disco de zinco; e assim sucessivamente. Estes discos eram colocados um sobre o outro, de maneira a formar uma pilha. Mais tarde, em 1836, o químico e meteorologista inglês John Frederic Daniell (1790 -1845) construiu uma pilha diferente, substituindo as soluções ácidas utilizadas por Alessandro Volta, por soluções de sais, que eram menos tóxicas. Nesta pilha ele interligou dois eletrodos, que eram sistemas constituídos por um metal imerso em uma solução aquosa de um sal formado pelos cátions desse metal. Esta pilha era formada por um eletrodo de zinco metálico (Zn), que funcionava como anodo, mergulhado em uma solução aquosa de sulfato de zinco ($ZnSO_4$), e outro eletrodo de cobre metálico (Cu), que funcionava como catodo, mergulhado em uma solução de sulfato de cobre ($CuSO_4$), os dois eletrodos eram interligados por um fio metálico, e as duas soluções, unidas por uma ponte salina. Uma célula galvânica é uma célula eletroquímica em que uma reação química espontânea é usada para gerar uma corrente elétrica.

Em cada eletrodo da pilha ocorre um equilíbrio oxidação-redução. O fenômeno equivalente à alteração do equilíbrio em um dos sentidos (oxidação ou redução) recebe o nome de potencial do eletrodo (Eº).

No eletrodo de zinco, que é um sistema constituído por uma placa metálica de zinco mergulhada em uma solução aquosa de um sal de zinco, que contém cátions de zinco (Zn^{+2}), após o funcionamento da pilha, o zinco metálico (Zn°) é transformado em cátions através e uma reação de oxidação. Assim a placa metálica de zinco vai ficando corroída e a solução que contém cátions zinco vai ficando concentrada, de acordo com a reação: $Zn°\,(s) \rightarrow Zn^{+2}\,(aq) + 2e$.

No eletrodo de cobre, que é um sistema constituído por uma placa de cobre (Cu°) mergulhado em uma solução aquosa de um sal de cobre, que contém cátions cobre (Cu^{+2}), após o funcionamento da pilha percebemos que íons cobre vão se transformando em cobre metálico através de uma reação de redução. O cobre metálico vai se depositando sobre a placa metálica de cobre e a solução contendo cátions cobre, vai ficando diluída.

De acordo com a reação: $Cu^{+2}\,(aq) + 2e^- \rightarrow Cu°(s)$.

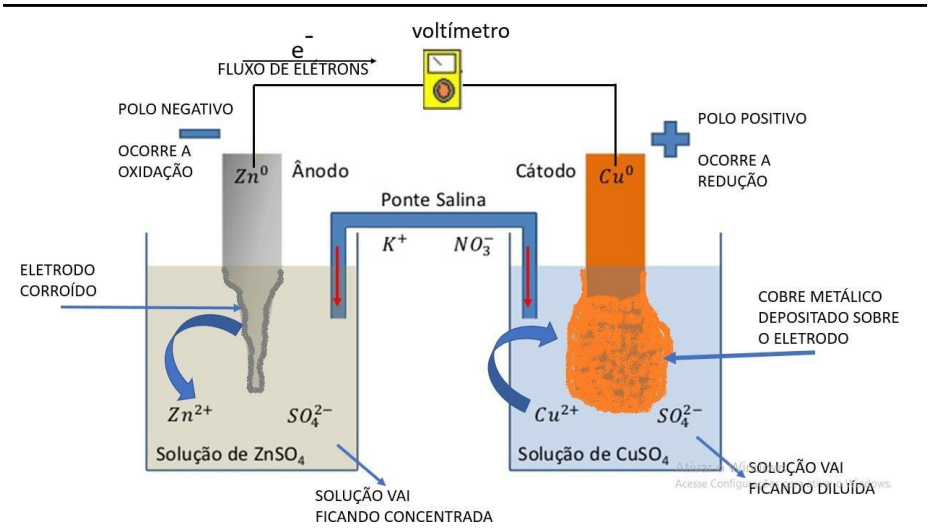
A tendência de um metal em doar ou receber elétrons, depende do outro metal ao qual ele está ligado, por isto para saber se um metal será oxidado ou se seus íons serão reduzidos em uma pilha, é necessário saber qual o outro metal está presente na pilha. A capacidade relativa de uma espécie química de reduzir ou oxidar é definida experimentalmente, e tem-se então escalas de potencial de redução ou de oxidação. Percebemos que o cobre tem um maior potencial de redução (E°) que o zinco, que faz com que o cobre se reduza e o zinco oxide.

$$Cu^{+2}\,(aq) + 2e^- \rightarrow Cu°(s) \qquad E° = + 0{,}34V$$

$$Zn^{+2}\,(aq) + 2e^- \rightarrow Zn°(s) \qquad E° = - 0{,}76V$$

A pilha de Daniell é formada por dois eletrodos interligados por um fio condutor, imersos em soluções de seus sais e estas soluções interligadas por uma ponte salina. O anodo é o polo negativo da pilha é o eletrodo onde ocorre a oxidação, dele saem os elétrons em direção ao catodo. No esquema abaixo, o zinco metálico doa 2 elétrons, que seguem o fio condutor em direção ao eletrodo de cobre, os íons de zinco (Zn^{+2}) gerados, vão em direção à solução. Este eletrodo então sofre uma corrosão. O catodo é o polo positivo da pilha, é o eletrodo para onde vão os elétrons que foram doados pelo anodo, é onde ocorre a redução. O cátion cobre +2, que estava na solução, recebe 2 elétrons e se transformam em cobre metálico (Cu°) e são depositados sobre o eletrodo de cobre.

A ponte salina permite que íons migrem de uma solução para a outra mantendo-as neutras e possibilitando a continuidade das reações de oxirredução dos metais. Observe que utilizamos a tabela de POTENCIAL DE REDUÇÃO (E°) para determinar entre os dois metais, qual irá reduzir e qual irá oxidar. Quem tiver o maior potencial de redução irá reduzir e será utilizado no catodo.



Cu^{+2} (aq) + 2e$^-$ ⟶ Cu°(s) E° = + 0,34V
Zn^{+2} (aq) + 2e$^-$ ⟶ Zn°(s) E° = - 0,76V

Em cada eletrodo ocorre uma semirreação, no anodo que é o polo negativo da pilha, ocorre a semirreação de oxidação, já no catodo, que é o polo positivo da pilha ocorre a semirreação de redução.
Ao somarmos as duas semirreações, temos a reação global da pilha.

Semirreação no anodo: Zn(s)↔ Zn^{2+}(aq) + 2 e$^-$

Semirreação no cátodo: Cu^{2+} (aq) + 2 e$^-$ ↔ Cu(s)

Somando essas duas semirreações, chegamos à reação global da pilha de Daniell:

Reação global: Zn(s) + Cu^{2+}(aq)↔ Zn^{2+}(aq) + Cu(s)

Cálculo da força eletromotriz.

Chamamos a capacidade de uma pilha deslocar elétrons em um circuito fechado de potencial elétrico, ou DIFERENÇA DE POTENCIAL entre os polos (d.d.p). por convenção, o potencial elétrico de uma pilha (Δ E°) é dado pelo potencial elétrico o catodo, subtraído do potencial elétrico do anodo. O resultado sempre será um número Positivo.

ΔE° = E°(Catodo) - E° (anodo)

A notação de uma pilha é feita por definição, seguindo a seguinte representação:

Metal que sofre a oxidação / cátion que se forma // cátions que sofre a redução / Metal que se forma

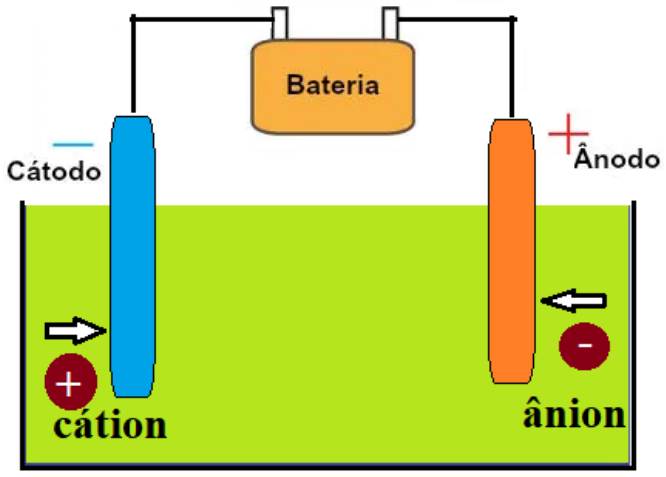
Para a pilha de Daniell temos a seguinte notação

Zn° / Zn^{+2} // Cu^{+2} / Cu°

A eletrólise é um processo não espontâneo, ao contrário das pilhas. Na eletrólise a reação química ocorre devido a passagem de uma corrente elétrica pela solução eletrolítica,

ou seja, há um gerador ligado ao processo de eletrólise. Também na eletrólise ocorrem as semirreações de oxidação e as semirreações de redução, o eletrodo onde ocorre a reação de oxidação é chamado de anodo, ele é ligado ao polo positivo do gerador. Já o eletrodo onde ocorre a reação de redução é chamado de catodo, ele é ligado ao polo negativo do gerador. Dentro da célula eletroquímica há uma SOLUÇÃO ELETROLÍTICA onde estão imersos os eletrodos e é responsável pela condução da corrente elétrica.

Para que possa ocorrer a eletrólise, é necessário que haja íons livres no sistema, seja pela fusão de uma substância iônica ou pela dissociação ou ionização de substâncias em meio aquoso. Os eletrodos inertes são aqueles que em um sistema de eletrólise podem apenas conduzir corrente elétrica sem participar ativamente das reações, já os eletrodos ativos, são aqueles que podem participar ativamente do processo de eletrólise. Quando a eletrólise ocorre pela fusão da substância iônica utilizando eletrodos inertes, chamamos de eletrólise ígnea. Ela é feita com a substância iônica fundida, ou seja, na fase líquida e na ausência de água. O recipiente em que ocorre a eletrólise é denominada célula ou cuba eletrolítica. Uma outra forma de se realizar a eletrólise, quando ela ocorre em meio aquoso. Neste sistema há a descarga seletiva dos íons(cátions e ânions) em solução.



DESENVOLVIMENTO DA AULA

Apresentar a sequência de ensino e aprendizagem;

Apresentar a descrição das atividades e o objetivo de desenvolvê-la com os alunos;

Aula 1 - Pilhas e Baterias

Objetivo

- Apresentar o funcionamento e processos químicos de pilhas e baterias, conscientizar os alunos sobre os riscos do descarte inadequado.

Recurso

- Slides, Vídeo-aula , PhetColorado, Notícias, Reportagens.

Para um entendimento maior dos alunos com o material estudado, a exposição de uma imagem de uma pilha comercial aberta traz uma explicação bem detalhada sobre o que o material é constituído. Logo, o professor faz um levantamento sobre o que é discutido pelos alunos e introduz conceitos e nomenclaturas mais científicas como as propriedades dos metais e suas funções, o que é ânodo e cátodo e as reações presentes de oxirredução.

Essa estratégia tem como objetivo fazer com que os alunos pensem de maneira mais popular, inseridas em seu cotidiano e como mediador/amplificador de conhecimento o professor trazendo conceitos e uma linguagem mais científica, ou seja, fazer com que os alunos formem uma ideia sobre a temática mais concreta e formal cientificamente.

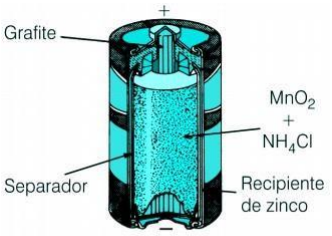


Figura 1: Pilha de zinco/dióxido de manganês (Leclanché).



Figura 2: Pilha de zinco/dióxido de manganês (alcalina).

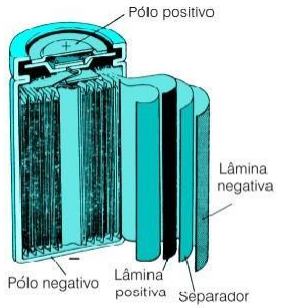


Figura 3: Pilha de lítio/dióxido de manganês.

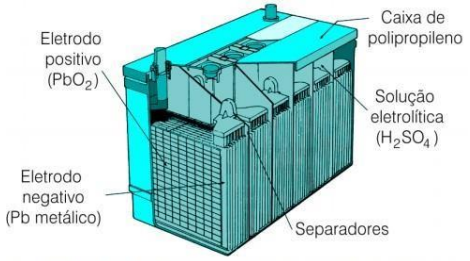


Figura 4: Bateria chumbo/óxido de chumbo (chumbo/ácido).

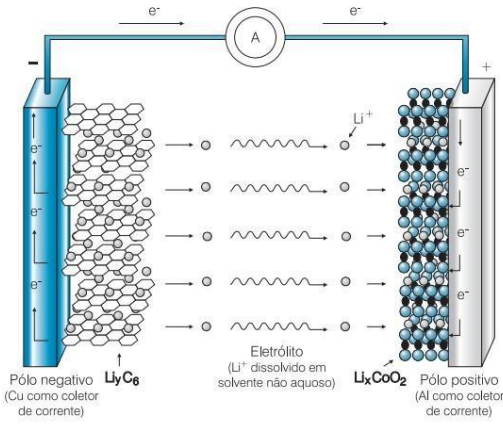


Figura 5: Ilustração esquemática dos processos eletroquímicos que ocorrem nas baterias de íons lítio.

Após a formulação de ideias haverá um debate sobre produtos contaminantes, nesta aula será falado do Níquel, Cádmio e Mercúrio, que estão presentes nas pilhas e que podem trazer riscos aos seres vivos, dando enfoque na saúde ambiental. A presença do debate sobre os contaminantes tem por objetivo mostrar, conscientizar, e trazer um conhecimento para os alunos sobre o quão nocivo

é para todos quando se é descartado inadequadamente as pilhas e baterias.

Com o levantamento de ideias e conceitos sobre o funcionamento, produção, danos causados pelo descarte incorreto de pilhas e baterias, será fornecido para os alunos uma notícia ou reportagem com o assunto "pilhas". A partir dos dados fornecidos a intenção é que os alunos busquem de forma investigativa e de modo científico os fatores inseridos no material apresentado, solucionando um possível problema, ou realizando indagações científicas através dos dados fornecidos, criando problemas para serem discutidos em sala, uma forma de estimular a busca por um conhecimento maior que está atrelado no cotidiano de todos envolvidos. Após essa interação haverá uma solicitação para uma criação de uma plataforma digital de entretenimento, como: twitter, facebook, instagram (a que melhor atender os alunos), nela haverá

o inserimento das notícias e reportagens encontradas pelos alunos e uma interação de forma crítica sobre as discussões levantadas na segunda atividade, abrindo uma forma de fórum atraves de comentarios, posts, entre outras formas de se comunicarem na plataforma escolhida. A atividade tem como objetivo inserir o uso de plataformas digitais como está sendo tão presente na vida de todos, além de buscar desenvolver a criticidade do aluno, curioso e consciente cientificamente na intenção de não apenas mobilizar os alunos quanto ao assunto mas fazer eles propagarem a temática abordada e discutida.

Exemplo de Notícia: ELGIN, mercado de pilhas e baterias aquece na pandemia, São Paulo; 30/06/2021, Disponível em: https://www.dinheironaconta.com/; Acesso em: 14/07/2021

Aula 2 - A pilha de Daniell

Objetivo

- Discutir o funcionamento de uma pilha de Daniell para que os alunos possam visualizar e entender como reações de oxirredução geram eletricidade.

Recurso

- Vídeo-aula, e slides.

Pediremos aos alunos que pensem em quais situações cotidianas eles usam as pilhas.
É provável que eles se lembrem de rádios e outros exemplos mais óbvios.
Informaremos que existem vários tipos de pilhas, onde, podem ser usados em câmaras fotográficas e câmeras de vídeo, calculadoras, controle remoto, equipamento de informática, videogames portáteis, relógios, equipamentos portáteis de som, brinquedos eletrônicos, alarmes, lanternas, ferramentas elétricas, telefones sem fio, telefones celulares, notebooks etc. Em seguida,

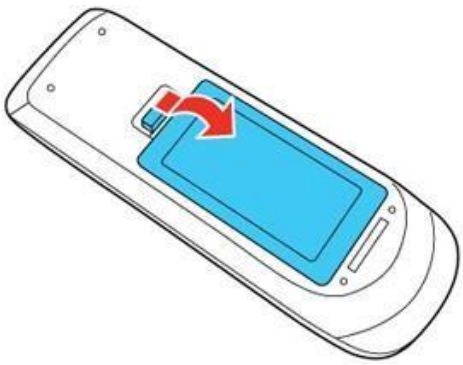
será perguntado aos alunos sobre qual a forma de energia que está presente nas pilhas. Possivelmente, eles dirão que é eletricidade, baseando-se nos conhecimentos provenientes das aulas anteriores.

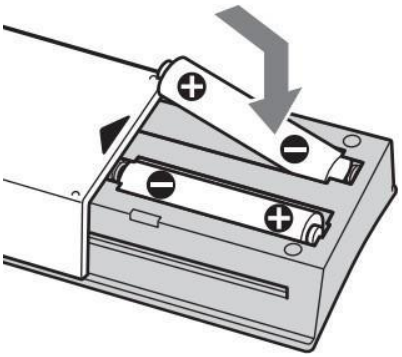
Assim, explicaremos que as pilhas são fonte de energia química e que a eletricidade é produzida a partir de reações químicas, ou seja, existe uma conversão da energia química da pilha em eletricidade, sendo essa, aproveitada nos equipamentos. Vamos, também, lembrá-los que as pilhas são estudadas pela eletroquímica, o campo da Química que investiga a produção de corrente elétrica por meio de reações químicas (pilhas e baterias) e o processo inverso a esse (eletrólise).

Será elucidado que essa subárea teve início em 1793, quando o físico e matemático, italiano, Alessandro Volta conseguiu explicar corretamente um fenômeno observado por Luigi Galvani e denominado de eletricidade animal. Esse fenômeno foi percebido quando um anfíbio morto foi tocado por dois objetos metálicos durante uma dissecação e sua perna saltou. Alessandro Volta deduziu, corretamente, que a eletricidade provinha do contato elétrico entre dois metais diferentes através de uma solução capaz de conduzir a corrente elétrica (solução eletrolítica).

Logo após, colocaremos imagens para que os alunos possam observar as pilhas, exemplificando as usadas em controles remotos.







Depois, tentaremos chamar a atenção para o fato de que os celulares também possuem baterias. Onde, essas são recarregáveis na rede elétrica. E isso só é possível pois existe a bateria de lítio recarregável.





Adiante, começaremos a falar sobre a pilha de Daniell, que é o foco desta aula. A resposta para o problema da ausência de corrente elétrica foi idealizada por Daniell. Ele evitou o contato direto entre a barra de zinco e a solução de sulfato de cobre.

Para que isso fosse feito, ele montou um dispositivo que ficou conhecido como Pilha de Daniell. Em um recipiente, colocou o zinco metálico imerso em uma solução de um sal de zinco. Em outro, colocou o cobre metálico imerso em uma solução de um sal de cobre. Assim, ele construiu uma célula galvânica ou voltaica, a qual forneceu energia elétrica por um processo espontâneo.

Apresentaremos o vídeo a seguir como forma de elucidar como funciona o mecanismo da pilha de Daniell. Com o vídeo, acreditamos que os alunos se interessem mais pela questão audiovisual e entendam melhor o funcionamento.

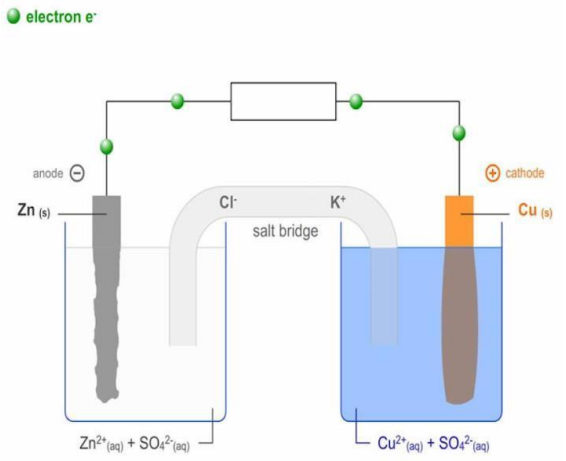
https://www.youtube.com/watch?v=jDzpzUzNY9g - Pilha de zinco cobre.

Após a exibição do vídeo, explicaremos alguns pontos abordados para os alunos.
Esclarecemos que o cátodo de cobre (Cu) é o eletrodo no qual há redução (ganho de elétrons). Informando-os que nas pilhas é representado pelo polo positivo (+). O ânodo é o eletrodo onde ocorre a oxidação (perda de elétrons) do zinco metálico (Zn). Ele é o polo negativo (-) das pilhas.



Por sua vez, nós iremos destacar que os elétrons saem do ânodo de zinco (polo negativo à esquerda) e entram no cátodo de cobre (polo positivo à direita) da pilha. Lembrando-lhes que essa transferência acontece espontaneamente porque o cobre tem um potencial de redução maior do que o zinco.

O vídeo mostra que a massa do cátodo de cobre (à direita) vai aumentando, enquanto no ânodo de zinco (à esquerda) vai ocorrendo a corrosão (perda de massa). Iremos, também, esclarecer para os alunos que a solução engenhosa proposta por Daniell foi capaz de permitir a formação de um fluxo de elétrons porque, com a ponte salina, as soluções se mantêm neutras.



No detalhe, observaremos que os elétrons sobem pelo fio condutor do circuito. Apontaremos que os íons zinco (Zn^{2+}) vão sendo liberados na solução do sal de zinco e que isso provoca a corrosão do eletrodo de zinco. Indicaremos, ainda, que no eletrodo de cobre, ou polo positivo, o fluxo de elétrons atrai os íons cobre (Cu^{2+}) que vão se agregando ao eletrodo, aumentando a sua massa.

Aula 3 - Eletrólise

Objetivo

- Mostrar como funciona a remoção de ferrugem por meio de eletrólise aquosa.

Recurso

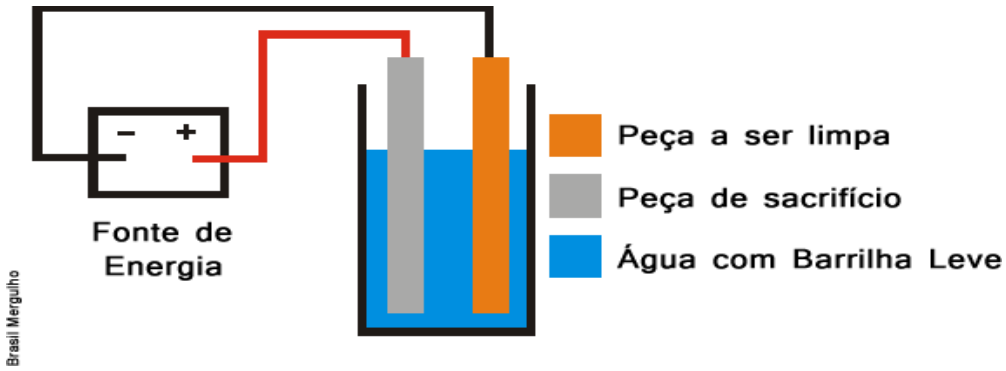
- Vídeo-aula demonstrativa, slides e fotos.

A eletrólise é uma técnica usada na remoção da ferrugem de partes de metal (ferro ou aço inoxidável) e envolve uma corrente de baixa voltagem e uma solução eletrolítica. É eficaz em soltar e remover a ferrugem superficial.

Uma das principais vantagens da limpeza pelo processo de redução eletrolítica está no controle da tensão aplicada ao sistema, através de uma fonte externa. Esse controle permite ao conservador selecionar antecipadamente a intensidade da corrente elétrica necessária para a consolidação ou para a redução dos metais mineralizados.

Quando um ferro fica exposto por muito tempo, principalmente com acesso à água, acaba se oxidando. Isso ocorre porque os metais do ferro se ligam aos átomos de oxigênio da água, o que resulta em óxido de ferro ou ferrugem.

Apesar de parecer complicado, é possível remover o óxido de ferro desses objetos.



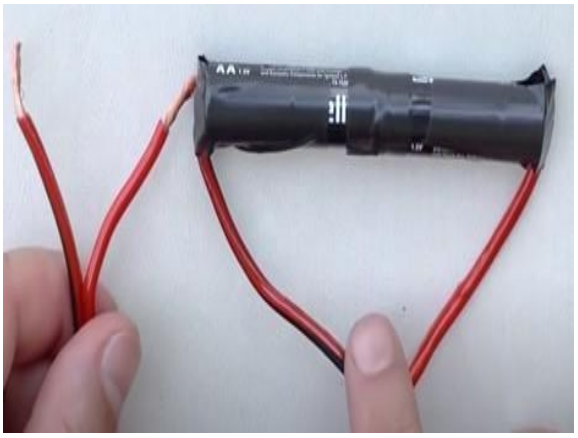
Iremos mostrar aos alunos, de forma prática, como é o processo de remoção da ferrugem em objetos metálicos, por eletrólise. Assim, utilizaremos um vídeo de uma pessoa ensinando a fazer o processo de remoção do óxido ferroso de um alicate. Para a execução da prática, será necessário uma lista de materiais: duas pilhas, 2 fios de cores diferentes, fita isolante, alicate, um metal para ser sacrificado e arame.

Para começar, será necessário ligar as duas pilhas com o pino negativo e positivo conectados e enrolar uma fita isolante para prender. Depois, será preciso descascar uma parte dos fios coloridos para conectá-los à fita isolante das pilhas, uma cor do fio na parte negativa da pilha e a outra na parte positiva. Em seguida, precisaremos encher uma vasilha com água suficiente para cobrir o objeto, porém como a água da torneira não é bom condutor de eletricidade, será necessário alterar para que possa haver uma troca iônica eletrolítica.









Para isso, existem algumas opções, como as soluções ácidas, água salgada e soluções alcalinas. Utilizaremos uma solução alcalina de bicarbonato de sódio, por ser menos corrosiva do que as outras duas, como por exemplo, as bases de carbonato de sódio, carbonato de Potássio, hipoclorito de Sódio (Água Sanitária), hidróxido de Sódio (Lixívia ou Soda Cáustica).

Posteriormente, deveremos acrescentar o bicarbonato de sódio até a dissolução completa na água. Após a dissolução, iremos colocar dentro do recipiente o alicate enferrujado e ao seu lado, mas não muito próximo, o outro objeto de metal a ser descartado. Explicaremos que o objeto enferrujado não poderá tocar no objeto usado como ânodo, pois esse contato poderia ocasionar em um choque. Esse objeto ficará apenas parcialmente submerso no recipiente, ou seja, é importante que parte dele fique fora da água.

Para prosseguir com a prática, iremos ligar as outras extremidades do fio nos objetos, uma cujo lado negativo, deverá ficar ligado ao objeto enferrujado e o lado positivo, deverá ser conectado à parte que está fora da água do objeto de metal utilizado como ânodo. Essa parte que está de fora do recipiente não poderá entrar em contato com a água.



Ao final do procedimento, já poderemos começar a ver a formação de bolhas ocorrendo na solução, isso se dará pela reação de eletrólise e liberação de gases, que são tóxicos. Para finalizar o processo, iremos remover o restante dos resíduos com uma bucha ou escovinha.

No vídeo abaixo podemos assistir como foi feita essa prática.

https://www.youtube.com/watch?v=i46bQs89sAM&ab_channel=CelsoCavallini

AVALIAÇÃO

Organizar uma linha do tempo com os alunos sobre as descobertas ligadas à eletroquímica. Será necessário que os alunos pesquisem os eventos relacionados, produzam resumos e busquem imagens que possam ser associadas a eles. Depois, em conjunto, definirão uma data para a produção da linha do tempo "física". Após a construção da linha do tempo, haverá em sala uma roda de conversa sobre as descobertas encontradas pelos alunos, onde cada grupo poderá expor uma curiosidade e compartilhar com a sala suas concepções sobre o tema.

Recursos necessários: Barbante, fita adesiva e fichas catalográficas pequenas.

A segunda avaliação será criar com os alunos um descarte consciente para pilhas e baterias. Divididos em equipes, os alunos terão de criar uma campanha de conscientização para gerar um descarte mais consciente. Dessa forma, uma equipe ficará responsável, pela criação do depósito, sendo ele, um balde estilizado, uma caixa, ou o que os alunos preferirem, o segundo grupo, ficará responsável com a criação de uma arte e um texto explicando a importância do descarte consciente e quais os riscos ao meio ambiente o descarte incorreto pode gerar. Por fim, juntos, os alunos vão

à comunidade recolher essas pilhas e baterias, deixando seus panfletos, como uma forma de gincana.

Recursos necessários: Cartolinas, canetas, baldes ou caixas, tesouras, colas e outros materiais de decoração que os alunos queiram utilizar.

A terceira avaliação será feita por um experimento, seguindo as informações durante as aulas. Dividido em equipes, onde cada equipe deverá trazer de casa um objeto enferrujado para analisar o processo de remoção da ferrugem, após essa etapa os alunos deverão escrever o que perceberam durante o processo, o que deve ser feito para não deixar o objeto enferrujar e os riscos que a ferrugem pode trazer ao meio ambiente.

Recursos necessários: Objeto enferrujado, água, bicarbonato de sódio.

REFERÊNCIAS

ALINE. **Pilhas**: eletroquímica pilhas. São Paulo: Colégio Rodin, 2020. 15 slides, color. Disponível em: https://www.colegiorodin.com.br/2020/sala%20de%20materias/Arquivos/Aline/Arquivos/setembro/25/Pilhas.pdf. Acesso em: 17 jul. 2021.

BOCCHI, N.; FERRACIN, L. C.; BIAGGIO, S. R. Pilhas e Baterias : Funcionamento e Impacto Ambiental. **QUÍMICA NOVA NA ESCOLA**, n. 11, Maio 2000.

CNEC, Sistema de Ensino. **Pilha de Daniell.** Desenvolvido por: Physics and Chemistry by a Clear Learning. Disponível em: https://www.noas.com.br/ensino-superior/quimica/fisico-quimica/eletroquimica/pilha-de-daniel/. Acesso em: 17 jul. 2021.

FREITAS, L. A. B., SILVA, B. H. , AMARAL, E. M. R. Construção de uma sequência didática sobre o descarte de pilhas e baterias com enfoque ciência-tecnologia-sociedade (CTS). XIII JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO – JEPEX 2013 – UFRPE: Recife, 09 a 13 de dezembro.

MÉTODOS de Remoção de Ferrugem: **Uma análise das considerações práticas relacionadas com as diferentes tecnologias de oxidação (ferrugem)**. 1. ed. Itapevi - SP: Safetykleen. 8 p. Disponível em: https://www.safetykleen.eu/docs/default-source/sk-brasil/guia-t%C3%A9cnico-ferrugem.pdf?sfvrsn=6

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO. **Guia didático do professor**: a pilha de daniell. A pilha de Daniell. 2017. Realizado por: Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação; Ministério da Ciência e Tecnologia; e Ministério da Educação. Disponível em: http://research.ccead.puc-rio.br/sites/reas/wp-content/uploads/sites/15/2017/10/guiaDidatico_pilha_daniel.pdf. Acesso em: 17 jul. 2021.

ANEXO 2

Proposta de Sequência didática CTS para o 3° ano do ensino médio elaborada pelos alunos a partir da abordagem de SD CTS apresentada no programa residência pedagógica e da utilização do instrumento metodológico construído

Discente:

Tema Geral: Pilhas e Baterias

Tema Específico: Projetos de descarte de pilhas e baterias na região do município de Alfenas- MG

Conteúdo: composição química, reações de oxirredução, compostos inorgânicos; preparo de soluções; (pilha de daniell); eletrodinâmica.

Quadro 1 - Organização da sequência didática sobre pilhas e baterias.

Sequência Didática	**Dimensão Epistêmica**			**Dimensão Pedagógica**
Aula	Problemática	Objetivos	Conteúdo	Recursos e Estratégias
1- Descarte de pilhas e baterias no meio ambiente	Descarte incorreto de pilhas e baterias no município de Alfenas.	Pesquisar e debater sobre o descarte de pilhas e baterias e suas implicações ao meio ambiente.	Pilhas e baterias no cotidiano; Descarte e seus impactos na contaminação do meio ambiente e na saúde humana; Resolução n° 257 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA).	Apresentações de vídeos para introdução da problemática; Seminários sobre os projetos realizados na cidade para descartes adequados das pilhas e baterias; Debater sobre as implicações do descarte incorreto de pilhas e baterias e sobre a resolução n° 257 do CONAMA.
2-Composição e utilização de pilhas ebaterias.	Constituição das pilhas e baterias, suas diferenças e seus usos.	Discutir sobre as diferentes empregabilidades das pilhas e baterias; Apresentar as composições das pilhas e baterias e seus impactos no	Tipos de pilhas e baterias, suas composições químicas e seus usos; Composição Química; balanceamento de equações	Elaboração de uma tabela contendo os aparelhos que levam pilhas e baterias em seus usos e a importância desses no cotidiano. Debater com os alunos sobre a composição das pilhas e baterias e suas

		meio ambiente.	químicas; fórmulas químicas; compostos inorgânicos; compostos iônicos; preparo de soluções.	diferentes funcionalidades através de vídeos e apresentações em Power Point, de forma expositiva-dialoga; Trabalhar a representação e constituição interna de pilhas e baterias.
3- A pilha de Daniell.	Como a energia elétrica é produzida através das pilhas e baterias?	Discutir o mecanismo que gera a corrente elétrica, apresentando o funcionamento das pilhas.	Conceitos fundamentais da eletroquímica, como reações de oxirredução, equilíbrio químico, eletrólise ígnea e em meio aquoso; Eletrodinâmica; modelo de corrente elétrica.	Aula Expositiva dialogada Apresentação de simulador online "Phet Colorado" para compreensão do funcionamento da pilha de Daniell e dos componentes de um circuito elétrico.
4 – Construindo uma pilha	Como podemos gerar energia elétrica para ligar um aparelho eletrônico?	Construir um dispositivo a partir de materiais de fácil acesso que permitam a geração de energia suficiente para acender uma lâmpada de led.	Pilha de Daniell	Experimentação Investigativa
5-Descarte consciente de pilhas e baterias.	Qual a forma correta de descartar esses dispositivos?	Apresentar os projetos realizados na cidade para que as pilhas e baterias sejam coletas corretamente, evitando a contaminação ambiental.	Apresentar os resultados desses projetos no meio ambiente e na saúde humana; Provisões do uso e descarte consciente desses dispositivos ao longo dos próximos anos; É possível reciclar esses dispositivos? Quais as possibilidades?	Palestra com representante do projeto de extensão da UNIFAL-MG "Resíduo eletrônico: destinando corretamente"; Debater com os alunos sobre a possibilidade de reciclagem desses dispositivos; Realizar um mutirão de conscientização e arrecadação de pilhas e baterias entre a comunidade escolar.

Fonte: Programa Residência Pedagógica – Subprojeto Química (2022).

Aula 1 - Descarte de pilhas e baterias no meio ambiente

Dimensão Epistêmica

Nesta aula, será discutido o descarte incorreto de pilhas e baterias no município de Alfenas. Em decorrência do descarte incorretos de pilhas e baterias usadas, o solo pode ser contaminado devido a presença de metais pesados nesses dispositivos, tais como: chumbo, mercúrio e cádmio, prejudiciais à saúde humana e ao meio ambiente através da contaminação, principalmente dos lençóis freáticos. O chumbo apresenta efeitos cumulativos nocivos a animais e também ao ser humano, sendo proibida a sua utilização em quaisquer produtos, principalmente pesticidas, por ocasionar intoxicações que afetam órgãos e sistemas, caracterizadas por desconforto intestinal, fortes dores abdominais, diarreias, perda de apetite, náuseas, vomito e câimbras (MOREIRA e MOREIRA, 2004).

O mercúrio, apesar de ser um elemento natural que pode ser encontrado na natureza, em baixas concentrações no ar, na água e no solo, também pode ser encontrado em um grau mais elevado nas plantas, animais e tecidos humanos. Quando as concentrações do mercúrio excedem um valor limite presente na natureza, surge o risco de contaminação do meio ambiente e dos seres vivos. (BRUM, 2011).

Segundo a Associação de Combate a Poluentes (ACP, 2009), os principais riscos causados à saúde pela exposição ao mercúrio são: intoxicação aguda, efeitos corrosivos na pele e nas membranas da mucosa, náuseas, vomito, dor abdominal, diarreia, danos nos rins e pode levar a morte em um período de 10 dias.

O cádmio é um agente cancerígeno e pode causar danos ao sistema reprodutivo, nas plantas causa interferência no crescimento, podendo levar à morte dependendo da espécie vegetal (OLIVEIRA et al. 2001). Abreu e Suzuki (2002) fizeram um estudo com trabalhadores expostos a fumos de cádmio e ruídos e outro grupo exposto apenas ao ruído, e chegaram a uma conclusão de que o elemento cádmio altera a audição.

Como em ambientes domésticos costumam ter uma quantidade desse tipo de material, é interessante desenvolver tal temática em sala de aula, a fim de estimular os alunos e familiares a tomarem cuidados específicos em relação ao descarte correto desses materiais.

Dessa forma, o objetivo dessa aula é pesquisar e debater sobre o descarte de pilhas e baterias e suas implicações ao meio ambiente.

Pilhas e baterias são sistemas que por meio de reações químicas geram energia elétrica. Embora possa ser comprado em diversos lugares, o seu descarte não pode ser feito da mesma forma,

por constituírem resíduos tóxicos a saúde e ao meio ambiente, causando sérios danos a diversas formas de vida (SCHIO, 2003).

Enquanto as baterias de celulares são compradas em redes autorizadas, as pilhas podem ser compradas em qualquer estabelecimento comercial. As pessoas compram pilhas para rádios, controles, jogos, lanternas e ao final da sua vida útil simplesmente jogam no lixo, em rios, em terrenos baldios ou queimam, sem saber ou procurar saber a forma mais adequada de descarte esse tipo de material. Além disso, muitas vezes permitem que crianças guardem esses dispositivos em armários juntamente com alimentos e medicações, trazendo um risco de contaminação elevado as famílias (FONTURA, 1998).

O descarte de pilhas no lixo doméstico não é uma alternativa viável, é um fato muito grave, pois com o passar do tempo, ocorre à contaminação de plantas e do solo, devido à corrosão da blindagem da pilha disposta em lixões. Por isso há uma necessidade de uma destinação especial para este material (AFONSO et al. 2003).

Para ampliar essa discussão sobre o descarte incorreto de pilhas e baterias, deverá ser apresentado aos alunos iniciativas que estão sendo executadas na cidade de Alfenas - MG, com o intuito de conscientizar e realizar o descarte adequado desses materiais

Assim, desejamos fomentar discussões sobre descarte de pilhas e baterias no cotidiano e seus impactos, no meio ambiente e na saúde humana, comparando com as normativas estabelecidas na Resolução nº 257 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA).

O CONAMA estabeleceu em uma de suas resoluções um limite máximo permitido de metais pesados na fabricação de pilhas e baterias, além de constar na Resolução nº 257 que esses dispositivos devem ser devolvidos aos seus fabricantes para que haja um descarte de forma correta. Além disso, os fabricantes e os importadores de pilhas e baterias devem estar inscritos no Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras dos Recursos Ambientais – CTF, de acordo com art. 17, inciso II, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, apresentando anualmente ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA um laudo físico-químico de composição, emitido por laboratório acreditado junto ao Instituto Nacional de Meteorologia e de Normatização – INMETRO (BRASIL,1999).

Dimensão Pedagógica

Propomos para essa aula a utilização de apresentações de vídeos para a introdução da aula, pesquisas de projetos realizados na cidade para descartes das pilhas e baterias, debates sobre as implicações do descarte incorreto e sobre a Resolução nº 257 do CONAMA.

Em um primeiro momento, o professor deverá apresentar dois vídeos intitulados “A importância do descarte incorreto de pilhas e baterias”[1] e “O descarte incorreto de pilhas e baterias

[1] A importância do descarte incorreto de pilhas e baterias. Acesso em: https://www.youtube.com/watch?v=Gqk161ll21s

oferecem riscos ao meio ambiente?"[2], no intuito de iniciar uma reflexão com os alunos sobre a problemática da aula, provocando-os a pensar na sua convivência e utilização com esses dispositivos em suas casas.

Em um segundo momento, os alunos deverão ser divididos em grupos para realizarem uma pesquisa sobre os projetos relacionados ao descarte adequado de pilhas e baterias no município de Alfenas[3]. O intuito desse momento é proporcionar aos estudantes conhecer as iniciativas de conscientização e apresentá-las aos demais colegas na forma de seminários, de forma crítica e reflexiva, comparando com as experiências de descarte do seu cotidiano.

Em um terceiro momento, o professor deverá mediar um debate com os alunos sobre as resoluções do CONAMA, principalmente a resolução n°257, de modo a relacionar a maneira como a sociedade descarte seus lixos eletrônicos com as regulamentações vigentes, favorecendo e auxiliando uma tomada de decisão dos alunos frente a essa problemática. Para isso, o professor deverá fornecer recortes dessas resoluções de forma prévia e em sala de aula correlacionar às questões levantadas pelo CONAMA com as percepções geradas pelos alunos durante a apresentação dos vídeos e seminários.

Referências

ABREU, M. T; SUZKI. A. F. Avaliação audiométrica de trabalhadores ocupacionalmente expostos a ruído e cádmio. **Revista BrasileiraOtorrinolaringologista**. v. 68, n. 3, 2002.

Associação de Combate a Poluentes (ACP), **Mercúrio e sua história**. Disponível em <http://www.acpo.org.br/campanhas/mercurio/historia.htm> Acessado em 28 de março de 2022.

AFONSO, J. C. BARANDAS, A. P. M. G. SILVA, G. A. P. FONSECA, S. G. Processamento da pasta eletrolítica de pilhas usadas. **Química Nova**. v. 26, n. 4, 2003.

BRUM, R. Z; SILVEIRA, D. D. Educação ambiental no uso e descarte de pilhas e baterias. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental REGET-CT/ UFSM**. v. 2, n. 2, p.205-2013, 2011.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução CONAMA Nº 257, de 30/06/1999. Dispõe sobre sobre o descarte, coleta, reutilização, reciclagem e tratamento de pilhas e baterias . 1999.

FONTURA, C. **Bateria usada vira problema para donos de celular.** O Estado de São Paulo. 1998.

MOREIRA, F. R; MOREIRA, J. C. Os efeitos do chumbo sobre o organismo humano e seu significado para a saúde. **Revista Panamericana de Salud pública**. v. 15, n. 2, 2004.

OLIVEIRA, J. A; CAMBRAIA, J; CANO, M. O. A; JORDÃO, C. P. Absorção e acúmulo de cádmio e seus efeitos sobre o crescimento relativo de plantas de aguapé e de salvínia. **Revista Brasileira Fisiologia Vegetal**. v. 13, n. 3, 2001.

SCHIO, R. Pilhas e Baterias: um lixo perigoso. **Rede Aguapé de Educação Ambiental do Pantanal. Revista Aguapé**. Campo Grande -MS. 2003.

[2] O descarte incorreto de pilhas e baterias oferecem riscos ao meio ambiente? Acesso em: https://www.youtube.com/watch?v=vOzIHQ-H8ks

[3] https://www.unifal-mg.edu.br/portal/2019/05/27/unifal-mg-e-ponto-de-coleta-de-materiais-eletroeletronicos-durante-a-5a-edicao-da-campanha-de-descarte-de-lixo-eletronico/; http://www.alfenas.mg.gov.br/escola-dr-fausto-monteiro-e-a-vencedora-da-3-a-campanha-de-descarte-do-lixo-eletronico/;

Aula 2 - Composição e utilização de pilhas e baterias

Dimensão Epistêmica

Nesta aula, será apresentado a constituição das pilhas e baterias, suas diferenças e seus usos. Segundo Almeida et al. (2020), poucas pessoas possuem conhecimento sobre a composição de pilhas e baterias, o que ocasiona um desconhecimento dos impactos que podem ser causados ao meio ambiente pela constituição desses dispositivos.

O crescente consumo desse tipo de dispositivo juntamente com a falta de conhecimento sobre o tema, propicia um enorme impacto ambiental, muitas vezes ignorado pela sociedade (KEMERICH et al., 2012).

Perceber que esses dispositivos são poluidores dos recursos naturais, ocasionando contaminações na agricultura por metais pesados e a contaminação de lençõis freáticos por líquidos tóxicos, tais como: mercúrio, ácido sulfúrico e chumbo, podem proporcionar uma reflexão crítica a respeitos de práticas que possam amenizar os seus impactos no meio ambiente por meio do estudo dos diferentes tipos de pilhas e suas composições (CAVALCANTI, RIBEIRO, BARRO, 2018).

Dessa forma, o objetivo dessa aula é discutir sobre as diferentes empregabilidades das pilhas e baterias, apresentando as suas composições e seus impactos no meio ambiente.

Nas pilhas chamadas comuns, ocorrem reações envolvendo zinco metálico (Zn^0), óxido de manganês (MnO_2) e amônio (NH_4^+) que reagem formando como produtos óxido mangânico (Mn_2O_3) e amônia (NH_3). Já na bateria dos carros, por exemplo, chamada bateria ácido-chumbo ocorre uma reação entre chumbo metálico (Pb^0), óxido de chumbo (PbO_2) e ácido sulfúrico (H_2SO_4), que ao reagir forma sulfato de chumbo ($PbSO_4$) (CAVALCANTI, RIBEIRO, BARRO, 2018).

O zinco, por exemplo, em altas concentrações no solo pode ser consumido pelas plantas, intoxicando as próprias plantas e também afetando a dieta humana (MUNIZ et al., 1996). Já o chumbo pode contaminar uma grande área, sendo encontrado em diversos materiais que utilizamos no cotidiano como, por exemplo, em processos de extração mineral, em fabricação de plásticos, operação de corte e solda de peças e chapas metálicas contendo chumbo, tinturas de cabelo, fabricação caseira de “chumbadas” de pesca e cartuchos (CAPITANI; PAOLIELLO; ALMEIDA, 2009).

Assim, com esses exemplos de contaminações por metais pesados é correto imaginar que a contaminação por descarte incorreto de pilhas e baterias seja insignificante frente às demais fontes de poluição. Entretanto, no Brasil são produzidas cerca de três bilhões de pilhas e/ou baterias por ano, sendo essa quantidade alarmante visto que o descarte correto desses dispositivos, no cotidiano, não são devidamente recolhidos e tratados (AGOURAKIS et al., 2006; CAVALCANTI, RIBEIRO, BARRO, 2018).

Desse modo os principais conteúdos abordados nessa aula serão: composição química; balanceamento de equações químicas; fórmulas químicas; compostos inorgânicos (ácido, base, sais e óxidos); compostos iônicos (cátions e ânios); preparo de soluções (concentrações).

A partir desses conteúdos, é esperado que o professor possa mediar uma reflexão sobre as percepções dos alunos a respeitos desses dispostivos, presentes em seu cotidiano, com os conhecimento científicos (tecnologias) embutidos em cada um dos medelos de pilhas e baterias apresentados.

Dimensão Pedagógica

Propomos para essa aula a elaboração de uma tabela contendo dispostivos que os alunos conheçam que funcionam a partir de pilhas e baterias, descrevendo a importância deles e suas finalidades.

A tabela tera divisões de tópicos: Pilhas (objetos que precisam de pilhas para funcionar) ; Baterias (objetos que precisam de baterias para funcionar): Finalidade (para que tais objetos são utilizados). Para um ensino presencial a proposta é montar a tabela na lousa, pedir que os alunos escrevam também em seu material de estudo (caderno). A montagem da tabela é feita a partir das falas dos alunos, sempre sendo guiado pelo professor.

Em um segundo momento, deverá ser realizado um debate com os alunos sobre as suas concepções em relação a constituição desses dispositivos a partir da apresentação de vídeos e apresentações que possam reforçar a relação entre a maneira como o estudante enxerga a pilha e a sua constituição interna.

Em um terceiro momento, deverá ser realizado com os alunos através das informações inseridas na tabela, após a discussão apresentar com mais profundidade a constituição das pilhas e baterias por meio dos vídeos educativos. Após a apresentação dos vídeos, o professor deverá enfatizar de forma expositiva e dialogada com os alunos os conteúdos abordados na aula, relacionando as reflexões feitas durante a aula com o conheciemnto cientifico que envolve o tema.

Referências

AGOURAKIS, D. C. et al. Comportamento de zinco e manganês de pilhas alcalinas em uma coluna de solo. **Química Nova**, São Paulo, v. 29, n. 5, p. 960-964, 2006.

ALMEIDA, C. P. M. DE et al. Descarte de pilha e baterias no contexto da educaçãoambiental/ Disposal of batteries andbatteriesinthecontextofenvironmentaleducation.**Brazilian Journal of Development**, v. 6, n.11,p. 89340-89351, 18 nov. 2020.

CAPITANI, E. M.; PAOLIELLO, M. B.; ALMEIDA, G. R. C. Fontes de exposição humana ao chumbo no Brasil. **Medicina**, Ribeirão Preto, v. 42, n. 3, p. 311-318, 2009.

CAVALCANTI, M. H. S.; RIBEIRO, M. M.; BARRO, M. R. Planejamento de uma sequência didática sobre energia elétrica na perspectiva CTS. **Ciência & Educação**, v. 24, n.4, p. 859-874, 2018.

MUNIZ, L. L. F. et al. Retenção de zinco em solos do Vale do Aço mineiro, afetada pela remoção de matéria orgânica, óxido de ferro e óxido de manganês. **Química Nova**, São Paulo, v. 19, n. 5, p. 464-468, 1996.

KEMERICH, P. D. C., MENDES, S. A. VORPAGEL, T. H. PIOVESAN M. Descarte indevido de pilhas e baterias: A percepção do problema no município de FredericoWestphalen - RS. **Revista Eletrônica Em Gestão, Educação e TecnologiaAmbiental**. v.8, ed.8, p.1680-1688, 2013.

Aula 3 - A pilha de Daniell

Dimensão Epistêmica

Nesta aula, será proposta uma discussão sobre como a energia elétrica é produzida através das pilhas e baterias.

Atualmente, a tecnologia está por toda parte e, principalmente, no cotidiano através de muitos aparelhos eletrônicos e domésticos. As pilhas e baterias são muito utilizadas na maioria desses equipamentos eletrônicos, porém devemos nos perguntar como esses dispositivos geram energia elétrica?

Dessa forma, o objetivo dessa aula é discutir o mecanismo que gera a corrente elétrica, apresentando o funcionamento das pilhas.

Os mecanismos que geram a corrente elétrica promovem o funcionamento de diversos tipos de equipamentos eletrônicos, podendo obter-se tal energia por meio de pilhas e baterias. Para que a pilha consiga fornecer energia e gerar uma corrente elétrica, deve-se ocorrer reações internas dentro dela, as quais são chamadas de reações de oxirredução espontâneas.

A geração de energia ocorre a partir de reações redox, na qual, o sistema interno é pressurizado e desencadeia uma corrente elétrica (MONCKEN, 2022). Essas reações redox são produzidas a partir de duas reações que ocorem simultaneamente no sistema, chamadas de oxidação e redução, que consistem na promoção de um fluxo de elétrons da região de menor concentração eletrônica (ânodo) para a região de maior concentração eletrônica (cátodo).

Assim, as pilhas são contituídas por dois eletrodos e um eletrólito, que geram energia elétrica. Os eletrodos são capazes de se conectar a um aparelho elétrico, fazendo com que uma corrente elétrica passe por esse circuito. Todavia, as baterias, de uma forma geral, são reservatórios que associam duas ou mais pilhas para fornecer uma voltagem superior as obtidas pelas pilhas, no sentido de fornecer maior quantidade de energia. (MELO, 2020).

Para exemplificar uma reação de oxirredução que ocorre no cotidiano, o professor deverá propor aos alunos a análise processo de oxidação da Estátua da Liberdade e do topo das torres e da cúpula da Catedral da Sé, em São Paulo, que provém da camada de azinhavre (carbonato básico de cobre), que forma-se em uma reação espontânea de oxirredução entre cobre, gás oxigênio, gás carbônico e água.

A intenção dessa discussão é gerar argumentos sobre como as reações de oxirredução podem causar deterioração nas construções civis. Desse modo, entende-se que a partir dessa exemplificação, os professor possam introduzir o conteúdo de eletroquímica aos estudantes.

Assim, desejamos abordar os conteúdos que compreendemos ser iniciais para a compreensão do tema, tais como: conceitos fundamentais da eletroquímica e eletrodinâmica.

Na abordagem dos conteúdos propostos para essa aula, no estudo do modelo de corrente elétrica, é esperado que os alunos compreendam que a energia elétrica pode ser gerada a partir de reações químicas ocorridas no interior das pilhas e que a pilha de Daniell consiste em um sistema de dois eletrodos ligados, um com carga positiva e outro com carga negativa. Um dos eletrodos é formado por uma placa de zinco imersa em uma solução de sulfato de zinco, representando o ânodo da pilha por possuir carga negativa, e o outro é formado por uma placa de cobre imersa numa solução de sulfato de cobre, representando o cátodo da pilha por possuir carga positiva.

Dessa maneira, a energia advinda das pilhas ocorre devido à produção de uma corrente elétrica através de uma reação química de oxirredução espotânea. Esses conhecimentos permitirão aos alunos compreenderem o funcionamento das pilhas e sua geração de energia elétrica e provocará a criticidade dos mesmos em relação a importância de se descartar de forma adequada as pilhas e baterias e como os seus componentes podem afetar o meio ambiente.

Dimensão Pedagógica

Propomos para essa aula a utilização do simulador online “PhetColorado” como ferramenta de observação para ensinar sobre o funcionamento da pilha de Daniell, os componentes de um circuito elétrico e o modelo de corrente elétrica.

Em um primeiro momento, os conceitos relacionados a eletroquimica eeletrodinâmica deverão ser discutidos de forma expositiva e dialogada pelo professor, favorecendo a reflexão dos alunos sobre as seguintes perguntas: de onde vem a energia da pilha, como a pilha funciona, quais aparelhos do cotidiano utilizam pilhas e baterias para seu funcionamento, como a energia elétrica é tramitida apra os aparelhos, entre outros questionamentos necessários.

Em um segundo momento, o professor deverá propor aos alunos a utilização do simulador online - “Phet Colorado”- para compreensão do funcionamento da pilha de Daniell e dos componentes de um circuito elétrico, o professor deverá dividir a turma em grupos de 4 alunos e incentivar cada grupo a propor o seu modelo de corrente elétrica e posteriormente o modelo de pilha de Daniell, podendo fazer uma competição para saber qual grupo consegue fornecer a maior voltagem em sua pilha.

Esse simulador deverá proporcionar aos alunos a experiência de testar possibilidades de construção de uma pilha de Daniell através de eletrodos de prata, cobre e zinco em solução e determinar os potenciais redox das espécies. Esse recurso permitirá a montagem de uma célula eletrolítica, e a identificação do agente redutor e oxidante, da determinação do sentido da corrente elétrica, do fluxo de elétrons e do potencial gerado na pilha eletrólitica.

Assim, os alunos poderão estudar de forma mais reflexiva e crítica o conteúdo e aplicá-lo de

forma a concretizar o seu aprendizado.

Referências:

MONCKEN, E. **Como funciona uma pilha?**. [S. l.]: Canal Tech, 21 jan. 2022. Disponível em: <https://canaltech.com.br/produtos/como-funciona-uma-pilha-207128/>. Acesso em: 12 mar. 2022.

MELO, M. V. A **importância do conceito de pilhas e baterias em química no ensino médio para alunos de uma escola pública em macapá, amapá**. Anais VII CONEDU - Edição Online... Campina Grande: Realize Editora, 2020. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/67700>. Acesso em: 12 mar. 2022.

Aula 4 - Construindo uma pilha

Dimensão Epistêmica

Nessa aula, iremos refletir com os estudantes as possibilidades de se gerar energia elétrica suficiente para ligar um dispositivo eletrônico.

Ao longo dos séculos, a busca pela obtenção de um dispositivo que produzisse energia elétrica contou com a colaboração de diveros estudiosos. O filosófo Tales de Mileto, alguns séculos antes de cristo, ao friccionar uma resina natural (âmbar) com um pedaço de seda percebeu que o âmbar, que em grego era chamado de “elektron”, atraìa fragmento de palha cunhando o nome eletricidade a esse fenômeno (TOLENTINO; ROCHA, 2000).

Dois mil anos depois, Otto von Guericke criou a primeira máquina que produzia eletricidade, formada por uma esfera de enxofre dotada de um eixo e um dispositivo mecânico que permitia imprimir-lhe um movimento de rotação, que quando friccionada por algum material, tornava-se eletrificada e produzia faíscas, atraía gotas d’água e fragmentos de palha (TOLENTINO; ROCHA, 2000).

Já no final do século XVIII, Luigi Galvani, em 1786, ao dissecar uma rã em um de seus experimentos, sobre uma máquina eletrostática observou que ao tocar com a ponta de um bisturi no nervo interno da coxa de uma rã, ocorreram contrações no músculo do animal. Conclui-se então que o metal era apenas um condutor da eletricidade contida nos músculos da rã, defendendo a existência de uma eletricidade própria dos corpos animais. Entretanto, o físico italiano Alessandro Volta foi o primeiro a cosntestar a existência de eletricidade próprias nos corpos animais. Em um dos seus experimentos notou que quando a placa e o fio eram formados do mesmo metal não havia fluxo de eletricidade, defendo que os metais eram os geradores de energia e o tecido apenas um condutor elétrico (MENDES et al., 2019).

Dessa forma, foi criada a “Pilha de Volta”, o primeiro dispositivo que aproveitou a energia das reações de oxirredução para gerar eletricidade. O dispositivo criado por ele era formado por discos de metais diferentes intercalados e conectados por um fio condutor e um disco umedecido em

salmoura. A partir disso, Volta concluiu que dependendo dos metais utilizados, o fluxo elétrico seria diferente. Assim, aperfeiçoando a pilha de Alessandro Volta, em 1836, o químico inglês John Frederic Daniell criou a primeira pilha capaz de manter uma corrente elétrica constante num tempo razoavelmente longo, denominada “Pilha de Daniell”, tendo o seu princípio utilizado até os tempos atuais para a fabricação de pilhas e baterias (MENDES et al., 2019).

Essa problemática proporciona ao aluno perceber as reações eletroquímica como um processo de transformação de energia química em energia elétrica de diferentes maneiras, reforçando as reações de oxirredução ocorridas durante o processo e evidenciando o funcionamento e as singularidades do modelo de pilha de Daniell.

Dessa forma, o objetivo dessa aula é construir um dispositivo a partir de materiais de fácil acesso que permitam a geração de energia suficiente para acender uma lâmpada de led, devido que, a eletroquímica é considerada um dos assuntos mais dificéis de aprender por envolver conceitos com construções muito abstratos e por serem apresentados em diagramas estáticos (DOYMUS; KARACOP; SIMSEK, 2010). Essa dificuldade dos alunos em visualizar e compreender os processos químicos de forma dinâmica, requer métodos de ensino mais ativos que possam colocar os estudantes numa condição de reflexão e críticidade sobre os processos envolvidos.

Assim, é pretendido trabalhar nessa aula os conteúdos de eletroquímica, evidenciando o modelo de pilha de Daniell, colocando em prática os conhecimentos ensinados nas aulas anteriores.

Dimensão Pedagógica

Propomos para essa aula a utilização de uma experimentação investigativa, no qual, se apresenta como uma possibilidade de simular o trabalho do cientista, apresentando um problema em aberto que possibilita diferentes perspectivas e possibilita espaço para o erro (KASSEBOEHMER; HARTWIG; FERREIRA, 2015), auxiliando os alunos a desenvolver a sua reflexão, críticidade e tomada de decisão.

Assim, em um primeiro momento, deve ser realizada uma discussão com os alunos sobre alguns conceitos relacionados à eletroquímica. O objetivo dessa primeira conversa é identificar os conhecimentos que os alunos já possuem e introduzir algumas questões sobre possibilidades de geração de energia. Devem ser discutidas questões sobre reação química, formação de íons, definição de energia e maneiras de se armazenar energia.

Ao término da discussão, os alunos devem fazer um esboço de como seria o interior de uma pilha e como seria o funcionamento da mesma. Como objeto de estudo foi disponibilizado uma pilha comum fechada. Depois de realizada a representação interna da pilha o professor deverá abrir uma pilha junto com os alunos, destacando os seus principais constituintes.

Em um segundo momento, o professor deverá dividir os alunos em grupos e apresentar aos mesmos diversos materiais como: fio de magnésio, fio de cobre, placa de zinco, fio de alumínio,

béqueres de 100 mL, proveta de 100 mL, frasco de vidro, soluções de NaCl 0,1 mol. L^{-1}, HCl 1,0 mol.L^{-1}, vinagre, sal de fruta, refrigerante, limão, garras de jacaré para fazer as ligações e uma lâmpada de LED que devem estar dispostas no que chamamos de “Mercado da Química”.

A proposta do “mercado da química” é deixar os alunos livres para que a partir das suas concepções descubram o que eles necessitam para montar uma pilha. Dessa forma, cada grupo deverá se dirigir até a mesa e escolher os materiais que necessitam e voltar para seus respectivos lugares. O professor deverá estipular dois desafios a serem realizados: O primeiro será verificar qual o grupo gera maior diferença de potencial (energia), no qual, isso será traduzido como um valor de voltagem medida através de um multímetro e o segundo desafio seria acender uma lâmpada de LED com a energia gerada pelos dispositivos construídos por cada grupo.

É recomendado que os grupos tenham 30 minutos para realizar o experimento e mais 20 minutos para descrever os procedimentos utilizados com suas conclusões.

Em um terceiro momento, os grupos deverão socializar suas conclusões com a turma a partir de uma apresentação contendo fotos e/ou ilustrações e justificarem as suas escolhas, tendo o professor como mediador desse processo. Finalizado as apresentações, o professor deverá encerrar a aula explicando os conceitos aplicados ao experimento, fazendo uma relação com os resultados obtidos por cada grupo e relacionando também com o funcionamento da bateria dos automóveis.

Referências

DOYMUS, K.; KARACOP, A.; SIMSEK, U. Effects of jigsaw and animation techniques on students’understanding of concepts and subjects in electrochemistry. **Education Tech Research Dev**, n.58, p. 671-691, 2010.

KASSEBOEHMER, A. C.; HARTWIG, D. R.; FERREIRA, L. H. **Contém Química 2: pensar, fazer e aprender pelo método investigativo**. São Carlos: Pedro & João, 2015. 352 p.

MENDES, D.; VIEIRA, E.; MÉIER, L.; TRINDADE, L.; LEMOS, A. A evolução histórica das pilhas até a pilha de Daniell. In: Feira do conhecimento científico, tecnológico e cultural do Caparaó, 4., 2019, Ibatiba, **Anais ...** Espírito Santo: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, 2019, p.47-52.

TOLENTINO, M; ROCHA FILHO, R. O bicentenário da invenção da pilha elétrica. **Química Nova na Escola**, n.11, 2000.

Aula 5 - Descarte consciente de pilhas e baterias

Dimensão Epistêmica

Nesta aula, iremos discutir sobre as possibilidades de descarte de pilhas e baterias de modo conscientes, a fim de minimizar os impactos ao meio ambiente.

Segundo o Centro de Pesquisa Ciência, Tecnologia e Sociedade (IPEA, 2020) cerca de 96% das 115.000 toneladas de resíduos sólidos domésticos são despejadas diariamente, em 60% das cidades, no meio ambiente de maneira inadequada, sendo provável que esses resíduos sejam

encontrados em lixões. No Brasil, a maioria dos municípios possui áreas comprometidas por causa dos resíduos, sem que haja um controle sanitário ou ambiental.

Esses tipos de resíduos são provenientes do descarte inadequado de materiais como pilhas, baterias, entre outros. Segundo a Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABINEE), o Brasil produz cerca de 800 milhões de pilhas e baterias por ano, que são constituídas por resíduos tóxicos. Esse tipo de material pode ser encontrado em diversos lugares, e seu descarte muitas vezes é inadequado também, podendo provocar contaminação. (FONTOURA, 1998)

O descarte adequado desses materiais pode ajudar a evitar, de forma significativa, problemas relacionados à saúde humana e ao meio ambiente. Segundo a Lei de Resíduos Sólidos (lei no. 12.305, 2010), após o uso pelos consumidores, os fabricantes, importadores, distribuidores e principalmente os comerciantes devem recolher o material, ficando responsável pelo seu retorno correto.

Com isso, o objetivo dessa aula é apresentar os projetos realizados na cidade de Alfenas para que as pilhas e baterias sejam coletadas corretamente, evitando a contaminação ambiental.

Em Alfenas, as universidades tanto pública, quanto particular e várias escolas do município se juntaram para realizar o projeto “Descarte de lixo eletrônico”. O projeto consiste em divulgar pontos de coleta adequados para materiais eletrônicos, como pilhas, baterias, entre outros. O projeto levou em conta a importância do envolvimento da sociedade para prevenção e reparação das lesões provocadas ao meio ambiente com a missão de melhorar a qualidade de vida das pessoas.

Por isso, a apresentação desses projetos é uma forma dos alunos serem estimulados a construir conhecimentos com ajuda de pesquisas, coletas de dados e discussões que podem proporcionar um pensamento mais crítico e reflexivo, levando-os a organizar suas ideias para chegarem a uma tomada de decisão.

Assim, conhecendo os impactos que são gerados a saúde e meio ambiente pelo descarte incorreto desses materiais, o intuito é que eles consigam ser capazes de tomar decisões, buscando sempre melhorar a qualidade do ambiente em que vivem.

Para ampliar a discussão sobre o descarte de pilhas e baterias no município de Alfenas, propomos a criação de uma linha do tempo com os alunos sobre as notícias de reciclagem e/ou pontos de coletas na cidade. Será necessário que os alunos pesquisem os eventos relacionados, produzam resumos e busquem imagens que possam ser associadas a eles. Após a construção da linha do tempo, haverá em sala uma roda de conversa sobre as descobertas encontradas pelos alunos.

A intenção dessa construção da linha do tempo, é que os alunos possam se inteirar mais do assunto, pesquisando também por curiosidades, para agregara conhecimentos e compartilhá-los com a turma posteriormente.

Dessa forma, desejamos abordar os conteúdos que compreendemos serem iniciais para a compreensão do tema, tais como: apresentar os resultados desses projetos no meio ambiente e na saúde humana; provisões do uso e descarte consciente desses dispositivos ao longo dos próximos anos e a

possiblidade de reciclar esses dispositivos.

Isso fará com que não só os estudantes, como seus familiares e outras pessoas reflitam melhor e se conscientizem sobre o descarte correto de dispositivos eletrônicos em geral.

Dimensão Pedagógica

Propomos para esta aula uma palestra com um representante do projeto de extensão da Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG) “Resíduo eletrônico: destinando corretamente” no intuito de proporcionar aos alunos um momento de reflexão e criticidade sobre a destinação correta desses dispositivos eletrônicos e as relações do conteúdo de eletroquímica com o conceito de energia.

Em um segundo momento, propomos que os alunos participem ativamente de suas aprendizagens, por meio da promoção de uma discussão entre os alunos e o professor sobre o descarte consciente de pilhas e baterias visando os riscos que podem causar ao meio ambiente e a saúde humana. Nesse sentido, é pretendido que o professor coloque em discussão o consumo excessivo desses materiais e possibilidades para sua reciclagem, minimizando os impactos socioambientais.

Em um terceiro momento, o professor deverá fomentar um debate com os alunos sobre a possibilidade de reciclagem desses dispositivos e a realização de um mutirão de conscientização e arrecadação de pilhas e baterias entre a comunidade escolar.

Cabe destacar que para a palestra os alunos devem estar cientes sobre o estudo de eletroquímica, para que, ao término desse momento, o debate seja produtivo e que possa agregar conhecimento a todos. E que, com isso, o objetivo do mutirão de conscientização de pilhas e baterias seja alcançado.

Referências

Centro de Pesquisa Ciência, Tecnologia e Sociedade. **Resíduos sólidos urbanos no Brasil: desafios tecnológicos, políticos e econômicos,** 2020. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/cts/pt/central-de-conteudo/artigos/artigos/217-residuos-solidos-urbanos-no-brasil-desafios-tecnologicos-politicos-e-economicos. Acesso em: 04 Abr. 2022.

FONTOURA, C., **Bateria usada vira problema para donos de celular.** – O Estado de São Paulo – 1998.

BRASIL. **Lei no. 12.305, de 02 de agosto de 2010**. Disponível em: <L12305 (planalto.gov.br)>