ISSN 25946412

PROPOSTA DE UM ROTEIRO INVESTIGATIVO UTILIZANDO ABORDAGEM CTSA EM UM ESPAÇO DE EDUCAÇÃO NÃO-FORMAL

MATHEUS FRANCO DE MORAIS DA SILVA
isabelapauloeufrazio@gmail.com
Universidade Estadual de Londrina

OSMAR HENRIQUE MOURA DA SILVA
guilhrme.niero@univali.br
Universidade Estadual de Londrina

JOSIANE LETICIA HERNANDES
vivian.cionek@univali.br
Universidade Estadual de Londrina

LUCAS FRANCO DE MORAIS DA SILVA
vinissc@hotmail.com
Universidade Estadual de Londrina

CARLOS EDUARDO LABURÚ
beatriz.lskd@hotmail.com
Universidade Estadual de Londrina

MARCELO MAIA CIRINO
beatriz.lskd@hotmail.com
Universidade Estadual de Londrina

RESUMO

Os museus de ciências, como espaços de educação não-formal, contribuem como um suporte à educação formal das escolas, muitas vezes vistos também como espaços de divulgação científica ou trabalho de campo que subsidiam um aprendizado mais significativo para a formação do cidadão crítico. Nesse contexto da formação do cidadão, este trabalho apresenta a utilização de um roteiro na exposição de um museu de ciência e tecnologia de uma universidade pública do Paraná, o qual se emprega uma abordagem investigativa aliada à metodologia CTSA (Ciência Tecnologia Sociedade e Ambiente), ressignificando os experimentos ora exibidos de forma a relacioná-los com questões ambientais como parte da abordagem CTSA. A ferramenta para a coleta de dados se deu através da gravação do áudio durante tal apresentação, com análise das respostas de alunos do primeiro ano do Ensino Médio mediante aplicação de um roteiro. A análise do roteiro baseou-se no referencial teórico de Marcondes et al., (2009), e a análise das falas dos visitantes baseou-se no referencial teórico de Moraes (2003) sobre análise textual discursiva. Como resultados, tem-se que roteiro elaborado para a abordagem CTSA se encaixa nos moldes propostos por Marcondes et al., (2009), contextualizando e problematizando temas sociais e ambientais relacionados à ciência e tecnologia ao longo de toda a sua extensão. Já os experimentos, previamente realizados no museu desta universidade, foram ressignificados para promover uma discussão mais significativa para a formação dos visitantes enquanto cidadãos. Como resultados da análise textual discursiva, embora os visitantes dessa amostra investigada apresentassem um conhecimento prévio sobre a problemática, ainda se mostraram desprovidos de um conhecimento químico solidificado. Com a realização dos experimentos, teve-se uma maior visualização de alguns dos

ISSN 25946412

assuntos tratados, como os produtos de formação resultantes de uma queima e o poder combustível do gás hidrogênio. Conclui-se, enfim, que a utilização de um roteiro, que traz metodologias construtivistas e associa os experimentos a questões sociais, favorece a formação do cidadão.

PALAVRAS-CHAVE: Museus de ciências e tecnologia. Subsídio educacional. Formação do cidadão.

PROPOSAL OF AN INVESTIGATIVE SCRIPT USING A STSE APPROACH IN A NON-FORMAL EDUCATION SPACE

ABSTRACT

Science museums, as spaces of non-formal education, contribute as support to formal school education and are often also seen as venues for science communication or fieldwork, providing more meaningful learning opportunities for the development of critical citizenship. In this context of citizen formation, this study presents the use of a script applied during an exhibition at a science and technology museum of a public university in Paraná, Brazil. The script adopts an investigative approach combined with the STSE methodology (Science, Technology, Society, and Environment), reinterpreting the experiments on display in order to relate them to environmental issues as part of the STSE perspective. Data collection was carried out through audio recordings during the presentation, with the analysis of responses from first-year high school students based on the application of the script. The script analysis was grounded in the theoretical framework of Marcondes et al. (2009), while the analysis of visitors' statements followed the discursive textual analysis proposed by Moraes (2003). The results indicate that the script designed for the STSE approach aligns with the model proposed by Marcondes et al. (2009), contextualizing and problematizing social and environmental themes related to science and technology throughout its structure. The experiments previously conducted in the museum were reinterpreted to foster more meaningful discussions toward visitors' development as citizens. Regarding discursive textual analysis, although the participants of the investigated sample demonstrated some prior knowledge of the issues, they still lacked consolidated chemical understanding. Through the experiments, certain topics were more clearly visualized, such as the formation products resulting from combustion and the fuel potential of hydrogen gas. In conclusion, the use of a script that incorporates constructivist methodologies and links experiments to social issues proves to favor citizen formation.

KEYWORDS: Science and technology museums. Educational support. Citizen formation.

PROPUESTA DE UN GUION INVESTIGATIVO UTILIZANDO EL ENFOQUE CTSA EN UN ESPACIO DE EDUCACIÓN NO FORMAL

ISSN 25946412

RESUMEN
Los museos de ciencias, como espacios de educación no formal, contribuyen como un apoyo a la educación formal de las escuelas y, a menudo, también son vistos como espacios de divulgación científica o de trabajo de campo que proporcionan oportunidades de aprendizaje más significativas para la formación del ciudadano crítico. En este contexto de formación ciudadana, este trabajo presenta la utilización de un guion en la exposición de un museo de ciencia y tecnología de una universidad pública de Paraná, Brasil. El guion emplea un enfoque investigativo combinado con la metodología CTSA (Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente), resignificando los experimentos expuestos con el fin de relacionarlos con cuestiones ambientales como parte de la perspectiva CTSA. La recolección de datos se realizó mediante la grabación de audio durante la presentación, con el análisis de las respuestas de estudiantes de primer año de Educación Media a partir de la aplicación del guion. El análisis del guion se basó en el marco teórico de Marcondes et al. (2009), mientras que el análisis de los discursos de los visitantes se fundamentó en la propuesta de análisis textual discursivo de Moraes (2003). Los resultados indican que el guion elaborado para la perspectiva CTSA se ajusta al modelo propuesto por Marcondes et al. (2009), contextualizando y problematizando temas sociales y ambientales relacionados con la ciencia y la tecnología a lo largo de toda su estructura. Los experimentos previamente realizados en el museo fueron resignificados para promover una discusión más significativa en la formación de los visitantes como ciudadanos. En cuanto al análisis textual discursivo, aunque los participantes de la muestra investigada presentaban ciertos conocimientos previos sobre la problemática, todavía carecían de un conocimiento químico consolidado. Con la realización de los experimentos, algunos de los temas tratados pudieron visualizarse con mayor claridad, como los productos de formación resultantes de una combustión y el poder combustible del gas hidrógeno. En conclusión, la utilización de un guion que incorpora metodologías constructivistas y vincula los experimentos con cuestiones sociales favorece la formación ciudadana.

PALABRAS CLAVE: Museos de ciencia y tecnología. Apoyo educativo. Formación ciudadana.

1 INTRODUÇÃO

Os espaços não-formais de educação são quaisquer espaços fora dos ambientes institucionalizados como escolas e universidades, onde ocorrem atividades educacionais (Coombs; Ahmed, 1974). Os museus de ciências são exemplos de espaços de educação não formal, diferenciando-se do conceito formal de educação, focado no conteúdo e avaliação, porém, ainda sendo capaz de criarem oportunidades de aprendizagem para os visitantes. Como espaços educacionais, os museus de ciências apresentam muitas particularidades em comparação com as escolas, como a limitação do tempo, adequação do ensino para diferentes idades e formações, e com variações nos números de visitantes por grupo (Marandino, 2005). Além da divulgação científica, os museus de ciências possuem um importante papel em abordar questões sociais, éticas e morais, que possam estimular o pensamento crítico, ressignificar conceitos, promover debates e abrir diálogo entre cientistas e o público (Scalfi; Iszlaji; Marandino, 2020).

No ensino formal, frequentemente são usadas metodologias de ensino, como a sequência didática (Zabala, 1998), os três momentos pedagógicos (Delizoicov; Angotti, 1990) e

ISSN 25946412

abordagens com proposta CTSA (Ciência Tecnologia Sociedade e Ambiente) entre outras, objetivando aumentar a compreensão do aluno em relação ao conteúdo e formar um cidadão capaz de atuar em sociedade. Já no ensino não-formal, a falta de investimento na formação dos mediadores faz com que tais metodologias de ensino sejam incomuns nas apresentações em museus de ciências (Rodari; Merzagora, 2007). Na literatura específica, as visitas aos museus são propostas tanto como suporte à educação formal quanto como elemento relevante na formação de professores, especialmente na articulação entre a metodologia de ensino CTSA e as atividades em museus de ciências, conforme discutido por Scalfi, Iszlaji e Marandino (2020). Ressaltam esses últimos autores que um direcionamento metodológico poderia potencializar os monitores como fonte de divulgação científica e apoio à educação formal, favorecendo a relação entre os conhecimentos trabalhados no museu e os conteúdos escolares em um espaço não-forma. Diante do exposto, pensando em uma Educação não-formal mais significativa, e com vistas a trazer uma abordagem intencional e fundamentada para mediadores, surge a proposta de unir as metodologias de ensino, que têm se mostrado significativa em espaços formais de educação, para um espaço não-formal, como um museu de ciências.

O ensino por investigação, inspirado no "*inquiry learning*" de John Dewey (1859-1952), é uma abordagem didática que busca a ressignificação de conceitos por meio do levantamento de hipóteses dos alunos, da realização de experimentos para o teste das hipóteses e da discussão dos resultados observados (Batista; Silva, 2018). Segundo Carvalho (2011, p. 253), "ao ensinarmos ciências por investigação estamos proporcionando aos alunos oportunidades para olharem os problemas do mundo elaborando estratégias e planos de ação", dessa forma, o ensino por investigação não apenas favorece a aprendizagem dos conteúdos científicos como também o desenvolvimento da autonomia, do pensamento crítico e da capacidade de tomada de decisão, capacitando os alunos a exercerem a cidadania de maneira ativa e a contribuir para a transformação da sociedade. De acordo com a autora (2011), o ensino por investigação se dá em quatro momentos: o problema para a construção do conhecimento, a passagem da ação manipulativa para a intelectual na resolução do problema, a tomada de consciência e a construção de explicações (Carvalho, 2011). O conhecimento prévio do aluno é colocado em prática a partir de um problema delineado, sob orientação do professor. Depois das observações feitas pelos alunos sobre o problema, há o processo de experimentação e análise dos dados, em busca de um resultado e a ressignificação dos conhecimentos prévios, expostos pelos alunos através das hipóteses anteriormente levantadas.

ISSN 25946412

Dentro dessa perspectiva de ensino, a experimentação assume papel central. Essa característica aproxima a proposta do contexto do museu em que ela foi desenvolvida, uma vez que, nesse espaço, a divulgação da química ocorre por meio de experimentos articulados ao diálogo entre mediadores e visitantes. Aliás, nos museus de ciências, o direcionamento do dialógico possibilita uma dinâmica distinta para as perguntas pré e pós experimentos à identificação dos indícios de ressignificação do conhecimento. E por ser um tipo de abordagem e não uma estratégia, a investigação pode se aliar a uma estratégia de ensino com enfoque CTSA, que tem como objetivos contextualizar o ensino de ciências em temáticas atuais presentes na sociedade e contribuir na formação do aluno para que se torne um cidadão crítico, e que possa, de forma ativa, responder a assuntos com influências em suas vidas (Yager, 1996). Portanto, a pergunta que orienta esta pesquisa é: como os experimentos realizados em um espaço não-formal de educação podem ser ressignificados, por meio do ensino de Ciências por investigação na perspectiva CTSA, para promover a construção do conhecimento científico e o desenvolvimento de uma compreensão crítica das relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente?

Assim, com fundamentação nas propostas do ensino por investigação, o objetivo geral do presente trabalho é o desenvolvimento, aplicação e análise, segundo um referencial teórico apropriado, de um roteiro investigativo dentro da perspectiva CTSA em um espaço não-formal. A proposta busca ressignificar experimentos de Química já utilizados no museu em que a pesquisa foi desenvolvida, tomando como eixo central o estudo das reações de combustão e de conceitos a elas relacionados, como a transformação da matéria, a liberação de energia, a emissão de gases e os impactos ambientais decorrentes do uso de diferentes combustíveis. A partir dessa abordagem, pretende-se discutir questões ambientais a respeito do impacto da queima de combustíveis e fontes de energia limpa. Juntamente a isto, investigam-se aqui os desempenhos das visões dos estudantes sobre o papel da Ciência (em especial da Química) e Tecnologia, e suas relações com o Meio Ambiente e Sociedade.

Em busca de alcançar tais objetivos, o trabalho se iniciou com uma fundamentação teórica, abordando a estrutura de uma abordagem CTSA, a estrutura de um ensino investigativo, museus como espaços não-formais de educação, análise de uma unidade didática segundo Marcondes *et al.*, (2009), e análise textual discursiva. Na sequência, apresentam-se os procedimentos metodológicos, que incluem o público-alvo, o roteiro e a metodologia de análise. Depois, apresentam-se os resultados e discussões, apoiando-se no referencial teórico de

ISSN 25946412

Marcondes *et al.* (2009) e Moraes (2003), para, enfim, estabelecer as conclusões do estudo.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 ESTRUTURA DE UMA ABORDAGEM CTSA

A metodologia CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), originada nos anos 60 e 70, surgiu da necessidade de linearizar o desenvolvimento do bem-estar social com avanços científicos e tecnológicos. A fim de dar maior ênfase às questões ambientais, as quais já estão implícitas no movimento CTS, foi-se adicionada a letra A de ambiente, para ressaltar a necessidade de discussão a respeito de problemas ambientais. Essa metodologia tem o objetivo de alfabetizar cientificamente os cidadãos, trazendo os conteúdos científicos em contextos atuais sociais e ambientais, relacionando-os também com os aspectos tecnológicos. A ideia é favorecer a compreensão do aluno quanto à importância do saber científico em seu contexto social e formar um cidadão capaz de resolver os problemas que permeiam a sociedade atual (Auler; Bazzo, 2001).

Segundo Aikenhead apud. Mendes (2018), os conteúdos que utilizam uma abordagem CTSA devem conter: i) a interação entre ciência, tecnologia e sociedade; ii) processos tecnológicos; iii) temas sociais relativos à ciência e tecnologia; aspectos filosóficos e históricos da ciência; iv) aspectos sociais de interesse da comunidade científica; v) inter-relação entre os aspectos anteriores. Vale mencionar ainda, conforme este último autor, que uma abordagem CTSA pode ser definida em cinco passos: 1) Uma questão social é introduzida; 2) Uma tecnologia relacionada ao tema é analisada; 3) O conteúdo científico é definido em função do tema social e da tecnologia introduzida; 4) A tecnologia correlata é estudada em função do conteúdo apresentado e; 5) A questão social original é novamente discutida.

Para Roberts (1991), os currículos que abordam um enfoque CTSA apresentam uma visão de ciência como uma forma de expressar como queremos controlar o que nos cerca, o que está ligado à tecnologia e questões sociais importantes, envolvendo: Uma imagem do aluno que tem necessidade de se tornar inteligente, capaz de tomar decisões e entender as bases científicas para se posicionar em questões sociais; Uma visão de professor que busca desenvolver o conhecimento e o comprometimento para as relações entre ciência, tecnologia e decisões; Uma concepção da sociedade onde ocorre o aprendizado que precisa se afastar da autodestruição, através do desenvolvimento de uma visão sobre como as decisões científicas são feitas em questões sociais.

ISSN 25946412

Já Marcondes *et al.* (2009, p. 285) defendem a importância da contextualização do conteúdo em uma abordagem CTSA, justificando que "o ensino de ciências é pautado na discussão do contexto social e que recorre a conhecimentos científicos e tecnológicos para a tentativa de compreender a situação do contexto". Assim, a contextualização busca fazer com que o aluno se familiarize com o conteúdo, tornando-o mais significativo, mais interessante e, com isso, havendo maior engajamento por parte do aluno na construção da sua cidadania.

Apesar de algumas divergências, as referências sobre uma abordagem CTSA apontam para uma mesma estrutura: um ensino contextualizado que relacione problemas socioambientais, as tecnologias envolvidas nesse problema ou para solucionar o problema, as bases científicas da tecnologia e as inter-relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. Cabe coerentemente citar o trabalho de Mendes (2018), quanto ao ensino de eletroquímica sob uma proposta CTSA na formação docente, que aborda as concepções de alunos residentes nessa perspectiva. O estudo (ibid.) expõe as contribuições dessa perspectiva na formação docente, auxiliando-os a compreender as necessidades dos alunos e incentivando os docentes a pesquisarem para planejar, programar e avaliar suas aulas sob a perspectiva CTSA, e pela qual se configura uma abordagem com impactos positivos em alunos e professores.

2.2 ESTRUTURA DE UM ENSINO INVESTIGATIVO

O ensino por investigação, ou ensino investigativo, teve seu início a partir do "inquiry learning" do filósofo e pedagogo americano John Dewey (1859-1952), que propôs um ensino onde o aluno era o protagonista na sala de aula e realizaria atividades contextualizadas com o mundo real, por aliar os conhecimentos científicos à atividade humana (Batista; Silva, 2018).

Segundo Carvalho (2011), o ensino por investigação encontra-se relacionado com a psicologia piagetiana por apresentar o problema como a gênese da construção do conhecimento, ou seja, uma aprendizagem então provocada pelo professor por meio de questões sobre o tópico estudado ou por uma situação externa. Com isso, a autora (ibid.) apresenta quatro pontos fundamentais do ensino por investigação: i) a importância de um problema para o início da construção do conhecimento; ii) da ação manipulativa para a ação intelectual, que se resume a construção de hipóteses para a resolução do problema; iii) a importância da tomada de consciência para a construção do conhecimento, onde o professor, através de perguntas, conduz o aluno à tomada de consciência, questionando suas ações para a resolução do problema proposto; iv) as diferentes etapas das explicações científicas, onde, através das discussões, há a

ISSN 25946412

explicação científica do fenômeno estudado e o aluno passa a discutir o fenômeno como um agente ativo. Carvalho (2011, p. 256-257) ainda ressalta que, na etapa iv, "o professor deve ter a consciência de ajudar os alunos na conceitualização dos conteúdos e não esperando que cheguem sozinhos nesta etapa".

Em seu artigo sobre as interações sociais em aulas investigativas, Sedano e Carvalho (2017, p. 64) defendem o ensino investigativo como uma abordagem didática que envolve interação, diálogo, debate e reflexão estimulados por um desafio que desperte, de fato, a necessidade coletiva de buscar soluções. Portanto, além de se tratar de uma abordagem que coloca o aluno como protagonista da sala de aula, o ensino por investigação favorece e prepara o aluno para a sociedade através de interações entre os alunos para a resolução de problemas. Aliás, Scarpa e Sasseron (2017) argumentam que, através do ensino investigativo, "não apenas conhecimentos curriculares podem ser trabalhados, mas também aspectos ligados ao trabalho conjunto como, por exemplo, questões morais e éticas".

2.3 MUSEUS E ESPAÇOS NÃO-FORMAIS DE EDUCAÇÃO

Além dos ambientes institucionalizados, como escolas e universidades, também chamados de espaços formais de educação, tem-se a educação em espaços não formais, definido por Coombs e Ahmed (1974, p. 8) como:

> A expressão "educação não formal", como utilizado aqui, são quaisquer atividades educacionais, organizadas e sistemáticas que ocorrem fora dos lugares formais de ensino para prover tipos seletos de aprendizado para subgrupos particulares da população, adultos e crianças.

Essa definição evidencia que a educação não-formal não deve ser compreendida como um processo educativo desprovido de planejamento ou de intencionalidade. Ao contrário, trata-se de um conjunto de ações organizadas e sistematizadas, desenvolvidas em espaços diferentes do ambiente escolar, mas orientadas por objetivos educacionais específicos.

A comissão das comunidades europeias (Comissão Europeia, 2000) em seu memorando sobre aprendizagem ao longo da vida, define as categorias de atividades de aprendizagem como: aprendizagem formal, a qual acontece em espaços institucionalizados de ensino (como escolas e faculdades) e garantem um diploma ou certificado de qualificação; aprendizagem não-formal, que ocorre de forma conjunta, porém independente, nos espaços formais de educação, e não garantem necessariamente um diploma; aprendizagem informal, que acontece no dia-a-dia

ISSN 25946412

através de conversas e interações que podem não ser reconhecidas pelos próprios indivíduos, ou seja, não sendo necessariamente intencional.

Os museus, como espaços de educação, se encaixam nas definições de espaços não-formais por abstrair-se do conceito formal de educação focado no conteúdo e avaliação, porém, sendo ainda capazes de criar oportunidades de aprendizagem para os visitantes. Distintamente aí, os museus apresentam algumas particularidades, como o tempo das interações, o espaço físico com livres movimentações dos visitantes, cujas características dos mesmos oscilam em número, idade e nível escolar. Ademais, as exibições museais apresentam outros desafios em relação aos espaços formais, como a "não obrigatoriedade de determinada participação do visitante" numa perspectiva de aprendizagem por livre escolha (Silva, 2015). Neste caso, resta ao mediador a habilidade de prender a atenção dos visitantes e evitar o cansaço comum, na medida em que os cativa perante a exposição, a ambientação e a interação entre ele e os visitantes (Marandino, 2005).

Como possível abordagem educacional nesses ambientes não-formais, Vieira e Bianconi (2005) ressaltam a viabilidade de conduzir conteúdos de diferentes séries em uma única visita, uma vez que muitos temas seguem apresentados de maneira naturalmente correlacionada em comparação aos conteúdos apresentados de forma fragmentada e não relacionada nos livros didáticos. Outra particularidade, ressalta Jacobucci (2008), refere-se ao desafio e responsabilidade de divulgar conteúdos científicos e tecnológicos para evitar o reducionismo e a banalização dos mesmos, o que é essencial para promover uma cultura científica que habilite os cidadãos a discutirem livremente sobre ciência, com um entendimento básico de seus processos e impactos no dia a dia.

2.3.1 O MUSEU DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Fundado em 2003 e inaugurado em 2005, o museu de ciência e tecnologia, da Universidade onde se encontram os autores deste estudo, é um projeto de divulgação científica que conta com três setores, sendo estes o centro de ciências, planetário e o observatório. Este museu atende cerca de 8000 visitantes anualmente, desde os primeiros anos do ensino fundamental até alunos da graduação e pós-graduação, contando com apresentações de química e física (CENTRO DE CIÊNCIAS – Museu de Ciência e Tecnologia de Londrina", [s.d.]). O museu conta com o projeto em que os monitores levam os experimentos e as práticas nele realizadas para escolas menos favorecidas da região metropolitana (conjunto de 25 municípios

ISSN 25946412

que totalizam cerca de 1100000 habitantes), com o intuito de divulgar a ciência e a universidade para os alunos dessas escolas.

2.4 INSTRUMENTOS ANALÍTICOS

2.4.1 ANÁLISE DE UM ROTEIRO QUE UTILIZA A ABORDAGEM CTSA

Nesta análise de um roteiro investigativo que utiliza uma abordagem CTSA, utilizou-se como referencial teórico o trabalho de Marcondes *et al.* (2009). Em seu trabalho analisando unidades didáticas, com enfoque CTSA propostas por um grupo de professores em um curso de formação continuada de professores, os mesmos autores propõem categorias de análise no intuito de estabelecer especificidades e padrões de regularidade, referentes a problematização, experimentos, produção de textos e outras atividades.

O primeiro ponto analisado por Marcondes *et al.* (2009) diz respeito à problematização da unidade didática. Nesta categoria, os autores (ibidem) identificaram se o tema proposto possibilita abrir espaço para que os alunos explorem seus conhecimentos prévios, hipóteses e interpretações acerca do tema, bem como se a problematização ocorre apenas no início da proposta ou se desenvolve ao longo dela (Quadro 1).

Quadro 1 – Identificação do tema, da contextualização e da problematização da unidade.

ROTEIRO INVESTIGATIVO					
TEMA	**Contextualização CTSA**		**Problematização**		
	S	N	Apenas inicial	Ao longo	Ausente

Fonte: Elaborado pelos autores com base em Marcondes *et al.* (2009).

Com base em Marcondes *et al.* (2009), a segunda categoria de análise utilizada destinou-se aos experimentos, verificando a relação destes com o tema do estudo (Quadro 2) mediante os seguintes níveis: “sem relação (nível 0) - quando o experimento não trata de conceitos que promovam algum aspecto do tema tratado; com relação fraca (nível 1) - quando o experimento trata de conceitos que promovam o entendimento de algum aspecto particular do tema tratado ou se relacionem de maneira indireta com o tema; relação direta (nível 2) - quando o experimento trata de conceitos envolvidos na resolução do problema em estudo ou que promovam o entendimento de aspectos que estejam relacionados a esse tema”.

Quadro 2: Identificação do tipo de experimento e da relação com o tema da unidade.

EX	**ESTILO DE EXPERIMENTAÇÃO**	**NÍVEL DE RELAÇÃO COM O TEMA**

ISSN 25946412

PERIMENTOS	**Investigativo** - Os resultados não são conhecidos de antemão. - Os alunos analisam os dados para determinar algo.	**Verificação** - Os resultados já são conhecidos pelos alunos. - Os dados são analisados para comprovar algo.	**Conhecimento de fatos** - Descrição das observações.	0 – Não apresenta relação com o tema.	1 – Apresenta relação com o tema.	2 – Relação direta com o tema.

Fonte: Elaborado pelos autores com base em Marcondes *et al.* (2009)

A terceira categoria analisada por Marcondes et.al (2009) diz respeito aos textos, e verifica o nível de relação destes com o tema abordado, quais sejam - sem relação, relação fraca e relação direta – seguindo, portanto, os mesmos critérios estabelecidos para os experimentos. Os autores (ibid.) também levam em conta a presença da problematização nos textos, a natureza das informações contidas e a ênfase dada aos conteúdos de ciência (C), tecnologia (T), sociedade (S) e ambiente (A). A classificação assim procede (Quadro 3): (C) - quando os textos tratam principalmente de conceitos químicos; mesma ênfase em conteúdos de natureza científica e, pelo menos um dos aspectos S, T ou A (CT; CS; CA; CTSA); mesma ênfase em conteúdos de natureza científica e nas demais áreas (CTSA); ênfase predominante em conteúdos relacionados a S, T ou A, com pouca ênfase nos científicos (STA, ST, AS e TA).

Quadro 3: Identificação da natureza, da problematização dos textos e da relação com o tema da unidade

TEMA							
TÍTULOS	**Natureza das informações**				**Problematização**		Relação com o tema (0 – 2)
	C	T	S	A	S	N	

Fonte: Elaborado pelos autores com base em Marcondes et. al (2009)

A última categoria analisada por Marcondes *et al.* (2009) trata das atividades, onde se constata se a unidade didática sugere outras atividades relacionadas ao desenvolvimento do tema. De acordo com o Quadro 4, as atividades foram classificadas em: problematizadora - quando problematizada os aspectos do tema investigado; outra finalidade - quando não se encontrava evidências de problematização.

Quadro 4 – Identificação de outras atividades propostas e de suas finalidades na unidade

Outras atividades: (debates, questões, pesquisa etc.)		
Tipo de atividade	Descrição da atividade	Finalidade

Fonte: Elaborado pelos autores com base em Marcondes *et al.* (2009)

ISSN 25946412

2.2.4 ANÁLISE TEXTUAL DISCURSIVA

A análise textual discursiva (Moraes, 2003), busca, por meio da desmontagem de textos, da categorização e da intensa impregnação nos materiais de análise, produzir novas compreensões dos fenômenos estudados. Moraes (2003) propõe três elementos principais para a análise textual discursiva, sendo o primeiro a desconstrução e unitarização dos textos. Esse primeiro elemento se baseia inicialmente na leitura e significação dos textos analisados. Segundo o autor (ibid., p. 192), "todo texto possibilita uma multiplicidade de leituras", ou seja, lê-se buscando compreender o que o autor do texto objetiva dizer, o que os referenciais teóricos dizem, bem como o campo semântico que o texto se insere. O autor (ibid.) categoriza a compreensão de um texto, baseado em Hall (1997), em duas categorias: denotativo, quando o entendimento é relativamente fácil e as interpretações são compartilhadas pelos leitores; e conotativo, na qual a interpretação não é compartilhada facilmente entre os leitores e exige uma leitura aprofundada. O autor ainda ressalta a importância de se ler na perspectiva do outro, o que ele chama de leitura fenomenológica. A significação dos textos analisados, partem do pesquisador a partir de seus conhecimentos pessoais e teóricos, uma vez que, toda leitura é feita a partir de alguma perspectiva teórica, em que o autor coloca o pesquisador como "autor das interpretações que constrói dos textos que analisa" (ibid., p. 194).

Moraes (2003) ainda aborda o conceito de *corpus* da análise textual, que se constitui essencialmente de produções textuais, não se limitando apenas a textos, mas também imagens e outras expressões linguísticas. Esses textos expressam discursos sobre fatos observados que geram a construção de diversos sentidos. O autor (ibid.) separa o *corpus* da análise textual em dois grupos, sendo o primeiro constituído de transcrições de entrevistas, registros de observações, depoimentos produzidos por escrito, anotações e diários diversos. O segundo grupo se constitui de relatórios, publicações, editoriais de jornais e revistas, resultados de avaliações, atas e afins. Para definir e delimitar o *corpus*, necessita-se da produção de amostras adequadas de documentos a serem analisados, caso os textos já existam, seleciona-se uma amostra capaz de produzir resultados significativos em relação ao que se estuda.

A desconstrução e unitarização dos textos trabalhados se propõe a desmontar o texto, no intuito de analisar os sentidos em diferentes limites, sendo isto a critério do próprio autor, para agrupá-los e codificá-los em unidades de significado ou sentido a serem analisadas. Moraes (2003) concretiza a unitarização em três momentos, sendo eles a desconstrução, a unitarização e a reescrita da unidade, a fim de assumir um significado mais completo e, por fim, a atribuição

ISSN 25946412

de nome ou título a cada unidade produzida. Moraes (2003) encerra o primeiro elemento falando sobre o envolvimento e impregnação, que consiste na fragmentação e desorganização das unidades do *corpus* para, através do caos, possibilitar um novo entretenimento, e uma nova compreensão dos fenômenos investigados.

O segundo elemento da análise textual discursiva é a categorização, um processo que reúne, nomeia e categoriza elementos semelhantes. Esse processo possibilita uma nova compreensão dos fenômenos estudados. Os métodos de categorização podem ocorrer através da dedução, criando as categorias com base nos referenciais teóricos: da indução, onde as categorias são criadas com base no corpus da análise; ou de uma combinação destes dois métodos (ibid., p. 197). Para a criação das categorias de análise, levam-se em conta algumas propriedades das categorias, tais como: a validade em relação aos objetivos da pesquisa e ao objeto de análise, e a homogeneidade, referente ao princípio conceitual que essas categorias representam (Moraes, 2003). Esse autor (ibid.) ainda ressalta a importância da produção de argumentos aglutinadores para defender e ligar uma categoria às outras, a fim de compreender o todo.

O terceiro elemento que fecha o ciclo de análise de Moraes (2003) trata-se de expressar as compreensões atingidas através da produção de um texto, ou metatexto conforme o autor, constituído das descrições e interpretações que representam um modo de compreensão dos fenômenos investigados. Entende-se por interpretação a exposição de sentidos e significados em relação direta com os textos analisados, a construção de compreensões profundas que fogem da superficialidade da descrição dos resultados e, por descrever, entende-se a exposição de ideias sem se afastar da realidade imediata do texto analisado: “Todo texto necessita ter algo importante a dizer e defender e deveria expressá-lo com o máximo de clareza e rigor” (Moraes, 2003, p. 207).

Ao realizar uma pesquisa sobre mestres que utilizaram a análise textual discursiva em suas teses, Moraes e Galiazzi (2006) enfatizam que esta é uma metodologia exigente que necessita uma intensa impregnação por parte do pesquisador, e que a utilização dessa ferramenta de análise causa tanto angústia, por exigir uma reconstrução do entendimento da ciência e transformar certezas em dúvidas, quanto prazer pelo grande potencial de emergir a criatividade. Dos mestres analisados na pesquisa, a maioria apresentou ser uma experiência interessante e surpreendente por se tratar de uma ferramenta que utiliza constante construção e reconstrução de conhecimentos.

ISSN 25946412

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa adota uma abordagem qualitativa, de natureza descritiva e interpretativa. De acordo com Bogdan e Biklen (1994), há cinco características distintivas desse tipo de investigação, que serão brevemente delineadas a seguir. Primeiramente, destaca-se que a fonte primária de dados é o ambiente natural de ocorrência, e que os materiais são analisados de forma abrangente, sendo a compreensão do pesquisador o principal instrumento de análise. Em segundo lugar, a pesquisa é descritiva, ou seja, os dados são coletados em forma de narrativas ou descrições detalhadas, e não por meio de números, respeitando-se, na medida do possível, a forma como foram originalmente registrados ou transcritos. A terceira característica refere-se ao foco dos pesquisadores no processo em si, em detrimento dos resultados ou produtos finais. Quanto à quarta característica, os autores afirmam que os pesquisadores tendem a adotar uma abordagem indutiva na análise dos dados, pois estes não são utilizados como evidências para confirmar uma hipótese pré-estabelecida, mas sim como base para inferências que surgem à medida que são coletados e agrupados. Por fim, a quinta característica enfatiza que o significado tem primazia na abordagem qualitativa, ou seja, os pesquisadores se concentram nas perspectivas dos participantes. É importante ressaltar que nem todas essas características precisam estar presentes em um estudo para que ele seja classificado como qualitativo, conforme observado pelos autores (ibid.). Assim sendo, o presente trabalho se enquadra na pesquisa qualitativa por abordar a segunda característica, estabelecendo uma análise das falas dos visitantes durante a apresentação, e a terceira característica, pelo fato de que a criação, desenvolvimento e análise do roteiro em si possui maior interesse para o trabalho que o resultado de sua aplicação.

A proposta deste trabalho foi desenvolvida no museu de ciência e tecnologia já mencionado, que por se tratar de um espaço não-formal de Educação, não se fundamentando em quadro e giz, ou projetores de imagem, o desenvolvimento do roteiro ocorreu apenas pela dialogicidade e pelo uso dos experimentos, desenvolvidos no setor, para a visualização dos conceitos químicos. Os dados, direcionados ao instrumento de análise, são oriundos da gravação de áudio das respostas dos visitantes, ora transcritas.

Levando em consideração os objetivos de desenvolver um roteiro investigativo na perspectiva CTSA em um espaço não-formal, a proposta foi colocada em prática em uma apresentação em atendimento de uma escola do município da região metropolitana desta cidade, em uma turma de primeiro ano do Ensino Médio, com aproximadamente, 35 alunos. A

ISSN 25946412

apresentação durou cerca de 45 minutos, contando com dois experimentos de introdução a reações químicas, os quais não fizeram parte do roteiro, e 20 minutos do desenvolvimento do roteiro.

3.1 PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS

Por se tratar de ensino investigativo, o roteiro se apoiou numa problemática, ou seja, questões pré e pós experimentos foram empregadas em cada um dos três experimentos. Visando o enfoque CTSA, a abordagem proposta traz um tema relacionado à questão ambiental, neste caso, o uso prejudicial dos combustíveis fósseis, questionando a utilização, o impacto ambiental e a alternativa de um combustível renovável, o gás hidrogênio.

Os experimentos realizados neste trabalho já eram utilizados em outras apresentações do museu em foco. Porém, parte da importância desse trabalho é ressignificar estes experimentos para um ensino que promova o desenvolvimento de um cidadão consciente das questões atuais da sociedade e que entenda por que e como estas ocorrem.

Inicialmente, foi apresentada a problematização com o intuito de trazer uma temática atual relacionada ao meio ambiente para colocar a discussão dos experimentos em um contexto que os alunos pudessem se identificar e perceber a importância do tema e sua relação com a química. Logo, para a contextualização e problematização do roteiro, utilizou-se de um trecho do texto de Murta (2011), encontrado como questão no Enem em 2012, o qual aborda diferentes tipos de fontes energéticas da atualidade, entre elas, o combustível fóssil.

> A maior parte dos veículos de transporte atualmente é movida por motores a combustão que utilizam derivados do petróleo. Por causa disso, esse setor é o maior consumidor de petróleo do mundo, com altas taxas de crescimento ao longo do tempo. Enquanto outros setores têm obtido bons resultados na redução do consumo, os transportes tendem a concentrar ainda mais o uso de derivados do óleo (Murta, 2011, adaptado).

Devido a esse combustível causar impactos ambientais negativos, e esse trecho ter sido usado como questão em uma das provas mais importantes do país, mostrou-se assim oportuna a inserção desse texto no roteiro. A problematização vem a partir de perguntas relacionadas com o tema para, em primeiro lugar, verificar os conhecimentos prévios dos estudantes acerca do tema e para introduzir os experimentos da apresentação da seguinte forma: 1) O que são combustíveis? Exemplos. 2) Onde, além dos veículos, tem-se o uso de combustíveis? 3) O uso de combustíveis prejudica o meio ambiente? De que forma?

ISSN 25946412

Após a apresentação, e discussão inicial sobre a problematização, foram realizados três experimentos em sequência, conforme exposto no Quadro 5:

Quadro 5- Nome do experimento, objetivo de aprendizagem, materiais e reagentes utilizados, e questões que acompanharam os experimentos

Experimento	Objetivo	Materiais e reagentes	Questões para os experimentos
Varinha mágica	Compreender como ocorrem as reações de combustão/ o que é necessário para que isso ocorra.	- Álcool etílico. - Algodão. - Permanganato de potássio. - Ácido sulfúrico. - Bastão de vidro. - Cadinho.	**1)** O que é o fogo? Como podemos defini-lo? O que precisa para fazer uma reação de combustão? **2)** Quais os produtos de uma reação de combustão? **3)** Apenas forma CO2 e H2O em reações de combustão? 4) Quais gases são prejudiciais para a atmosfera?
Vareta na garrafa	Como a liberação de gases na queima de um combustível deixa a atmosfera (garrafa).	- Vareta de madeira. - Sistema de uma garrafa de vidro com água em uma bacia com água. - Iodeto de potássio. - Peróxido de hidrogênio 130 volumes. - Erlenmeyer com rolha e mangueira conectado a garrafa com água. - Isqueiro ou fósforo.	**1)** Existe algum combustível, principalmente para veículos, que não libere esses gases? **2)** O que é a chuva ácida? **3)** O que é uma fonte de energia limpa? **4)** O que são combustíveis renováveis? Dê exemplos.
Balão de Hidrogênio	Verificar o poder combustível do gás hidrogênio.	- Garrafa de vidro. - Papel alumínio. - Solução concentrada de hidróxido de sódio. - Balão de borracha.	**1)** Quais os benefícios de se utilizar o gás hidrogênio como combustível? **2)** Por que não se utiliza o gás hidrogênio como combustível atualmente? **3)** Quais as dificuldades em obter, manter e utilizar esse combustível?

Fonte: Autores

Conforme indicado no Quadro 5, para cada experimento lançaram-se questões à discussão dos fenômenos científicos observados, bem como à construção de hipóteses

ISSN 25946412

relacionadas a como resolver os problemas gerados a partir do uso de combustíveis não renováveis. A seguir, descrevem-se as etapas de cada experimento do roteiro desenvolvido:

1. Varinha mágica: Este experimento consistiu em compreender como ocorrem as reações de combustão e o que é necessário para que isso ocorra. Para a realização do experimento, em um cadinho, misturou-se permanganato de potássio com ácido sulfúrico concentrado; em um bastão de vidro com um algodão na ponta, adicionou-se álcool etílico a este e, quando a ponta do bastão com algodão e álcool entrou em contato com a mistura do cadinho, ocorreu uma reação de combustão. Portanto, por esse experimento buscou-se discutir os componentes necessários para a combustão e os produtos formados, servindo de base conceitual para outros experimentos que tratam da combustão. Nesse caso, a reação química pode ser assim descrita:

$$1\ C_2H_5OH_{(aq)} + 3\ O_{2(g)} \rightharpoonup 2\ CO_{2(g)} + 3\ H_2O_{(v)}$$

2. Vareta na garrafa*:* Este experimento consiste em demonstrar como a liberação de gases provenientes da queima de um combustível pode afetar a atmosfera, juntamente com o importante papel do oxigênio na reação de combustão. O experimento ocorreu ao se encher uma garrafa de vidro com gás oxigênio advindo da decomposição do peróxido de hidrogênio catalisado por iodeto de potássio, mais uma vareta de madeira com uma brasa na ponta que, ao entrar na garrafa, iniciou a combustão. Durante essa reação, aumentou-se paulatinamente a quantia de fumaça no interior da garrafa devido aos gases liberados na queima da madeira. Este visual foi utilizado para fazer uma comparação por similaridade à queima de combustíveis em grandes cidades como São Paulo e Hong Kong, cujas paisagens ficaram famosas pela poluição do ar, de aspecto esfumaçado. É válido apreciar que, em discussões mais corriqueiras, esse experimento se limitava a apenas a importância da concentração do oxigênio nas reações de combustão. Com a ressignificação, foi possível abordar também questões ambientais decorrentes da queima de combustíveis, queimadas em florestas e do impacto destes na atmosfera.

3. Balão de hidrogênio: Este experimento pretende demonstrar o poder combustível do gás hidrogênio e colocá-lo em discussão no contexto de combustíveis limpos. A realização do experimento se deu pela adição de papel alumínio a uma garrafa de vidro contendo uma solução de hidróxido de sódio concentrada. A reação produziu o gás hidrogênio, que foi coletado em uma bexiga acoplada na boca dessa garrafa, para, posteriormente, realizar a combustão desse gás. Antes do roteiro, esse experimento, neste setor do museu, abordava discussões mais tradicionais sobre o valor do alumínio e suas propriedades, o poder combustível do hidrogênio

ISSN 25946412

e sua utilização como combustível de dirigíveis antigos. Com a ressignificação, o experimento amplia as discussões acerca de fontes de combustíveis renováveis e combustíveis limpos, a produção de gás hidrogênio em escala, a comparação do poder combustível do gás hidrogênio com a gasolina e o porquê de não se utilizar esse combustível atualmente. Neste caso, a reação química pode ser assim descrita:

$$6\,NaOH + 2\,Al \rightharpoonup Na_2Al_2O_3 + 3\,H_2 \quad (1)$$

$$2H_2 + O_2 \rightharpoonup 2\,H_2O \quad (2)$$

3.2 PROCEDIMENTOS ANALÍTICOS

Cabe inicialmente ressaltar que, para averiguar o roteiro, compatibilizou-se o referencial teórico de Marcondes *et al.* (2009), então demarcado em análises a respeito da problematização e dos experimentos, uma vez que o roteiro não utiliza textos na apresentação e também não contempla a realização de uma avaliação ou atividade. Para a problemática, verificou-se se o tema proposto potencializa abrir espaço para que os alunos manifestem seus conhecimentos prévios, hipóteses e interpretações acerca do tema, bem como se a problematização poderia ocorrer apenas no início da proposta ou se desenvolveria ao longo dela, conforme o Quadro 1. Para analisar os experimentos, estabeleceu-se a relação destes com o tema do estudo, levando em conta: “sem relação (nível 0) - quando o experimento não trata de conceitos que promovam algum aspecto do tema tratado; com relação fraca (nível 1) - quando o experimento trata de conceitos que promovam o entendimento de algum aspecto particular do tema tratado ou se relacionem de maneira indireta com o tema; relação direta (nível 2) - quando o experimento trata de conceitos envolvidos na resolução do problema em estudo ou que promovam o entendimento de aspectos que estejam relacionados a esse tema”. Em relação à natureza dos experimentos, os critérios para classificação - investigação, verificação ou conhecimento de fatos, há conformidade com o Quadro 2.

Quanto à análise das falas transcritas dos visitantes durante o desenvolvimento do roteiro, inspirou-se no referencial teórico de Moraes (2003) de análise textual discursiva. Nesta análise, após a transcrição total do áudio, selecionaram-se as falas transcritas em categorias que possibilitassem a identificação de articulações de conceitos abordados na apresentação com aspectos CTSA. E, por fim, averiguou-se a viabilidade de identificação e compreensão de significados relacionados à temática nas falas dos visitantes.

ISSN 25946412

A seguir serão apresentados os resultados e discussões, mostrando em primeiro momento a discussão a respeito dos resultados da análise do roteiro e, posteriormente, a discussão a respeito da análise textual discursiva.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 ANÁLISE DO ROTEIRO

Antes de tudo, porém, é válido situar que a problematização tem sua base na formulação de questionamentos que abordam a situação do contexto, os quais necessitam de respostas fundamentadas em conhecimentos previamente organizados (Delizoicov; Angotti, 1991). Coerentemente a isto, a contextualização empregada no roteiro refere-se à utilização de combustíveis derivados do petróleo em veículos automotores e a comparação com outros setores que obtiveram sucesso na utilização de combustíveis alternativos. As perguntas relativas à contextualização, além de buscar explorar os conhecimentos prévios dos visitantes, questionam o tema dos combustíveis fósseis e seu impacto ambiental.

Analisando a problemática inicial e as perguntas relacionadas a ela, de acordo com o Quadro 1, observa-se que a contextualização leva em consideração os aspectos sociais e ambientais por questionar, através das perguntas “O uso de combustíveis prejudica o meio ambiente? De que forma?”, bem como o impacto ambiental que a utilização de combustíveis fósseis causa, e ainda o científico, por questionar o conceito de combustível. Observa-se também que a problemática a respeito de combustíveis e seu impacto ambiental perdura durante todo o roteiro, através das questões que estão relacionadas a cada experimento, podendo ser observada no primeiro experimento através de uma pergunta a respeito dos produtos formados na queima de um combustível: “Quais os produtos de uma reação de combustão?”. Já no segundo experimento sendo evidenciada pelas questões: “existe algum combustível, principalmente para veículos, que não libere esses gases?”; “o que é a chuva ácida?”; “o que é uma fonte de energia limpa?”; e “o que são combustíveis renováveis? “e no terceiro experimento pelas perguntas: “quais os benefícios de se utilizar o gás hidrogênio como combustível?”; “por que não se utiliza o gás hidrogênio como combustível atualmente?”; e “quais as dificuldades em obter, manter e utilizar esse combustível?”.

O primeiro experimento analisado, intitulado “varinha mágica”, apresentou uma fraca relação quanto à problemática (nível 1) mediante o Quadro 2, em razão deste experimento servir como base para o entendimento do fenômeno da combustão pela demonstração de uma reação

ISSN 25946412

de combustão usando as perguntas: “O que é o fogo?; como podemos defini-lo?; o que precisa para fazer uma reação de combustão?”; e “o que forma em uma reação de combustão?”. Assim, o experimento aborda um conceito que promove o entendimento de um aspecto particular da temática. Em relação ao estilo de experimentação, este pode ser classificado como “conhecimento de fatos”, e como o intuito do experimento era servir de base para demonstrar um conceito sobre combustão, não se focou muito na parte investigativa, sendo uma descrição das observações.

O segundo experimento analisado, "vareta na garrafa", apresenta uma forte ligação com o tema abordado (nível 2), à medida que traz uma representação visual ilustrativa do ponto a ser tratado: a poluição causada pela queima de um combustível. A imagem da garrafa com uma fumaça densa devido à queima da madeira, e a comparação desta imagem com cidades como São Paulo e Hong Kong, conhecidas por ter uma atmosfera esfumaçada e poluída, tem o intuito de demonstrar aos visitantes o impacto que a utilização de combustíveis fósseis causa em larga escala. As perguntas relacionadas ao experimento identificam-se fortemente ligadas à problemática, por subsidiarem reflexões direcionadas ao efeito da queima de combustíveis: "O que é a chuva ácida?". Para o questionamento acerca das fontes alternativas de energia: “Existe algum combustível, principalmente para veículos, que não libere esses gases?”; e “O que são combustíveis renováveis?”. Essas perguntas objetivam a formulação de hipóteses sobre a resolução do problema ambiental causado pelos combustíveis. Aliás, elas mostram-se úteis na introdução do terceiro experimento. E em relação ao estilo de experimentação, esse experimento encaixa-se no estilo investigativo pelo fato de os alunos não conhecerem os resultados de antemão, vindo a formular hipóteses sobre o que ali observam.

O terceiro e último experimento do roteiro, intitulado “balão de hidrogênio”, demonstra uma das fontes alternativas de energia que podem substituir os combustíveis fósseis, compara o poder combustível do gás hidrogênio com o da gasolina e, por meio da pergunta: “Quais os benefícios de se utilizar o gás hidrogênio como combustível?”, buscou subsidiar a discussão de questões ambientais quanto aos combustíveis fósseis. Ademias, beneficiou-se a reflexão sociopolítica e científica sobre a não utilização desse combustível atualmente e as relativas dificuldades de sua obtenção e armazenamento, mediante as questões: “Por que não se utiliza o gás hidrogênio como combustível atualmente?”; “quais as dificuldades em obter, manter e utilizar esse combustível?”. Portanto, esse experimento apresentou forte ligação com o tema problematizado (nível 2) e, a respeito do estilo de experimentação, pode-se classificá-lo com

ISSN 25946412

estilo investigativo pelo não conhecimento dos resultados por parte dos visitantes e a utilização dos dados pós experimentos para avaliar a superioridade do hidrogênio como combustível, no contexto comparativo então direcionado.

Por conseguinte, pode-se analisar que o roteiro investigativo potencializa uma imagem de ciência contextualizada e que favorece a formação do cidadão via abordagem CTSA.

4.2 ANÁLISE TEXTUAL DISCURSIVA DAS FALAS DOS VISITANTES

Nesta seção objetiva-se analisar se, na fala dos estudantes, é possível encontrar relações entre os conceitos abordados na apresentação do museu com aspectos CTSA. Logo, baseando-se no referencial teórico de Moraes (2003) a fim de encontrar significados nas falas dos visitantes durante o desenvolvimento do roteiro investigativo, em primeiro momento, foi-se produzido o corpus do trabalho, através da transcrição do áudio da apresentação. Essa transcrição, no entanto, não pôde ser aqui expressa na íntegra, uma vez que, devido sua realização em espaço aberto e com número expressivo de visitantes, algumas falas não foram registradas de maneira audível pelo gravador. Pelo referencial traçado (ibid.), portanto, esse primeiro momento objetivou desmontar e unitarizar o texto, a fim de analisar os sentidos do texto em diferentes limites. Como já se conhecia os grandes temas da análise, estabeleceram-se categorias a priori pelo método dedutivo, conforme indicado no Quadro 6:

Quadro 6- Típicas falas de visitantes em categorias da análise textual discursiva

CATEGORIAS DA ANÁLISE TEXTUAL DISCURSSIVA		
1 MEIO AMBIENTE	**2 CIÊNCIA E TECNOLOGIA**	**3 ASPECTOS NEGATIVOS DA QUÍMICA**
1.1 - Por causa dos gases que liberam. 1.2 - Quando fica muito tempo sem chover. 1.3 - Quando tem muito ácido na chuva. 1.4 - Poluições, aí chove. 1.5- Porque a água não ia poluir, não ia emitir gás.	2.1 - Por causa dos gases que liberam. 2.2 - Libera a fumaça. 2.3 – Álcool. 2.4 - Põe no carro para o carro se movimentar. 2.5 – Um álcool, que é um combustível, uma faísca, que é uma fonte de ignição, combustível, ignição. 2.6 - Ácido sulfúrico já. 2.7 - É ácido hialurônico, eu confundi os dois. 2.8 - Gás carbônico. 2.9 – Fogo. 2.10 - Quando queima alguma coisa? calor? 2.11 – Cinzas. 2.12 - Não, forma fumaça.	3.1 - Por causa dos gases que liberam. 3.2 - Quando tem muito ácido na chuva. 3.3 - Não sei, por que tudo que a gente queimar vai formar fumaça. Mas deve ter né 3.4 - Isso aí é tóxico? 3.5 - Ah, esse aí tem risco.

ISSN 25946412

	2.13 - É o álcool que tá queimando. 2.14 - Aí dentro o oxigênio ta bem mais puro. 2.15 - Não sei, por que tudo que a gente queimar vai formar fumaça. Mas deve ter né. 2.16 - Na água tem hidrogênio né? 2.17 - Ele tem a mesma reação do gás hélio né, que puxa para cima o balão. 2.18 - Teria que ser água potável? 2.19- Tem que ter hidrogênio.	

Fonte: Autores

As categorias criadas buscam identificar nas falas dos alunos, através de frases ou palavras, aspectos relacionados à CTSA, ou seja: sentidos e compreensões a respeito de impactos positivos ou negativos no meio ambiente, conceitos, objetos, compostos ou nomenclaturas relacionadas a conceitos de química e tecnologia e aspectos negativos da química, palavras que remetem a algo negativo quando se trata de um composto ou conceito químico. Segundo o autor (Moraes, 2003, p. 199), "um conjunto de categorias é válido quando é capaz de representar adequadamente as informações categorizadas, atendendo dessa forma aos objetivos da análise, que é de melhorar a compreensão dos fenômenos investigados". Essa concepção reforça que a qualidade do processo de categorização não está relacionada à quantidade de categorias elaboradas, mas à sua capacidade de representar, de forma consistente, os significados presentes no conjunto de dados analisado. Assim, a validade das categorias resulta de sua adequação aos objetivos da pesquisa, permitindo que a interpretação dos dados contribua efetivamente para uma compreensão mais aprofundada do fenômeno investigado. Nesse sentido, as categorias analíticas elaboradas neste trabalho buscaram representar os significados expressos pelos estudantes durante a aplicação do roteiro investigativo, com foco principalmente em relação às suas concepções sobre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, possibilitando uma análise coerente com os objetivos da pesquisa e uma interpretação mais aprofundada do caráter formativo da proposta desenvolvida. Analisando a primeira categoria relacionada ao meio ambiente, verifica-se uma baixa articulação dos conteúdos trabalhados com aspectos de tal relação, em que as falas se apresentam de maneira muito rasa, o que dificulta a atribuição e compreensão de um significado. A primeira fala

ISSN 25946412

exposta, 3.1 no Quadro 6, demonstra que o aluno compreende, mesmo que de maneira superficial, que os gases liberados na queima de combustíveis causam um impacto negativo sobre o meio ambiente. A fala 1.2 apresenta uma concepção errada a respeito da chuva ácida. As falas 1.3 e 1.4, apesar de corretas, também se apresentam de maneira muito rasa. Por sua vez, a fala 1.5 exemplifica uma articulação significativa entre os conceitos tratados na apresentação e o meio ambiente, podendo ser caracterizada com uma argumentação próspera a respeito das propriedades do gás hidrogênio e seu impacto ambiental.

Ao analisar a segunda categoria, referente aos aspectos de ciência e tecnologia, pode-se adotar uma subcategoria indicando que por vezes foram citados apenas compostos químicos, demonstrando certo conhecimento, ainda que se limitado a nomenclaturas, por parte dos visitantes (Quadro 7).

Quadro 7: Subcategoria indicando típicas falas a respeito de compostos químicos.

CATEGORIA 2 – CIÊNCIA E TECNOLOGIA	
CATEGORIA 2.2 COMPOSTOS QUÍMICOS	2.3 - Álcool; 2.6 - Ácido sulfúrico já; 2.7 - É ácido hialurônico, eu confundi os dois; 2.8 - Gás carbônico; 2.14 - Aí dentro o oxigênio ta bem mais puro; 2.16 - Na água tem átomos de hidrogênio né?; 2.17 - Ele tem a mesma reação química daquela do gás hélio né, que puxa pra cima o balão.

Fonte: Autores

A partir das falas exemplificadas na categoria 2 e 2.2, é possível notar uma articulação do que foi exposto com conhecimentos prévios, e que remetem a conceitos ou compostos científicos. As falas indicadas no quadro 7 representam típicos casos de adesão da linguagem científica, cujas falas 2.16 e 2.17 demonstram certo conhecimento a respeito de propriedades de estrutura e propriedades físicas da matéria, respectivamente.

Pela última categoria analisada (aspectos negativos da Química), com poucos momentos da apresentação alguns visitantes relacionaram o que estava sendo exposto a algo negativo/prejudicial. Mesmo durante a apresentação de ácidos ou bases, os alunos não questionaram termos de segurança. Quanto a isso, apenas na fala 3.4, momento em que se observava a formação de gás hidrogênio, permitiu-se interpretar uma concepção negativa a respeito dos compostos químicos manipulados na apresentação. A respeito dos produtos de uma reação química como gases e fumaça, nas falas 3.1 e 3.3, é possível interpretar conhecimentos prévios a respeito do impacto negativo do gás carbônico e da fumaça para o meio ambiente, sendo considerado um aspecto desfavorável na Química.

ISSN 25946412

Todavia, esta análise apresenta-se com poucos aprofundamentos das falas dos visitantes por se tratar de falas pontuais e superficiais mediante esta apresentação. Alguns dos motivos prováveis para isso podem ser os trajetos abertos do espaço não-formal, que deixam o visitante com livre manifestação para contribuir ou não em discussões orais. Ainda assim, puderam-se identificar falas que demonstram conhecimentos relacionados à abordagem CTSA, mesmo que de forma superficial, principalmente no que diz respeito aos conhecimentos sobre determinados compostos químicos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se concluir deste estudo que o roteiro investigativo produzido, segundo a análise baseada no trabalho de Marcondes *et al.* (2009), se encaixa nos moldes de uma abordagem CTSA por trazer uma contextualização e uma problematização que conduz para uma discussão a respeito de temas sociais e ambientais relacionados a ciência e tecnologia durante parte significativa do roteiro. Os experimentos utilizados já eram realizados previamente no museu desta Universidade, e com o roteiro eles foram ressignificados para abordar uma discussão mais expressiva para a formação dos visitantes enquanto cidadãos. O desenvolvimento do roteiro mostrou algumas falhas que comprometeram a análise integral das falas dos visitantes. A seleção das falas que foi possível analisar exemplificou visitantes com conhecimentos prévios sobre os temas abordados, principalmente no que diz respeito a compostos químicos, porém, tais falas também se apresentaram de forma pontual e superficial sobre a apresentação.

A proposta contribui para a literatura, na medida em que pouco se disponibiliza sobre metodologias de ensino em espaços não-formais de educação e, em um ambiente onde se utiliza experimentos e dialogicidade constante com o público, é interessante a utilização de uma metodologia que guie esses diálogos para um caminho mais significativo no sentido da aprendizagem.

Apesar dos resultados obtidos na aplicação do roteiro, reitera-se a importância da contextualização e do uso de abordagens que, como a abordagem CTSA, relacione as ciências ao cotidiano dos alunos como forma de apresentar um ensino mais expressivo e que contribua para a formação do aluno, enquanto cidadão, em espaços formais e não-formais. Sugere-se, como proposta futura, um roteiro que traga, além de perguntas que exponham os conhecimentos prévios dos visitantes, perguntas diversas e aprofundadas a respeito da temática abordada, bem como variação de experimentos acessíveis de acordo com as capacidades do espaço não-formal adotado.

REFERÊNCIAS

AULER, D.; BAZZO, W. A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n. 1, p. 1-13, 2001.

BATISTA, R. F. M.; SILVA, C. C. A abordagem histórico-investigativa no ensino de Ciências. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 32, n. 94, p. 97-110, set. 2018.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. Investigação qualitativa em educação. Tradução Maria João Alvarez, Sara Bahia dos Santos e Telmo Mourinho Baptista. Porto: **Porto Editora**, 1994.

CARVALHO, A. M. P. Ensino e aprendizagem de Ciências: referenciais teóricos e dados empíricos das sequências de ensino investigativas - SEI. In: LONGHINI, M. D. (Org.). **O Uno e o Diverso na Educação**. Uberlândia: EDUFU, 2011. p. 253-266.

CENTRO DE CIÊNCIAS – **Museu de Ciência e Tecnologia de Londrina.** Disponível em: https://sites.uel.br/mct/centro-de-ciencias/. Acesso em: 30 jan. 2024.

COOMBS, P. H.; AHMED, M. Attacking rural poverty: how nonformal education can help. Baltimore: **The John Hopkins University Press**, 1974. Disponível em: https://documents1.worldbank.org/curated/en/656871468326130937/pdf/multi-page.pdf. Acesso em: 30 jan. 2024.

COMISSÃO EUROPEIA. **Memorando sobre aprendizagem ao longo da vida**. Luxemburgo: Serviço das Publicações Oficiais das Comunidades Europeias, 2000. Disponível em: https://dne.cnedu.pt/dmdocuments/Memorando%20sobre%20Aprendizagem%20Longo%20da%20Vida%20pt.pdf#page=5.65. Acesso em: 28 jan. 2024

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. Física. São Paulo: Cortez, 1990.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. Física. São Paulo: Cortez, 1991.

MARANDINO, M. Museus de Ciências como espaços de educação. In: MARANDINO, M. **Museus: dos gabinetes de curiosidades à museologia moderna**. Belo Horizonte: Argumentum, 2005. p. 165-176.

MARCONDES, M. E. R. et al. Materiais instrucionais numa perspectiva CTSA: uma análise de unidades didáticas produzidas por professores de química em formação continuada. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 14, n. 2, p. 281-298, 2009.

MENDES, M. **Ensino de eletroquímica sob a proposta CTSA na formação docente. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba**, 2018. Disponível em: https://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/12348/1/LD_COLIQ_2018_2_04.pdf. Acesso em: 28 jan. 2024.

MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 9, n. 2, p. 191-211, 2003.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. do C. Análise textual discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 12, n. 1, p. 117-128, abr. 2006.

MURTA, A. **Energia: o vício da civilização**. Rio de Janeiro: Garamond, 2011.

ROBERTS, D. A. What counts as science education? In: FENSHAM, P. J. (Ed.). Development and dilemmas in science education. **Barcombe: The Falmer Press**, 1991. p. 27-55.

RODARI, P.; MERZAGORA, M. Mediadores em museus e centros de ciência: status, papéis e treinamento. Uma visão geral europeia. In: MASSARANI, L.; MERZAGORA, M.; RODARI, P. (Org.). **Diálogos e ciência: mediação em museus e centros de ciências**. Rio de Janeiro: Museu da Vida/Casa de Oswaldo Cruz/Fiocruz, 2007. p. 7-20.

SCALFI, G.; ISZLAJI, C.; MARANDINO, M. A formação de professores na perspectiva CTSA por meio de atividades nos museus de ciências. **Indagatio Didactica**, Aveiro, v. 12, n. 4, p. 73-90, 2020. DOI: https://doi.org/10.34624/id.v12i4.21676.

SCARPA, D. L.; SASSERON, L. H.; SILVA, M. B. O ensino por investigação e a argumentação em aulas de ciências naturais. **Tópicos Educacionais**, Recife, v. 23, n. 1, p. 7-27, 2017.

SEDANO, L.; CARVALHO, A. M. P. Ensino de ciências por investigação: oportunidades de interação social e sua importância para a construção da autonomia moral. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 10, n. 1, p. 199-220, 2017.

SILVA, O. H. M. Um equipamento interativo tipo *push-button* de uma versão de três pistões de um motor movido a eletroímãs para MCTs e similares. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, p. 902-914, 2015. DOI: https://doi.org/10.5007/2175-7941.2015v32n3p902

VIEIRA, V.; BIANCONI, M. L.; DIAS, M. Espaços não-formais de ensino e o currículo de ciências. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 57, n. 4, p. 21-23, dez. 2005. Disponível em: http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S000967252005000400014&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 30 jan. 2024.

YAGER, R. E. Preface. In: YAGER, R. E. (Ed.), **Science/technology/society as reform in science education**. New York: State University of New York Press, 1996.

ZABALA, A. **A Prática Educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998.