



UFMT

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
LICENCIATURA PLENA EM QUÍMICA**

FRANCIELLE MENDES DA SILVA

**AVALIAÇÃO DE UM JOGO DIDÁTICO NA PROMOÇÃO DA
ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E EDUCAÇÃO AMBIENTAL**

CUIABÁ – MT

2024

FRANCIELLE MENDES DA SILVA

**AVALIAÇÃO DE UM JOGO DIDÁTICO NA PROMOÇÃO DA
ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E EDUCAÇÃO AMBIENTAL**

Trabalho de Conclusão de Curso – TCC,
apresentado ao curso de Licenciatura
Plena em Química - Departamento de
Química, do Instituto de Ciências Exatas
e da Terra – ICET, da Universidade
Federal de Mato Grosso/Campus Cuiabá,
como parte dos requisitos para obtenção
do título de Licenciado em Química.

Orientadora: Profa. Dra Ângela Denardi

CUIABÁ – MT

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

S586a Silva, Francielle Mendes da.
Avaliação de um Jogo Didático na Promoção da Alfabetização Científica e Educação Ambiental [recurso eletrônico] / Francielle Mendes da Silva. -- Dados eletrônicos (1 arquivo : 102 f., il. color., pdf). -- 2024.

Orientador: Ângela Denardi.
TCC (graduação em Química) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Cuiabá, 2024.
Modo de acesso: World Wide Web: <https://bdm.ufmt.br>.
Inclui bibliografia.

1. 2030 Agenda. 2. Combustíveis Fósseis. 3. Jogos Didáticos. 4. Educação Ambiental. 5. Alfabetização Científica. I. Denardi, Ângela, *orientador*. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
Av. Fernando Corrêa da Costa, n 2367 - Bairro Boa Esperança, Cuiabá/MT, CEP 78060-900
Telefone: e Fax: @fax_unidade@ - <http://www.ufmt.br>

DECLARAÇÃO

Processo nº 23108.032907/2024-11

Interessado: Supervisão de Documentação e Programas Especiais da Biblioteca Central

DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

Título: AVALIAÇÃO DE UM JOGO DIDÁTICO NA PROMOÇÃO DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Autora: **FRANCIELLE MENDES DA SILVA**

Monografia defendida e aprovada em: **19 de fevereiro de 2024**

Banca Examinadora:

Profa. Dra. Angela Denardi (presidente/orientador)

Profa. Dra. Carla Grazieli Azevedo da Silva (membro interno)

Profa. Gabriela Bueno Gonzales (membro externo)



Documento assinado eletronicamente por **ANGELA DENARDI, Docente da Universidade Federal de Mato Grosso**, em 22/08/2024, às 10:54, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **GABRIELA BUENO GONZALES, Usuário Externo**, em 23/08/2024, às 19:03, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **CARLA GRAZIELI AZEVEDO DA SILVA, Docente da Universidade Federal de Mato Grosso**, em 29/08/2024, às 15:30, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufmt.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **7106824** e o código CRC **B9E20CA0**.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho de conclusão de curso para a minha mãe Claudia Irene Mendes Filha, que apesar de todas as dificuldades que passamos ela sempre esteve comigo, me apoiando cada momento da minha vida, minha maior inspiração.

Gratidão.

AGRADECIMENTOS

Queridos amigos, familiares e mentores,

É com profunda gratidão que me dirijo a cada um de vocês neste momento especial. Inicialmente, gostaria de expressar minha imensa gratidão a **Deus**, cuja orientação e força me conduziram ao longo desta jornada acadêmica.

À **minha família**, em especial à minha mãe, que tem sido uma fonte inesgotável de apoio e incentivo desde o início da minha jornada universitária. Às minhas tias Joselina e Mariusa, que sempre me apoiaram e ajudaram com meus estudos, ambos da família colaboraram para que meus sonhos se tornassem realidade

Meu mais profundo agradecimento também vai para **meu companheiro**, cujo amor, apoio e amizade têm sido meu porto seguro durante essa trajetória.

Aos meus amigos, em especial à **minha amiga**, Leticia Rosa, que entrou comigo no início da faculdade e está formando comigo. Juntas, enfrentamos desafios e compartilhamos alegrias, e sua amizade foi um dos maiores presentes que a universidade me proporcionou.

Aos **Meus amigos**, que caminharam comigo durante os anos de Licenciatura em Química, compartilhando conhecimento, apoio mútuo e amizade. Aos **Meus professores** de modo geral que deixaram uma marca em minha formação.

Por fim, minha sincera gratidão à minha **orientadora**, Dra. Ângela Denardi, cujo apoio e orientação foram fundamentais para a realização deste trabalho.

Esse trabalho foi realizado graças ao Projeto de Alfabetização Científica no Ensino de Química Verde e Química Sustentável a luz de referencial Ciência, Tecnologia e Sociedade, com a equipe da professora orientadora Dra. Ângela Denardi, onde foi realizado os estudos, produzido os questionários e os recursos didáticos aplicados nesta pesquisa que foram usados na coleta e análise dos dados. Foi uma experiência enriquecedora que contribuiu significativamente para meu desenvolvimento acadêmico e profissional.

Agradeço a todos vocês por fazerem parte desta importante jornada em minha vida. Suas contribuições foram inestimáveis e moldaram uma parte essencial da minha história.

Obrigada!

RESUMO

O trabalho discute a importância da Educação Ambiental (EA) e da Alfabetização Científica (AC) no contexto do Projeto de Pesquisa, Alfabetização Científica no Ensino de Química Verde e Química Sustentável a luz de referencial Ciência, Tecnologia e Sociedade. Dentre as alternativas na educação química propõe uma abordagem pedagógica lúdica para promover uma compreensão mais profunda e reflexiva das interações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA). Ao discutir as contribuições dos jogos para o desenvolvimento da AC e da EA, a pesquisa articula vários conhecimentos integradores que fazem parte dos objetivos da Agenda 2030 pois exploram as três dimensões do Desenvolvimento Sustentável: a econômica, a social e a ambiental. Isto possibilitou aos alunos apropriarem de conhecimentos científicos e de habilidades de análise crítica e participação ativa na busca por soluções sustentáveis. Assim inova, reforça e prepara os estudantes para enfrentar os desafios ambientais contemporâneos e para promover uma cultura de sustentabilidade na sociedade. O objetivo desta pesquisa foi analisar as contribuições do jogo para o desenvolvimento da AC, e a promoção da EA. O trabalho utiliza como base teórica alguns referenciais sobre a AC, a história da EA e estudos sobre jogos didáticos. A metodologia adotada na pesquisa é qualitativa, foco na educação. Partiu da aplicação de um minicurso Combustíveis Fósseis, e usou o jogo como complemento. Os participantes foram dez estudantes dos cursos de Licenciatura e Bacharelado em Química e, Licenciatura em Biologia da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) - campus Cuiabá. Os dados foram extraídos do Projeto de Pesquisa citado e a análise baseou-se na classificação e categorização dos jogos didáticos segundo Cunha (2012), Soares (2016, 2019) e Francisco e Silva (2012); a classificação do nível de AC referencial de Cachapuz *et al.* (2005) e Milaré *et al.* (2009), os quais recomendam como Santos (2007) e Santos e Mortimer (2000) uso de temas e problemas de relevância social. Para analisar a perspectiva da EAC no jogo usou como referência os estudos de Dias Cassiano e Echeverría (2014). Considerando tais aspectos, as evidências mostram que o jogo didático no contexto de um minicurso sobre Combustíveis fósseis possibilitou uma abordagem mais dinâmica e interativa para o ensino de questões ambientais. Os elementos lúdicos do jogo estimularam o interesse e a aprendizagem significativa dos conteúdos aos alunos, permitindo-lhes adquirir conhecimentos científicos e refletir criticamente sobre as interações entre CTSA. Além disso, o minicurso proporcionou discussões e reflexões sobre assuntos relevantes, como a transição para fontes de energia mais limpas e os princípios da Química Verde. As atividades propostas contribuíram para aprender conceitos teóricos, mas também aplicá-los em situações práticas e entender sua relevância no contexto atual. Dessa forma, essa pesquisa contribuiu para a melhoria da educação científica através do jogo didático como complemento ao minicurso com o desenvolvimento da AC e da EA, capacitando os participantes a compreenderem melhor os desafios ambientais e a participarem ativamente na busca por soluções sustentáveis. Essa abordagem inovadora nesta perspectiva é uma ferramenta valiosa para promover uma educação mais engajadora e eficiente se for contextualizada, preparando os alunos para enfrentar os desafios do século XXI e contribuir para cumprir as metas e ações dos dezessete Objetivos do Desenvolvimento Sustentável propostos pela Organização das Nações Unidas (ONU) na Agenda 2030.

Palavras-chave: 2030 Agenda, Combustíveis fósseis, Jogos Didáticos, Educação Ambiental, Alfabetização Científica.

ABSTRACT

The work discusses the importance of Environmental Education (EA) and Scientific Literacy (CA) in the context of the Research Project, Scientific Literacy in the Teaching of Green Chemistry and Sustainable Chemistry in light of the Science, Technology and Society framework. Among the alternatives in chemical education, it proposes a playful pedagogical approach to promote a deeper and more reflective understanding of the interactions between Science, Technology, Society and Environment (CTSA). When discussing the contributions of games to the development of AC and EA, the work articulates several integrative knowledge that are part of the objectives of the 2030 Agenda as they explore the three dimensions of Sustainable Development: economic, social and environmental. This enabled students to acquire scientific knowledge and critical analysis skills and active participation in the search for sustainable solutions. In this way, it innovates, reinforces and prepares students to face contemporary environmental challenges and to promote a culture of sustainability in society. The objective of this research was to analyze the contributions of the game to the development of AC, and the promotion of EA. The work uses as a theoretical basis some references on CA, the history of EA and studies on didactic games. The methodology adopted in the research is qualitative, focusing on education. It started with the implementation of a Fossil Fuels mini-course and used the game as a complement. The participants were ten students from the Bachelor's and Teacher Training Course degree in Chemistry and Degree in Biology at the Federal University of Mato Grosso (UFMT) - Cuiabá campus. The data were extracted from the aforementioned Research Project and the analysis was based on the classification and categorization of didactic games according to Cunha (2012), Soares (2016, 2019) and Francisco e Silva (2012); the classification of the reference AC level by Cachapuz *et al.* (2005) and Milaré *et al.* (2009), who recommend, like Santos (2007) and Santos and Mortimer (2000), the use of themes and problems of social relevance. To analyze the EAC perspective on the game, the studies by Dias Cassiano and Echeverría (2014) were used as a reference. Considering these aspects, the evidence shows that the didactic game in the context of a short course on Fossil Fuels enabled a more dynamic and interactive approach to teaching environmental issues. The playful elements of the game stimulated students' interest and significant learning of the content, allowing them to acquire scientific knowledge and critically reflect on the interactions between CTSA. Furthermore, the mini-course provided discussions and reflections on relevant subjects, such as the transition to cleaner energy sources and the principles of Green Chemistry. The proposed activities contributed to learning theoretical concepts, but also applying them in practical situations and understanding their relevance in the current context. In this way, this research contributed to the improvement of scientific education through didactic games as a complement to the mini-course with the development of CA and EA, enabling participants to better understand environmental challenges and to actively participate in the search for sustainable solutions. This innovative approach from this perspective is a valuable tool to promote a more engaging and efficient education if contextualized, preparing students to face the challenges of the 21st century and contribute to meeting the goals and actions of the seventeen Sustainable Development Goals proposed by the Organization of Nations United Nations (UN) in the 2030 Agenda.

Keywords: Agenda 2030, Fossil fuels, Environmental Education, Scientific Literacy; Didactic Games.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1- Respostas da(o)s aluna(o)s do Curso de Licenciatura e Bacharelado em Química e Licenciatura em Biologia/UFMT/CUIABÁ sobre: “Você acredita que o jogo didático e a aula teórica funcionam bem de forma conjunta?” e “Você recomendaria a utilização de jogos didáticos após aulas teóricas?” 56

LISTA DE FIGURA

Figura 1: Tabuleiro da Chemical Coin Chase: Química em movimento	49
---	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Relações envolvidas na aplicação de jogos didáticos para o Ensino de Química (EQ)	39
Quadro 2 - Regras de desenvolvimento do jogo Chemical Coin Chase: Química em movimento.....	47
Quadro 3 – Características de um recurso didático conforme Francisco e Silva (2012):	52
Quadro 4 - Rearranjo da tabela de Cunha (2012). Relações envolvidas na aplicação de jogos didáticos para o ensino de Química	54
Quadro 5 - Respostas dos da(o)s aluna(o)s do Curso de Licenciatura e Bacharelado em Química e Licenciatura em Biologia/UFMT/CUIABÁ: “Como esse jogo afetou a interação e colaboração entre os alunos durante a sua realização?”	56
Quadro 6 - Resposta do A3:	57
Quadro 7 - Resposta do A2:	57
Quadro 8 -Respostas dos da(o)s aluna(o)s do Curso de Licenciatura e Bacharelado em Química e Licenciatura em Biologia/UFMT/CUIABÁ: Sobre “Você acredita que jogos didáticos podem ter uma abordagem de ensino colaborativa com os métodos tradicionais (Aula expositiva)?.....	58
Quadro 9 - Categorias que classificam as concepções de Alfabetização Científica (AC).	60
Quadro 10 – Análise de conteúdo das cartas do jogo "Chemical Coin Chase: Química em Movimento:.....	62
Quadro 11 – Exemplo da categoria Prático:.....	63
Quadro 12 - Exemplo da categoria Prático:	63
Quadro 13 - Exemplo de Categoria Cívico	64
Quadro 14 - Trecho do Minicurso.....	65
Quadro 15 - Respostas da(o)s aluna(o)s do Curso de Licenciatura e Bacharelado em Química e Licenciatura em Biologia/UFMT/CUIABÁ: Como promover a transição sustentável de fontes de energia fóssil para alternativas mais limpas e reduzir as emissões de gases poluentes?.....	68
Quadro 16 - Respostas da(o)s aluna(o)s do Curso de Licenciatura e Bacharelado em Química e Licenciatura em Biologia/UFMT/CUIABÁ: Sobre Química verde.....	69
Quadro 17 - Categorias que classificam as concepções de Educação Ambiental.	70

Quadro 18 - Análise sobre Educação Ambiental (EA).	71
Quadro 19 - Exemplo de Categoria Conhecimento Científico.....	71
Quadro 20 - Exemplo de Categoria de Conscientização	72
Quadro 21 - Exemplo de Categoria de Participação	73
Quadro 22 - Exemplo de Categoria de Participação	73
Quadro 23 - Exemplo de Categoria de Participação	75
Quadro 24 - Respostas da(o)s aluna(o)s do Curso de Licenciatura e Bacharelado em Química e Licenciatura em Biologia/UFMT/CUIABÁ, após minicurso sobre a pergunta: O que você aprendeu?.....	75
Quadro 25 - Respostas da(o)s aluna(o)s do Curso de Licenciatura e Bacharelado em Química e Licenciatura em Biologia/UFMT/CUIABÁ: Questionamento sobre a Química Verde	76
Quadro 26 - Categoria Cultural: Sugestão de Carta para o jogo Chemical Coin Chase: Química em movimento	78
Quadro 27 - Categoria Cultural: Sugestão de Carta para o jogo Chemical Coin Chase: Química em movimento:	79
Quadro 28 - Categoria Cívica: Sugestão de Carta para o jogo Chemical Coin Chase: Química em movimento:	80
Quadro 29 - Categoria Cívica: Sugestão de Carta para o jogo Chemical Coin Chase: Química em movimento:	81

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AC: Alfabetização Científica

CTS: Ciência Tecnologia Sociedade

DS: Desenvolvimento Sustentável

EA: Educação Ambiental

EAC: Educação Ambiental Crítica

EPA: Environmental Protection Agency

EQ: Ensino de Química

EQV: Ensino de Química Verde

PCNs+: Parâmetros Curriculares Nacionais

PNUMA: Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

QV: Química Verde

RD: Recursos Didáticos

PCNs+: Parâmetros Curriculares Nacionais

RD: Recursos Didáticos

UNESCO: Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

SUMÁRIO

1. Introdução	16
2. Referencial Teórico... ..	20
2.1 Alfabetização Científica no Ensino de Química.....	20
2.2 Origem e evolução da Educação Ambiental.....	24
2.3 Educação Ambiental no âmbito escolar... ..	27
2.4 Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).....	29
2.5 Química Verde	30
2.5.1 Os 5 Rs da Sustentabilidade	32
2.6 Recursos Didáticos e aprendizagem significativa.	34
2.6.1 O uso de metodologias ativas.....	36
2.6.2 O lúdico para o Ensino de Química.....	37
2.6.3 O lúdico e a motivação da aprendizagem: transformando a sala de aula.....	41
em um ambiente estimulante	41
3. Percurso Metodológico.....	43
3.1 Contexto e sujeitos da pesquisa.....	43
3.2 Coleta de Dados.	44
3.3 Etapas da Metodologia.	45
3.3.1 Escolha do tema.	46
3.3.2 Elaboração e desenvolvimento do jogo.....	47
3.4 Análise dos dados e resultados obtidos.	50
4. Resultados e Discussões.	51
4.1 Categorias Essenciais de um Jogo Didático segundo Francisco e Silva (2012). 51	
4.1.1 Execução da Atividade.....	59
4.2 Categorias e concepções sobre Alfabetização Científica.	60
4.2.1 Reflexão: Compreensão das relações ambientais.	66
4.3 Categorias e Contribuições da Educação Ambiental.....	67
4.4 Concepções dos alunos ao final do minicurso.....	75

5. Conclusão.	82
Referências.	84
Anexos 1 a 5.	88

1. INTRODUÇÃO

A educação científica desempenha um papel crítico para o desenvolvimento individual e coletivo, estando ligada a inovações, pesquisa e tecnologia, fatores que impulsionam o crescimento econômico. Cachapuz *et al.* (2005) ressaltam que a educação científica é vital diante dos desafios globais visto que promovem pensamento crítico e acima de tudo contribui para decisões informadas. O autor destaca a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento em 1992, Rio 92 que evidenciava a necessidade da ação dos educadores para conscientização. Além disso, aponta uma ausência da situação global do mundo na Didática das Ciências, indicando uma negligência na preparação para o futuro e na compreensão da "percepção global do estado do mundo" que requer o Desenvolvimento Sustentável (DS). Tal situação persiste visto nas concepções e práticas reducionistas nas questões sobre EA. Há uma visão limitada, focada apenas em detalhes específicos, como reciclagem e conservação, sem abordar a interconexão mais ampla entre sociedade, meio ambiente e desenvolvimento sustentável, conforme recomendada na Agenda 2030. Os resultados são desanimadores em pesquisas sobre práticas de EA nas escolas, Jacobi (2003).

A problemática da questão ambiental tem se intensificado e se tornou mais evidente nas últimas décadas, concentrando-se na degradação da vida no planeta, Cachapuz *et al.* (2005).

A influência da Química permeia diversos aspectos da vida cotidiana, desenvolvendo um papel no bem-estar da população. Um dos impactos mais notáveis manifesta-se na área da saúde, onde a Química viabiliza a criação de medicamentos e fármacos, impulsionando avanços significativos na medicina. Além disso, na agricultura, no tratamento da água e no desenvolvimento de materiais. Entretanto, apesar dos inegáveis benefícios, a industrialização vinculada à Química apresenta desafios ambientais consideráveis. A poluição resultante de atividades industriais e queima de combustíveis fósseis contribuem para problemas como a poluição atmosférica, do solo e da água, impactando negativamente a qualidade ambiental e contribuindo para questões críticas como mudanças climáticas e perda de biodiversidade.

A Química, sem dúvida, impulsiona e proporciona avanços significativos em saúde, longevidade e qualidade de vida. No entanto, é imperativo abordar de forma

responsável os desafios ambientais frutos dos resíduos gerados por processos químicos, buscando soluções sustentáveis que assegurem o equilíbrio entre os benefícios da Química e a preservação do meio ambiente.

O Ensino de Química (EQ) vai além da transmissão de conhecimentos científicos, significa capacitar os alunos a compreensão sobre a estrutura, vocabulário, fórmulas e interpretação de elementos visuais, além de aspectos que extrapolam o técnico conceitual. É importante desenvolver a capacidade dos alunos de construir argumentos científicos, diferenciados da argumentação do senso comum. Santos (2007) faz uma crítica relacionada ao sistema educacional, em que a escola tradicionalmente não ensina os alunos a lerem a linguagem científica nem desenvolverem a argumentação científica, muitas vezes limitando-se à memorização de conteúdos, termos e fórmulas, sem proporcionar a compreensão profunda da linguagem científica.

Milaré, Richetti e Filho (2009) destacam a importância da AC no Ensino de Química (EQ), considerando-a crucial para a formação cidadã, apontando que todos devem possuir conhecimentos científicos destacando a contribuição do conhecimento químico para a formação da cidadania. As práticas pedagógicas que buscam a AC representam uma linha crescente e inovadora na Didática das Ciências. Esse conceito propõe a integração da educação científica como parte fundamental da educação básica para todos os estudantes, superando os modelos dogmáticos, característico do modelo tradicional de ensino, os quais são centrados em verdades e direcionado na formação de cientistas (Milaré, Richetti e Filho, 2009, p. 165). A necessidade dessa abordagem é histórica, mas ressurgiu no final da década de 50 por estudos que destacam os baixos índices de aprendizagem e interesse devido a métodos tradicionais de ensino.

Entre os propósitos da Alfabetização Científica (AC) destacam-se tornar a ciência acessível a todos os cidadãos, reorientar o ensino para os futuros cientistas, corrigir concepções errôneas e possibilitar uma aprendizagem significativa de conceitos.

Conforme os PCNs+ (2002) e Sasseron e Carvalho (2011) a AC é também empregada como um dos propósitos da Educação Científica, visando promover habilidades e competências entre os estudantes que lhes permitam participar ativamente nos processos de decisões do cotidiano. Busca-se transformar o ensino, tornando-o mais

acessível, relevante e integrado à vida cotidiana, contribuindo para uma compreensão mais ampla e crítica da ciência na sociedade.

No cenário educacional atual, a valorização do conhecimento químico científico ganha cada vez mais destaque, não apenas como uma disciplina isolada, mas como um componente vital de uma educação completa e contextualizada. Autores e pesquisadores têm se debruçado sobre abordagens inovadoras para o EQ, reconhecendo a importância de estratégias que tornem o aprendizado mais atrativo e relevante para os alunos.

Nesse sentido, recomenda-se utilizar temas e problemas de relevância social, como apontado por Santos (2007) e Santos e Mortimer (2000), cujas contribuições são fundamentais no campo CTS. Ao mesmo tempo, fontes como Cachapuz *et al.* (2005), Milaré *et al.* (2009) e os trabalhos de Auler (2000) são valiosos sobre AC e Dias Cassiano e Echeverría (2014) e a Agenda 21 abordam a Educação Ambiental. Após estabelece-se uma relação com a Química Verde (EQV), ressaltando a necessidade de uma convergência para a Educação CTS. Nesse contexto, é essencial estudar e compreender a relação entre EA e CTS, bem como reconhecer que a EQV surgiu como uma resposta às demandas sociais por práticas de produção mais sustentáveis.

Com a inserção de tecnologias, surgiram novos desafios para os docentes. Portanto, ao planejar o Ensino de Química (EQ), é fundamental considerar também como os conteúdos podem ser tratados para ocorrer aprendizagem. Embora o uso das tecnologias em sala para a gamificação, sejam vistos como distração ou entretenimento há vários estudos como de Cunha (2012) e Soares (2016, 2019) Francisco e Silva (2012) evidenciam que os games podem ser benéficos em diversos contextos educacionais. A utilização de meios variados, contendo atividades criativas, como jogos, sejam em grupos ou virtuais, proporcionam aos alunos uma abordagem diferente. Para Cachapuz *et al.* (2005) a abordagem diversificada é uma possibilidade para que o aluno levante hipóteses, solucione problemas e socialize com colegas tornando mais relevante para vida cotidiana. Nessa perspectiva é que os resultados desta pesquisa possam orientar professores na promoção de abordagens pedagógicas mais inovadoras e alinhadas às necessidades dos alunos. Reconhecendo limitações e a necessidade de tornar o aprendizado mais desafiador, os jogos podem estimular a participação, a criticidade e a criatividade.

Além disso, intenta-se com esta pesquisa contribuir para melhorar a educação científica com a compreensão sobre as possibilidades e os limites registrados nas pesquisas e exigidos na elaboração, aplicação e avaliação de um jogo na perspectiva de contemplar os elementos recomendados pela teoria conforme Cunha (2012) e Soares (2019) e a mediação discutida por Francisco e Silva (2012) para a confecção, a mediação do professor, a contextualização, a interdisciplinaridade necessárias a colocar o RD no centro das relações entre RD-CONTEÚDO-ALUNO-PROFESSOR de modo a promover a AC e EA a partir do tema energia. Entender como os alunos interagem com esses recursos fornecerá resultados valiosos para aperfeiçoar as práticas educacionais que precisam acompanhar as constantes e rápidas transformações do mundo atual.

A partir das considerações feitas, esta pesquisa visa responder à seguinte pergunta: *De que forma o recurso didático no contexto da sequência didática desenvolvida no projeto Alfabetização Científica no Ensino de Química Verde e Química Sustentável a luz de referencial Ciência, Tecnologia e Sociedade, contribui para avançar nos desafios existentes na Educação Ambiental Crítica (EAC) no Curso de Licenciatura em Química?*

O estudo faz parte da 4ª e 5ª etapas desenvolvidas no Projeto de Pesquisa intitulado "Alfabetização Científica no Ensino de Química Verde (EQV) e Química Sustentável à luz do referencial Ciência, Tecnologia e Sociedade", o qual busca promover a Alfabetização Científica (AC) a partir do Ensino de Química Verde (EQV) e o Ensino de Química Sustentável (EQS) orientados por estudos CTS.

A metodologia adotada é qualitativa, com foco na área educacional, LUDKE e ANDRÉ (1986). Os participantes são estudantes do Ensino Superior. Utilizou-se questionários, anotações do processo e formulários para a coleta e análise dos dados. O referencial teórico abrange os estudos sobre AC, EA, EQ e CTS os quais são os pressupostos do projeto de pesquisa citado dentre as quais está inserido esta pesquisa.

A estrutura adotada consiste em: A introdução, a justificativa para o estudo e uma contextualização do tema. No capítulo I, desenvolve-se o Referencial Teórico, explorando conceitos relacionados à EA, AC, CTS, QV e o Recurso Didático. O capítulo II descreve a metodologia com os procedimentos de coleta e análise dos dados e o contexto da pesquisa. No capítulo III, foi feita a análise dos dados relacionando-os ao referencial teórico. Por fim, finaliza com o Capítulo IV tecendo as considerações finais e conclusões deste trabalho com as Referências, anexos.

CAPÍTULO I

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A evolução da educação científica ao longo do tempo reflete mudanças no contexto social e histórico, moldando os objetivos e métodos do ensino. Inicialmente nos anos de 1950, em plena guerra fria, a ênfase era na formação de cientistas, destacando o método científico como uma ferramenta essencial para cultivar o espírito científico nos jovens. Contudo, na década seguinte, com o agravamento dos problemas ambientais levou a uma transformação no cenário educacional. Sendo assim, neste capítulo, serão propostas reflexões referentes à utilização do uso de recursos didáticos, especificamente os jogos, como recurso metodológico útil para promover a AC mediante a EA. Os jogos, como materiais didáticos possibilitam oferecer uma abordagem inovadora, proporcionando condições para a incorporação de modos de pensar, agir e tomar decisões relacionadas às complexas questões científicas e ambientais.

Antes de adentrarmos na discussão sobre os jogos como recursos didáticos é essencial compreender o conceito de Alfabetização Científica (AC). Esta vai além da mera transmissão de conteúdo científico, necessitando da busca para capacitar os alunos a lerem e interpretarem a linguagem científica, desenvolvendo habilidades críticas e a capacidade de construir argumentos fundamentados.

Estamos diante de questões que merecem atenção, dada sua repercussão na sociedade contemporânea e no meio ambiente, demandando uma educação que não apenas transmita conhecimentos, mas que promova uma compreensão profunda e crítica. Este capítulo serve como ponto de partida para uma análise mais aprofundada sobre os jogos, na promoção de uma educação científica contextualizada e consciente.

2.1 ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO DE QUÍMICA

A Alfabetização Científica (AC) tem raízes na preocupação crescente com a formação de cidadãos capazes de compreender e participar criticamente as questões

científicas e tecnológicas presentes na sociedade. Essa preocupação intensificou no final do século XX.

Conforme Santos (2012), no século XIX, os currículos escolares na Europa e nos Estados Unidos foram gradualmente impregnados pela presença da ciência, mas a Educação Científica era direcionada ao público em geral. Contudo, foi apenas no século XX que o debate em torno da AC ganhou maior profundidade. Nos anos 1950, durante o movimento cientificista que preconizava a supremacia do conhecimento científico foram realizadas investigações fundamentais para o desenvolvimento desse campo.

No cenário brasileiro, a preocupação com a Educação Científica (EA) surgiu posteriormente, “o ensino de ciências recebeu pouca prioridade nos currículos escolares” Santos (2012). Foi somente a partir dos anos 1970 que iniciou uma atenção significativa à área de educação em ciências no país. Esse período marcou um despertar para a importância de promover o entendimento e a integração dos conhecimentos científicos na formação educacional, refletindo uma resposta aos desafios da contemporaneidade.

Conforme Milaré, Richetti e Filho (2009), ao longo desse período, estudiosos e educadores começaram a considerar a necessidade de ir além do ensino de conceitos científicos. A busca por uma abordagem mais abrangente tornou-se evidente, incorporando não apenas conceitos, mas também atitudes em relação à ciência, habilidades para tomada de decisões informadas e uma compreensão mais profunda do papel da ciência na sociedade.

A Alfabetização Científica (AC) representa uma abordagem inovadora no ensino de ciências, surgindo a partir de pesquisas nas Didáticas das Ciências. Conforme ressaltado por Cachapuz *et al.* (2005), essa perspectiva busca capacitar os cidadãos para a tomada de decisões fundamentadas em assuntos científicos. Essa visão revolucionária reflete um movimento em direção a uma educação científica mais abrangente, além da transmissão de conhecimentos, mas também o desenvolvimento de habilidades e atitudes que permitem uma participação crítica e informada na sociedade.

A discussão sobre a importância da AC se estende “o processo pedagógico não deve se restringir à sala de aula” (Auler 2003, p. 78), atingindo esferas sociais relevantes, como a conservação ambiental. Apesar das discussões e mobilizações em prol da conservação ambiental, ainda há uma quantidade significativa de tópicos a serem

abordados. Segundo Jacobi (2003) a presença considerável de desinformação ou informações contraditórias sobre a crise ambiental destaca o urgente esforço em ampliar o conhecimento relacionado a esses aspectos. A atual emergência local, nacional e global, especialmente relacionada à questão energética e ao impacto do efeito estufa, exige uma participação ativa e bem-informada da sociedade. O autor Jacobi ressalta que:

[...] pode-se dizer que um processo de reconstrução interna (dos indivíduos) ocorre a partir da interação com uma ação externa (natureza, reciclagem, efeito estufa, ecossistema, recursos hídricos, desmatamento), na qual os 198 Cadernos de Pesquisa, n. 118, março/ 2003 indivíduos se constituem como sujeitos pela internalização de significações que são construídas e reelaboradas no desenvolvimento de suas relações sociais (JACOBI, 2003 p. 189.)

Essa compreensão aprofundada da interconexão entre a ação humana e o ambiente destaca a importância da AC. Dessa forma como uma ferramenta-chave, capacitando indivíduos e comunidades para compreender as implicações científicas e ambientais das escolhas energéticas. O sólido conhecimento sobre fontes renováveis, eficiência energética e tecnologias limpas torna-se essencial para uma participação informada e é vital para enfrentar uma crise energética e ambiental, conforme Santos e Mortimer (2000).

No âmbito dos direitos humanos e do desenvolvimento sustentável, a AC desempenha um papel essencial, tornando-se um componente para garantir que os cidadãos compreendam as consequências ambientais de suas ações que exijam políticas que protejam não apenas seus direitos, mas também o meio ambiente. Conscientizar-se sobre emissões de carbono, desperdício de recursos e a necessidade de práticas sustentáveis é crucial para a defesa dos direitos presentes e futuros.

A discussão sobre a interconexão entre direitos humanos, desenvolvimento sustentável e emergência planetária destaca a necessidade de uma abordagem global e coletiva. A Alfabetização Científica (AC) não apenas capacita indivíduos a compreender as dimensões científicas da crise climática, mas também os envolve de maneira informada nas discussões globais sobre políticas ambientais conforme sugerido por Santos (2007). Portanto, ela se posiciona como um equipamento indispensável para promover mudanças efetivas e participativas diante dos desafios urgentes que bloqueiam ações imediatas em todas as esferas sociais e países que relacionam o econômico, o social e o ambiental.

A Alfabetização Científica (AC) dentre seus propósitos estão a reorientação do ensino para os futuros cientistas, a correção de concepções equivocadas sobre a ciência e a facilitação de uma aprendizagem significativa de conceitos. Além disso, busca englobar a ciência de forma natural no dia a dia das pessoas, promovendo uma familiaridade e compreensão mais profunda dos princípios científicos que permeiam diversos aspectos da sociedade, como defendido pelos autores Díaz, Alonso e Mas:

[...] a Alfabetização Científica reside na compreensão de uma ampla gama de conceitos e utiliza um extenso vocabulário científico na vida cotidiana e na cultura (Díaz, Alonso e Mas, 2003 p. 84.)

Chassot (2003) destaca a importância da AC como uma dimensão essencial para uma educação comprometida. Ele argumenta que a ciência é uma linguagem e ser alfabetizado cientificamente significa compreender essa linguagem. A Alfabetização Científica (AC) habilita pessoas a compreender conceitos cotidianos, e se traduz em uma prática útil para os indivíduos, capacitando-os a contribuir em questões críticas, como meio ambiente.

Nesse contexto, “Alfabetização Científica é defendida por muitos professores e pesquisadores do Ensino de Ciências como um processo necessário na formação dos cidadãos” (Milaré, Richetti e Filho, 2009, p. 165). Portanto, torna-se um alicerce para a construção de uma sociedade mais informada e participativa, enriquecendo e promovendo um futuro mais sustentável e informado.

Para Chassot (2003), aprender a linguagem científica é promover a inclusão social, é necessário pois também faz parte do mundo. Uma pessoa funcionalmente alfabetizada cientificamente seria capaz de lidar com produtos químicos, compreender bulas de medicamentos, adotar práticas de saúde preventivas e entre outras habilidades fundamentais para a vida moderna.

Díaz, Alonso e Mas, (2003) destacam que a ideia é que aprender ciências vai além de adquirir informações sobre fatos científicos. Significa compreender como os cientistas trabalham, reconhecer as limitações do conhecimento científico além de apreciar a ciência. Destacar a importância de conhecimentos sobre história, filosofia e sociologia da ciência no ensino de ciências é essencial para promover a compreensão da natureza da ciência, conduzindo os alunos a enxergar a ciência como uma atividade humana, distante

de ser uma prática neutra e distante dos problemas sociais. Essa abordagem permite que os estudantes compreendam a natureza da atividade científica e superem visões distorcidas, promovendo uma compreensão rica e contextualizada da ciência.

2.2 ORIGEM E EVOLUÇÃO DOS PRINCÍPIOS DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL

A Educação Ambiental (EA) surge como uma resposta diante dos desafios crescentes relacionados à degradação ambiental e da urgente necessidade de preservação do meio ambiente. Os movimentos ambientais só começaram a ocorrer no final dos anos 50, sendo marcado pela obra da bióloga Rachel Carson, publicada em 1962 e intitulada “Primavera Silenciosa”, o título foi utilizado em referência ao desaparecimento dos pássaros em prova dos efeitos nocivos do DDT, Cachapuz *et al.* (2005).

Conforme Dias (2004) embora as iniciativas para a valorização da natureza já tenham ocorrido em curso, foi somente em 1965, durante a Conferência de Educação da Universidade de Keele, na Grã-Bretanha, surgiu o termo "Educação Ambiental". Essa expressão é fruto de preocupações de grupos globais por causa das trajetórias ambientais da humanidade e das catástrofes que se envolveram.

O surgimento dos princípios da EA está intrinsecamente ligado às preocupações ambientais emergentes na década de 1970, período que testemunhou um despertar global para questões como a poluição. Com isso, movimentos ambientalistas começaram a advogar por uma abordagem educacional que sensibilizasse as gerações sobre a importância da preservação ambiental. Então foram realizados importantes conferências que trouxeram as bases para se pensar sobre como deveria ser a EA. Após a Conferência de Estocolmo em 1972, passou-se a refletir a partir de uma visão globalizante entre as relações do meio ambiente e da sociedade. Essa conferência foi considerada essencial para a superação da crise ambiental mundial.

Em 1975, a Unesco e o PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, lançaram o Programa Internacional de EA, marcando dois eventos significativos: o Seminário Internacional de EA, realizado em Belgrado em 1975; e a Conferência Intergovernamental sobre EA, realizada em Tbilisi, em 1977.

A Carta de Belgrado, aprovada em 1975, tornou-se um importante documento definindo questões pertinentes à EA, sob a perspectiva do DS, definindo objetivos para atender as demandas da EA, destacando a importância de conscientização, aquisição de conhecimento, desenvolvimento de capacidade de avaliação, mudança de comportamento, aquisição de competência para resolver problemas ambientais e estímulo ao desenvolvimento de atitudes por meio da participação. (Unesco, 1977 apud Cassiano e Echeverría, 2014, p. 220) Os objetivos traçados na Carta de Belgrado ainda são referências na defesa da necessidade da EA sendo eles:

[...] 1) levar os indivíduos a tomarem consciência do meio ambiente e seus problemas; 2) propiciar a aquisição de conhecimentos sobre o ambiente; 3) desenvolver a capacidade de avaliação; 4) possibilitar mudanças de comportamento das pessoas frente à problemática ambiental; 5) levar os indivíduos a adquirirem competência necessária à resolução dos problemas ambientais; e 6) estimular o desenvolvimento de atitudes mediante processos de participação (UNESCO 1977, p. 15-16 apud Cassiano e Echeverría, 2014, p.220).

A Carta de Belgrado estabelece que a meta, é melhorar as relações ecológicas, incluindo as relações dos seres humanos e com os demais elementos da natureza e buscava desenvolver uma população consciente e preocupada com o meio ambiente.

Outro marco significativo foi a conferência de Tbilisi, em 1977, desempenhando um papel fundamental ao estabelecer os princípios da Educação Ambiental (EA). A declaração de Tbilisi definiu que a Educação Ambiental (EA):

[...] deveria preparar o indivíduo, mediante a compreensão dos principais problemas do mundo contemporâneo, proporcionando-lhe conhecimentos técnicos e qualidades necessárias para desempenhar uma função produtiva, com vistas a melhoria da vida e proteger o meio ambiente, prestando a devida atenção aos valores éticos (Dias, Cassiano e Echeverría, 2003, p. 102).

Das recomendações de Tbilisi, que consta no documento da Educação Ambiental (EA) uma se refere à necessidade de formação de profissionais específicos, como engenheiros, administradores, economistas e outros que exercem grande influência sobre o meio ambiente (Recomendação 8); e outra, à necessidade de criar programas pós-universitários para pessoas especializadas em alguma disciplina (Recomendação 11). Essas diretrizes visavam fortalecer ainda mais a abordagem da Educação Ambiental (EA), moldando profissionais e especialistas capazes de promover uma coexistência sustentável entre as atividades humanas e o meio ambiente.

Anos mais tarde, em 1992, na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente, a Rio-92 teve como principal objetivo de debater sobre o cenário ambiental global. O principal documento ratificado pelo encontro foi a Agenda 21. Além disso, outros importantes tratados foram firmados, como as convenções da Biodiversidade, das Mudanças Climáticas e da Desertificação, a Carta da Terra e a Declaração sobre Florestas. Essa fase iniciou uma intensa troca de informações e circulação de tecnologias relacionadas ao tema, possibilitando uma discussão mais compreensível sobre questões ambientais. A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional - LDB (BRASIL, 1996), inicialmente desprovida da Educação Ambiental (EA), passou por modificações. Dessa forma, a Educação Ambiental (EA) foi integrada como diretora do currículo da Educação Básica, consolidando-a como um direito universal. Além dos PCNs, as Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Ambiental - DCNEA (Brasil, 2013) que norteiam a Educação Básica. Posteriormente os princípios da EA evoluíram para atingir conceitos como sustentabilidade e justiça ambiental. A conexão entre a EA e a ação prática tornou-se proeminente, buscando capacitar indivíduos com o conhecimento, com habilidades e motivação necessárias para agir em prol da sustentabilidade.

Nesse contexto, a EA enfrenta desafios contemporâneos e, ao mesmo tempo, abre-se para novas oportunidades. A era digital proporciona recursos inovadores para a disseminação de informações e promoção do engajamento ambiental.

A crítica da Agenda 21 em relação ao conceito de DS evidencia a falta de uma visão globalizada em nível internacional. Destaca-se a importância dos educadores de química em explorar essas questões em sala de aula, incentivando os alunos a refletirem sobre as implicações das práticas químicas no meio ambiente, bem como participarem ativamente na construção de soluções sustentáveis. Essa abordagem interdisciplinar, integrando conceitos químicos com perspectivas sociais e ambientais, contribui para a formação mais completa e consciente dos estudantes em relação às questões ambientais. (Piga, Mansano e Mostagi, 2016) e não apenas a formação de alunos, mas de educadores sugerido por (Tozoni-Reis e Campos, 2014)

[...] A educação tem como objetivo realizar esta tarefa de formação, através de um processo de conscientização que significa conhecer e interpretar a realidade e atuar sobre ela, construindo-a (Tozoni-Reis, Campos, 2014, p. 150).

A evolução dos princípios da Educação Ambiental (EA) reflete a necessidade contínua de adaptação a um mundo em constante mudança. A integração desses princípios nos sistemas educacionais, juntamente com o envolvimento de governos, comunidades, organizações, desempenha um papel importante na construção de sociedades conscientes e comprometidas.

2.3 EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO ÂMBITO ESCOLAR

A realidade da EA nas escolas muitas vezes enfrenta desafios significativos, refletidos em resultados desanimadores de pesquisas sobre as práticas educacionais. Um dos principais motivos para os resultados desanimadores em pesquisas sobre práticas de EA nas escolas é a falta de compreensão dos princípios fundamentais dessa abordagem, como sugere Jacobi (2003). Muitas vezes, há uma visão limitada, focada apenas em detalhes específicos, como reciclagem e conservação, sem abordar a interconexão mais ampla entre sociedade, meio ambiente e DS.

Gonzales (2023) constatou o mesmo resultado em sua pesquisa com alunos do ensino superior curso de Licenciatura em Química/UFMT/ICET/Cuiabá ao desenvolver atividades para Educação Ambiental. Ela sugeriu abordagem por Estudos de Casos, que é uma variante de Problem Basic Learning (PBL), Aprendizagem baseada em problemas os quais facilitam estabelecer relações com os conceitos químicos de forma integradora.

A crítica à EA persiste devido à sua abordagem reducionista. Muitos programas tendem a se concentrar em conceitos isolados, como reciclagem ou conservação de energia, sem abordar a complexidade interligada das questões ambientais. Dias (2001) ressalta a necessidade de formação continuada dos professores:

[...] A bater na tecla da poluição, do desmatamento, do efeito estufa, da camada de ozônio, ou então fazer horta, plantar árvore no dia da árvore ou do ambiente, catar latinhas de alumínio e reciclar papel artesanalmente. A ingenuidade ainda é muito grande (Dias, 2001, p. 73).

Uma formação adequada ajuda os professores a se manterem atualizados, a desenvolverem métodos de ensino eficientes e a promoverem uma abordagem crítica e reflexiva sobre a prática educacional. E como sugere Sato (2001) a formação permanente de professores além de ser uma exigência torna-se uma obrigação.

Além disso, a pressão para cumprir metas acadêmicas e o foco excessivo em exames muitas vezes desviam a atenção das escolas dos aspectos mais amplos da EA. A prioridade é dada às disciplinas tradicionais em detrimento de temas ambientais e sociais,

mesmo que estes sejam cruciais para a formação de cidadãos conscientes e engajados. A falta de recursos adequados também contribui para a lacuna na implementação da EA.

Jacobi (2003) ressalta a diversidade da EA no país, mas destaca a presença restrita dos órgãos governamentais como articuladores e promotores de ações. A falta de formação adequada para os professores é outro fator crucial. Se os educadores não estão familiarizados com os princípios e práticas da EA, é difícil transmitir esse conhecimento aos alunos de maneira eficiente.

A falta de avanço é frequentemente atribuída à compreensão insuficiente dos princípios fundamentais da EA por parte dos educadores e à necessidade de atualização das abordagens pedagógicas. Pois deve ser permeada pela conscientização, mudança de comportamento, desenvolvimento de competências e capacidade de avaliação, conforme recomendado por Reigota (1998 apud, Jacobi p. 196, 2003).

A literatura existente pode servir como base, mas é essencial revisar e corrigir os métodos de ensino, conforme sugerido por Cachapuz *et al.* (2005). Além disso, é crucial estudar e contextualizar essas informações na realidade brasileira por meio de pesquisas realizadas por autores renomados, permitindo uma compreensão mais precisa dos desafios enfrentados no contexto nacional. A ausência de mudanças significativas pode ser resultado da resistência à implementação de novas abordagens, falta de recursos e treinamento inadequado dos educadores. Portanto, é vital promover não apenas o conhecimento teórico, mas também a aplicação prática desses princípios no ambiente escolar, incentivando uma abordagem da EA.

No cenário contemporâneo, a busca por um futuro sustentável tornou-se uma prioridade incontestável. No âmbito escolar, a EA se revela algo importante para o desenvolvimento de cidadãos conscientes, responsáveis e comprometidos com a preservação do meio ambiente. Essa abordagem educacional transcende os limites da sala de aula, buscando integrar conhecimentos teóricos com práticas que promovam a sustentabilidade e a preservação ambiental, conforme enfatizou Kondrat e Maciel (2013) ao demonstrar a integração do conhecimento científico por meio de espaços não formais, como os jardins botânicos.

Integrar a EA ao currículo escolar permite a abordagem interdisciplinar de questões ambientais, os temas ambientais podem ser contextualizados em disciplinas

como ciências, geografia, matemática, química, literatura, envolvendo os alunos em atividades que promovem a sustentabilidade. “A educação ambiental não seja necessariamente uma disciplina no currículo é fundamental encontrar seu espaço nos currículos escolares” (Tozoni-Reis e Campos, 2014, p 148.)

Cachapuz *et al.* (2005) sugerem que a educação científica para todos os cidadãos é avaliada como base na integralidade da ciência na sociedade moderna, na capacidade de tomar decisões informadas, na participação em discussões públicas, no desenvolvimento pessoal e no atendimento às demandas sociais e tecnológicas. Vale ressaltar que muitas profissões exigem uma compreensão sólida das práticas sustentáveis, tornando a Educação Ambiental (EA) uma preparação valiosa para o mercado de trabalho.

Contudo, a educação no âmbito escolar representa um investimento integral dos alunos na construção de sociedades mais conscientes, sustentáveis e responsáveis em relação ao meio ambiente. Ao cultivar uma mentalidade ambiental desde cedo, as escolas desempenham um papel crucial na formação de cidadãos que futuramente irão contribuir ativamente para a construção de um futuro mais equilibrado e sustentável.

2.4 CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE (CTS)

Vivemos em um mundo fortemente marcado pela influência da ciência e tecnologia, sendo importante explorar os estudos sobre a Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Essa perspectiva revela-se fundamental para uma compreensão mais abrangente e crítica da ciência e tecnologia na sociedade atual. A visão crítica da ciência, destacada por filósofos e sociólogos, desafia o cientificismo que por muitas vezes serve aos interesses de mercado e lucro, ganhando destaque após a segunda guerra mundial (Santos, Mortimer, 2000). No âmbito educacional os autores ressaltam que ao aprimorar o objetivo primordial da educação CTS, que é AC ajudando-os a desenvolver conhecimentos, valores e habilidades essenciais em relação a questões ambientais, políticas e sociais decorrentes do impacto da ciência e da tecnologia na sociedade.

A Teoria Sociocultural de Vigotski enfatiza a importância da cultura e do contexto social na formação do pensamento e do desenvolvimento humano. De acordo com Cunha e Giordan (2012) essa teoria, o indivíduo constrói seu conhecimento e interpreta o mundo ao seu redor por meio das interações sociais e das trocas estabelecidas dentro de sua cultura. Para Vigotski, a cultura é um conjunto de valores, normas e práticas

compartilhadas por um grupo e um sistema simbólico que influencia a forma como os indivíduos percebem e dão significado à realidade. Nesse sentido, as percepções e significações que o indivíduo atribui ao mundo são moldadas pelo seu ambiente cultural.

Então, os estudantes percebem a ciência como algo predominantemente ligado ao contexto escolar, especialmente através de suas experiências com aulas práticas, como experimentos realizados durante o ensino médio, principalmente nas disciplinas de ciências como química. A maioria das lembranças relacionadas à ciência remonta ao ambiente escolar, indicando que os estudantes associam fortemente a ciência à educação formal.

De acordo com Santos e Mortimer (2000), a abordagem da tecnologia no contexto CTS deve envolver não apenas o conhecimento teórico, mas também a capacidade de questionar e examinar questões relevantes da socio-tecnologia. Formar um cidadão capaz de compreender o impacto da tecnologia e desenvolver atitudes em prol do desenvolvimento tecnológico sustentável requer uma discussão dos valores envolvidos. É crucial compreender a tecnologia para além de uma mera aplicação da ciência. Dentro do escopo da alfabetização tecnológica, é essencial desenvolver uma consciência crítica sobre o papel da tecnologia na sociedade, o que inclui a discussão de valores e ética para promover um desenvolvimento tecnológico sustentável.

2.5 QUÍMICA VERDE

Segundo Lenardão, Freitag, Batista e Silveira (2003) A Química Verde (QV) surgiu oficialmente em 1991, quando a EPA (“Environmental Protection Agency”) lançou um programa de prevenção à poluição em processos químicos. Desde então, diversos países adotaram iniciativas semelhantes, como prêmios e consórcios, para promover tecnologias mais limpas na indústria química. Eventos internacionais e publicações especializadas também evidenciam o crescimento desse campo. No Brasil, embora o histórico inicial seja discreto, há um reconhecimento crescente da importância da Química Verde (QV). Essa abordagem busca substituir práticas tradicionais por métodos mais sustentáveis, visando o desenvolvimento ambientalmente responsável.

Segundo Ramos (2009) QV é definida como a invenção, desenvolvimento e aplicação de produtos químicos e processos para reduzir ou eliminar o uso e a geração de

substâncias perigosas à saúde humana e ao meio ambiente, a Química Verde (QV) é fundamental para uma educação mais significativa e contextualizada. Essa definição inspirou o desenvolvimento de estudos e pesquisas nessa área emergente, culminando na formulação dos 12 princípios da Química Verde (QV).

Os 12 princípios da Química Verde (QV), conforme Lenardão, Freitag, Batista e Silveira (2003), são os seguintes:

- **Prevenção:** Evitar a produção de resíduos é preferível a tratá-los após sua geração.
- **Economia de Átomos:** Projetar processos sintéticos de forma a maximizar a incorporação de todos os materiais usados no processo final do produto.
- **Síntese de Produtos Menos Perigosos:** : Optar por sínteses que utilizam e geram substâncias com pouca ou nenhuma toxicidade para a saúde humana e o ambiente.
- **Desenho de Produtos Seguros:** Desenvolver produtos que realizem sua função sem serem tóxicos.
- **Solventes e Auxiliares mais Seguros:** Minimizar o uso de substâncias auxiliares, como solventes, e garantir sua segurança quando necessárias.
- **Busca pela Eficiência de Energia:** Minimizar o consumo de energia nos processos químicos, preferencialmente conduzindo-os em temperatura e pressão ambiente.
- **Uso de Fontes Renováveis de Matéria-Prima:** Escolher matérias-primas renováveis sempre que possível.
- **Evitar a Formação de Derivados:** Reduzir a derivatização desnecessária, que pode gerar resíduos.
- **Catálise:** Utilizar reagentes catalíticos seletivos em vez de estequiométricos sempre que possível.
- **Desenho para a Degradação:** Projetar produtos químicos que se degradem em produtos inofensivos após o uso.
- **Análise em Tempo Real para a Prevenção da Poluição:** Desenvolver métodos analíticos para monitorar processos em tempo real e prevenir a formação de substâncias nocivas.

- Química Intrinsecamente Segura para a Prevenção de Acidentes: Escolher substâncias e processos que minimizem o potencial de acidentes químicos, como vazamentos, explosões e incêndios.

Esses princípios, citados por Lenardão, Freitag, Batista e Silveira (2003), abrangem desde a prevenção de resíduos até a concepção de produtos químicos que se degradem em produtos inofensivos após o uso. Eles representam um compromisso com uma química limpa e sustentável, orientando a avaliação do impacto ambiental das pesquisas na área da Química.

Segundo Ribeiro, Field's e Araújo (2006) problemas atuais e relevantes, despertam o interesse e a participação dos estudantes, auxiliam no desenvolvimento e promovem a construção de uma ideia da ciência e tecnologia. Assim, os Projetos educacionais, com métodos pedagógicos inovadores, como estudos de caso e debates, permitem aos alunos uma compreensão mais crítica sobre CTS, desenvolvendo uma compreensão ética, social e ambiental das aplicações científicas.

A formação continuada de professores é essencial para a implementação de currículos alinhados com a Química Verde (QV) e a abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Sem o envolvimento ativo dos profissionais da educação, a transição para métodos de ensino que abracem os princípios da Química Verde (QV) pode ser complicada. Uma abordagem holística na educação promove o entendimento científico e uma conscientização crítica dos impactos sociais, éticos e ambientais das práticas científicas e tecnológicas, contribuindo para o avanço sustentável da sociedade.

2.5.1 Os 5 R's da Sustentabilidade

No contexto atual de crescente preocupação com a preservação ambiental e a adoção de práticas sustentáveis, os 5 R's da sustentabilidade têm ganhado destaque como uma abordagem eficiente para a gestão de resíduos e a promoção de um estilo de vida mais consciente. Segundo Silva, Ferreira, Roesler, Borella, Gelatti e Mendes (2017), esses princípios, quando aplicados em conjunto, têm o potencial de minimizar o impacto negativo das atividades humanas no meio ambiente, ao mesmo tempo em que promovem a conservação dos recursos naturais e a redução da geração de resíduos.

Os 5 R 's - Repensar, Reduzir, Reutilizar, Recusar e Reciclar - oferecem uma estrutura abrangente para a gestão ambiental, incentivando ações concretas para reduzir o desperdício, promover a reutilização de recursos e minimizar o impacto ambiental das atividades humanas. Vamos explorar cada um desses conceitos e seus benefícios para a elaboração de estratégias de sustentabilidade em diversos contextos, desde o individual até o empresarial.

Segundo Silva, Ferreira, Roesler, Borella, Gelatti e Mendes (2017), os 5 R's podem ser definidos da seguinte forma:

- Repensar: Primeiro "R" incentiva a reflexão sobre nossos padrões de consumo e descarte, questionando a necessidade real de determinados produtos e procurando alternativas mais sustentáveis, que envolve uma mudança de mentalidade em relação ao consumo, priorizando a redução do desperdício e a minimização do impacto ambiental.
- Reduzir: Segundo "R" enfatiza a importância de diminuir a quantidade de resíduos gerados, seja evitando o consumo excessivo de produtos descartáveis, reduzindo o uso de recursos naturais não renováveis ou adotando práticas de produção mais eficientes.
- Reutilizar: Terceiro "R" destaca a necessidade de dar uma segunda vida aos produtos e materiais, por intervenção da reutilização de itens que ainda estão em boas condições ou da transformação de resíduos em novos produtos.
- Recusar: Quarto "R" incentiva a recusa de produtos que geram impactos ambientais negativos, como itens descartáveis de uso único ou produtos fabricados com materiais não recicláveis.
- Reciclar: O quinto "R" promove a reciclagem como uma forma de fechar o ciclo de vida dos materiais, transformando resíduos em novos produtos ou matérias-primas. A reciclagem reduz a quantidade de resíduos enviados para aterros sanitários, economiza energia e recursos naturais e ajuda a mitigar os impactos da poluição ambiental.

No contexto da Educação Ambiental (EA), a inclusão dos 5 R's pode ser especialmente relevante, pois permite aos alunos não apenas adquirir conhecimento sobre questões ambientais, mas também desenvolver habilidades práticas para tomar decisões conscientes e sustentáveis em suas vidas cotidianas.

Um estudo analítico-crítico como o apresentado no artigo de Lenardão, Freitag, Batista e Silveira (2003) demonstra como os princípios da Química Verde (QV) podem ser integrados à Educação Ambiental (EA), promovendo uma compreensão mais ampla das questões socioambientais e incentivando práticas mais sustentáveis na sociedade. Ao abordar temas como toxicidade de substâncias, consumo consciente e impactos ambientais da indústria química, os livros didáticos de química podem desempenhar um papel importante na disseminação dos 5 R 's entre os alunos.

Segundo Silva, Ferreira, Roesler, Borella, Gelatti e Mendes (2017), os 5 R's da sustentabilidade oferecem uma estrutura abrangente para a gestão ambiental, incentivando ações concretas para reduzir o desperdício, promover a reutilização de recursos e minimizar o impacto ambiental das atividades humanas. Ao englobar esses princípios em nossas vidas cotidianas e práticas empresariais, podemos contribuir para a construção de um futuro mais sustentável e equilibrado para as gerações presentes e futuras. Portanto, como sugere Souza, Silva e Costa (2020) ao desenvolver programas de Educação Ambiental (EA), é essencial considerar a integração dos 5 R 's da Sustentabilidade como parte fundamental do currículo, capacitando os alunos a serem agentes de mudança em direção a um futuro mais sustentável e equitativo.

2.6 RECURSOS DIDÁTICOS E APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Chassot (2003) traz à tona questões essenciais no contexto da educação em ciências, enfatizando a importância de estabelecer uma conexão entre as disciplinas científicas e os saberes populares. Destaca, igualmente, a necessidade de tornar o ensino mais relevante e envolvente para os alunos, explorando o impacto das tecnologias na educação, ressaltando a importância da utilização das tecnologias de forma inclusiva. O autor destaca a importância de questionar a visão tradicional da ciência, instigando reflexão crítica sobre o conhecimento científico, e sua relação com a cultura e a política, bem como o impacto das tecnologias na dinâmica aluno-professor.

No mesmo contexto, as contribuições de Moreira (2021) sobre as teorias de aprendizagem, agregam profundidade à discussão. A ideia inicial é que os alunos são mais engajados quando participam ativamente da construção do seu próprio conhecimento. As três formas de aprendizagem - cognitiva, afetiva e psicomotora – apresentam-se como guias valiosos para a prática pedagógica, sugerindo a necessidade de instrumentos de avaliação alinhados com a aprendizagem significativa.

Seguindo as premissas de pensadores como Piaget e Vygotsky, a abordagem destaca que os alunos não são meros receptores passivos de informações, mas sim construtores ativos do conhecimento. Propõe-se que, no contexto do Ensino de Química (EQ), os alunos explorem, experimentem e construam a compreensão de conceitos por meio da ação e da interação.

No que tange ao uso de jogos no contexto educacional, Soares (2013) destaca que é essencial que os jogos tenham um objetivo educativo e claro. A integração equilibrada entre elementos lúdicos e educacionais é crucial para a eficiência no processo de aprendizagem. A utilização dos jogos além de despertar o interesse dos alunos, promove uma melhoria significativa no relacionamento entre educador e educando, transformando a dinâmica da sala de aula.

A introdução de jogos didáticos permite que os alunos compreendam a diferença entre a ciência teórica e os conhecimentos sobre Ciência no senso comum, as quais devem ser incorporados aos conhecimentos ministrados pelos educadores. O Conhecimento científico possibilita entender variados fenômenos, e o lúdico também. O objetivo não é apenas levar o aluno a memorização do assunto, mas uma construção do conhecimento, e é dessa forma que o lúdico funciona como artefato crucial no intercâmbio entre o conhecimento teórico e popular. No EQ, os jogos, de modo geral, podem e devem ser empregados como recursos para aprendizagem de conteúdos conceituais, procedimentais, atitudinais e a formação de valores.

Soares (2013) afirma que o jogo surge como uma alternativa simples, capaz de despertar o interesse dos alunos motivando-os. No entanto, os professores podem recorrer ao jogo como uma alternativa de tirar o aluno da posição passiva na sala de aula, para exercitarem a função dos atores que necessitam pensar para tomar as decisões nas aulas. Com o jogo, é possível aproximar o professor e o aluno, e alunos/alunos melhorando assim o relacionamento entre o educador e o educando, educando/educando de uma forma tal que são oportunidades diferenciadas considerando alternativas de ensino, pois o jogo foi planejado para exercer várias funções como aprender conceitos e divertir seguindo

regras, conseqüentemente isto pode gerar uma melhora significativa no processo de ensino-aprendizagem.

2.6.1 O uso de Metodologias Ativas

Bacich e Moran (2018) ressaltam a necessidade de avanço na educação, para promover a aprendizagem ativa personalizada e demonstrar como podem desempenhar um papel crucial nesse processo. Tal estudo reúne as metodologias ativas no ensino e aprendizagem. Os autores enfatizam a importância de capacitar e formar professores, que promovam e incentivem a autonomia dos alunos. Esta discussão ganhou força com os pressupostos da Didática da Ciências que elege o construtivismo como uma teoria da aprendizagem que desde os anos 60, com muitas vertentes contém dois princípios comuns: o aluno é ativo no processo de aprendizagem e as suas experiências influenciam no processo de aprendizagem. Assim o amplo espectro muito difundido das pedagogias ativas como a citada, possuem a mesma origem, com poucas alterações.

No cenário educacional é prioridade a busca por inovações para formar cidadãos críticos e independentes. Tal propósito se intensificou e sedimentou com a entrada de ideias do movimento ambientalista chamado CTS nos currículos. Isso ocorreu nos países do hemisfério Norte e na Europa conforme Santos e Mortimer (2000). Este referencial torna o aprendizado mais dinâmico e significativo, estimulando o envolvimento dos alunos e sobretudo, o pensamento crítico. A formação de conceitos é única para cada indivíduo. Tais pressupostos no ensino/aprendizagem valorizam a construção do próprio conhecimento, permitindo que os alunos aprendam de maneira mais profunda e tenham consciência sobre os seus avanços. Isso evidencia a necessidade de reinventar a educação, destacando o papel fundamental dos professores no processo, os quais desempenham o papel de orientador para os alunos serem criativos. Nesta perspectiva sugerem estratégias de aprendizagem como: a inversão da forma de ensinar, a aprendizagem baseada em investigação e problemas, a aprendizagem por histórias e jogos e outras conforme citou Santos e Mortimer (2000) e Santos (2007). Em suma, a implementação efetiva de referenciais de base que valorizam as metodologias ativas aceitas mundialmente nos currículos nos anos 60 culminaram nos anos 80. No Brasil CTS surge nos anos 90, com pesquisas e materiais didáticos e atingiram o ápice atualmente, Santos e Mortimer (2000). Dessa forma as pedagogias ativas são muito conhecidas e elas além de contribuírem para planejar a forma como aprendemos, mostra que podem empoderar os alunos a aprendizagem contínua, preparando-os para os desafios do século XX. É oportuno

lembrar as quatro aprendizagens fundamentais definidos por Jacques Delors na Conferência da Educação em 1996, os quais constituem os pilares do conhecimento para a formação integral humana: aprender a conhecer, aprender a aprender, aprender a ser e a conviver que constituem a chave da boa formação educacional, que deve estar inserido em qualquer pedagogia ativa.

2.6.2 O lúdico para o Ensino de Química

O Ensino de Química (EQ) deve ser desafiador devido à complexidade de seus conceitos, que muitas vezes se distanciam da realidade dos alunos. Uma solução notável é incorporar elementos lúdicos. Integrar abordagens lúdicas no EQ, por meio de exemplos práticos como jogos, simulações e experimentos, pode transformar a sala de aula em um ambiente estimulante e interativo. Essas estratégias, além de tornarem o conteúdo mais acessível, ajudam os alunos a desenvolverem uma compreensão sólida dos princípios químicos. É essencial considerar como essa abordagem pedagógica pode ser adaptada e personalizada para atender às necessidades específicas dos alunos e promover o desenvolvimento de habilidades cognitivas e sociais.

O objetivo final é inspirar educadores e alunos a explorar o mundo fascinante da química de maneira envolvente e acessível, transformando o aprendizado dessa disciplina em uma experiência divertida e significativa. Nesse contexto, intenta-se formas de integrar o lúdico no EQ, destacando os benefícios que essa abordagem pode trazer para o processo de aprendizagem

No âmbito do EQ essa abordagem se desdobra em duas vertentes: “Um jogo pode ser considerado educativo quando mantém um equilíbrio entre duas funções: a lúdica e a educativa.” (Cunha, 2012, p.94.). É de extrema importância compreender as nuances que diferenciam as duas categorias de jogos usados na escola: jogo educativo e jogo didático, bem como condições e elementos essenciais para desenvolver os jogos. Essa distinção é importante para proporcionar experiências de aprendizado.

O uso de jogos didáticos no Ensino de Química (EQ), embora promissor, enfrenta uma série de limitações como dito por Soares (2019) e desafios que requerem uma abordagem cuidadosa por parte dos educadores. Uma das principais limitações, destacada por Cunha (2012), é a tendência de alguns professores de considerarem os jogos como uma solução única para os desafios do Ensino de Química (EQ).

No estudo de Cunha (2012) sobre o uso de jogos no Ensino de Química (EQ), ela examinou um total de 62 trabalhos apresentados ao longo de dez anos de eventos acadêmicos, especificamente os Encontros Nacionais de Ensino de Química (ENEQ). Esses trabalhos foram analisados a partir de diferentes fontes, incluindo resumos e trabalhos completos disponíveis nos anais desses eventos.

Entre os resultados encontrados, Cunha identificou um aumento significativo no número de trabalhos sobre jogos no Ensino de Química (EQ) ao longo dos anos. No entanto, uma limitação observada foi que a maioria desses trabalhos não apresentava propostas de jogos didáticos originais. Em vez disso, muitas eram adaptações de jogos tradicionais ou comerciais, com modificações mínimas nos conteúdos químicos abordados e não havia nenhuma fundamentação teórica sobre o tema. Além disso, alguns trabalhos simplesmente citavam a possibilidade de utilizar jogos em sala de aula, sem apresentar propostas concretas ou análises teóricas mais aprofundadas sobre a eficiência desses jogos.

Essa abordagem superficial pode comprometer o potencial educativo dos jogos, pois não leva em consideração a necessidade de alinhar os objetivos de aprendizagem com as características específicas dos alunos e com os princípios fundamentais da teoria educacional. Em suma, embora os jogos didáticos ofereçam uma oportunidade valiosa para tornar o Ensino de Química (EQ) mais dinâmico e envolvente, é essencial que os educadores adotem sua utilização de forma crítica e reflexiva, buscando desenvolver propostas originais e fundamentadas teoricamente que possam realmente contribuir para a aprendizagem dos alunos.

Essa falta de originalidade previsto por Cunha (2012) e Soares (2016, 2019) nos trabalhos revisados pode ser atribuída a diversos fatores. Em primeiro lugar, pode refletir uma falta de familiaridade dos autores com a literatura acadêmica sobre jogos educativos e suas aplicações no Ensino de Química (EQ). Além disso, a natureza mais complexa do desenvolvimento de jogos didáticos originais, especialmente aqueles que envolvem recursos computacionais ou interações mais sofisticadas, pode representar um desafio para muitos pesquisadores e educadores.

Outro aspecto que não se deve perder de vista é que a simples incorporação dos jogos, não garante por si só, uma transformação significativa na abordagem pedagógica. Cunha (2012) enfatiza que há o risco de utilizar os jogos como meros recursos, sem a devida atenção aos elementos que compõem uma estratégia educacional. Esse descuido pode comprometer a efetividade do método na aprendizagem. Assim, o desafio reside

em superar essas limitações, alinhando o potencial lúdico dos jogos com uma abordagem pedagógica sólida e estrategicamente planejada.

Os jogos didáticos são diretamente associados ao ensino de conceitos e conteúdo. Essa distinção reside na organização com regras explícitas e na orientação para sala de aula, proporcionando um equilíbrio entre função lúdica e educativa:

[...] um jogo didático, no que tange aos aspectos gerais, é educativo, pois envolve ações lúdicas, cognitivas, sociais etc., mas nem sempre um jogo que é educativo pode ser considerado um jogo didático. Isso, no entanto, não minimiza nem reduz a importância de ambos. (Cunha, 2012 p. 95.)

Assim no **Quadro 1**, apresenta-se considerações pedagógicas, para o jogo conforme estudos de CUNHA, (2012, p. 95-96):

Quadro 1 - Relações envolvidas na aplicação de jogos didáticos para o Ensino de Química (EQ):

Planejamento didático	Resposta no comportamento dos estudantes	Objetivos relacionados ao ensino
Apresentar um conteúdo programado;	A aprendizagem de conceitos, em geral, ocorre mais rapidamente, devido à forte motivação;	Proporcionar aprendizagem e revisão de conceitos, buscando sua construção mediante a experiência e atividade desenvolvida pelo próprio estudante;
Ilustrar aspectos relevantes de conteúdo;	Os alunos adquirem habilidades e competências que não são desenvolvidas em atividades corriqueiras;	Motivar os estudantes para aprendizagem de conceitos químicos, melhorando o seu rendimento na disciplina;
Avaliar conteúdos já desenvolvidos;	O jogo causa no estudante uma maior motivação para o trabalho, pois ele espera que este lhe proporcione diversão;	Desenvolver habilidades de busca e problematização de conceitos;
Revisar e/ou sintetizar pontos ou conceitos importantes do conteúdo;	Os jogos melhoram a socialização em grupo, pois, em geral, são realizados em conjunto com seus colegas;	Contribuir para formação social do estudante, pois os jogos promovem o debate e a comunicação em sala de aula;
Continuação: Quadro 1		

Término Quadro 1: Relações envolvidas na aplicação de jogos didáticos para o Ensino de Química (EQ):		
Destacar e organizar temas e assuntos relevantes do conteúdo químico;	Os estudantes que apresentam dificuldade de aprendizagem ou de relacionamento com colegas em sala de aula melhoram sensivelmente o seu rendimento e a afetividade;	Representar situações e conceitos químicos de forma esquemática ou por meio de modelos que possam representá-los.
Integrar assuntos e temas de forma interdisciplinar;	Os jogos didáticos proporcionam o desenvolvimento físico, intelectual e moral dos estudantes;	
Contextualizar conhecimentos.	A utilização de jogos didáticos faz com que os alunos trabalhem e adquiram conhecimentos sem que estes percebam, pois, a primeira sensação é a alegria pelo ato de jogar	

Fonte: CUNHA, M. B. (2012, p. 95-96)

Ou seja, o papel do professor ao propor e desenvolver um jogo didático inclui motivar e apoiar as ações dos alunos, explicar claramente as regras, incentivar a cooperação, evitar correções diretas, estimular a criação de abordagens próprias, promover a tomada de decisões, e orientar para que os jogos sejam recursos eficientes na aprendizagem, integrando-os ao conteúdo da matéria. O professor atua como guia, motivador e facilitador do processo de aprendizagem durante o uso desses recursos, CUNHA, (2012).

A autora ressalta que usar jogos didáticos na aula de Química representa uma inovação pedagógica pois pode-se promover aprendizagem significativa e ampliar a compreensão de conceitos científicos. Ao discernir entre jogos educativos e jogos didáticos, bem como ao atentar para as condições e elementos cruciais, os educadores podem maximizar o potencial desses instrumentos. Assim, o jogo deixa de ser apenas um passatempo para se tornar uma peça fundamental no quebra-cabeça do processo

educacional, contribuindo para a formação integral dos estudantes e fomentando o interesse pela ciência.

2.6.3 O lúdico e a motivação da aprendizagem: transformando a sala de aula em um ambiente estimulante

A constante busca por tornar o processo de aprendizagem mais cativante representa um desafio constante para educadores e pesquisadores. A motivação dos alunos desempenha um papel fundamental nesse contexto, pois alunos motivados são naturalmente mais propensos a se envolver na aprendizagem, superar desafios e alcançar melhores resultados acadêmicos mais satisfatórios. A ludicidade como uma abordagem pedagógica pode transformar a sala de aula em um ambiente estimulante, onde a motivação por aprender floresce. A introdução de elementos lúdicos demonstra eficácia ao motivar os alunos, instigando o envolvimento com o conteúdo e desencadeando uma paixão natural pela aprendizagem. Explorar o papel central da ludicidade na motivação da aprendizagem com os jogos, é essencial, visto que esses destacam-se como poderosos impulsionadores da motivação, promovendo interesse e avanço no processo de aprendizagem. Ao abordar jogos, simulações e desafios, busca-se estimular a autonomia, criatividade e habilidades de resolução de problemas.

A motivação para aprender não é apenas fundamental para o sucesso acadêmico imediato, mas para o desenvolvimento de habilidades que serão benéficas ao longo da vida. Ao explorar a ludicidade como um estudo dessa motivação, almeja-se inspirar práticas educacionais mais envolventes e transformadoras, tornando o processo de aprendizagem uma jornada recompensadora.

De acordo com Araújo, Félix e Silva (2013), a expressiva dificuldade enfrentada pelos estudantes no processo de aprendizado da química muitas vezes está ligada ao método. Diante desse cenário, é possível atenuar esse obstáculo ao se afastar do tradicionalismo da aula, marcadas por quadro, giz e livro, e adotar atividades que evidenciem a presença da química no cotidiano. Mediante essas alternativas, almeja-se estimular a motivação do aluno.

Conforme Cunha (2012), o lúdico envolve ao prazer e divertimento. O papel do professor na mediação do aprendizado por meio de jogos, envolve a cuidadosa seleção e adaptação de atividades lúdicas, a integração dessas atividades aos objetivos de ensino, e

a promoção de um ambiente onde os estudantes possam participar ativamente, refletir sobre suas ações e construir conhecimento de maneira significativa.

Nesse contexto, o professor atua como condutor e orientador das atividades, garantindo que estas sejam planejadas e conduzidas de maneira a promover o aprendizado dos alunos. Algumas das maneiras proposta por Cunha (2012), pelas quais as características dos jogos e das atividades são mediadas incluem:

- Motivar os estudantes para a atividade
- Incentivar a ação do estudante:
- Propor atividades anteriores e posteriores à realização do jogo
- Explicitar claramente as regras do jogo;
- Estimular o trabalho de cooperação entre colegas no caso dos jogos em grupo;
- Procurar não corrigir os erros de forma direta, mas propor questionamentos que possam levar os estudantes a descobrirem a solução;
- Incentivar os estudantes para a criação de esquemas próprios;
- Estimular a tomada de decisão dos estudantes durante a realização dos jogos;
- Incentivar a atividade mental dos estudantes por meio de propostas que questionem os conceitos apresentados nos jogos;
- Orientar os estudantes, em suas ações, de maneira a tornar os jogos recursos que auxiliem a aprendizagem de conceitos
- Apoiar critérios definidos e aceitos pelo grupo que realiza o jogo, como quem joga primeiro, quem é o mediador etc.
- Estabelecer relações entre o jogo e os conceitos que podem ser explorados
- Explorar ao máximo as potencialidades dos jogos em termos de conceitos que podem ser trabalhados, mesmo quando já tenham sido aprendidos em outras séries ou níveis;
- Desenvolver os jogos como um recurso para promover a aprendizagem;
- Gerar um clima de sedução em torno das atividades, desafiar a pensar

Essas diretrizes contribuem para planejar, conduzir e avaliar os jogos para o ensino e aprendizagem de conceitos em sala de aula, de forma que exerçam a função lúdica e educativa essenciais para proporcionar uma experiência educacional mais envolvente e significativa capaz de estimular a motivação intrínseca e outras formas de motivação em cada aluno.

CAPÍTULO II

3. PERCURSO METODOLÓGICO

O presente trabalho caracteriza-se como uma pesquisa qualitativa. A pesquisa qualitativa em educação desempenha um papel na busca por uma compreensão profunda e contextualizada das especificidades educacionais. “[...] o material obtido nessas pesquisas é rico em descrições de pessoas, situações e acontecimentos; isso inclui transcrição de entrevistas e de depoimentos, fotografias, desenhos e extratos de vários tipos de documentos.” (Ludke, André, 1986, p. 11). As autoras ressaltam que a pesquisa:

[...] Qualitativa tem o ambiente natural como sua fonte direta de dados e o pesquisador com seu principal instrumento. A pesquisa qualitativa supõe o contato direto e prolongado do pesquisador com o ambiente e a situação que está sendo investigada, geralmente através do trabalho intensivo de campo (Ludke, Marli, 1986, p. 11).

Para completar (Rodrigues 2021, p.158) enfatiza que “Pesquisar qualitativamente é analisar, observar, descrever e realizar práticas interpretativas de um fenômeno a fim de compreender seu significado”.

Para analisar os dados usou a técnica da análise de conteúdo, referencial de Bardin (1995, *apud* Dominguni e Ortigara, 2010). Esta técnica é uma forma sistemática de análise documental, que pode ser aplicada para examinar e compreender a estrutura e o significado de materiais textuais, como artigos, livros, jogos, entre outros. A técnica organiza-se em três fases: 1) Pré-análise que envolve a identificação, primeiras impressões e orientações do texto; 2) inferência: os dados são recolhidos e analisados para identificação; 3) interpretação: onde os dados são analisados e interpretados.

Os referenciais da metodologia foram considerados eficientes na abordagem desta pesquisa, visto que permitiu a organização e uma avaliação dos dados como, as respostas da(o)s aluna(o)s do Curso de Licenciatura e Bacharelado em Química e Licenciatura em Biologia/UFMT/CUIABÁ contribuindo para elucidar os dados.

3.1 CONTEXTO E SUJEITOS DA PESQUISA

Após o trabalho de pesquisa de monografia de Gonzales (2023) este estudo é o segundo dentre três TCCs únicos de pesquisa em Educação Química registrados na Plataforma Brasil para desenvolvimento de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) que faz parte do Projeto de Pesquisa intitulado de “Alfabetização Científica no Ensino de Química Verde e Química Sustentável à luz do referencial Ciência, Tecnologia e Sociedade”. Este projeto de pesquisa é pioneiro no ICET/Depto de Química/Campus Cuiabá/Curso de Licenciatura Plena em Química a realizar estudos de Educação em Química Verde, AC, EA para convergência na linha CTS. Além disso a tríade é pioneira quanto ao registro no CEP/HUMANIDADES/UFMT/CUIABÁ, via PLATAFORMA BRASIL, sob número CAAE: 61025922.0.0000.5690 e foi aprovado pelo PARECER CONSUBSTANCIADO N°5.781.341, em novembro do ano de 2022.

O objetivo central do projeto citado consistiu na elaboração de materiais e objetos de estudos, dos quais faz parte esta monografia, para promover a Alfabetização Científica (AC) a partir do Ensino de Química Verde (EQV), orientados por estudos relacionados ao campo da Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). O projeto é composto por sete etapas, sendo que a quinta etapa, onde este estudo se insere, é dedicada à aplicação dos materiais previamente desenvolvidos nas etapas anteriores.

A presente pesquisa foi conduzida na Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) – no Instituto de Ciências Exatas e da Terra (ICET) no Campus Cuiabá. Os participantes são sete (7) aluna(o)s do curso de Licenciatura em Química; dois (2) aluna(o)s do curso de Bacharelado em Química; e um (1) aluna(o)s do curso de Licenciatura em Biologia/UFMT/CUIABÁ totalizando em dez (10) aluna(o) sendo eles do primeiro ao oitavo semestre. Todos os participantes foram voluntários.

Inicialmente todos os participantes leram, esclareceram as dúvidas e assinaram o documento de Consentimento Livre e Esclarecido (CLE), que continha todas as informações pertinentes à pesquisa. Sendo assim, em conformidade com a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD - Lei 13.709/18), que zela pela confidencialidade e sigilo das informações fornecidas, os sujeitos da pesquisa receberam a notação [A1] a [A11].

3.2 COLETA DE DADOS

Os instrumentos de coleta de dados usados nesta pesquisa foram elaborados na 1ª etapa do Projeto de Pesquisa “Alfabetização Científica no Ensino de Química Verde e

Química Sustentável à luz do referencial Ciência, Tecnologia e Sociedade” no ano de 2022. Apenas o minicurso, o questionário do Anexo 3 e o jogo didático foram elaborados em uma semana e aplicados em uma aula de três horas de duração em setembro de 2023, na 5ª etapa do projeto citado. A elaboração do questionário seguiu os modelos e estratégia dos minicursos do Projeto e o momento da coleta dos dados foi feito para conhecer as concepções dos participantes após a condução do minicurso “Combustíveis, biocombustíveis e seus impactos ambientais” e um jogo como complemento, para se ter uma interpretação mais precisa quanto a mudanças ou não das concepções dos alunos sobre os temas tratados. O jogo didático foi elaborado por um dos membros do Projeto de Pesquisa que cedeu o material para ser usado nesta pesquisa.

No contexto do minicurso, foram explorados temas relacionados à importância dos combustíveis, com ênfase nos combustíveis fósseis, abordando sua formação, impactos ambientais, tipos e uso no Brasil, incluindo desvantagens como poluição e emissões de gases de efeito estufa. Introduziu-se também os biocombustíveis (etanol e biodiesel) como alternativas mais sustentáveis, discutindo vantagens e desvantagens. A Química Verde (QV) foi apresentada como uma das contribuições para solução. Assim, foram propostas questões do tipo, como empresas e governos poderiam reduzir as emissões de combustíveis fósseis. A discussão temática foi fornecida na apostila entregue inicialmente aos participantes, que também responderam a atividades nela contidas. Além disso, um dos questionários do Projeto de Pesquisa “Alfabetização Científica no Ensino de Química Verde e Química Sustentável à luz do referencial Ciência, Tecnologia e Sociedade” foram preenchidos e analisados por cinco auxiliares da pesquisa que exerceram a função de avaliadores do processo, os quais forneceram dados essenciais para interpretar a visão dos participantes sobre como ocorreu a aplicação do minicurso e do jogo. Um outro questionário aplicado aos participantes reuniu a concepção dos alunos sobre os alicerces dos temas abordados neste trabalho, a saber: AC, EA, QV. Outras ferramentas de coleta de dados são as anotações de observações em campo, que serviram para elucidar o acompanhamento da aplicação do jogo com estudantes. As respostas dos questionários foram posteriormente submetidas a análises, embasadas em conceitos teóricos pertinentes à área de estudo.

3.3 ETAPAS DA METODOLOGIA

Todos os dados coletados para este trabalho utilizaram de formulários impressos. Foi elaborado um formulário para registrar as concepções dos estudantes, e outro formulário destinado à observação do processo pelos auxiliares do projeto da pesquisa. A coleta de dados concentrou na percepção e compreensão do jogo após a atividade teórica. Foi feito um acompanhamento durante a aplicação dos formulários e quando surgiram as argumentações e dúvidas dos estudantes foram sanadas e dispuseram a responder as perguntas.

A presente pesquisa se desenvolveu em três etapas:

- 1) Elaboração das atividades para a aplicação;
- 2) Aplicação das atividades (Minicurso e jogo didático);
- 3) Coleta de dados.

A Primeira etapa consistiu na elaboração de um minicurso e o jogo didático, com o tema intitulado combustíveis. Esta etapa de planejamento correspondeu na 4ª etapa do projeto de pesquisa “Alfabetização Científica no Ensino de Química Verde e Química Sustentável à luz de referencial Ciência, Tecnologia e Sociedade”. Essa primeira etapa foi definido o tema. Em seguida foram pesquisados uma seleção de materiais alternativos e de fácil aquisição. Essas atividades foram realizadas em um período de aproximadamente uma (01) semana de preparação. As ideias, apostilas foram enviados para a correção da orientadora do projeto de pesquisa. Posteriormente, enfatizou-se a criação de materiais didáticos, incluindo a elaboração da apostila que seria utilizada pelos da(o)s aluna(o)s do Curso de Licenciatura e Bacharelado em Química e Licenciatura em Biologia/UFMT/CUIABÁ durante o minicurso, a confecção do jogo didático que foi produzido no projeto de pesquisa em questão e os questionários.

Na segunda etapa as atividades planejadas foram colocadas em prática, envolvendo a realização do minicurso e a execução do jogo didático. E a última etapa consistiu na coleta de dados por meio dos formulários mencionados anteriormente. Todos os estudantes participaram de uma roda de conversa de forma ativa, fornecendo suas percepções sobre o minicurso e o jogo didático.

3.3.1 Escolha do tema

A partir das reflexões de Sequeiros (2015), percebe-se a visão comum de que a área de Ciências é vista com disciplinas distantes e misteriosas para muitas pessoas.

Diante disso, a escola desempenha um papel fundamental ao criar ambientes de aprendizagem que despertem a curiosidade, incentivem a investigação e promovam a análise crítica, utilizando recursos didáticos para enriquecer o processo educacional.

A relevância e a atualidade do tema escolhido para abordar questões ambientais e energéticas foram escolhidas por fornecer uma estrutura conceitual que permite relacionar EA, AC e QV na abordagem dos desafios ambientais, para convergência com CTS, conforme os objetivos do Projeto de Pesquisa citado. Portanto, a escolha do tema combustíveis fósseis e biocombustíveis possibilita promover a conscientização ambiental e científica entre os alunos, capacitando-os a compreender melhor os desafios ambientais e a contribuir para soluções sustentáveis. Essa abordagem contribui para a formação de cidadãos informados, capazes de compreender e lidar satisfatoriamente com questões científicas presentes na sociedade.

3.3.2 Elaboração e desenvolvimento do jogo

O jogo “Chemical Coin Chase: Química em movimento” tem como foco central o tema dos combustíveis e seus derivados, proporcionando uma experiência educativa e dinâmica, destinado a estudantes do ensino médio, especialmente na etapa final, e para aqueles que ingressam no ensino superior. A abordagem concentra-se nos conceitos de química inorgânica e Química Verde (QV), incentivando a compreensão dos impactos ambientais e tecnológicos associados aos combustíveis.

A seguir o **Quadro 2** contém as regras e desenvolvimento do jogo Chemical Coin Chase: Química em movimento:

Quadro 2 - Regras de desenvolvimento do jogo Chemical Coin Chase: Química em movimento

Funcionamento do jogo:

O jogo ocorre em um tabuleiro de trilha. Os jogadores são representados por peões, que avançam com base no número tirado nos dados. Em cada casa, os jogadores enfrentam tarefas ou respondem perguntas para acumular pontos. O nível de dificuldade aumenta à medida que avançam. O vencedor é determinado pelo maior número de moedas verdes e menor número de moedas vermelhas. Em caso de empate, vence o jogador com o menor número de moedas vermelhas, e em caso de um novo

empate, uma carta de pergunta é usada como critério de desempate. Vencerá o jogador que responder primeiro a pergunta.

Peças para o jogo:

- Tabuleiro
- Cartas de perguntas
- Peões
- Dados
- Cartas da fortuna

 **Casa branca:** os jogadores iniciam por ela, e toda vez que passarem por ela, podem escolher entre ganhar uma moeda verde ou perder uma moeda vermelha.

 **Casas verdes:** fornecem moedas verdes aos jogadores que por elas passarem.

 **Casas amarelas:** A próxima pergunta respondida corretamente, gerará o dobro de moedas verdes.

 **Casas vermelhas:** o jogador que cair em uma casa vermelha receberá uma moeda vermelha.

 **Casas Azuis:** São as casas de perguntas. O jogador comprará uma carta de pergunta e responderá, em caso de acerto receberá moedas verdes.

 **Casa rosa:** Contém as “cartas da fortuna”, são cartas que possuem efeitos especiais. Os jogadores irão comprar uma carta que pode ajudá-los ou prejudicá-los.

As cartas serão distribuídas aleatoriamente entre cartas de sorte e azar.

 **Prisão:** O jogador ficará preso ao tirar números iguais nos dados 3 vezes, ou após responderem errado as três perguntas.

 **Casa roxa:** O jogador compra uma “carta da fortuna”

Moedas: São contadores de pontos, que são recebidos após cada sucesso do jogador durante o jogo. As moedas se dividem em dois tipos:

 **Moedas verdes:** são a pontuação positiva no jogo.

 **Moedas vermelhas:** são a pontuação negativa do jogo.

Cartas de perguntas: Serão divididas em 4 (quatro dificuldades) que serão distribuídas pelo tabuleiro, cada quadrante

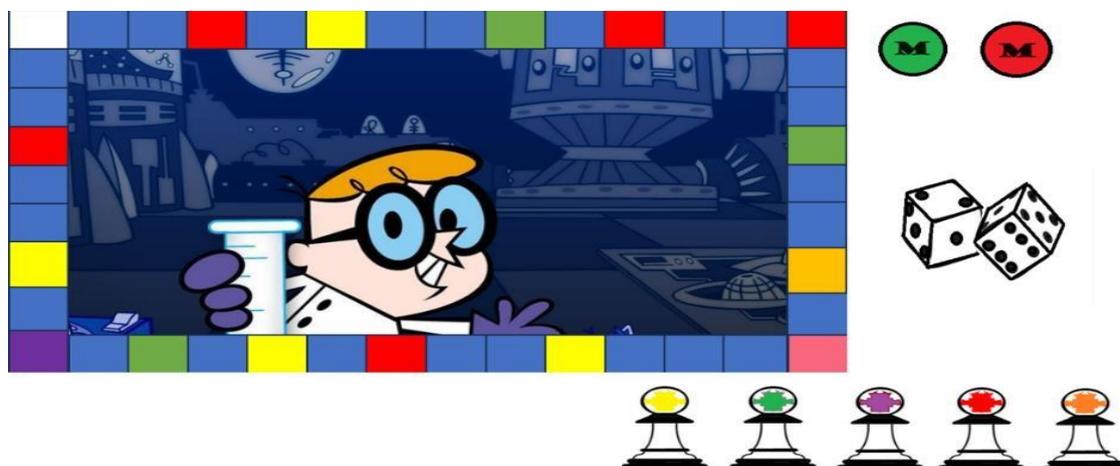


Figura 1: Tabuleiro da Chemical Coin Chase: Química em movimento

O tabuleiro (**Figura 1**) é composto por casas e cada casa possui uma regra específica. As cartas foram elaboradas com perguntas de caráter múltipla escolha, contendo três alternativas por questão e foram impressas em papel A4 e recortadas. O material pode ser adaptado de acordo com as estratégias e objetivos elencados pelo professor. No (**Anexo 1**), apresentamos algumas cartas que foram confeccionadas. O conjunto de perguntas abrange uma variedade de tópicos relacionados aos combustíveis, proporcionando uma abordagem abrangente para o ensino de química. As perguntas envolvem conceitos fundamentais, como tipos de combustíveis, processos de combustão, impactos ambientais e propriedades de compostos químicos relevantes.

O “Chemical Coin Chase: Química em movimento” busca promover a aprendizagem sobre combustíveis e Química Verde (QV) de maneira lúdica, incentivando a participação ativa dos jogadores e consolidando conceitos importantes para a formação científica e EA. O jogo visa estimular o interesse dos estudantes por tópicos relevantes da química moderna.

As questões testam o conhecimento e incentivam a compreensão dos processos químicos subjacentes e suas implicações ambientais. Ao responder as perguntas, os jogadores terão a oportunidade de consolidar conhecimentos sobre combustíveis,

promovendo a Alfabetização Científica (AC) e a compreensão crítica dos temas discutidos.

3.4 ANÁLISE DOS DADOS E RESULTADOS OBTIDOS

Os dados coletados foram submetidos a uma análise qualitativa, por meio de questionários, anotações, observações e o jogo didático, e com o foco na identificação das respostas alinhadas aos objetivos da presente pesquisa. Os dados foram organizados e analisados com base na pergunta da pesquisa, versando sobre 1- Jogos Didáticos e a mediação no ensino de Química por Francisco e Silva (2012), Cunha (2012), Soares (2016); 2-Alfabetização Científica de acordo com Milaré *et al.* (2009); os Princípios da Educação Ambiental conforme Dias Cassiano e Echeverría (2014).

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A pesquisa prosseguiu a partir de um minicurso sobre Combustíveis fósseis e biocombustíveis e o jogo didático.

Os resultados que serão discutidos a seguir foram divididos em três categorias, tendo como intuito apresentar de maneira mais detalhada os elementos abordados neste estudo. Assim, os tópicos de análise a serem discutidos incluem: 1) Categorias essenciais de um jogo didático, segundo Francisco e Silva (2012); 2) Categorias da Alfabetização Científica; 3) Categorias integradora para o desenvolvimento da Educação Ambiental Crítica; 4) Concepções dos alunos ao final do Minicurso. Para cada tópico são apresentados, os resultados, com as respectivas discussões.

4.1 CATEGORIAS ESSENCIAIS DE UM JOGO DIDÁTICO, SEGUNDO FRANCISCO E SILVA (2012)

Desenvolver um jogo didático envolve uma série de critérios teóricos que visam criar uma atividade lúdica e promover aprendizado significativo. Neste tópico, fundamentado nos estudos de Francisco e Silva (2012) são apresentadas categorias, que desempenham um papel fundamental na análise e classificação do jogo "Chemical Coin Chase: Química em Movimento" relacionados ao uso de recursos didáticos no ensino. Os autores analisaram os Recursos Didáticos (RD), que abrangem aspectos cruciais que visam promover uma aprendizagem significativa por meio da interação entre estudantes, conteúdo, professor e o recurso didático, utilizando como categoria a mediação. Essas mediações são essenciais para garantir que o jogo atenda aos objetivos educacionais e proporcione uma experiência enriquecedora para os participantes.

Primeiramente, é necessário mediar o conhecimento do conteúdo a ser abordado no jogo. Isso implica em compreender os conceitos-chave que se deseja ensinar e encontrar maneiras criativas de incorporá-los à estrutura do jogo. Essa mediação requer

uma análise cuidadosa dos objetivos de aprendizagem e uma seleção criteriosa dos elementos do jogo que exploram os conceitos de forma clara e acessível. Além disso, é fundamental mediar a forma como o jogo será estruturado e apresentado aos jogadores. Outra mediação importante é a inclusão de elementos motivacionais no jogo. Isso envolve criar desafios interessantes, recompensas atrativas e feedbacks claros que incentivem os jogadores ao engajamento e a persistência na resolução dos problemas propostos pelo jogo. Por fim, é essencial mediar a avaliação do jogo e do aprendizado dos jogadores. Isso implica em desenvolver critérios claros de avaliação e coletar dados relevantes durante o jogo. Essa mediação é fundamental para garantir que o jogo cumpra seus objetivos educacionais e para identificar áreas de melhoria e aprimoramento.

Desenvolver um jogo didático envolve uma série de mediações que visam garantir a eficácia educacional e a qualidade da experiência de aprendizagem. Ao mediar o conhecimento, a estrutura, a motivação, a interação social e a avaliação, é possível criar jogos que promovam uma aprendizagem significativa e estimulante para os jogadores.

No **Quadro 3** apresenta-se os diferentes graus de mediação que um recurso didático pode desempenhar dependendo da finalidade do uso e da abordagem pela combinação de certos elementos e da interação entre eles, conforme os estudos de Francisco e Silva (2012), de modo que o professor elabore a sua proposta conforme os objetivos e finalidades que intenta, seja na análise de conteúdo, exploratórias ou formativas, conforme vemos a seguir:

Quadro 3 – Características de um recurso didático conforme Francisco e Silva (2012):

<p style="text-align: center;">Mediação RD- Conteúdo</p>	<p>O papel dos recursos didáticos para análise de conteúdo, ou na apresentação e avaliação de conteúdos específicos, geralmente os recursos são utilizados como ferramentas para introduzir ou reforçar conceitos.</p>
<p style="text-align: center;">Mediação RD–estudante–conteúdo</p>	<p>Os recursos didáticos são empregados para promover a discussão de conceitos químicos com a participação ativa dos estudantes, sem intervenção do professor, o material é neutro.</p>
<p style="text-align: center;">Mediação RD–estudante–conteúdo–educador</p>	<p>Foca na interação entre recursos didáticos, estudantes, conteúdo e professor, buscando construir uma aprendizagem ampla e crítica.</p>

Fonte: adaptada pela autora, 2024.

Alinhadas às ideias de Francisco e Silva (2012), essas categorias oferecem uma estrutura para classificar e compreender o uso de recursos didáticos no ensino. No caso do jogo "Chemical Coin Chase: Química em Movimento", ele se enquadra na categoria de mediação, RD-ESTUDANTE-CONTEÚDO-EUCADOR, pois envolve a participação ativa dos alunos na manipulação de recursos didáticos, como peças do jogo e cartas de perguntas, na formulação de explicações para os conceitos químicos abordados durante o jogo. Antes do jogo, foi conduzido discussões para introduzir os conceitos que serão explorados, preparando os alunos para uma experiência de aprendizagem mais rica e significativa. Durante o jogo os participantes receberam orientações do pesquisador e do proponente do jogo conforme apresentavam dúvidas e avançavam nas etapas. Após a conclusão do jogo, há uma reflexão e discussão em sala de aula, permitindo que os alunos compartilhem suas experiências, descobertas e melhorias para o jogo.

O papel do professor na atividade consistiu em mediar, orientar os estudantes a construir as habilidades necessárias para a aprendizagem. Portanto, incluem nesta categoria a contextualização e interdisciplinaridade como fatores que contribuíram para rever o minicurso para ter bom desempenho no jogo. De acordo com Santos (2007) a contextualização refere-se à conexão dos conteúdos com situações reais, experiências vividas pelos estudantes ou com outros conhecimentos que eles já possuem. Quanto a interdisciplinaridade conforme citou Francisco e Silva (2012) observa-se que esta dimensão tem relação com a proposta presente nos documentos PCNs+(2002), e no documento do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM, 2005), a interdisciplinaridade, por sua vez, envolve a integração de diferentes áreas do conhecimento em uma abordagem unificada. A interdisciplinaridade é evidente no jogo, pois integra conceitos de química com questões ambientais e tecnológicas, proporcionando uma visão mais ampla e conectada do assunto. Isso permite que os alunos explorem diferentes facetas do problema e desenvolvam habilidades de pensamento crítico e resolução de problemas.

O crescente reconhecimento da importância dos jogos didáticos tem ganhado destaque como estratégia para tornar o processo de aprendizagem mais dinâmico. Soares (2016) ressalta que o jogo é uma atividade voluntária, guiada pelo prazer e pela diversão. Essa atividade promove uma compreensão mais completa e crítica dos conceitos químicos, além de incentivarem os alunos a fazerem conexões entre o jogo e o mundo real. Segundo Driver *et al.* (1999) o conhecimento científico é desenvolvido por meio da

interação social, seja em conversações ou em atividades compartilhadas relacionadas a problemas e tarefas cotidianas, com a intervenção e mediação do professor. Quando os indivíduos se engajam em discussões e colaboram em atividades comuns, eles têm a oportunidade de compartilhar perspectivas, construir significados e expandir seu conhecimento de forma colaborativa.

Ao analisar a criação do jogo didático descrita na tabela de Cunha (2012) no **Quadro 4**, fica evidente um planejamento didático abrangente, que proporciona uma experiência educativa completa ao integrar conteúdo, avaliação, revisão e contextualização. O jogo explora temas de química inorgânica, Química Verde (QV) e assuntos relacionados aos combustíveis. A coluna 1 refere-se ao planejamento, a coluna 2 indica se foi ou não abordado, e a coluna 3 refere-se de que forma foi abordado.

Quadro 4 - Rearranjo da tabela de Cunha (2012). Relações envolvidas na aplicação de jogos didáticos para o ensino de Química:

Planejamento didático	Foi abordado	Como foi abordado
Apresentar um conteúdo programado;	SIM	O jogo é projetado com um foco central no tema dos combustíveis e seus derivados, proporcionando uma experiência educativa em química inorgânica e química verde.
Ilustrar aspectos relevantes de conteúdo;	SIM	O jogo aborda conceitos de química inorgânica e química verde, incentivando a compreensão dos impactos ambientais e tecnológicos associados aos combustíveis.;
Avaliar conteúdos já desenvolvidos;	SIM	O jogo incorpora perguntas que testam o conhecimento e incentivam a compreensão dos processos químicos subjacentes e suas implicações ambientais.
Revisar e/ou sintetizar pontos ou conceitos importantes do conteúdo;	SIM	Ao responder às perguntas, os jogadores têm a oportunidade de consolidar conhecimentos sobre combustíveis, promovendo a alfabetização científica e a compreensão crítica dos temas discutidos.
Continua - Quadro 4 -		

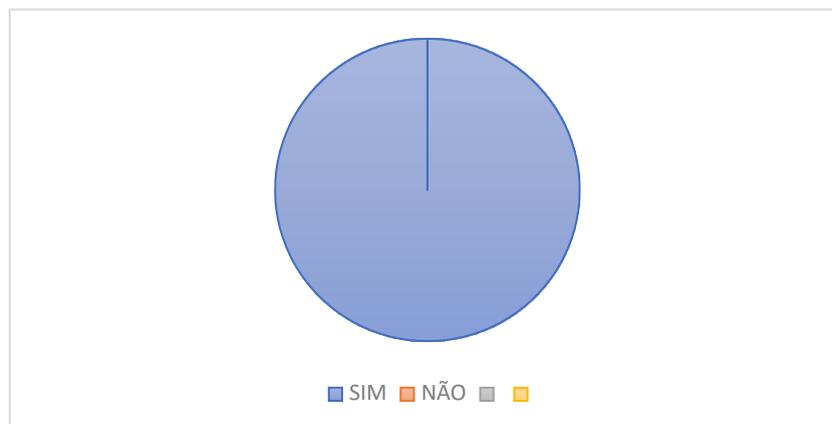
Término - Quadro 4 - Rearranjo da tabela de Cunha (2012). Relações envolvidas na aplicação de jogos didáticos para o ensino de Química.		
Planejamento didático	Foi abordado	Como foi abordado
Destacar e organizar temas e assuntos relevantes do conteúdo químico;	SIM	O jogo destaca temas relevantes relacionados a combustíveis, processos de combustão, impactos ambientais e propriedades de compostos químicos relevantes.
Integrar assuntos e temas de forma interdisciplinar	SIM	O jogo proporciona uma abordagem interdisciplinar ao integrar conceitos de química com questões ambientais, incentivando uma compreensão mais ampla e conectada dos temas abordados.
Contextualizar conhecimentos.	SIM	Aborda conceitos de química relacionados aos temas ambientais, proporcionando uma abordagem abrangente para o ensino de química. No entanto, a contextualização específica não é detalhada na descrição fornecida. Pois, a primeira sensação é a alegria pelo ato de jogar.

Fonte: A autora, 2024.

Ao integrar elementos motivacionais, desafios cognitivos e interação social, esses jogos proporcionam uma experiência de aprendizagem envolvente e significativa para os alunos. O cuidadoso planejamento e a mediação adequada durante o desenvolvimento desses jogos são essenciais para garantir que atendam aos objetivos educacionais e promovam uma compreensão profunda dos conteúdos abordados. Assim, ao explorar e aprimorar continuamente as práticas de mediação e design de jogos didáticos, educadores podem ampliar as oportunidades de aprendizagem dos alunos e contribuir para o desenvolvimento de uma educação mais eficaz e engajadora.

Dando sequência a análise do jogo, elaboramos o **(Gráfico 1)**, a fim de explicitar as respostas da(o)s aluna(o)s do Curso de Licenciatura e Bacharelado em Química e Licenciatura em Biologia/UFMT/CUIABÁ pelas suas escritas buscando identificar indicadores que demonstrem os impactos positivos na perspectiva dos sujeitos durante a experiência de atividade com jogo. Assim, o **(Gráfico 1)**, a seguir apresenta as respostas da(o)s aluna(o)s do Curso de Licenciatura e Bacharelado em Química e Licenciatura em Biologia/UFMT/CUIABÁ sobre a pergunta nº 1 que consta no **(ANEXO 2)**.

Gráfico 1- Respostas da(o)s aluna(o)s do Curso de Licenciatura e Bacharelado em Química e Licenciatura em Biologia/UFMT/CUIABÁ sobre: “Você acredita que o jogo didático e a aula teórica funcionam bem de forma conjunta?” e “Você recomendaria a utilização de jogos didáticos após aulas teóricas?”



Fonte: A autora, 2024.

No **Gráfico 1**, a(o)s aluna(o)s do Curso de Licenciatura e Bacharelado em Química e Licenciatura em Biologia/UFMT/CUIABÁ expressaram de forma unânime e positiva a importância do jogo como ferramenta para promover uma aprendizagem mais significativa. A aceitação positiva dos alunos em relação à utilização de jogos após aulas teóricas pode ser atribuída a diversos elementos presentes nessa abordagem, os PCNs⁺ (2002) sugerem a utilização de jogos, justificando que dessa forma o interesse dos alunos será despertado pelos conteúdos e assim conferirá sentido à natureza e à ciência. Algumas falas dos participantes estão nos **Quadro 5** a seguir:

Quadro 5: Respostas descritivas da(o)s aluna(o)s do Curso de Licenciatura e Bacharelado em Química e Licenciatura em Biologia/UFMT/CUIABÁ sobre: a importância dos jogos após o minicurso, perguntas n° 3 (**ANEXO 2**): “Como esse jogo afetou a interação e colaboração entre os alunos durante a sua realização?”

Respostas	<p>“Com o jogo a “disputa” trouxe uma interação maior entre os participantes”. A3</p> <p>“Foi uma boa forma de revisão, além da boa interação com os colegas” A8</p> <p>“Todos se divertiram e houve uma interação entre os jogadores e todos se ajudaram com as perguntas. A7</p> <p>“Promove relações, onde a dificuldade é vista em um nível menor de julgamento” A9</p> <p>“Foi divertido pois tínhamos posto à prova o que aprendemos e estimulou a competição” A5</p> <p>“Contribuiu com a interação entre os participantes e contribuiu para o conhecimento do</p>
-----------	---

<p>conteúdo de forma dinâmica e divertida” A10</p> <p>“Facilita a interação” A1</p> <p>“Todos participaram e jogaram sem problemas” A6</p> <p>“Pode auxiliar o aprendizado... afetando de maneira positiva” A2</p> <p>“Os jogos envolvem todos com a didática, além aprender mais com as perguntas e brincando” A4</p>
--

Fonte: A autora, 2024.

A revisão proporcionada pelo jogo também é fundamental, pois permite que os alunos consolidem e reforcem os conceitos aprendidos anteriormente, como destacado por Santos (2016). Esses elementos, combinados com aspectos químicos e ambientais, proporcionaram uma experiência de aprendizagem mais significativa e eficiente. Em suma, a aceitação positiva da(o)s aluna(o)s do Curso de Licenciatura e Bacharelado em Química e Licenciatura em Biologia/UFMT/CUIABÁ em relação ao uso de jogos após o minicurso pode ser explicada pela combinação de interatividade, competição estimulante, revisão e relação com os conceitos, elementos da teoria educacional e corroborados por pesquisas empíricas, conforme identificamos nas respostas **Quadro 6**, a seguir:

Quadro 6 - Resposta do A3:

<p>“Com o jogo a “disputa” trouxe uma interação maior entre os participantes”.</p>
--

Fonte: A autora, 2024.

De acordo com Soares (2016), a interatividade é um elemento crucial para tornar o ensino mais dinâmico e envolvente, permitindo que os alunos participem ativamente da construção do conhecimento. A interatividade foi descrita pelos aluna(o)s do Curso de Licenciatura e Bacharelado em Química e Licenciatura em Biologia/UFMT/CUIABÁ, evidenciada pela "disputa" entre os participantes promoveu um maior engajamento no processo de aprendizagem, conforme foi descrito no **Quadro 7**, a seguir:

Quadro 7- Resposta do A2:

<p>“Pode auxiliar o aprendizado... afetando de maneira positiva”</p>
--

Fonte: A autora, 2024.

O **Quadro 7** destaca uma perspectiva positiva sobre o uso de jogos como recursos didáticos no processo de aprendizagem. Reforça a ideia de que os jogos têm o potencial de contribuir significativamente para o desenvolvimento cognitivo e educacional dos alunos. Pesquisadores como Vygotsky e Jean Piaget já afirmaram, que os jogos são recursos didáticos que auxiliam positivamente na constituição da aprendizagem.

No **Quadro 8** apresento as respostas descritivas da(o)s aluna(o)s do Curso de Licenciatura e Bacharelado em Química e Licenciatura em Biologia/UFMT/CUIABÁ que constam em (**ANEXO 2**) para a pergunta n° 6.

Quadro 8 -Respostas dos da(o)s aluna(o)s do Curso de Licenciatura e Bacharelado em Química e Licenciatura em Biologia/UFMT/CUIABÁ: Sobre “Você acredita que jogos didáticos podem ter uma abordagem de ensino colaborativa com os métodos tradicionais (Aula expositiva)?

Respostas	<p>“É utilizado como fixação dos conteúdos trabalhados” A3</p> <p>“Utilizando juntamente com uma boa explicação e aulas expositivas, ajuda na abordagem, mas, tomando cuidado para que o aluno não perca o foco no contexto em si. A8</p> <p>“As perguntas feitas foram referentes a aula teórica, foi reforçado o que foi aprendido anteriormente” A7</p> <p>“Foge dos métodos tradicionais” A9</p> <p>“Eles estimulam nosso cérebro a lembrar das coisas ditas na parte teórica” A5</p> <p>“Instiga o interesse no conteúdo de forma divertida e leve!” A10</p> <p>“Facilita e não prejudica ninguém” A6</p> <p>“Pode ajudar no processo da aprendizagem, despertando no aluno a vontade de participar mais das aulas” A2</p> <p>“Além de ter um aprendizado brincando você envolve a todos” A4</p>
------------------	---

Fonte: A autora, 2024.

Como foi observado nas respostas (respondidas, e/ou em branco, e/ou que ficou ilegível) dos da(o)s aluna(o)s do Curso de Licenciatura e Bacharelado em Química e Licenciatura em Biologia/UFMT/CUIABÁ, a essência dos significados pode ser expressa por: interação, competição estimulante, revisão, interligação entre aspectos químicos e ambientais, evidenciando os benefícios do jogo didático. A interação foi um dos elementos mais citados entres os alunos, competitividade aumenta a motivação dos alunos e conseqüentemente mais concentração. O jogo enfatiza a interligação entre aspectos

químicos, desenvolvidos no minicurso sobre Combustíveis demonstrando a indissociável relação entre a teoria e a prática, largamente recomendada nos documentos das Diretrizes Nacionais para o Ensino Médio e os PCNs+(2002) e outros documentos da base legal, evidenciando os benefícios do jogo didático. Soares (2016) destaca que desde que bem planejada, teorizada e aplicada, funciona adequadamente. Fornece uma compreensão mais profunda de como os jogos didáticos são aplicados e percebidos pelos alunos, contribuindo positivamente para o processo de aprendizagem em Química.

Os jogos educacionais, como o "Chemical Coin Chase: Química em Movimento", representam uma abordagem dinâmica e envolvente para o processo de aprendizagem, permeados de atividades lúdicas e desafiadoras. Os jogos educacionais proporcionam uma experiência imersiva que estimula o pensamento criativo, a resolução de problemas e a tomada de decisões. Eles oferecem um ambiente seguro para os alunos experimentarem, errarem e aprenderem com seus próprios erros, sem o receio de punições ou julgamentos. Além disso, os jogos educacionais têm o poder de tornar o aprendizado mais significativo e contextualizado, permitindo que os alunos façam conexões entre os conceitos abordados em sala de aula e suas aplicações no mundo real.

Com base nas orientações de Santos (2016) que enfatiza a importância de ir além das avaliações convencionais, argumentando que é insuficiente fundamentar-se apenas nas opiniões dos alunos sobre o jogo, torna-se fundamental atingir análises mais detalhadas e específicas. Essas análises devem demonstrar de que maneira o jogo impactou positivamente a aprendizagem, proporcionando uma compreensão mais profunda sobre seu papel no processo educacional.

Explorar alternativas metodológicas, como foi realizado, como a aplicação de testes, observações comportamentais e análises de desempenho, foram observadas e são fundamentais para enriquecer a avaliação do impacto do jogo na assimilação de conceitos. Essas interações qualitativas podem revelar percepções valiosas sobre aspectos emocionais, motivacionais e sociais envolvidos no processo de aprendizagem, complementando as avaliações quantitativas.

4.1.1 Execução da atividade

A execução da atividade envolveu a aplicação do minicurso e do jogo didático "Chemical Coin Chase: Química em Movimento" no contexto educacional. Dado que os

participantes da pesquisa eram estudantes de graduação que já possuíam conhecimento prévio sobre termos químicos e ambientais, foi feita uma revisão para prosseguir com as atividades. Assim, os slides, material impresso e exemplos práticos, foram empregados para aprimorar a compreensão da(o)s aluna(o)s do Curso de Licenciatura e Bacharelado em Química e Licenciatura em Biologia/UFMT/CUIABÁ.

Após a conclusão do minicurso, os alunos foram organizados em grupos e na sequência o autor do jogo "Chemical Coin Chase: Química em Movimento" introduziu o assunto sobre jogos na educação e apresentou a explicação detalhada das regras e do funcionamento do jogo. Esta etapa precedeu o início efetivo do jogo por parte dos alunos. Posteriormente à execução da atividade com apoio da pesquisadora e do autor do jogo, procedeu-se à avaliação de relatos dos alunos sobre como compreenderam os eventos simulados. As respostas documentadas pelos da(o)s aluna(o)s do Curso de Licenciatura e Bacharelado em Química e Licenciatura em Biologia/UFMT/CUIABÁ foram cuidadosamente analisadas para determinar se eles alcançaram os objetivos de entendimento desejados de AC, EA, Educação em Química Verde (EQV) e na abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).

4.2 CATEGORIAS E CONCEPÇÕES DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

A Alfabetização Científica (AC) envolve capacitar os alunos a compreenderem, analisar criticamente e aplicar conceitos científicos em contextos da realidade. Integrar a linguagem científica de maneira clara e contextualizada é um aspecto fundamental da AC, envolve tornar os termos compreensíveis e relevantes para a vida cotidiana dos alunos, facilitando a conexão entre a teoria e os fenômenos do dia a dia.

A partir desses conceitos definimos o estudo realizado por Milaré, Richetti e Filho (2009) sobre a AC, que se distingue em: Alfabetização Científica Prática, Alfabetização Científica Cívica e Alfabetização Científica Cultural, conforme descrito no **Quadro 9**:

Quadro 9 - Categorias que classificam as concepções de Alfabetização Científica (AC).

Categoria	Descrição
Prática	Visa contribuir com o desenvolvimento de conhecimentos científicos e técnicos básicos necessários na vida diária do indivíduo.
Continua Quadro 9 –	

Término Quadro 9 - Categorias que classificam as concepções de AC:	
Categoria	Descrição
Cívica	Tem como objetivo desenvolver conhecimentos científicos que subsidiem decisões do indivíduo, a fim de participar mais ativamente de processos democráticos da sociedade cada vez mais evoluída e tecnológica.
Cultural	Estudo da Ciência, nessa perspectiva, está relacionado com sua natureza e é motivado pela vontade de se conhecer mais profundamente sobre a principal aquisição da cultura humana.

Fonte: Adaptado pela autora com base em Milaré, Richetti e Filho (2009).

A análise do jogo "Chemical Coin Chase: Química em Movimento" à luz das categorias de AC propostas por Milaré, Richetti e Filho (2009), foram analisadas utilizando as técnicas definidas por Bardin (1995, apud Domingui e Ortigara, 2010) que em síntese contém as etapas de: pré-análise, inferência e interpretação.

Pré-Análise: Nesta etapa, foi realizada a leitura do conteúdo das cartas do jogo "Chemical Coin Chase: Química em Movimento" para identificar os elementos presentes no jogo que se relacionam a essas categorias de. Isso envolve compreender como o jogo aborda conhecimentos científicos, implicações sociais e culturais que nesse contexto é favorável o uso do tema da Química Verde. **Inferência:** Com base nas categorias identificadas na pré-análise, é feita uma análise mais profunda das atividades desenvolvidas no jogo. A partir disso, são tiradas inferências sobre como o jogo promove a compreensão prática, cívica e cultural dos participantes em relação à ciência. **Interpretação:** Os resultados da análise são interpretados à luz das categorias de Alfabetização Científica (AC) e dos objetivos do jogo. Isso inclui discutir como as atividades do jogo contribuem para o desenvolvimento de conhecimentos científicos práticos, conscientização sobre questões sociais e ambientais e compreensão da relação entre ciência, cultura e sociedade.

A avaliação centrou-se na compreensão dos alunos ao longo de todo o processo e na capacidade de relacionar os aspectos contextuais do tema explorado no jogo com AC e também com os princípios da EAC. O processo de categorização para esse quadro foi elaborado com base em uma adaptação feita no trabalho de pesquisa de análise de conteúdo em LDs de Química feito por Dias Cassiano e Echeverría (2014) ao analisarem

a EAC pelos princípios da Carta de Belgrado. As análises foram baseadas nas categorias apresentadas no **Quadro 9**.

No **Quadro 10** temos na coluna 1 as três categorias de AC. A coluna 2 descreve o significado das perguntas apresentadas nas cartas do "Chemical Coin Chase: Química em Movimento", frente aos significados das categorias propostas no Quadro 9. Na coluna 3 mostra o número das questões usadas no jogo e na coluna 4 nos revela a frequência de questões em relação ao total (20 questões), expressa em porcentagem por categoria da AC. Após explicar esses termos, podemos proceder à apresentação do **Quadro 10**, que irá detalhar como o jogo atingiu os objetivos em relação a cada uma das categorias de Alfabetização Científica, e quais conteúdos específicos foram apresentados nas cartas para alcançar esses objetivos.

Quadro 10 – Análise de conteúdo das cartas do jogo "Chemical Coin Chase: Química em Movimento:

Categorias da AC	Descrição	Questão	Frequência (%)	
Prático	Elas abordam aspectos como analisar um combustível adulterado, os processos químicos envolvidos na combustão, teor e tipos de gases emitidos por combustíveis fosseis, ou biocombustível etc.	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20	20	100%
Cívico	Perguntas que incentivam os jogadores a refletirem sobre as questões sociais e ambientais associadas ao uso de combustíveis, promovendo uma compreensão mais ampla das implicações cívicas de suas escolhas.	4, 8, 9, 11	4	20%
Cultural	Inexistente, reducionista	-	-	-

Fonte: Adaptada pela autora (2024)

As unidades de análise referem-se aos elementos específicos das fontes dos dados que estão sendo examinados. No caso do jogo "Chemical Coin Chase: Química em Movimento" em relação às categorias de Alfabetização Científica (AC) - Prático, Cívico e Cultural - propostas por Milaré, Richetti e Filho (2009). Essa organização permite uma análise clara e detalhada de como o jogo contribuiu para diferentes aspectos da AC, destacando a ênfase nas decisões práticas e, em menor medida, na reflexão cívica, enquanto a abordagem cultural não foi contemplada no contexto do jogo analisado.

No **Quadro 11** a seguir apresenta-se um exemplo de pergunta do jogo "Chemical Coin Chase: Química em Movimento" que tem relação com a categoria de AC Prático:

Quadro 11 – Exemplo da categoria Prático:

“Qual é o principal poluente liberado pela queima de diesel?”

Fonte: A autora, 2024.

No exemplo prático, um aspecto aplicável do conhecimento científico relacionado à química e ao meio ambiente. Os jogadores precisam entender os processos químicos envolvidos na queima de diesel como demonstrado no **Quadro 11** referente a questão n° 3, em (**ANEXO 1**), identificar o principal poluente liberado durante esse processo. Essa questão requer conhecimentos específicos sobre os impactos ambientais dos diferentes combustíveis, estimulando os jogadores a aplicarem seu entendimento científico para compreender e resolver problemas do mundo real. A categoria "Prático" da Alfabetização Científica refere-se à capacidade de aplicar conhecimentos científicos e técnicos básicos em situações do cotidiano. No contexto do jogo "Chemical Coin Chase: Química em Movimento", essa categoria é abordada de maneira abrangente, representando 100% das perguntas do jogo. Isso indica uma forte ênfase na promoção de uma compreensão prática da ciência entre os jogadores, como observa-se no exemplo do **Quadro 12**, a seguir:

Quadro 12 - Exemplo da categoria Prático:

“Qual é o combustível mais amplamente utilizado no mundo para veículos automotores?”
--

Fonte: A autora, 2024.

Ao abordar aspectos como a escolha de combustíveis, demonstrado no **Quadro 12** referente a questão n° 1, em (**ANEXO 1**), o jogo oferece aos jogadores oportunidades significativas para aplicar seus conhecimentos científicos em situações reais. Isso é uma parcela essencial mas não suficiente para desenvolver a capacidade dos jogadores de

tomarem decisões informadas e conscientes em relação ao uso de recursos naturais e à proteção do meio ambiente. Além disso, ao apresentar cenários práticos relacionados à ciência, o jogo torna os conceitos científicos mais relevantes e compreensíveis para os jogadores, facilitando a conexão entre a teoria apresentada em sala de aula e as situações do dia a dia. Isso contribui para uma aprendizagem mais significativa e duradoura, pois os jogadores conseguem ver a aplicação prática dos conceitos científicos em seu ambiente imediato. Portanto, a forte ênfase na categoria "Prático" no jogo "Chemical Coin Chase: Química em Movimento" é fundamental para promover uma compreensão mais adequada e aplicada da ciência entre os jogadores, a qual dá suporte para o surgimento de outra categoria conforme apresenta-se a seguir na categoria 2, no **Quadro 13**:

Quadro 13- Exemplo de Categoria Cívico

“Qual é a principal preocupação ambiental associada ao uso de combustíveis fósseis?”
--

Fonte: A autora, 2024.

No exemplo Cívico que consta em (**ANEXO 1**), questão nº 8: incita o que os jogadores sabem e de certa forma estimula a refletirem sobre as implicações sociais e ambientais de suas escolhas em relação ao uso de combustíveis fósseis, promovendo uma compreensão mais ampla das questões cívicas relacionadas ao meio ambiente e à sociedade. A categoria "Cívica" da Alfabetização Científica diz respeito ao desenvolvimento de conhecimentos científicos que subsidiem decisões individuais e participação ativa em processos democráticos da sociedade. No jogo "Chemical Coin Chase: Química em Movimento", essa categoria é quase nula, uma dessas lacunas é a falta de profundidade na reflexão sobre essas questões. Embora o jogo incentive os jogadores a considerarem as implicações de suas escolhas, a análise sugere que a falta de frequência dessa reflexão pode não ser tão efetiva quanto é necessária. Além disso, o número de questões relacionadas à categoria cívica pode ser limitado em comparação com a outra categoria prática, o que pode resultar em uma visão incompleta sobre o tema.

No contexto da Alfabetização Científica, a categoria "Cultural" se refere ao estudo da ciência relacionado à sua natureza intrínseca, motivado pelo desejo de compreender mais profundamente a principal aquisição da cultura humana. Esta categoria enfatiza a importância de reconhecer a ciência como um conjunto de fatos e teorias e como um produto da cultura e uma influência significativa nas sociedades ao longo do tempo. Ao analisar o jogo "Chemical Coin Chase: Química em Movimento" à luz dessa categoria, observamos que não foram identificadas perguntas relacionadas diretamente à dimensão

cultural da Alfabetização Científica. Isso sugere uma lacuna no jogo em relação à exploração dos aspectos culturais da ciência, como sua história, influência nas diferentes culturas ao redor do mundo e seu papel na formação da sociedade contemporânea conforme os estudos de Milaré, Richetti e Filho (2009). A ausência de perguntas relacionadas à categoria "Cultural" pode limitar a experiência dos jogadores ao explorar a ciência. Compreender a ciência em seu contexto cultural mais amplo pode enriquecer significativamente a compreensão dos jogadores sobre a natureza da ciência e seu impacto na sociedade. Portanto, ao considerar a importância da dimensão cultural na Alfabetização Científica, seria benéfico para o jogo criar perguntas e elementos que abordem essa perspectiva. Isso permitiria aos jogadores desenvolverem a curiosidade pela ciência e levar a uma compreensão mais completa e contextualizada da ciência e de seu papel na cultura e na sociedade.

A contextualização cultural foi aplicada de maneira mais ampla durante o minicurso, em discussões relacionadas ao papel da química na sociedade, sua influência na cultura e seu impacto histórico. Um exemplo disso é o contexto histórico da Revolução Industrial e como o carvão mineral foi uma fonte de energia crucial naquela época. Isso relaciona a questão dos combustíveis com a cultura e a história, mostrando como a evolução tecnológica influenciou a maneira como utilizamos e percebemos os recursos energéticos ao longo do tempo, conforme se observa no trecho do minicurso que consta no (ANEXO 5) no **Quadro 14** a seguir:

Quadro 14 – Trecho do Minicurso

[...] “O principal combustível utilizado durante a Revolução Industrial no século XVIII, foi o carvão mineral, cuja queima gera calor para a produção de vapor, por intermédio do qual gera energia.” (P. 80)

Fonte: A autora, 2024.

A abordagem interativa do jogo proporciona oportunidade para os jogadores aplicarem e consolidarem seus conhecimentos científicos em um contexto prático e relevante. Ao enfrentar decisões estratégicas durante o jogo, os participantes são incentivados a refletir sobre as implicações de suas escolhas não apenas no contexto imediato do jogo, mas também em termos mais amplos, como o impacto no meio ambiente e na sociedade como um todo. Essa dinâmica desafia os jogadores a testarem

seus conhecimentos e os motiva a considerarem questões cruciais relacionadas à sustentabilidade, ao impacto ambiental e à importância de fontes de energia alternativas.

Conforme argumentado por Dias, Cassiano e Echeverría (2014), a presença do conhecimento científico é fundamental em todas as cartas do jogo, como um dos elementos essenciais para o desenvolvimento da Educação Ambiental (EA), conforme previsto na Carta de Belgrado, mas não é suficiente, necessita das outras relações.

A análise detalhada do jogo "Chemical Coin Chase: Química em Movimento" à luz das categorias de Alfabetização Científica (AC) revela que ele aborda de forma abrangente as dimensões práticas da ciência, com todas as perguntas relacionadas a essa categoria. Isso é positivo, pois ajuda os jogadores a aplicarem seus conhecimentos científicos em situações do cotidiano, desenvolvendo habilidades práticas importantes. No entanto, a análise também revela algumas lacunas significativas. Por exemplo, a categoria cívica, que se refere à reflexão sobre as implicações sociais e éticas da ciência, é abordada de forma limitada, representando apenas 20% das perguntas do jogo. Isso sugere uma falta de equilíbrio na abordagem das diferentes dimensões da Alfabetização Científica. Além disso, o jogo não aborda adequadamente a dimensão cultural da ciência, que envolve entender a ciência em seu contexto histórico e cultural mais amplo. A ausência de perguntas relacionadas a essa categoria limita a compreensão dos jogadores sobre como a ciência é influenciada pela cultura e como ela influencia a sociedade ao longo do tempo. Para melhorar o jogo sugerimos incluir mais perguntas e elementos que explorem as dimensões cívica e cultural da ciência. Isso ajudaria os jogadores a desenvolverem uma compreensão mais completa e contextualizada da ciência, capacitando-os a entenderem não apenas os aspectos técnicos, mas também as implicações sociais, éticas e culturais da ciência em suas vidas e na sociedade em geral.

4.2.1 Reflexão: Compreensão das relações ambientais

Atualmente persiste na abordagem da Educação Ambiental sobretudo nas escolas, a ausência do conhecimento e do reconhecimento das relações entre as dimensões econômicas, sociais e ambientais, dimensões essenciais para compreender sobre Desenvolvimento Sustentável. Tal situação constatada em muitas pesquisas sobre o assunto demonstram que as concepções de estudantes e professores a respeito da atual situação dos problemas ambientais é reducionista, pontual, conforme evidenciou os dados da pesquisa de Gonzales (2023). A formação adequada de todos os cidadãos é uma

condição essencial para frear a intensificação da degradação ambiental que tem como consequência significativa a perda da biodiversidade e coloca em risco a qualidade de vida e a sobrevivência humana.

A incapacidade de compreender como essas relações se desdobram resultam em degradação ambiental e impactos significativos na biodiversidade e qualidade de vida.

Diante desse contexto torna-se imperativo explorar as diversas representações de meio ambiente presentes em indivíduos, grupos e na sociedade como um todo. O reconhecimento e entendimento dessas representações emergem como elementos fundamentais para enfrentar os desafios ambientais. Compreender as diferentes perspectivas sobre temas ambientais é crucial para desenvolver abordagens satisfatórias que promovam a sustentabilidade e a preservação.

Este estudo propõe uma reflexão aprofundada sobre a regularidade das concepções distintas acerca dos temas ambientais na sociedade. Buscamos compreender por que tais divergências existem e como a utilização de ferramentas específicas, discutidas neste trabalho, pode contribuir para a Alfabetização Científica (AC) dos estudantes no que diz respeito ao aspecto ambiental.

Ao compreender as raízes dessas divergências e oferecer instrumentos para a construção de um entendimento mais sólido sobre questões ambientais, almejamos contribuir para a formação de uma sociedade mais consciente e engajada na preservação do nosso ecossistema.

4.3 CATEGORIAS E CONTRIBUIÇÕES DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL

A identificação de lacunas na compreensão prévia dos da(o)s aluna(o)s do Curso de Licenciatura e Bacharelado em Química e Licenciatura em Biologia/UFMT/CUIABÁ que foram observados durante o minicurso, com as perguntas realizadas que constam em **Anexo 2**, no questionário de “**perguntas aplicadas no minicurso**”, de conceitos sobre combustíveis e a própria Química Verde (QV) destaca a importância da AC.

Ao questionar os participantes, sobre os conceitos relacionados a combustíveis e tipos de fontes de energia quanto a serem ou não renováveis, observou-se que muitos não souberam identificar tais diferenças. Além disso, foram abordados temas mais amplos durante o minicurso, como o consumo e fontes poluidoras revelando que cerca de 80% da(o)s aluna(o)s do Curso de Licenciatura e Bacharelado em Química e Licenciatura em

Biologia/UFMT/CUIABÁ disseram que as condições atuais poderiam melhorar de maneira fácil enquanto 20% dos alunos disseram que nas condições atuais, com a situação de consumo exagerado e poluição levaria muito tempo para mudar. No entanto, essa constatação levanta questionamentos sobre o que os alunos realmente aprendem nas escolas, dada a falta de familiaridade com termos científicos da mesma forma que foi observado no trabalho de Gonzales (2023). A seguir apresenta-se nos Quadros 15 a 18 as respostas da(o)s aluna(o)s do Curso de Licenciatura e Bacharelado em Química e Licenciatura em Biologia/UFMT/CUIABÁ referente aos preenchimentos dos questionários e/ou perguntas do minicurso, sobre combustíveis e a Química Verde (QV). O **Quadro 15** questiona as concepções dos alunos sobre transição energética:

Quadro 15 - Respostas da(o)s aluna(o)s do Curso de Licenciatura e Bacharelado em Química e Licenciatura em Biologia/UFMT/CUIABÁ: Como promover a transição sustentável de fontes de energia fóssil para alternativas mais limpas e reduzir as emissões de gases poluentes?

Respostas	<p>“Investindo..., colocando nas escolas formas de conscientização” A1</p> <p>“Leis.” A2</p> <p>“Leis e órgãos..., exercer fiscalizações” A3</p> <p>“Implementar o básico para ir melhorando, como reciclagem.” A4</p> <p>Controlar taxas de motorização.... uso de transporte coletivo... melhorar via de pedestres, ciclistas, começar pelo básico. A5</p>
------------------	--

Fonte: A autora, 2024.

As respostas dos alunos, apresentadas no **Quadro 15**, (englobando os alunos que responderam, e/ou deixaram em branco, e/ou que ficou ilegível), fornecem reflexões sobre como promover a transição sustentável de fontes de energia fóssil para alternativas mais limpas e reduzir as emissões de gases poluentes. As sugestões incluem investimento em conscientização, implementação de leis e fiscalizações, incentivo ao uso de transporte coletivo e práticas de reciclagem.

No entanto, observamos que muitos alunos ainda carecem de familiaridade com termos científicos, levantando questões sobre o que está sendo efetivamente aprendido nas escolas. Essa constatação destaca a necessidade de abordagens de ensino mais abrangentes e contextualizadas, que levem em consideração não apenas os aspectos científicos, mas também os sociais, políticos e econômicos relacionados à problemática

ambiental e a necessidade de participação social nesses assuntos. O **Quadro 16** levanta as concepções dos alunos sobre Química verde:

Quadro 16 - Respostas da(o)s aluna(o)s do Curso de Licenciatura e Bacharelado em Química e Licenciatura em Biologia/UFMT/CUIABÁ: Sobre Química verde:

Reflexões	<p>“Tem como intuito que os processos e produtos que usam a que tragam bem estar social” A10</p> <p>Sim, a química verde aborda oque é bom para os seres vivos e o planeta” A4</p> <p>“O objetivo da Química Verde é melhorar a vida ambiental dos seres vivos” A5</p> <p>“Parte da Química que estuda o meio Ambiente” A3</p> <p>“A ciência que estuda o meio ambiente” A9</p> <p>“Procura achar meios mais sustentáveis de trazer melhorias para a humanidade sem que afete o meio ambiente” A7</p> <p>“É o processo que procura ajudar para ajudar no meio ambiente” A6</p>
------------------	--

Fonte: A autora, 2024.

Com base nas reflexões dos alunos apresentadas no **Quadro 16**, (englobando os alunos que responderam, e/ou deixaram em branco, e/ou que ficou ilegível) sobre Química Verde, podemos concluir que há uma compreensão sobre os princípios, os alunos reconhecem os objetivos da Química Verde em melhorar a vida no ambiente sem prejudicar os recursos naturais, e incentivam a busca por práticas mais sustentáveis que beneficiem a humanidade sem afetar negativamente o meio ambiente. Por outro lado, alguns pontos negativos podem ser observados. Algumas respostas podem apresentar uma compreensão superficial ou simplificada dos conceitos da Química Verde, enquanto as reflexões dos alunos indicam uma compreensão básica dos princípios e objetivos da Química Verde, também revelam a necessidade de aprofundamento e discussão mais ampla sobre o tema para uma compreensão mais completa e crítica. Tais concepções corroboram com os resultados obtidos por Gonzales (2023), do mesmo grupo de pesquisa.

Diante das percepções da(o)s aluna(o)s do Curso de Licenciatura e Bacharelado em Química e Licenciatura em Biologia/UFMT/CUIABÁ podemos concluir que há uma conscientização geral sobre a necessidade de promover a EA. Essa análise destaca a importância de aprimorar o ensino desses conceitos nas escolas, abordando de maneira

mais abrangente as questões científicas nas categorias propostas pela EA, capacitando os alunos a entenderem melhor os desafios ambientais e contribuírem ativamente para soluções sustentáveis.

Nesta seção, vamos analisar o jogo didático sob a perspectiva da Educação Ambiental (EA), com base nas categorias propostas por Dias Cassiano e Echeverría (2014) que definem a Educação Ambiental como uma ação social essencial para lidar com a crise ambiental global. Nosso objetivo é avaliar como o jogo aborda diferentes aspectos da EA e como ele contribui para o desenvolvimento de uma compreensão mais ampla e aprofundada das questões ambientais entre os jogadores. A seguir, apresenta-se o **Quadro 17** que contém as categorias expressas por Dias Cassiano e Echeverría (2014) sobre a EA e serão utilizadas para interpretar as cartas elaboradas e aplicadas no jogo:

Quadro 17 - Categorias que classificam as concepções de Educação Ambiental.

Categorias	Descrição
Conhecimento científico	Aspectos técnicos-científicos da química relacionados aos temas ambientais.
Conhecimento/ Conscientização	Aspectos sociais, políticos e econômicos da problemática ambiental, sensibilização, valores sociais, presença da humanidade.
Participação	Desenvolvimento do senso de responsabilidade/urgência, com relação aos problemas ambientais e incentivo a capacidade de avaliação, motivação e participação social.

Fonte: Adaptado pela autora com base em Dias, Cassiano e Echeverría (2014).

Conforme estabelecemos as categorias de análise com base nas concepções de Educação Ambiental propostas por Dias Cassiano e Echeverría (2014), passamos a sua interpretação e descrição. Os elementos do **Quadro 18** a seguir compõem-se de: A coluna 1 representam as categorias elaboradas por Dias Cassiano e Echeverría (2014). A coluna 2 representa elementos propostos nas cartas do jogo em cada categoria de Educação Ambiental mencionadas: Conhecimento científico, Conhecimento/conscientização e Participação. Na coluna 3 identificou se para cada categoria as perguntas ou situações apresentadas nas cartas do "Chemical Coin Chase: Química em Movimento" e/ou as perguntas realizadas durante o minicurso, que contribuem para cada uma das categorias de Educação Ambiental. A coluna 4 contém a frequência das categorias registradas nas cartas do jogo. Após explicar esses termos, podemos proceder à apresentação do **Quadro**

18, que irá detalhar como o jogo atingiu os objetivos em relação a cada uma das categorias de Educação Ambiental, e quais conteúdos específicos foram apresentados nas cartas para alcançar esses objetivos.

Quadro 18 - Análise sobre Educação Ambiental (EA).

Categorias	Descrição	Questão	Frequência (%)	
Conhecimento científico	Perguntas nas cartas abordando a composição química dos combustíveis, poluentes liberados e processos químicos associados à degradação ambiental.	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20	20	100%
Conhecimento/Conscientização	Perguntas que incentivaram os jogadores a refletirem sobre o impacto ambiental e social do uso de combustíveis fósseis, bem como sobre políticas e medidas para mitigar esses impactos.	4, 2, 8, 9	4	20%
Participação	Perguntas que estimularam os jogadores a pensarem em soluções e medidas práticas para reduzir as emissões de gases poluentes e promover o uso de fontes de energia renováveis.	4, 5, 8	3	15%

Fonte: A autora, 2024.

No **Quadro 18**, podemos observar uma análise detalhada sobre a Educação Ambiental (EA) presente no jogo. Primeiramente, a categoria "Conhecimento Científico" é abordada de forma abrangente, representando 100% das perguntas do jogo. podemos observar como cada pergunta aborda aspectos específicos da química e do meio ambiente, contribuindo para o desenvolvimento do entendimento dos jogadores sobre esses temas.

A seguir segue o **Quadro 19** apresentamos um exemplo:

Quadro 19- Exemplo de Categoria Conhecimento Científico

“Qual combustível é frequentemente usado em aviões a jato?”

Fonte: A autora, 2024.

O **Quadro 19** se refere a questão n° 7, que consta em (**ANEXO 1**), essa pergunta aborda o conhecimento científico relacionado aos tipos de combustíveis utilizados na aviação, destacando o querosene como o combustível frequentemente empregado em aviões a jato. Os jogadores demonstram compreensão sobre os requisitos técnicos e operacionais dos motores de aeronaves e como a escolha adequada de combustível é essencial para garantir um funcionamento seguro e eficiente da aviação comercial e

militar. Isso também ressalta a importância do conhecimento científico na tomada de decisões relacionadas ao desenvolvimento e uso de tecnologias de transporte sustentáveis e eficientes. A inclusão dessas perguntas no jogo é fundamental, pois permite aos jogadores adquirirem um entendimento mais aprofundado dos fundamentos científicos por trás dos problemas ambientais. Essa abordagem é essencial para promover a conscientização e a compreensão dos jogadores sobre os impactos ambientais das atividades humanas. Ao compreender além dos aspectos científicos desses problemas, os jogadores estão mais bem preparados para tomar decisões informadas e agir de forma responsável em relação ao meio ambiente. Além disso, a presença de perguntas relacionadas à categoria de conhecimento científico em todas as cartas do jogo indica uma ênfase significativa na exploração desses temas. Isso sugere que o jogo está comprometido em fornecer uma base sólida de conhecimento científico aos jogadores, o que é fundamental para uma compreensão parcial das questões ambientais abordadas. Conforme sugere Cachapuz *et al.* (2005) sobre a importância da educação científica como parte da educação básica, temos o **Quadro 20**:

Quadro 20 - Exemplo de Categoria de Conscientização

“- O que é necessário para que um veículo movido a hidrogênio funcione?”
--

Fonte: A autora, 2024.

No que diz respeito a categoria de conscientização, ao analisarmos as questões que fazem parte dessa categoria, notamos que elas são direcionadas para estimular a reflexão dos jogadores sobre o impacto ambiental e social, como a questão nº 4 contida no **Quadro 20**, que consta em (**ANEXO 1**). Essa pergunta promove a conscientização sobre tecnologias de transporte mais limpas, como veículos movidos a hidrogênio, que produzem zero emissões de poluentes locais e contribuem para a redução da poluição do ar em áreas urbanas, melhorando a qualidade de vida das pessoas e a saúde do ecossistema.

Essas perguntas também abordam políticas e medidas que podem ser adotadas para mitigar esses impactos negativos. No entanto, a frequência relativamente baixa de questões classificadas nessa categoria evidencia que o jogo "Chemical Coin Chase: Química em Movimento" pode não estar explorando o suficiente esses temas ou que poderia haver uma ênfase maior nesse aspecto para reforçar e equilibrar os três tipos de

conhecimentos da categorias em análise, necessárias para compor uma concepção mais adequada dos princípios da EA discutidos na concepção propostas nos estudos de Dias Cassiano e Echeverría (2014), visto que os alunos estão iniciando no processo de compreensão e apropriação desse tema tratado de forma mais ampla e não possuem uma cultura de conhecimentos nas três perspectivas analisadas. A seguir no **Quadro 21** - apresenta-se um exemplo da categoria participação, expressa no jogo "Chemical Coin Chase: Química em Movimento" e/ou as perguntas realizadas durante o minicurso:

Quadro 21 - Exemplo de Categoria de Participação

“O biocombustível mais comum feito a partir de plantas é:

Fonte: A autora, 2024.

As cartas que foram classificadas na categoria de "Participação", foram identificadas apenas três perguntas representando 15% da frequência total de questões. Como exemplo, a questão de nº 5 que consta em (**ANEXO 1**). Ao responder a essa pergunta, os jogadores reconhecem que o biocombustível mais comum é o etanol, que é derivado principalmente de plantas como a cana-de-açúcar e o milho. Isso pode levar a uma discussão sobre as vantagens e desvantagens do uso de biocombustíveis em comparação com os combustíveis fósseis, destacando o papel das plantas na transição para fontes de energia mais sustentáveis. Como citado no minicurso, que consta na Apostila em (**ANEXO 5**) no **Quadro 22** abaixo exemplificamos:

Quadro 22 - Exemplo de Categoria de Participação

[...] “**Vantagens:** Produzidos a partir de matéria orgânica renovável; Diminuição na emissão do dióxido de carbono; Diversificação em matriz energética; Geração de empregos; Menor poluição do ar.

Desvantagens: Uso de terras e recursos; Consumo de energia; Uso de agrotóxicos.” (P. 84.)

Fonte: A autora, 2024.

Isso sugere que, embora haja uma abordagem de conscientização, essa dimensão não foi explorada com a intensidade da categoria **Conhecimento científico**. Portanto conclui-se que a frequência relativamente baixa de questões classificadas nessa categoria constatou que as cartas do jogo não exploraram o suficiente esses temas ou que poderia haver uma

ênfase maior nesse aspecto para proporcionar o equilíbrio necessário a elaborar uma relação entre as categorias **Conhecimento científico, Categoria de Conscientização, e Categoria de Participação**. As perguntas nessa categoria também podem servir como ponto de partida para discussões mais amplas sobre políticas ambientais, responsabilidade social e mudanças de comportamento individual e coletivo. Ao envolver os jogadores nesses tópicos, o jogo pode desempenhar um papel importante na promoção da conscientização e no incentivo à ação em prol de um futuro com Desenvolvimento Sustentável.

Em suma, a análise das categorias de EA no jogo sugere que há uma forte base de conhecimento científico, mas também indica áreas que podem ser aprimoradas, como a conscientização sobre questões ambientais e sociais e o estímulo à participação ativa dos jogadores. Ao equilibrar essas dimensões e aprofundar a abordagem de conscientização e participação, o jogo pode oferecer uma experiência mais completa de aprendizado sobre questões ambientais e promover o desenvolvimento da Educação Ambiental, capaz de promover o engajamento mais eficaz dos jogadores na busca por soluções sustentáveis .

Ao analisar as perguntas apresentadas no jogo "Chemical Coin Chase: Química em Movimento" e sua relação com os referenciais teóricos da EAC e da QV, é possível identificar como esses aspectos são abordados e como podem ser aprimorados para promover uma compreensão mais ampla e crítica dos alunos sobre questões ambientais e sociais. As perguntas do jogo abordam aspectos científicos relacionados aos combustíveis, poluentes e processos químicos, o que contribui para o desenvolvimento do conhecimento científico dos alunos, alinhando-se parcialmente com os princípios da EAC. Portanto evidenciou-se que é necessário incluir questões que estimulem a reflexão sobre os impactos ambientais e sociais do uso de combustíveis fósseis para desenvolver a EAC transformadora.

Quanto aos 5 Rs (Repensar Reduzir, Reutilizar, Recusar e Reciclar) pertinentes para desenvolver a EA, as perguntas do jogo estão relacionadas principalmente com os princípios de reduzir (por exemplo, optar por combustíveis menos poluentes) e reciclar (por exemplo, aproveitar fontes de energia renováveis). No entanto, é imprescindível que se proponha cartas com ênfase nos princípios de repensar (refletir sobre padrões de consumo, usar fontes que contemplem todos os 5R's) e recusar (rejeitar fontes de energia altamente poluentes e qualquer processo que traz algum aspecto impactante no ciclo de produtos) para promover uma abordagem mais proativa e consciente em relação ao uso

de recursos naturais. No que diz respeito à Química Verde (QV), algumas discussões abordam diretamente conceitos relacionados, como a diferença entre combustíveis fósseis e biocombustíveis, e os benefícios dos veículos elétricos em termos de emissões de poluentes, que foram discutidas no minicurso, como consta na apostila no (ANEXO 5), no **Quadro 23** a seguir:

Quadro 23 - Exemplo de Categoria de Participação

[...] “A poluição ambiental é uma das grandes desvantagens do uso de combustíveis fósseis. Um dos impactos mais notáveis é a liberação de gases do efeito estufa, como o dióxido de carbono, dióxido de enxofre, metano, óxido nítrico e entre outros, que são liberados na atmosfera.” (P. 80)

Fonte: A autora, 2024.

No entanto, seria possível explorar de forma mais aprofundada os princípios da Química Verde (QV), como a busca por processos químicos mais sustentáveis e a minimização do uso de substâncias tóxicas, estimulando uma reflexão sobre a importância da inovação e da responsabilidade ambiental na indústria química. Integrando esses aspectos nos questionamentos do jogo, seria possível promover uma compreensão mais holística e crítica dos alunos sobre questões ambientais e química.

4.4 CONCEPÇÕES DOS ALUNOS AO FINAL DO MINICURSO

A análise das concepções da(o)s aluna(o)s do Curso de Licenciatura e Bacharelado em Química e Licenciatura em Biologia/UFMT/CUIABÁ ao final do minicurso revelou importantes percepções e aprendizados e algumas limitações. A seguir apresenta-se o **Quadro 24** com uma pergunta sobre aprendizagem geral:

Quadro24 - Respostas da(o)s aluna(o)s do Curso de Licenciatura e Bacharelado em Química e Licenciatura em Biologia/UFMT/CUIABÁ, após minicurso sobre a pergunta: O que você aprendeu?

“Biocombustíveis e carros à hidrogênio” A2
 “Que temos que mudar urgentemente os hábitos para melhorar a vida humana e do planeta” A4
 “Maneiras eficientes de ajudar o planeta” A7

“Tipos de combustíveis e carro à hidrogênio” A9

“Sobre as formas de energia, fontes renováveis e não renováveis e sobre combustíveis” A6

“Sobre a importância da química verde” A3

“Sobre a Química Verde e Sustentabilidade” A10

“Princípios da Química Verde” A1

“Aprendi sobre carros movidos a hidrogênio” A8

Fonte: A autora, 2024.

As respostas documentadas (englobando os alunos que responderam, e/ou deixaram em branco, e/ou que ficou ilegível) da(o)s aluna(o)s do Curso de Licenciatura e Bacharelado em Química e Licenciatura em Biologia/UFMT/CUIABÁ ao final do minicurso revelaram não apenas a assimilação dos conteúdos específicos, mas também uma visível evolução nas concepções sobre a inter-relação entre a química, o meio ambiente e as decisões cotidianas. A abordagem contextualizada adotada ao analisar questões ambientais proporcionou uma compreensão mais ampla das implicações sociais, econômicas e científicas existentes.

Outro questionamento feito por intermédio da **(Ficha)** que consta em **(ANEXO 3)** da etapa 5 do projeto de Pesquisa: Alfabetização Científica no Ensino de Química Verde e Química Sustentável, a luz de referencial CTS permitiu verificar se a proposta do conjunto de atividades contribuiu para entender os princípios da Química Verde (EQV). A pergunta e as respostas podem ser constatadas no **Quadro 25**:

Quadro 25 - Respostas da(o)s aluna(o)s do Curso de Licenciatura e Bacharelado em Química e Licenciatura em Biologia/UFMT/CUIABÁ: Questionamento sobre a Química Verde:

Você concorda com a frase: Todo processo, produto que usa os Princípios da Química Verde sempre trazem bem-estar social e melhora a qualidade de vida?

“Sim. A QV deve apontar soluções, para que a humanidade use com consciência e até mesmo com. A7

“Não. Depende de como ela é aplicada.” A8

Fonte: A autora, 2024

No contexto do projeto de pesquisa uma etapa importante consistiu na análise das respostas da(o)s aluna(o)s do Curso de Licenciatura e Bacharelado em Química e Licenciatura em Biologia/UFMT/CUIABÁ, em relação à Química Verde (QV). O

questionamento central, apresentado no **Quadro 25**, indagava se os participantes dessa pesquisa concordavam com a afirmação: "Todo processo, produto que usa os Princípios da Química Verde (QV) sempre trazem bem-estar social e melhora a qualidade de vida?"

As respostas da(o)s aluna(o)s do Curso de Licenciatura e Bacharelado em Química e Licenciatura em Biologia/UFMT/CUIABÁ evidenciaram uma variedade de perspectivas em relação à Química Verde (QV) porém, 9 dos 10 entrevistados concordaram com a afirmação. As resposta de dois aluna(o)s do Curso de Licenciatura e Bacharelado em Química e Licenciatura em Biologia/UFMT/CUIABÁ foram contrastantes. O aluno A5, ao concordar com a afirmação, demonstrou uma compreensão positiva da QV. Em contraste, o aluno A3 discordou da afirmação, ressaltando a dependência de como a QV é aplicada. Essa resposta reflete uma visão mais crítica, reconhecendo a complexidade da ciência e sua constante evolução. Tais divergências nas respostas da(o)s aluna(o)s do Curso de Licenciatura e Bacharelado em Química e Licenciatura em Biologia/UFMT, /CUIABÁ destacam a necessidade contínua de educar e esclarecer sobre os princípios da QV, ressaltando como esses princípios estão intrinsecamente ligados à sustentabilidade, ao meio ambiente e ao social. Contudo, as limitações da pesquisa foram reconhecidas, especialmente no curto período de realização da atividade. Esses resultados corroboraram com a pesquisa feita por Gonzales (2023) sobre a mesma questão do Projeto de Alfabetização Científica no Ensino de Química Verde e Química Sustentável, a luz de referencial CTS, ao usar o mesmo questionário.

Com o auxílio dos auxiliares (monitores) que ao todo foram cinco (5) que registraram os dados como consta no (**ANEXO 4**) observaram e registraram nas fichas de coleta dos dados que o interesse dos alunos pela atividade permaneceu estável do início ao fim, nas respostas indicaram que a(o)s aluna(o)s do Curso de Licenciatura e Bacharelado em Química e Licenciatura em Biologia/UFMT, /CUIABÁ leram a apostila, participaram ativamente e interagiram com os colegas. Esses resultados sugerem um engajamento consistente dos alunos ao longo da atividade, demonstrando uma participação contínua e uma interação eficiente com o conteúdo e com os colegas.

Considerando o plano de ação, as atividades elaboradas, desenvolvidas, avaliadas e divulgadas nesta pesquisa, fazem parte dos instrumentos submetidos ao CEP humanidade e depois complementados e aplicados na quinta a sétima etapas do Projeto Alfabetização Científica no Ensino de Química Verde e Química Sustentável a luz de referencial Ciência, Tecnologia e Sociedade, é importante observar que a análise do processo/resultado da contribuição do jogo para os participantes da pesquisa considerou

a conexão ao Minicurso temático combustíveis. Nessa perspectiva de análise, o jogo exerceu uma atividade integrada em uma sequência didática com os conteúdos contextualizados e interdisciplinares que foram executados de forma dialogada conforme observado pelos auxiliares da pesquisa. Portanto pode-se considerar que o jogo abrange as categorias de mediação RD-CONTEÚDO-ALUNO-PROFESSOR, conforme Francisco e Silva (2012) nesse contexto. Portanto, considerando o conteúdo do jogo isoladamente ficou evidente que explorou a AC prática conforme a discussão de Milaré *et al.* (2009) pois mais de 80% das cartas propõem conteúdos com aspectos científicos referentes ao meio biofísico. Na perspectiva da EAC conforme se analisa as categorias estabelecidas por Dias Cassiano e Echeverría (2014) o mesmo resultado foi observado, ou seja, ênfase em aspectos conceituais e técnicos. Portanto considerando que a projeção do trabalho foi desenvolver AC e EA convergindo para CTS, é necessário que os educadores com interesse na abordagem com jogos didáticos preparem sequências didáticas temáticas relacionadas ao desenvolvimento do jogo. O ideal para enriquecer e cumprir o propósito de uma atividade relacional proposta com a finalidade desta pesquisa, consiste na elaboração de cartas para o jogo que explorem as categorias cívicas e culturais proporcionais a categoria prática da AC, conforme os autores CTS como Santos e Mortimer (2000) e Santos (2007) explicitam e sobretudo é essencial conforme os estudos de Dias Cassiano e Echeverría (2014). Assim, com a devida complementação em cada categoria do jogo e com a mediação do professor amplia a possibilidade de desenvolvimento da AC e EAC e uma convergência para CTS que em essência recomenda que a proposta deve propor conteúdo para manter o equilíbrio entre as três dimensões, aspectos científicos, sociais e ambientais que implicam nas dimensões políticas, econômicas, sociais, ambientais, culturais, estéticas, filosóficas dentre outras, conforme discutiu e recomendou DENARDI (2020).

A seguir no **Quadro 26** propõe-se cartas para ampliar o jogo na categoria Cívica e Cultural com base nos estudos de Tolentino e Rocha filho (1998) e o livro didático Química Cidadã, de Santos e Mól (2016) que contemplam de forma significativa a perspectiva Química na Sociedade:

Quadro 26 - Categoria Cultural: Sugestão de Carta para o jogo Chemical Coin Chase: Química em movimento:

Durante a queima de biomassa, como madeira ou carvão, para a obtenção de energia, um gás é liberado, contribuindo para o desequilíbrio do efeito estufa e influenciando

na poluição do ar. Esse gás, que também é produzido em grande quantidade na respiração celular e na decomposição orgânica é fundamental para a vida na terra, porém em excesso pode trazer graves consequências ambientais. Qual é esse gás?

- a) Gás Hélio
- b) Gás Sulfídrico
- c) Gás nitrogênio
- d) Gás carbônico

Fonte: A autora, 2024.

Observa-se que o conteúdo da carta proposta **Quadro 26** para a categoria cultural os autores das fontes citadas mostram a transformação dos materiais para discutir o ciclo do carbono e como a presença dessa substância faz parte dos processos biológicos e ao mesmo tempo o seu excesso na atmosfera tem consequências alarmantes para o meio sócio-ambiental, com os efeitos climáticos pelo seu excesso. A carta possibilita perceber uma relação de custo x benefícios através do ciclo do carbono nos compartimentos solo, atmosfera, água. Esta perspectiva aguça a curiosidade, e contribui para a mudança de perspectiva comum que consiste em vincular concepções reducionistas como: a ciência é sempre boa ou a química é destrutiva. Amplia oportunidades de pensamento relacional.

A seguir apresenta-se o **Quadro 27** com sugestões de cartas na Categoria Cultural: elaboradas a partir de ideias de Tolentino e Rocha filho (1998) e o livro didático Química Cidadã, de Santos e Mól (2016) que contemplam a perspectiva Química na Sociedade:

Quadro 27 - Categoria Cultural: Sugestão de Carta para o jogo Chemical Coin Chase: Química em movimento:

Na preparação de um refrigerante, um gás é adicionado à solução para conferir sua característica gaseificada. As bolhas que percebemos nessa bebida são formadas por um gás, que pode ser obtido pela reação química a seguir:



Além disso, esse gás, que é um dos principais responsáveis pelo efeito estufa, é liberado em grandes quantidades pela queima de combustíveis fósseis, queimadas e desmatamentos. Qual é esse gás?

- a) Dióxido de carbono
- b) Monóxido de carbono
- c) Metano
- d) Óxido nitroso

Fonte: Adaptada pela autora, livro didático Química Cidadã (2016).

Da mesma forma que o **Quadro 26** o exemplo proposto na carta do **Quadro 27** facilita o aluno compreender e refletir sobre o fluxo de matéria e energia no meio ambiente e reforça que são as ações e relações entre o ser humano/meio ambiente uma grande parcela de responsabilidade pelos desequilíbrios ambientais e que podem ser minimizados.

A seguir apresenta-se o **Quadro 28** com sugestões de cartas Categoria Cívica, com base em ideias de Tolentino e Rocha filho (1998) e o livro didático Química Cidadã, de Santos e Mól (2016) que contemplam de forma significativa a perspectiva Química na Sociedade:

Quadro 28 - Categoria Cívica: Sugestão de Carta para o jogo Chemical Coin Chase: Química em movimento:

De acordo com o relatório “A grande sombra da pecuária” (Livestock’s Long Shadow), feito pela Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação, o gado é responsável por cerca de 18% do aquecimento global, uma contribuição maior que a do setor de transportes. Identifique qual é o gás emitido pelos bovinos?



Disponível em: www.conpet.gov.br.

- Dióxido de enxofre, consumido durante o processo de fotossíntese das plantas utilizadas na alimentação do gado.
- Gás Nitrogênio, liberado pela decomposição de resíduos orgânicos presentes nos pastos.
- Gás Metano, durante o processo de digestão.
- Gás Hélio, liberado durante a queima de biomassa para a limpeza de áreas de pastagem.

Fonte: Adaptado pela autora com base Enem (2011).

A seguir apresenta-se o **Quadro 29** com sugestões de cartas Categoria Cívica, elaboradas a partir de ideias de Tolentino e Rocha filho (1998) e o livro didático Química Cidadã, de Santos e Mól (2016) que abordam a perspectiva Química na Sociedade:

Quadro 29 - Categoria Cívica: Sugestão de Carta para o jogo Chemical Coin Chase: Química em movimento:

A charge ilustra um problema causado ao ambiente pelas atividades humanas que atuam diretamente sobre a dinâmica atmosférica da Terra.



<https://pt.vecteezy.com/arte-vetorial/2886515-conceito-desenho-de-poluicao-do-ar>

- a) Diminuição do efeito estufa devido à liberação de metano (CH_4) na atmosfera, mas contribuindo a aumento dos efeitos de radiação.
- b) A poluição atmosférica causada pela queima de combustíveis renováveis, resultando na deterioração da qualidade do ar.
- c) A redução da camada de ozônio devido à emissão de clorofluorcarbonetos (CFCs) e a inversão do comportamento das temperaturas na estratosfera.
- d) O aumento dos gases do efeito estufa e o conseqüente aumento das temperaturas.

Fonte: Adaptado pela autora com base Paes (2022).

Feito as análises do conteúdo das cartas e aplicação do jogo Chemical Coin Chase: Química em movimento relacionado ao Minicurso Combustíveis Fósseis, levantamos a importância para a aprendizagem, os limites evidenciados e foram feitas sugestões para melhorar e chegamos ao capítulo das conclusões do estudo.

CAPÍTULO IV

5. CONCLUSÃO

Ao longo deste trabalho, buscamos investigar e analisar a contribuição da aplicação de jogos didáticos, especificamente o "Chemical Coin Chase: Química em Movimento," para o desenvolvimento da Alfabetização Científica (AC) e Educação Ambiental (EA), com o uso da conexão entre outros saberes, tais como os referenciais da Educação em Química Verde (EQV) e abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) por estudantes de graduação em Química e Biologia que tratam sobre a QV e são essenciais para emergir e construir conhecimentos ambientais para além dos aspectos científicos, incluindo a relação econômicos, social e ambiental. Diante da pergunta de pesquisa "Como a aplicação de jogos didáticos pode contribuir para a Alfabetização Científica e a Educação Ambiental para estudantes de graduação em Química?".

O objetivo principal desta pesquisa foi analisar a contribuição da aplicação do jogo didático para o desenvolvimento da Alfabetização Científica (AC) e da Educação Ambiental (EA). Com o intuito de alcançar esse objetivo central, foram delineados objetivos específicos, incluindo a avaliação da eficácia do minicurso e do jogo didático. A pesquisa também buscou analisar as concepções aluna(o)s após a participação nas atividades propostas, com ênfase na abordagem crítica em relação à Química Verde (QV), considerando a perspectiva de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).

Diante da análise detalhada realizada neste trabalho, é possível concluir que a conscientização e a compreensão dos alunos sobre questões ambientais, especialmente no contexto da Química Verde e das fontes de energia sustentáveis são aspectos essenciais e merecem atenção no ensino de ciências pelas dúvidas que apresentaram. Através do estudo realizado com alunos do Curso de Licenciatura e Bacharelado em Química e Licenciatura em Biologia da UFMT/CUIABÁ, foi possível observar tanto pontos positivos quanto áreas que necessitam de aprimoramento. Ficou evidente que muitos alunos têm uma compreensão básica sobre os princípios e objetivos da Química Verde, reconhecendo sua importância para melhorar a vida ambiental dos seres vivos e buscando práticas mais sustentáveis. No entanto, também foi observado que alguns alunos ainda carecem de familiaridade com termos científicos específicos e podem ter uma compreensão superficial dos conceitos relacionados à Química Verde e às fontes de

energia renováveis. No entanto, a abordagem contextualizada adotada neste estudo proporcionou uma evolução nas concepções dos participantes, destacando a importância de considerar as interações entre seres humanos e natureza, bem como as relações entre os aspectos sociais, culturais, econômicos e ambientais. No âmbito da Química Verde (QV) observamos divergências nas respostas dos alunos sobre os princípios da QV, ressaltando a necessidade contínua de educar e esclarecer sobre esses princípios. Uma sugestão é a inclusão de projetos como este e a proposta de disciplina no Projeto Curricular do Curso de Licenciatura Plena em Química/UFMT/ICET/CUIABÁ.

Os resultados indicam que a aplicação de jogos didáticos pode contribuir significativamente para a AC e a EA se houver integração entre contextos, interdisciplinaridade e os aspectos pertinentes aos jogos didáticos. Assim, a abordagem lúdica e contextualizada não apenas permite abordar os conhecimentos científicos, mas também estimula uma compreensão integrada das questões socioambientais. Recomendamos a continuidade e expansão de iniciativas que envolvem os jogos didáticos como ferramentas pedagógicas, visando aprimorar o processo de aprendizagem e promover uma formação consciente e engajada dos estudantes.

Em síntese, este estudo não apenas evidencia os benefícios concretos dos jogos no ensino de Química, mas também aprofunda nosso entendimento sobre como essas abordagens podem inspirar uma paixão duradoura pela disciplina. Os jogos desempenham um papel vital na promoção de uma educação mais envolvente e significativa em Química, beneficiando alunos, professores e o campo educacional como um todo e contribui para responder as finalidades propostas no contexto do projeto de pesquisa que gerou este estudo teórico e prático para contribuir com a Educação Ambiental usando temas da vivência que são problemas urgentes de ordem mundial que necessitam de engajamento de toda a sociedade com conhecimento, consciência e participação na proposta e ações urgentes para contribuir ao enfrentamento dos problemas ambientais para concretizar os dezessete objetivos do Desenvolvimento Sustentável que estão em andamento e fazem parte da Agenda 2030.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, F. C. A.; FÉLIX, O. E. M.; SILVA, N. G. **RELATO DAS DIFICULDADES EM APRENDER QUÍMICA DE ALUNOS DA EDUCAÇÃO BÁSICA DE UMA ESCOLA PÚBLICA DE CAMPINA GRANDE.** Encontro de iniciação à docência da UEPB. 2019. Disponível em:

https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/enid/2019/TRABALHO_EV134_MD4_SA28_ID901_15102019135448.pdf. Acesso em: 10 de dezembro de 2023.

AULER, D.; **ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICO-TECNOLOGICA: UM NOVO “PARADIGMA”?** Rev. Ensaio, BH.v.05, n.01, p.68-83, Março, 2003. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/epec/a/jp44NGpsBjLPrhgMz6PttHq/?format=pdf&lang=pt>
Acesso em: 02 de fevereiro de 2024.

_____. BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. PCN+ ensino médio. Parâmetros Curriculares Nacionais Química. Ensino Médio. Brasília, 2002. Brasília: 2002. Disponível em:

<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>

_____. BRASIL. IPEA. MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, DESENVOLVIMENTO E GESTÃO. SEC.GOVERNO, **AGENDA 2030**, (2018).

Disponível em:

https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/180801_ods_metas_na_c_dos_obj_de_desenv_susten_propos_de_adequa.pdf

BACICH, L.; MORAN, J. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática.** Porto Alegre: Penso, 2018.

CACHAPUZ, A.; GIL-PEREZ, D.; CARVALHO, A.M.P.; PRAIA, J. e VILCHES, A. **A necessária renovação do ensino das ciências.** São Paulo: Cortez, 2005.

CASSIANO, K. F. D e ECHEVERRÍA, A. R. **Abordagem Ambiental em Livros Didáticos de Química: Princípios da Carta de Belgrado.** Química Nova na Escola, v. 36, n.3, 220-230, 2014.

CHASSOT, A. **Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social.**

Revista Brasileira de Educação [online], n. 22, p. 89-100, jan/fev/mar/abr., 2003b.

Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-24782003000100009>. Acesso em: 16 de dezembro de 2023.

CHASSOT, A. **Educação conSciência.** Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 2003a.

CUNHA, M. B. **Jogos no Ensino de Química: considerações teóricas para sua utilização em sala de aula.** In Revista QNescola, 2012, v. 34, n. 02, p. 92-98, 2012.

CUNHA, M. B.; GIORDAN, M. **As Percepções na Teoria Sociocultural de Vigotski: uma análise na escola.** Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v.5, n.1, p.113-125, maio 2012 ISSN 1982-153.

CUNHA, M. B.; FIORESI, C. A.; LAYTER M. B.; SILVA, V. M. **Jogos no Ensino de Química: uma análise dos trabalhos apresentados no ENEQ.** XVI Encontro Nacional de Ensino de Química (XVI ENEQ) Salvador,BA,Brasil – 17 a 20 julho 2012.

DENARDI, A. Programa de Trabalho Teórico Prático, no Referencial Ciência, Tecnologia e Sociedade em Aulas de Química. Tese, Do. Disponível em:

DAMETTO, J.; BRAGAGNOLO, A. **O brinquedo e o brincar: apontamentos vigotskianos**. Revista Linhas. Florianópolis, v. 21, n. 45, p. 363-380, jan./abr. 2020.

DENARDI, A. **Programa de trabalho teórico/prático no referencial Ciência, Tecnologia e Sociedade em aulas de Química**. 394 f. Tese (Doutorado) – Química Analítica e Inorgânica, Instituto de Química de São Carlos, USP. São Carlos, 2020. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/75/75135/tde-27082020-171355/pt-br.php>

DIAS, G. F. **Educação Ambiental: princípios e práticas**. 8. ed. São Paulo: Gaia, 2003.

DÍAZ, J.A.A.; ALONSO, A.V. e MAS, M.A.M. **Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas**. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 2, n. 2, 2003.

DOMINGUINI, L.; ORTIGARA, L. **Análise de conteúdo como metodologia para seleção de livros didáticos de química**. XV Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ) – Brasília, DF, Brasil – 21 a 24 de julho de 2010.

DRIVER, R; ASOKO, H; LEACH, J; MORTIMER, E.; SCOTT, P. **Construindo conhecimento científico na sala de aula**. *Química Nova Na Escola*. Nº 9 maio 1999.

Educação ambiental: as grandes diretrizes da Conferência de Tbilisi / organizado pela UNESCO. — Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 1997. 154p. — (Coleção meio ambiente. Série estudos educação ambiental; edição especial, ISSN 0104-7892). Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/livros/educacaoambientalalasgrandesdiretrizesdacoferenciadetblisidigital.pdf>. Acesso em: 17 de janeiro de 2024.

ENEM 2011 – Exame Nacional do Ensino Médio. INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Ministério da Educação. Disponível em: https://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/provas/2011/dia1_caderno1_azul.pdf. Acesso em: 16 de fevereiro de 2024.

FRANCISCO W. SILVAC. S. **O papel mediador dos recursos didáticos: uma revisão pautada no ensino de Química Orgânica**. In: VIII Encontro Nacional de Pesquisa. Campinas, SP, 2012.

GONZALES, G.B. **O ESTUDO DE CASO SOBRE CHUVA ÁCIDA, PARA PROMOÇÃO DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA, NO CONTEXTO DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL E DA CIÊNCIA TECNOLOGIA E SOCIEDADE (CTS)**. Monografia- Licenciatura Química. UFMT/ICET/DEPTO DE QUÍMICA, Cuiabá, 96f. outubro, 2023. Disponível em: <https://bdm.ufmt.br/handle/1/3672>

Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Exame Nacional do Ensino Médio (Enem): fundamentação teórico-metodológica**. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. – Brasília : O Instituto, 2005.

JACOBI P.; **EDUCAÇÃO AMBIENTAL, CIDADANIA E SUSTENTABILIDADE.** Cadernos de Pesquisa, n. 118, março/ 2003. Acesso em:
<https://www.scielo.br/j/cp/a/kJbkFbyJtmCrfTmfHxktgnt/?format=pdf&lang=pt>

KONDRAT H.; MACIEL D. M.; **Educação ambiental para a escola básica: contribuições para o desenvolvimento da cidadania e da sustentabilidade.** Revista Brasileira de Educação v. 18 n. 55 out.-dez. 2013. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/rbedu/a/dz6fZcCbh9Y6bYTLySgyKSv/>. Acesso em: 16 de dezembro de 2023

LENARDÃO, E. J.; FREITAG, R. A.; BATISTA, M. J. D. A. C. F.; SILVEIRA, C. C. **“GREEN CHEMISTRY” – OS 12 PRINCÍPIOS DA QUÍMICA VERDE E SUA INSERÇÃO NAS ATIVIDADES DE ENSINO E PESQUISA.** Quim. Nova, Vol. 26, No. 1, 123-129, 2003

LUDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em Educação: Abordagens qualitativas.** São Paulo: EPU, 1986.

MILARÉ, T.; RICHETTI, G. P.; ALVES FILHO, J. P. **Alfabetização Científica no Ensino de Química: Uma Análise dos Temas da Seção Química e Sociedade da Revista Química Nova na Escola.** Revista Química Nova na Escola, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 165-171, set. 2009. Disponível em:
<http://qnesc.sbpq.org.br/online/qnesc31_3/02-QS-3608.pdf>. Acesso em: 16 de dezembro de 2023.

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem.** 3. ed. São Paulo: LTC, 2021.

PAES 2022 – Processo Seletivo de Acesso à Educação Superior. Disponível em:
https://www.paes.uema.br/?page_id=2232. Acesso em: 16 de fevereiro de 2024.

Panorama da educação ambiental no ensino fundamental. Secretaria de Educação Fundamental – Brasília: MEC ; SEF, 2001.

PIGA, R. T; MANSANO, V. R. S.; MOSTAGI, C. N.; **A AGENDA 21 E SEUS LIMITES: UMA CONVERSA NECESSÁRIA.** IV Congresso Brasileiro de Estudos Organizacionais - Porto Alegre, RS, Brasil, 2016.

RAMOS C. A. A. M.; **Química Verde: potencialidades e dificuldades da sua introdução no ensino básico e secundário.** Tese de mestrado, Química para o Ensino, Universidade de Lisboa, Faculdade de Ciências, 2009. Disponível em:
https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/4100/1/ulfc095924_tm_Maria_Adelaide_Ramos.pdf Acesso em: 16 de dezembro de 2023.

RIBEIRO, F. D. K.; FIELD'S, P. A. K.; ARAÚJO, M. C. S.; **A construção e execução de propostas temáticas no ensino de Química: Reflexão acerca de uma atividade na formação docente.** Revista brasileira de química. Campinas, sp. Editora átomo, 2006 v.1. Disponível em: https://issuu.com/atomoealinea/docs/rebeq_v8_n2. Acesso em: 16 de dezembro de 2023.

RODRIGUES, T. D. F. F.; OLIVEIRA, G. S.; SANTOS, J. A. **AS PESQUISAS QUALITATIVAS E QUANTITATIVAS NA EDUCAÇÃO.** Revista PRISMA, RJ, v.2, n.1, p.154-174, 2021. Disponível em:
<https://revistaprisma.emnuvens.com.br/prisma/article/view/49> Acesso em: 07/fev/2024.

- SANTOS, W.P.dos; MÓL, G.S. Química cidadã: (Coleção química cidadã), vol. 1: ensino médio, 1ª série, 3. ed. Editora AJS, São Paulo, 2016.
- 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. Belo Horizonte, v.2, n.2, p. 133-162, 2000.
- SANTOS, W.L.P. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, v.12, n.36, p.474-550, set/dez, 2007.
- SASSERON, H. L.; CARVALHO P. M. A. **ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.** Investigações em Ensino de Ciências – V16(1), pp. 59-77, 2011.
- SEQUEIROS L. **Alfabetización científica y educación para la ciudadanía.** Micro espacios de investigación, , Julio-Diciembre 2015, pp. 69-93. Disponível em: <https://microespaciosinvestigacion.files.wordpress.com/2016/02/sequeiros-1-2015-pub1.pdf>. Acesso em: 16 de dezembro de 2023.
- SILVA, M. A.; WENDT, G. W.; ARGIMON, I. I. L. **A teoria da autodeterminação e as influências socioculturais sobre a identidade.** Psicologia em Revista, Belo Horizonte, v. 16, n. 2, p. 351-369, ago. 2010
- SILVA, S.; FERREIRA, E.; ROESLER, C.; BORELLA, D.; GELATTI, E.; BOELTER, F.; MENDES, P. **OS 5 R'S DA SUSTENTABILIDADE.** Programa de Pós-graduação em Economia & Desenvolvimento Universidade Federal de Santa Maria, 2017.
- SOARES, M.H.F.B. **Jogos e Atividades para o Ensino de Química.** Goiânia: Kelps, 2013.
- SOARES, M. H. F. B.; **Jogos e atividades lúdicas no ensino de Química: Uma discussão teórica necessária para novos avanços.** REDEQUIM, V 2, N 2, OUT, 2016. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/228888526.pdf>. Acesso em: 16 de dezembro de 2023.
- SOARES, M. H. F. B.; REZENDE, F. A. M. **Análise Teórica e Epistemológica de Jogos para o Ensino de Química Publicados em Periódicos Científicos.** Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências. RBPEC 19, 747-774. 2019.
- SOUSA, A. C.; SILVA, C. E.; COSTA, T. T. **A abordagem dos princípios da Química Verde e sustentabilidade no livro didático de química do ensino médio.** Revista Electrónica Enseñanza de las Ciencias, Rio GrandeNorte, v. 19, n.3,p.593-616, 2020.
- TOLENTINO, M; ROCHA-FILHO, R.C. Química no Efeito Estufa, Revista QNesc. Nº 8, NOV. 1998, Disponível em: <http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc08/quimsoc.pdf>
- TOZONI-REIS, M. F. C.; CAMPOS, L. M. L. **Educação Ambiental escolar, formação humana e formação de professores: articulações necessárias.** Educar em revista, p. 145-162,2014.

ANEXOS 1 a 5

ANEXOS 1: Cartas do jogo- Chemical Coin Chase: Química em Movimento

<p>1 - Qual é o combustível mais amplamente utilizado no mundo para veículos automotores?</p> <p>a) Gasolina ✓ b) Diesel c) Gás natural d) Eletricidade</p>	<p>2 - Qual dessas alternativas não é um combustível fóssil?</p> <p>a) Gasolina b) Gás natural c) Etanol ✓ d) Carvão</p>	<p>3 - Qual é o principal poluente liberado pela queima de diesel?</p> <p>a) Dióxido de carbono (CO₂) ✓ b) Óxidos de nitrogênio (NO_x) c) Monóxido de carbono (CO) d) Hidrocarbonetos não queimados</p>	<p>4 - Qual é a vantagem principal dos veículos elétricos em relação aos veículos a gasolina ou diesel?</p> <p>a) Menor custo inicial b) Maior alcance por carga c) Zero emissões de poluentes locais ✓ d) Facilidade de abastecimento</p>
<p>5 - O biocombustível mais comum feito a partir de plantas é:</p> <p>a) Etanol ✓ b) Biodiesel c) Metanol d) Propano</p>	<p>6 - Qual é o processo pelo qual a energia é liberada na maioria dos motores a combustão interna?</p> <p>a) Eletrólise b) Oxidação c) Combustão ✓ d) Fusão nuclear</p>	<p>7 - Qual combustível é frequentemente usado em aviões a jato?</p> <p>a) Gás natural b) Diesel c) Querosene ✓ d) Etanol</p>	<p>8 - Qual é a principal preocupação ambiental associada ao uso de combustíveis fósseis?</p> <p>a) Acidificação dos oceanos b) Efeito estufa e mudanças climáticas ✓ c) Poluição sonora d) Esgotamento de recursos hídricos</p>
<p>9 - O que é necessário para que um veículo movido a hidrogênio funcione?</p> <p>a) Uma bateria grande b) Uma célula de combustível ✓ c) Um tanque de oxigênio d) Um motor a diesel</p>	<p>10 - Qual é o combustível mais eficiente em termos de energia liberada por unidade de massa?</p> <p>a) Hidrogênio ✓ b) Gasolina c) Carvão d) Propano</p>	<p>11 - SO₂ (óxido de enxofre) quando em contato com a água na atmosfera terá como produto qual ácido?</p> <p>a) H₂SO₂ ácido hiposulfúrico b) H₂SO₃ ácido sulfuroso c) H₂SO₄ ácido sulfúrico ✓ d) H₂S₂O₃ ácido tiosulfúrico</p>	<p>12 - Qual das seguintes substâncias é uma base forte?</p> <p>a) Ácido clorídrico (HCl) b) Ácido acético (CH₃COOH) c) Hidróxido de sódio (NaOH) ✓ d) Amônia (NH₃)</p>
<p>13 - Qual é a fórmula química do ácido sulfúrico?</p> <p>a) H₂SO₄ ✓ b) HCl c) NaOH d) CO₂</p>	<p>14 - Qual dos seguintes compostos é um sal?</p> <p>a) Ácido sulfúrico (H₂SO₄) b) Dióxido de carbono (CO₂) c) Cloreto de sódio (NaCl) ✓ d) Amônia (NH₃)</p>	<p>15 - Qual das seguintes substâncias é uma base fraca?</p> <p>a) Hidróxido de potássio (KOH) b) Hidróxido de cálcio (Ca(OH)₂) c) Hidróxido de amônio (NH₄OH) ✓ d) Hidróxido de sódio (NaOH)</p>	<p>16 - Qual é a fórmula química do cloreto de cálcio?</p> <p>a) CaCl b) CaCl₂ ✓ c) ClCa d) Cl₂Ca</p>
<p>Continuação - Cartas do jogo: Chemical Coin Chase: Química em Movimento</p>			

<p>17 - Qual dos seguintes ácidos é encontrado no estômago humano?</p> <p>a) Ácido cítrico b) Ácido acético c) Ácido clorídrico ✓ d) Ácido sulfúrico</p>	<p>18 - Qual é a fórmula química do dióxido de enxofre?</p> <p>a) SO_2 ✓ b) SO_3 c) S_2O d) H_2SO_4</p>	<p>19 - Qual dos seguintes compostos é um óxido?</p> <p>a) NaOH b) H_2O ✓ c) NH_3 d) HCl</p>	<p>20- Qual é o nome do composto químico com a fórmula H_2O_2?</p> <p>a) Ácido perclórico b) Peróxido de hidrogênio ✓ c) Hidróxido de potássio d) Dióxido de carbono</p>
--	---	---	---

ANEXO 2

Perguntas aplicadas no minicurso: Combustíveis e seus impactos ambientais

- 1- Você poderia me dizer, o que são e quais são as fontes Não Renováveis?
- 2- Você poderia me dizer, o que são e quais são as fontes Renováveis?
- 3- Você sabe qual o combustível mais utilizado no mundo?
- 4- Como as empresas e os governos podem diminuir as emissões de gases poluentes provenientes do uso de combustíveis fósseis e facilitar uma mudança mais sustentável para fontes de energia limpa?

Perguntas relacionadas ao Jogo Didático – PÓS-JOGO

- 1- a) Você acredita que o jogo didático e a aula teórica funcionam bem de forma conjunta?

- b) Você recomendaria a utilização de jogos didáticos após aulas teóricas?
Explique melhor: _____
- 2- Como você classificaria sua experiência geral com o jogo didático? Sendo (1) a menor nota e (5) a maior nota.
1 () 2 () 3 () 4 () 5 () Como esse jogo afetou a interação e colaboração entre os alunos durante a sua realização?
Explique melhor: _____
- 3- O jogo ajudou a melhorar o seu engajamento nas atividades de aprendizado?

- 4- Você acredita que jogos didáticos podem ter uma abordagem de ensino colaborativa com os métodos tradicionais (Aula expositiva)?
() sim () não
Explique melhor: _____
- 5- Numa escala de 1 a 5, como você avaliaria a sua compreensão dos conceitos vistos no minicurso, antes jogo e depois do jogo? Sendo (1) a menor nota e (5) a maior nota.
a) Antes do jogo didático: 1 () 2 () 3 () 4 () 5 ()
b) Depois do jogo didático: 1 () 2 () 3 () 4 () 5 ()
- 6- a) O jogo didático conseguiu reforçar o conhecimento adquirido com as aulas teóricas?

- b) Você acredita que esse jogo cumpriu a função de divertir e aprender conceitos vistos no minicurso ao mesmo tempo?

ANEXO 3

Ficha: Instrumento de Coleta de Dados Projeto de Pesquisa: Alfabetização Científica no Ensino de Química Verde e Química Sustentável, a luz de referencial Ciência, Tecnologia e Sociedade: Relações entre os temas do estudos:

<p>UFMT/ICET/Depto de Química/Projeto de Pesquisa: Alfabetização Científica no Ensino de Química Verde e Química Sustentável, a luz de referencial Ciência, Tecnologia e Sociedade Autor(a)s: _____ data:15/09/2023</p> <p>Minicursos: Instrumento de coleta de dados Etapas 5: oferta piloto: discentes: participantes</p> <p>CAAE: 61025922.0.0000.5690 Aprovado, PARECER CONSUBSTANCIADO N°5.781.341, 28/11/2022</p> <p>1) Você concorda com esta frase: Todo processo, produto que usa os Princípios da Química Verde sempre trazem bem estar social e melhora a qualidade de vida. () SIM () NÃO</p> <p>Explique: _____</p> <p>2) Produzir produtos e processos com o uso dos princípios da Química Verde é garantia que o produto contribui para o bem da humanidade.</p> <p>() Discordo totalmente () Discordo parcialmente () Concordo parcialmente) Concordo totalmente () Não sei</p> <p>Comente a sua escolha: _____</p>		3
<p>) Considerando o minicurso o que você entendeu sobre cada item a seguir: a) Química Verde _____</p> <p>b)Sustentabilidade Ambiental _____</p> <p>4-O processo desenvolvido no minicurso que você participou contempla os princípios da Química Verde? () SIM () NÃO O que você identificou? Explique: _____</p> <p>5-É importante e está ao seu alcance participar em questões ambientais? () SIM () NÃO Comente: _____</p> <p>6-O tema e o desenvolvimento do minicurso têm relação com a sua realidade? ()SIM ()NÃO comente: _____</p> <p>7-O que você aprendeu? _____</p>		
<p>8-Tem alguma sugestão? Qual dificuldade você teve? _____</p>		
Rubrica do pesquisador	Rubrica do participante	

ANEXO 4

Ficha do auxiliar de pesquisa Projeto de Pesquisa: Alfabetização Científica no Ensino de Química Verde e Química Sustentável, a luz de referencial Ciência, Tecnologia e Sociedade

<p>UFMT/ICET/Depto de Química/Projeto de Pesquisa: Alfabetização Científica no Ensino de Química Verde e Química Sustentável, a luz de referencial Ciência, Tecnologia e Sociedade Autor(a)s: _____</p> <p>Recurso Didático: Atividade</p> <p>Minicurso: _____/09/2023</p> <p>Instrumento de coleta de dados do Minicurso do auxiliar de pesquisa. CAAE: 61025922.0.0000.5690 Aprovado, PARECER CONSUBSTANCIADO Nº5.781.341, 28/11/2022</p> <p>5ª Etapa: Testagem dos recursos didáticos elaborados pelos discentes: membros do Projeto</p> <p>Ficha de acompanhamento das atividades pelos auxiliares de pesquisas, ou monitores:</p> <p>Momento 1: Introdução: o que o aluno sabe?</p> <hr/> <p>1º Momento: Observações registradas pela(o) orientador (ou monitor) quanto a:</p> <p>1-Participação do aluno: <input type="checkbox"/> + de 50% de 30 a 50% <input type="checkbox"/> Menos de 30% <input type="checkbox"/> não houve <input type="checkbox"/></p> <p>Comentários:</p> <p>2-Percebeu-se os conceitos prévios dos alunos sobre o assunto? <input type="checkbox"/> + de 50% <input type="checkbox"/> de 30 a 50% <input type="checkbox"/> Menos de 30%</p> <p>3- os conceitos prévios diferem dos conceitos científicos do assunto em discussão? <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não</p> <p>Observações:</p> <p>4-Na introdução: estratégias do desenvolvimento: a)Fez perguntas? Conversas? Exposição. Uso de recursos? Explicações sobre o tema do Projeto? outro _____</p> <p>5-Assinale uma ou mais alternativas do que você observou: a) A proposta é Contextualizada? <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não d)A abordagem tem relação com QV, Sustentabilidade Ambiental. <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não e)Importância, aplicação, análise de custos e benefícios do tema. <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não 6-Outras características:</p> <p>Momento 2: Atividade(s) e a Mediação: Interação professor x aluno - aluno x aluno falar, observar, registrar, discutir, apresentar dúvidas, analisar, errar, redigir e concluir</p> <p>1-Participação do aluno com interesse: <input type="checkbox"/> + de 50%, <input type="checkbox"/> de 30 a 50%, <input type="checkbox"/> Menos de 30%, <input type="checkbox"/> não houve</p> <p>2-O aluno esteve atento as orientações dadas? <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não</p> <p>Comentários: _____</p> <hr/> <p>3-Quanto a realização da atividade, o aluno: Continua Ficha do auxiliar de pesquisa</p>
--

Continuação **Ficha do auxiliar de pesquisa**

a) leu a apostila, seguiu orientações? () sim () não

b) Apresentou dúvidas, Trocou ideias, Realizou as observações, registros, discussões, analisou, fez a conclusão () sim () não

h) O aluno teve boa interação com os colegas () sim () não

Observações: _____

4- No desenvolvimento das atividades:

b) O espaço físico facilitou o trabalho do proponente? () sim () não

c) o número de alunos estava adequado para o bom desenvolvimento do trabalho?
() sim () não

Observações: _____

-MONITOR: 5- Participou em todo o desenvolvimento das atividades? () sim () não

Nome dos monitores:

Momento 3: Avaliação:

1- O que o participante, aluno aprendeu?

Estratégia: Questões do Minicurso – (auxiliar de pesquisa: membro)

1- Participação com interesse da atividade final:

+ de 50%, () de 30 a 50% () Menos de 30% () não houve ()

2- Analise esta frase e marque apenas uma resposta dentre as alternativas:

Frase: Todo processo, produto que usa os Princípios da Química Verde sempre traz bem estar social e melhorara a qualidade de vida? () SIM () NÃO

Explique: _____

3- Produzir produtos e processos com o uso dos princípios da Química Verde é garantia que o produto contribui para o bem da humanidade.

() Discordo totalmente

() Discordo parcialmente

() Concordo parcialmente

() Concordo totalmente

() Não sei

Comente a sua escolha:

4- O processo desenvolvido no minicurso que você participou contempla os princípios da Química Verde? Explique: _____

5- Aponte algum ponto positivo ou negativo e faça sugestões para melhorar a atividade.

ANEXO 5: Apostila Minicurso

Combustíveis e seus impactos ambientais

Combustíveis e seus impactos ambientais

Introdução

Os combustíveis desempenham um papel importante na nossa sociedade moderna, impulsionando a mobilidade, produção de energia e a economia global. No entanto, o uso generalizado de combustíveis fósseis até mesmo alguns biocombustíveis têm sido



associados a impactos ambientais. À medida que a demanda por energia continua a crescer, torna-se imperativo entender e abordar os impactos negativos que esses combustíveis podem causar.

A maior das preocupações da humanidade é a busca por fontes de energia. De início, eram utilizadas as fontes naturais como a luz e o calor do sol, o fogo. Entretanto, por meio da urbanização, o surgimento das atividades industriais a busca por novas fontes energéticas se tornou um fator decisivo para o desenvolvimento de várias atividades humanas que surgiram neste novo panorama.



O principal combustível utilizado durante a Revolução Industrial no século XVIII, foi o carvão mineral, cuja queima gera calor para a produção de vapor, por intermédio do qual gera energia. Com o avanço tecnológico, entretanto, esta fonte começou a perder importância, sendo substituída por outras formas de geração

de energia.

No cenário brasileiro, observa-se que, apesar destes combustíveis não renováveis representarem a maior parte das fontes energéticas, os meios renováveis de produção têm também um amplo espaço.

Combustíveis fósseis

Formados por meio do processo de decomposição da matéria orgânica, os combustíveis fósseis denominam um grande grupo de combustíveis não renováveis que levaram milhões de anos para se formar.

Os combustíveis fósseis mais conhecidos são: petróleo, gás natural e carvão e a demanda por gás natural aumentou no Brasil nos últimos anos devido ao preço mais elevado de outros combustíveis. Em 2021, 46% desse gás foi usado para geração de energia elétrica. O segundo principal uso é industrial, correspondendo a 23,4% do consumo.

A poluição ambiental é uma das grandes desvantagens do uso de combustíveis fósseis. Um dos impactos mais notáveis é a liberação de gases do efeito estufa, como o dióxido de carbono, dióxido de enxofre, metano, óxido nitroso e entre outros, que são liberados na atmosfera. Esses gases são elevados para o aquecimento global, alterando os padrões climáticos.

Os combustíveis fósseis costumam ser transportados para o local desejado por meio de navios. É comum ouvir falar sobre vazamentos em petroleiros ou navios carregados de óleo cru para ser refinado.

Tipos de combustíveis fósseis:

Petróleo

É um combustível fóssil que corresponde a uma substância oleosa cuja densidade é inferior à da água e é inflamável. É considerado um dos principais recursos naturais utilizados como fonte de energia da atualidade. O petróleo é uma fonte de energia versátil, usada principalmente como combustível para veículos, e na produção de eletricidade.

A remoção de petróleo leva o derramamento de óleo, que causam danos aos ecossistemas marinhos e terrestres. Além disso, a queima de petróleo libera dióxido de enxofre, óxidos de nitrogênio e partículas



finas, que contribuem para a poluição do ar e da chuva ácida.

Esse material é encontrado em bacias sedimentares específicas, formadas por camadas ou lençóis porosos de areia, arenitos ou calcários. O petróleo é o combustível fóssil mais utilizado porque o seu refinamento origina várias frações. Mas também misturas de compostos orgânicos com quantidades próximas de carbono, compondo os derivados do petróleo.

Gás natural

O gás natural é um combustível fóssil constituído principalmente por metano. Ele é encontrado em depósitos subterrâneos comumente associados ao petróleo, mas pode ocorrer também de maneira isolada. Além de ser utilizado como fonte de energia para a geração de calor e eletricidade, serve de matéria-prima para a indústria.

A queima de gás natural, se comparada com a de outros **combustíveis fósseis**, provoca menos danos à atmosfera. No entanto, esse recurso apresenta problemas para ser transportado e estocado.

Carvão

Existem dois tipos de carvão, o mineral e o natural. Ambos são originados a partir da fossilização da madeira, sendo formados por substâncias ricas em carbono. A mineração de carvão pode causar degradação do solo, desmatamento e contaminação da água. A queima do carvão libera grandes quantidades de CO₂, SO₂ e NO_x e partículas finas, sendo uma das principais fontes de emissão de gases de efeito estufa e poluição do ar. Além disso, é matéria-prima para fabricação por exemplo de cerâmicas.

Combustíveis fósseis no Brasil

Apesar de ser considerada uma das fontes mais renováveis do mundo, a matriz energética brasileira ainda utiliza grande quantidade de **combustíveis fósseis**. Por possuir uma das maiores reservas de petróleo do mundo, o país tornou-se um dos maiores exportadores do combustível. Por isso, atraiu diversos investidores para esse setor.

Segundo dados da *Brown to Green*, o Brasil superou a média dos países que pertencem ao G20 de subsídios destinados ao uso de **combustíveis fósseis**. Só no ano

de 2016, foram designados cerca de US\$ 16,2 bilhões a essa fonte de energia. O governo brasileiro também manteve fixos os valores de importância e revenda da gasolina, do diesel, do querosene e do gás natural.

Impactos causados pelos combustíveis fósseis

A queima de combustíveis fósseis representa uma séria ameaça ao meio ambiente e à saúde humana. Ela está diretamente relacionada a uma variedade de problemas decorrente da emissão de poluentes atmosféricos, como monóxido de carbono. Além disso, o processo resulta na emissão de dióxido de enxofre e óxidos de nitrogênio, que são contribuintes da chuva ácida.

Outro impacto negativo do uso de **combustíveis fósseis** é a intensificação do efeito estufa e conseqüentemente, do aquecimento global. Isso acontece devido à emissão de gases do efeito estufa na atmosfera, como dióxido de carbono. Além dos poluentes primários, o consumo desses recursos pode dar origem a poluentes secundários. Eles se formam a partir de reações dos poluentes primários. Um exemplo de poluente secundário é o ozônio.



Biocombustíveis



Diante desse contexto, uma alternativa que vem se mostrando vantajosa é a produção e utilização de biocombustíveis, combustíveis produzidos a partir de recursos naturais renováveis como plantas, algas e resíduos orgânicos e também como a biomassa e óleos de origem animal. Entre estas fontes têm o biodiesel e o

etanol.

Tipos de biocombustíveis

Etanol

Geralmente derivado de amido como o milho e cana de açúcar. O etanol é amplamente utilizado como biocombustível, e tem uma área de grande interesse em diversas indústrias e setores, tais como combustível veicular, indústria química, desinfetante, antisséptico e produção de energia.

O uso do etanol pode oferecer benefícios ambientais, como a redução das emissões de CO₂ em comparação com os combustíveis fósseis.

Biodiesel

O biodiesel se destina a substituição do diesel de petróleo, produzido a partir de óleos vegetais, como óleo de soja ou gorduras animais, outras culturas estão sendo estimuladas como o girassol, mamona, dendê etc. Tem por missão eliminar a importação de óleo diesel. Pode ser usado em motores diesel como substituto ou complemento do diesel convencional.

Do ponto de vista ambiental é livre de compostos de enxofre e aromáticos, tem uma menor contribuição no efeito estufa, é biodegradável e obtido a partir de fontes renováveis. Com relação aos aspectos econômicos, pode diminuir a dependência dos países importadores de petróleo daqueles que o produzem e estimular a produção agrícola e o desenvolvimento rural. No que diz respeito ao desempenho, o biodiesel apresenta maior ponto de fulgor, número de cetano e poder lubrificante. Por fim, pode ser usado em motores com ignição por compressão, sem que haja a necessidade de modificações mecânicas.

Elementos a serem ressaltados

Vantagens:

- Produzidos a partir de matéria orgânica renovável.
- Diminuição na emissão do dióxido de carbono
- Diversificação em matriz energética
- Geração de empregos
- Menor poluição do ar.

Desvantagens:

- Uso de terras e recursos
- Consumo de energia
- Uso de agrotóxicos

Uma proposta de Química Verde

É importante reconhecer que combustíveis fósseis são inerentemente poluentes e contribuem significativamente para emissão de gases estufas e outros poluentes atmosféricos. No entanto, algumas propostas dentro do conceito de química



verde podem ser aplicadas para melhorar alguns dos impactos negativos associados ao uso dos combustíveis. Como o exemplo do uso de biocombustíveis, combustíveis sintéticos e tecnologias de combustão mais limpas.



Agora é com você!

Como as empresas e os governos podem diminuir as emissões de gases poluentes provenientes do uso de combustíveis fósseis e facilitar uma mudança mais sustentável para fontes de energia limpa?

Referências

- BAIRD, C.; CANN, M. Química ambiental. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011. 844p.
- GOLDEMBERG, J. Biomassa e energia. Química Nova, São Paulo, v. 32, n. 3, p. 582-587, 2009.
- GUEDES, C.L.B. et al. Avaliação de biocombustível derivado do bio-óleo obtido por pirólise rápida de biomassa lignocelulósica como aditivo para a gasolina. Química Nova, São Paulo, v. 33, n. 4, p. 781-786, 2010.
- QUINTELLA, C.M. et al. Cadeia do biodiesel da bancada à indústria: uma visão geral com prospecção de tarefas e oportunidades para P&D&I. Química Nova, São Paulo, Vol. 32, No. 3, p. 793-808, 2009