

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS**

MILTON BASTO LIRA

**VÍDEOS DE EXPERIMENTOS DEMONSTRATIVO-
INVESTIGATIVOS: UM ESTUDO DE SIGNOS PRODUZIDOS POR
ALUNOS DE ENSINO MÉDIO SOBRE O TEMA COMBUSTÃO**

CAMPO GRANDE - MS

2013

MILTON BASTO LIRA

**VÍDEOS DE EXPERIMENTOS DEMONSTRATIVO-
INVESTIGATIVOS: UM ESTUDO DE SIGNOS PRODUZIDOS POR
ALUNOS DE ENSINO MÉDIO SOBRE O TEMA COMBUSTÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências – PPEC da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências, na Área de Concentração Ensino de Ciências Naturais, Linha de Pesquisa ensino de Química.

Orientadora

Profa. Dra. Maria Celina Piazza Recena

CAMPO GRANDE-MS

2013

MILTON BASTO LIRA

Professor contratado da Educação Básica do Estado de Mato Grosso do Sul, formado em Licenciatura Plena em Química pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. *email:* milton.basto@gmail.com

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus familiares, amigos e companheiros que sempre me incentivaram e estiveram ao meu lado.

Muito obrigado!

AGRADECIMENTOS

Agradeço pelo tempo que tive, pelo tempo que tenho e pelo tempo que ainda vou ter. No tempo que tive, conheci pessoas, amigos, colegas, amores... Pessoas que fizeram e fazem parte da minha vida, que me ajudaram e ainda me ajudam, que contribuíram em minha jornada e fazem com que o tempo que tenho hoje valha a pena. O tempo de hoje me faz sonhar e desejar alcançar meus objetivos no tempo que ainda terei, tempo que realizarei outras e mais façanhas.

Obrigado aos meus queridos pais: Helena Maria Basto Lira e José Milton Gervásio Lira que sempre buscaram as melhores formas para me proporcionar uma ótima educação. Amo vocês.

Obrigado a Prof^a Dra. Maria Celina Piazza Recena, por toda caminhada que fizemos juntos, por nossa amizade e confiança, por tudo que tornou possível a realização deste trabalho. Uma professora, uma mãe, uma amiga, uma irmã. Obrigado por tudo.

A Prof^a Dra. Shirley Takeco Gobara, por ter aceitado o convite para participar de minha banca examinadora, pela orientação que me deu quando precisei, pelas críticas e sugestões que ajudaram na realização deste trabalho. Apesar do pouco contato que tivemos sempre me ajudou muito. Obrigado querida professora.

A Prof^a Dra. Ana Maria de Andrade Caldeira, por ter aceitado o convite para participar como banca examinadora e pelas contribuições fundamentais que tem feito. Muito obrigado por tudo.

A Prof^a Dra. Nádia Cristina Guimarães Errobidart, pela disposição em participar da banca examinadora, pelas críticas e sugestões que muito colaboraram para melhorar este trabalho. Obrigado professora.

Aos meus professores e amigos Onofre Salgado Siqueira e Dario Xavier Pires, pelas contribuições, amizade e companheirismo que sempre demonstraram. Amigos, obrigado.

Ao meu grande amigo Oribes Pancrácio de Souza que sempre me apoiou e incentivou. Obrigado companheiro.

A minha namorada Juliana de Souza Peçanha, por toda ajuda e pela paciência que tem comigo. Obrigado amor!

Enfim, meu agradecimento a todos que ajudaram direta ou indiretamente nessa trajetória.

“Se podes imaginar, podes conseguir.”

Albert Einstein

RESUMO

Com base na teoria semiótica proposta por Charles Sanders Peirce (1839-1914) realizamos um estudo que verificou se a utilização de vídeos de experimentos demonstrativo-investigativos contribuiu para o aprimoramento de significados, no estudo do assunto combustão, por alunos do Ensino Médio de uma escola da rede estadual da cidade de Campo Grande – MS. Descrevemos as etapas de elaboração e filmagem de experimentos demonstrativo-investigativos e posteriormente suas utilizações e avaliações em uma sequência didática. Aplicamos um estudo piloto, um questionário prévio e um estudo principal. Para tanto, 59 alunos que cursavam o segundo e terceiro anos do Ensino Médio participaram da pesquisa e tiveram suas falas transcritas e suas escritas analisadas. Para avaliarmos os processos de significação e ressignificação desses estudantes, utilizamos classes semióticas que tornaram possíveis as categorizações de domínios de habilidades cognitivas e conceitos científicos manifestos. As análises dos argumentos indicaram que a sequência didática pode contribuir para que o professor consiga ter uma noção das concepções prévias (conceitos científicos) e de suas potencialidades cognitivas (habilidades cognitivas) que os alunos apresentam como também, obtivemos a constatação que o material pode promover a aquisição de signos pelos estudantes, sobre o tema combustão. Entre outras conclusões, acreditamos que o material didático correspondeu as nossas expectativas e o indicamos como uma ferramenta didática com grande potencial para promover uma prática investigativa.

Palavras-chave: semiótica, combustão, vídeos de experimentos.

ABSTRACT

Based on the semiotic theory proposed by Charles Sanders Peirce (1839-1914) conducted a study that found the use of experimental videos demonstrative investigative contributed to the improvement of meanings, in the study of the subject combustion for high school students from a state school in the city of Campo Grande - MS. We described the stages of elaboration and filming of experiments demonstrative-investigative and subsequently their uses and evaluations in a didactic sequence. We apply a pilot study, a questionnaire prior and a principal study. Therefore, 59 students who attended the second and third years of high school participated in the research and have their speech transcribed and their writings analyzed. To measure the processes of signification and reframing of these students, we used semiotic classes that make possible the categorization of mastery of cognitive and scientific concepts manifest. The analysis of the arguments indicated that the didactic sequence may contribute to the teacher can get a sense of preconceptions (scientific concepts) and their cognitive capabilities (cognitive ability) that students have, as well, we got the confirmation that the material can promote the acquisition of signs by the students about the combustion topic. Among other conclusions, we believe that the didactic material matched our expectations and we indicated that as a didactic tool with great potential to further a research practice.

Keywords: semiotics, combustion, experimental videos.

SUMÁRIO

LISTA DE QUADROS.....	9
LISTA DE FIGURAS	12
1. INTRODUÇÃO	14
1.1. EXPERIMENTAÇÃO DEMONSTRATIVO-INVESTIGATIVA	19
1.2. VÍDEOS DE EXPERIMENTOS	21
2. TEORIA SEMIÓTICA E VÍDEOS DE EXPERIMENTOS DEMONSTRATIVO-INVESTIGATIVOS.....	24
2.1. PEIRCE: BIOGRAFIA.....	24
2.2. A TEORIA SEMIÓTICA DE CHARLES SANDERS PEIRCE	25
2.3. PEIRCE, PRAGMATISMO E A TEORIA SEMIÓTICA	26
2.4. SEMIÓTICA E O ENSINO DE CIÊNCIAS.....	30
2.5. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA PARA ANÁLISE DOS DADOS.....	38
3. METODOLOGIA	43
3.1. PRODUÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	44
3.2. FILMAGEM DOS EXPERIMENTOS	45
3.3. EXPERIMENTOS: ESCOLHAS.....	46
3.4. INSTRUMENTOS PARA FILMAGEM DOS EXPERIMENTOS	51
3.5. PREPARAÇÃO DOS VÍDEOS PARA UTILIZAÇÃO DE FORMA DIDÁTICA.....	54
3.6. SEQUÊNCIA DIDÁTICA	55
3.7. APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	59
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	62
5.1 ESTUDO PILOTO	63
5.2 QUESTIONÁRIO PRÉVIO.....	73
5.3 ESTUDO PRINCIPAL: UTILIZAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	76
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	93
6. REFERÊNCIAS.....	96

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Relação das três tricotomias de signos com os níveis de primeiridade, secundidade e terceiridade	33
Quadro 2 - Dez classes de Signos embasadas nas combinações das três tricotomias	34
Quadro 3 - Dez classes de signos e suas descrições	35
Quadro 4 - Categorias propostas para Manifestação de Habilidades Cognitivas	41
Quadro 5 - Categorias propostas para Domínio de Conceitos Científicos	41
Quadro 6 - Exemplos de respostas da primeira questão para o Experimento “Chama de uma vela”, no Estudo Piloto	63
Quadro 7 - Exemplos de respostas da segunda questão para o Experimento “Chama de uma vela”, no Estudo Piloto	64
Quadro 8 - Exemplos de respostas da terceira questão para o Experimento “Chama de uma vela”, no Estudo Piloto	65
Quadro 9 - Exemplos de respostas da primeira questão para o Experimento “Tamanhos diferentes”, no Estudo Piloto.....	65
Quadro 10 - Exemplos de respostas da segunda questão para o Experimento “Tamanhos diferentes”, no Estudo Piloto.....	66
Quadro 11 - Exemplos de respostas da primeira questão para o Experimento “Insetos respiram”, no Estudo Piloto.....	67
Quadro 12 - Exemplos de respostas para segunda questão para o Experimento “Insetos Respiram”, no Estudo Piloto	68
Quadro 13 - Exemplos de respostas da primeira questão para o Experimento “Chama fantasma”, no Estudo Piloto.....	68

Quadro 14 - Exemplos de respostas da segunda questão para o Experimento “Chama fantasma”, no Estudo Piloto..... 69

Quadro 15 - Exemplos de respostas da primeira questão para o Experimento “Combustão incompleta”, no Estudo Piloto 70

Quadro 16 - Exemplos de respostas para segunda questão para o Experimento “Combustão incompleta”, no Estudo Piloto..... 70

Quadro 17 - Exemplos de respostas da primeira questão para Outras Questões, no Estudo Piloto..... 71

Quadro 18 - Exemplos de respostas da segunda questão para Outras Questões, no Estudo Piloto..... 71

Quadro 19 - Exemplos de respostas da terceira questão para Outras Questões, no Estudo Piloto..... 72

Quadro 20 - Exemplos de respostas da quarta questão para Outras Questões, no Estudo Piloto..... 72

Quadro 21 - Exemplos de respostas para primeira questão do Questionário Prévio..... 73

Quadro 22 - Exemplos de respostas para segunda questão do Questionário Prévio..... 74

Quadro 23 - Exemplos de respostas para terceira questão do Questionário Prévio..... 74

Quadro 24- Exemplos de respostas para quarta questão do Questionário Prévio..... 75

Quadro 25 - Exemplos de respostas para quinta questão do Questionário Prévio..... 75

Quadro 26 - Exemplos de respostas para sexta questão do Questionário Prévio..... 76

Quadro 27 - Categorização de raciocínios apresentados sobre o experimento mental aplicado na Sequência Didática.....	77
Quadro 28 - Exemplos de respostas para primeira questão da Sequência Didática.....	78
Quadro 29 - Exemplos de respostas para segunda questão da Sequência Didática.....	81
Quadro 30 - Categorização de raciocínios apresentados, na Sequência Didática, sobre os elementos necessários para que haja o fogo	84
Quadro 31 - Exemplos de respostas para terceira questão da Sequência Didática.....	85
Quadro 32 - Categorização de raciocínios apresentados, na Sequência Didática, sobre a relação entre o tamanho do copo e a existência da chama	86
Quadro 33 - Exemplos de respostas para quarta questão da Sequência Didática.....	87
Quadro 34 - Exemplos de respostas para quinta questão da Sequência Didática.....	89
Quadro 35 - Exemplos de respostas para sexta questão da Sequência Didática.....	90

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Relações básicas que constituem um signo na teoria peirceana ...	38
Figura 2 - Imagem do experimento “Chama de uma vela”	46
Figura 3 - Imagem do experimento “Insetos respiram”	47
Figura 4 - Imagem do experimento “Tamanhos diferentes”	48
Figura 5 - Imagem do experimento “Chama fantasma”	49
Figura 6 - Imagem do experimento “Combustão incompleta”	50
Figura 7 - Foto de uma das partes do sistema de iluminação utilizado	52
Figura 8 - Foto do fundo utilizado para realizar as filmagens dos experimentos	53
Figura 9 - Imagens da apresentação utilizando o software Prezi [®]	62
Figura 10 - Categorização do raciocínio referente ao domínio de Habilidades Cognitivas para a primeira questão do questionário da Sequência Didática.....	80
Figura 11 - Categorização do raciocínio referente ao domínio de Conceitos Científicos para a primeira questão do questionário da Sequência Didática.....	80
Figura 12 - Categorização do raciocínio referente ao domínio de Habilidades Cognitivas para a segunda questão do questionário da Sequência Didática.....	83
Figura 13 - Categorização do raciocínio referente ao domínio de Conceitos Científicos para a segunda questão do questionário da Sequência Didática.....	83
Figura 14 - Categorização do raciocínio referente ao domínio de Habilidades Cognitivas para a terceira questão do questionário da Sequência Didática.....	88
Figura 15 - Categorização do raciocínio referente ao domínio de Conceitos Científicos para a terceira questão do questionário da Sequência Didática.....	88

Figura 16 - Categorização do raciocínio referente ao domínio de Habilidades Cognitivas para a quinta questão do questionário da Sequência Didática91

Figura 17 - Categorização do raciocínio referente ao domínio de Conceitos Científicos para a quinta questão do questionário da Sequência Didática91

VÍDEOS DE EXPERIMENTOS DEMONSTRATIVO-INVESTIGATIVOS: UM ESTUDO DE SIGNOS PRODUZIDOS POR ALUNOS DE ENSINO MÉDIO SOBRE O TEMA COMBUSTÃO

1. INTRODUÇÃO

A utilização das tecnologias de informação e comunicação (TIC), tanto por professores do nível básico e superior como também por seus respectivos alunos, torna-se maior a cada ano. Em muitas ocasiões, professores buscam esses recursos como possíveis alternativas para poder facilitar as discussões de conteúdos e conceitos durante suas atividades docentes.

Nas ciências da natureza e suas tecnologias, a experimentação destaca-se no âmbito das estratégias pedagógicas empregadas pelos professores. Nesse cenário, vale ressaltar que, com o auxílio de algumas das tecnologias de informações e comunicações (vídeos, simulações e animações), práticas experimentais podem ser simuladas ou reproduzidas e, assim, podem contribuir com o ensino de ciências. No entanto, para que esses instrumentos possam contribuir positivamente para o ensino de Química, ressaltamos a importância de um estudo e planejamento da utilização das TIC ou de recursos da internet, para que esses não caracterizem apenas um momento recreativo ou um recurso ilustrativo na construção de conhecimentos.

Nesse cenário, este trabalho de dissertação se propõe a verificar a viabilidade do emprego de vídeos de experimentos demonstrativo-investigativos como facilitadores do ensino e da aprendizagem nas aulas de Química para o Ensino Médio.

Com os avanços tecnológicos, até telefones celulares gravam vídeos, mas será que basta somente ter uma ideia e uma câmera na mão para conseguir uma produção com boa qualidade? Existem instrumentos ou recursos necessários para realizarmos a filmagem de um experimento que contribua para a aprendizagem ou com fins educacionais?

Para responder tais questionamentos, além de avaliarmos a viabilidade dos vídeos produzidos, também realizamos uma abordagem de alguns aspectos que podem facilitar e organizar a filmagem das práticas experimentais.

No processo de escolha do tema que foi trabalhado, buscamos um conteúdo que apresentasse indícios de dificuldades de ensino e aprendizagem de algum conceito de Química, nas instituições educacionais.

Na Química, existem vários fatores que podem causar a existência dessas dificuldades, como, por exemplo, por conter uma simbologia própria e em alguns casos exigir a necessidade de realizar abstrações. Também podemos citar fatores pedagógicos, como abordagens didáticas que se restringem à transmissão de informações, definições e leis isoladas, supondo que os alunos, apenas por memorização ou resolução de exercícios, adquiram os conhecimentos. Outra situação, que pode ser considerada como um motivo para a defasagem de ensino e aprendizagem é inexistência de relação entre as informações estudadas e a realidade vivenciada por nós.

Durante a elaboração do trabalho de conclusão de curso de Lira (2010), foi observado que os alunos participantes daquela pesquisa apresentavam dificuldades na compreensão de alguns conceitos referentes ao conteúdo de combustão. Lira (2010) comparou a eficácia, em sala de aula, de um experimento filmado com a do mesmo experimento apresentado presencialmente. Para isso, valeu-se da análise das manifestações de habilidades cognitivas apresentadas pelos alunos do segundo ano do Ensino Médio de uma escola estadual da cidade de Campo Grande, Mato Grosso do Sul. O autor constatou que esses alunos pareciam não compreender o conceito de combustão inteiramente, apresentando, em sua maioria, conhecimentos superficiais e concepções alternativas.

Ao realizarmos uma pesquisa bibliográfica em periódicos da área de ensino de ciências, percebemos que outros pesquisadores também constataram essa problemática. Galiuzzi et. al. (2005, p.25-28) no artigo “Uma sugestão de Atividade Experimental: A Velha Vela em Questão” aponta que os alunos, antes de serem submetidos à aplicação da sequência didática proposta, apresentavam equívocos na compreensão dos fenômenos envolvidos e a compreensão parcial da reação

química de combustão. Silva e Pitombo (2006) estudaram a compreensão de como os alunos entendem os termos de queima e combustão e indicaram que vários estudantes os associaram a fogo e destruição. Esses alunos chegaram a outras conclusões, mas vale citar que eles afirmaram que alguns grupos de alunos não possuíam uma representação social de combustão totalmente constituída, visto que apresentavam associações e opiniões desconexas e com ausência de sentido, considerando os significados aceitos no meio científico.

Ressaltamos que resultados similares a esses sobre estudos envolvendo o tema de combustão foram constatados em vários países. No artigo escrito por Boujaoude (1991) foi feito um estudo sobre a natureza da compreensão dos alunos sobre o conceito de queima, além de um estudo bibliográfico que nos permite entender o panorama mundial sobre a percepção que estudantes de diferentes níveis de ensino possuem desse assunto.

Boujaoude (1991) indica que Schoolum (1981, 1982) mostrou que estudantes de uma escola de ensino básico da Austrália não tinham percebido o papel ativo do ar na queima e não pensaram que substâncias foram transformadas durante a queima. Ele também apontou que, no estudo de Méheut, Saltiel, e Tiberghien (1985), estudantes franceses do ensino básico não utilizavam interpretações químicas nas suas tentativas de explicar a combustão. Além disso, afirma que Hesse (1988), nos Estados Unidos, descobriu que os estudantes do Ensino Médio explicavam a mudança química baseados em algum aspecto visível da mudança, preferiam explicações com base em analogias cotidianas e indicavam que explicações químicas tinham diferido de suas explicações pessoais apenas no uso de termos técnicos. Basili (1989) apontou que os estudantes universitários faziam confusões entre os significados científicos e cotidianos dos termos "criar" e "destruir" e que essa confusão impedia a compreensão plena da lei da conservação da matéria: lei essencial para compreender a mudança química.

Outro fator que contribuiu para escolha do tema foi a presença no livro didático destinado para o Ensino Médio de Peruzzo e Canto (2010) de uma questão que envolvia um procedimento experimental, no qual, era necessário o entendimento do fenômeno da combustão. Nesse exercício, é solicitado que *justifique a constatação experimental de que “ao tampar um copo, em cujo interior existe uma*

vela acesa, esta logo se apaga.” A resposta encontrada no livro para essa afirmação é a seguinte: “Após cobrir a vela, assim que o O_2 do interior do copo for consumido, a combustão cessará por falta desse reagente.”.

Ao nos embasar nos trabalhos realizados que indicam dificuldades de aprendizagem, pelos alunos, sobre o assunto combustão, optamos em realizar uma sequência didática direcionada para essa temática e escolhemos filmar experiências descritas na literatura, como por exemplo, algumas citadas e estudadas no livro “História Química de uma vela” de Michael Faraday. Nesse livro, encontramos atividades experimentais que envolvem a combustão. No entanto, as atividades relatadas, apesar de bem explicadas, não possuem como finalidade a aplicação em salas de aula convencionais.

Com relação às atividades experimentais empregadas no ensino, normalmente, são caracterizadas de acordo com duas perspectivas: as experiências investigativas e as experiências ilustrativas. A experimentação ilustrativa busca demonstrar os conceitos já trabalhados em aula, visando à ilustração, comprovação e memorização do conteúdo abordado. A experimentação investigativa busca possibilitar ao aluno um possível desenvolvimento de habilidades intelectuais, como a construção de conceitos mediante observações de fenômenos; o processamento de dados e o controle de variáveis; um desenvolvimento do raciocínio lógico e crítico e a formulação de hipóteses. (FRANCISCO; FERREIRA; HARTWIG, 2008; FERREIRA; HARTWIG; OLIVEIRA, 2010, SUART; MARCONDES, 2009).

Em sua pesquisa, Suart, Marcondes e Lamas (2010) indicam que abordagens que estimulem e exercitem as habilidades argumentativas, favorecendo uma análise crítica e avaliativa, colaboram com o desenvolvimento conceitual dos alunos. Nesse sentido, o uso de práticas pedagógicas investigativas poderia facilitar a compreensão dos assuntos abordados durante as aulas sobre os conceitos envolvidos na combustão.

Utilizamos nessa pesquisa uma vertente da experimentação investigativa: os experimentos demonstrativos investigativos. Segundo Silva, Machado e Tunes (2010), essas atividades experimentais são aquelas em que o professor, por meio da demonstração de um fenômeno simples, durante as aulas, pode tanto discutir

aspectos teóricos que estejam relacionados com o que foi observado, como trabalhar os três níveis dos conhecimentos químicos: a observação macroscópica, a interpretação microscópica e a expressão representacional por meio de uma linguagem própria da química.

Para cumprir a finalidade descrita no trabalho, os experimentos escolhidos foram adaptados à vertente demonstrativa investigativa.

As pesquisas de Lira (2010) conduziram a resultados que indicam que na comparação entre o experimento filmado e o experimento presencial, o desempenho educacional demonstrou-se similar ao experimento presencial e indicaram a inexistência de diferenças significativas entre os resultados apresentados por ambos.

Dessa forma, nesta pesquisa utilizamos vídeos de experimentos demonstrativos investigativos. Com os vídeos, buscamos levantar os conhecimentos construídos cotidianamente no convívio social dos alunos para, posteriormente, mostrar quais são os conceitos que o conhecimento científico engloba e, assim, criar um ambiente que proporcione aprendizagem.

Enfatizando as colocações anteriores, esse trabalho de dissertação busca responder a seguinte questão-problema: A utilização de vídeos de experimentos demonstrativos investigativos, no estudo do assunto combustão, contribuirá para o aprimoramento de significados manifestados por alunos do Ensino Médio de uma escola da rede estadual da cidade de Campo Grande – MS?

Os objetivos desse trabalho são:

- Propor uma sequência didática, utilizando vídeos de experimentos demonstrativos investigativos, para proporcionar o aprendizado de estudantes de nível médio sobre o assunto combustão.
- Indicar as contribuições de uma metodologia que utilize vídeos de experimentos demonstrativos investigativos no ensino de Química na promoção do discurso argumentativo por estudantes de nível médio.
- Delinear as possibilidades da teoria semiótica Peirceana para investigações em trabalhos no ensino de Química.

- Propor uma estratégia metodológica para utilização de vídeos de experimentos demonstrativos investigativos em aulas de Química para o Ensino Médio.

Além dos objetivos já mencionados, os vídeos de experimentos demonstrativos investigativos produzidos estão disponíveis online no endereço: <http://www.youtube.com/watch?v=2KfdjfPFSrE&list=PLG4EUCT0A1OcExqFfVslEw8LoDbOfbsKx&hd=1>, e um manual de filmagem desses experimentos foi produzido e disponibilizado.

Nessa perspectiva, estudamos a potencialidade de vídeos de experimentos demonstrativo-investigativos, para promoção da significação e ressignificação, do tema combustão, por estudantes do Ensino Médio de uma escola da rede estadual da cidade de Campo Grande – MS, fundamentado na teoria semiótica de Charles Sanders Peirce (1839-1914).

1.1. EXPERIMENTAÇÃO DEMONSTRATIVO-INVESTIGATIVA

Dentre os recursos pedagógicos empregados por professores e profissionais da área de ensino de ciências, a experimentação destaca-se como uma alternativa que pode articular fenômenos e teorias e assim motivar os alunos nas aulas, como também promover a construção de conceitos.

Francisco, Ferreira e Hartwig (2008) indicam que as atividades experimentais, em âmbito pedagógico, normalmente apresentam dois métodos de abordagens: experimentação investigativa e a experimentação ilustrativa e a forma como a prática experimental será utilizada é uma escolha do professor.

As experiências denominadas ilustrativas são aquelas que têm a função de comprovar fenômenos estudados em sala de aula. Nessa perspectiva, práticas laboratoriais buscam ilustrar, comprovar ou fixar, por meio de resultados previamente definidos, os conteúdos teóricos já estudados.

Em muitas experimentações os conceitos já estudados são revisados por meio de experimentos guiados por roteiros no formato de “receita de bolo” ou da forma que o professor (ou o material de apoio) determinar. Esse recurso, geralmente, favorece apenas a ilustração de conceitos e pouco contribui para a

execução de formulação de hipóteses ou de um raciocínio crítico por parte dos alunos (FRANCISCO; FERREIRA; HARTWIG, 2008).

Nesse prisma, Silva, Machado e Tunes (2010) ressaltam que experimentações que buscam somente comprovar teorias pouco contribuem para melhoria da qualidade do Ensino de Ciências.

Voltados para o estudo de abordagens que buscam melhorias no Ensino de Ciências, Francisco, Ferreira e Hartwig (2008) apontam que atividades experimentais investigativas regidas por “problematizações” podem proporcionar um ambiente no qual os alunos fiquem mais ativos durante as aulas, e assim podem se tornar capazes de despertar a curiosidade e a indagação, favorecendo a execução de uma atividade divertida e motivadora.

Nesse aspecto devemos tomar cuidado para que uma atividade experimental dita como divertida e motivadora contribua para a construção de conhecimentos pelos alunos, sendo necessários estudos sobre o assunto. Hodson (1994) já havia ressaltado que para comprovar a real eficácia das experiências em aulas para o ensino de ciências e justificar todo empenho gasto nessas atividades, mais pesquisas sobre esse assunto deveriam ser realizadas.

Enfatizamos que Silva, Machado e Tunes (2010) citam em sua pesquisa que jovens declararam gostar de realizar práticas experimentais no laboratório, devido à existência de uma maior possibilidade de interações sociais.

No entanto, pesquisas indicam que a experimentação investigativa, por meio da análise de situações problemas ou de resultados experimentais, pode oportunizar aos alunos a possibilidade da construção de conceitos ou o desenvolvimento de suas habilidades intelectuais. Com essas atividades, além de ilustrar os conceitos, podemos favorecer situações que possibilitem o desenvolvimento de raciocínios lógicos e críticos, bem como a formulação de hipóteses, o processamento de dados, entre outras habilidades cognitivas. Desse modo, a experimentação investigativa tem como finalidade, além de ilustrar um determinado conteúdo, facilitar ao aluno um possível desenvolvimento cognitivo. (FERREIRA; HARTWIG; OLIVEIRA, 2010, SUART; MARCONDES, 2009).

Suart e Marcondes (2009) destacam a utilização de atividades experimentais investigativas como uma possibilidade didática para instigar a manifestação de habilidades cognitivas de raciocínio lógico e assim a apontam como uma alternativa plausível para a melhoria do ensino de Química. Seguindo essa tendência, segundo

Suart, Marcondes e Lamas (2010) utilizar metodologias que estimulem a execução de habilidades argumentativas pode favorecer a análise crítica e avaliativa dos conceitos de Química e assim, colaborar para a construção de conceitos pelos alunos.

Em nossa pesquisa, utilizamos uma vertente das atividades experimentais investigativas, os denominados experimentos demonstrativo-investigativos, que possibilitam ao professor propor perguntas que orientem os alunos às situações desejadas, como elaborar hipóteses, analisar dados e realizar questionamentos.

Para Silva, Machado e Tunes (2010), com esses experimentos o professor pode por meio da observação de um fenômeno simples, durante a aula, relacionar teorias e trabalhar os três níveis do conhecimento químico: a observação macroscópica, na qual estudamos o que é observado, a interpretação microscópica na qual utilizamos as teorias científicas para explicarmos as causas e consequências do fenômeno em estudo e a expressão representacional que consiste no estudo e utilização das simbologias científicas (fórmulas, equações, gráficos, etc) para representarmos o fenômeno.

As características apresentadas sobre os experimentos demonstrativo-investigativos o tornam muito compatível com a utilização na forma de vídeos didáticos e por isso os escolhemos.

Vale ressaltar que o presente trabalho não implica em negar o papel das atividades experimentais presenciais, consiste em estudar as possibilidades e limitações da utilização dos vídeos didáticos de experimentos demonstrativo-investigativos em práticas pedagógicas voltadas para alunos de ensino médio.

1.2. VÍDEOS DE EXPERIMENTOS

Com as tecnologias existentes o vídeo educacional pode tornar-se uma ferramenta útil e versátil nas mãos dos docentes. São inúmeras as possibilidades de expressão da linguagem audiovisual, e as facilidades de produção do vídeo e aplicação desses em sala de aula podem torná-lo um ótimo instrumento educacional.

Segundo Pereira (2008) e Lira (2010) com a utilização de vídeos didáticos de experimentos em aulas de ciências, podemos incentivar as discussões de conceitos e assim favorecer a construção de conhecimentos.

Já na década de noventa, Morán (1995) estudou as formas de exibições de vídeos didáticos e foi enfático ao argumentar que o emprego adequado de uma metodologia que se utilize desse recurso, poderá facilitar ou dificultar a compreensão do conteúdo, e assim determinará, ou não, seu sucesso.

Logicamente que como outros recursos os vídeos didáticos apresentam vantagens e desvantagens.

No quesito vantagens, evidenciamos na utilização desse recurso, alguns aspectos que consideramos principais: o controle de tempo, o espaço utilizado, a reprodutibilidade, a linguagem visual, a segurança e a pequena quantidade de resíduos gerados, porém não são os únicos fatores que podem viabilizar a utilização dessa ferramenta.

Professores de ensino médio normalmente possuem uma carga horária para cumprir e isso implica em uma quantidade horas de aula por dia ou semana. Para que consigam trabalhar e proporcionar situações que alunos construam conhecimentos, o planejamento e a organização do tempo gasto pode ser um fator importante e é nesse sentido que o vídeo pode colaborar, pois com ele temos o total controle do tempo necessário para exibição de uma atividade.

O vídeo didático pode ser exibido em computadores, tablets, celulares. Entre outros. Nas unidades escolares sua aplicação pode ser realizada em sala de aula. Com o auxílio de instrumentos como o computador e um projetor, o vídeo consegue atingir uma grande quantidade de pessoas, por exemplo, alunos de uma escola. Outro recurso que pode contribuir para divulgação do vídeo é a internet, com ela podemos divulgar imagens que qualquer pessoa no mundo conseguirá visualizar.

A linguagem visual apresentada nos vídeos é outro fator que pode contribuir para a construção de conhecimentos. O vídeo facilita a apresentação de um fenômeno, por exemplo, já que nos livros, essas situações são evocadas por meio da experimentação mental.

A reprodutibilidade é outra vantagem que o vídeo possui. Podemos visualizar um vídeo, quantas vezes consideramos necessárias. Na escola, às vezes, os alunos não compreendem um experimento somente com uma visualização e a utilização do vídeo pode contribuir nesse aspecto.

A possibilidade de inserção de legendas também é caracterizada, por nós, como uma vantagem. Com as legendas podemos facilitar a compreensão do fenômeno, bem como proporcionar a inclusão dos deficientes auditivos.

Quando comparado com a experimentação presencial, podemos citar como vantagens, além de impossibilidades estruturais e materiais que podem ser apresentadas pela presencial (espaço físico, reagentes e vidrarias), a necessidade de habilidades no manuseio de instrumentos laboratoriais, na qual essas necessitam de tempo e treinamento para seu domínio.

O quesito segurança também ganha destaque com uma prática pedagógica utilizando vídeos, o professor pode demonstrar fenômenos que, presencialmente, poderiam levar riscos de acidentes aos alunos e a si.

A quantidade de resíduos produzidos é outro fator que merece nossa reflexão. A redução na produção de resíduos é uma forma de combater a degradação ambiental e por esse motivo, ganha importância quando discutimos a questão da experimentação. Com a utilização dos vídeos didáticos de experimentos, a quantidade de resíduos gerados será reduzida, visto que a experimentação só será realizada presencialmente no processo de filmagem do experimento.

Durante a prática docente, muitas vezes o professor tem dificuldades em orientar os alunos a uma observação desejada e com os vídeos, o professor pode conseguir, com maior facilidade, focalizar a atenção dos estudantes nos elementos que ele considera importantes.

Vale ressaltar que Lira (2010) observou que estudantes do ensino médio apresentam grande atenção quando submetidos a visualização de vídeos didáticos de experimentos demonstrativo-investigativos.

Como principal desvantagem, citamos que o vídeo é uma representação, portanto, não substitui o que demonstra em sua totalidade. Outra desvantagem é a não aquisição de algumas habilidades, como por exemplo, a de manuseio de instrumentos laboratoriais.

Em nossas experiências com a utilização desse instrumento, verificamos que vídeos didáticos de experimentos com curta duração demonstram vantagens sobre os com longa duração. Vídeos com cerca de cinco minutos demonstram contribuir satisfatoriamente para o aprendizado de conteúdos. Os alunos consideraram “chatos” os vídeos com maior duração e demonstram diminuir a atenção, quando submetidos a esses.

Nesse sentido, utilizamos na presente pesquisa vídeos de experimentos, com curta duração, em uma abordagem demonstrativo-investigativa.

2. TEORIA SEMIÓTICA E VÍDEOS DE EXPERIMENTOS

DEMONSTRATIVO-INVESTIGATIVOS

Em acordo com a teoria semiótica, temos que a cada repetição de uma experiência, você realiza uma atualização do signo que possui sobre a mesma. Como uma das características principais do vídeo é a reprodutibilidade, acreditamos que o vídeo possa proporcionar essa situação de promoções de ressignificações.

No pragmatismo, base da teoria semiótica de Peirce, a dúvida nasce de um desejo pelo saber: o que é isso? Para que serve? Por quê? Quando temos uma dúvida, esse é o momento em que nos é permitido transformar a experiência, que é uma das etapas iniciais de construção do conhecimento. Nesse sentido, os vídeos demonstrativo-investigativos buscam proporcionar situações que gerem a dúvida, as situações problema. O professor irá utilizar os fenômenos apresentados nos vídeos para causar situações nas quais os alunos possam entrar em conflitos cognitivos e assim procurarem por novas significações para apaziguar suas dúvidas.

Os vídeos de experimentos demonstrativo-investigativos procuram apresentar os fenômenos aos estudantes. Sabemos que o vídeo é uma representação e que não substitui um objeto em sua totalidade, porém, cremos que essa categoria de vídeo possui características que minimizam a diferença entre o representado e o apresentado.

2.1. PEIRCE: BIOGRAFIA

Charles Sanders Pierce nasceu em 1839 em Cambridge, Massachusetts nos Estados Unidos da América. Fez graduação em Física, Matemática e Química e também se dedicou ao estudo de Filosofia e de lógica os quais lhe deram reputação.

Peirce lecionou em algumas universidades, porém não obteve sucesso profissional na carreira de docente, devido sua conturbada vida pessoal. Um fato interessante sobre Peirce é que, ao escrever suas obras, ele não se preocupava em contagiar o leitor com o assunto que escrevia e, por esse motivo, muitas vezes, seus trabalhos se tornaram de difícil compreensão. Em 1878, Peirce em sua obra “Como Tornar Claras Nossas Ideias” formulou a corrente de ideias denominada pragmatismo.

Pierce faleceu em 19 de abril de 1914 e somente após sua morte recebeu o devido reconhecimento como lógico e filósofo, tendo seus trabalhos reunidos e publicados nos denominados Collected Papers.

2.2. A TEORIA SEMIÓTICA DE CHARLES SANDERS PEIRCE

Para compreendermos as relações e significações realizadas pelos alunos, utilizamos a semiótica como base teórica. A semiótica é a ciência que estuda os signos e as linguagens. Existem vários ramos da semiótica e, dentre esses, nos fundamentaremos na base teórica da semiótica desenvolvida pelo norte-americano Charles Sanders Peirce.

Para iniciarmos os estudos e melhor entendermos a semiótica, devemos conceituar os dois termos normalmente empregados para significá-la: linguagens e signos.

Em nossa sociedade, para nos comunicarmos, utilizamos uma extensa gama de artifícios, que poucas vezes paramos para observar: imagens, sons, gestos, toques. Enfim, podemos utilizar como linguagem tudo que estiver ao alcance de nossos sentidos. Não estamos limitados apenas à linguagem verbal escrita ou falada, nossas formas de comunicação ultrapassam esses limites e nos possibilitam utilizar uma grande variedade de outras linguagens, sejam elas provenientes ou não dos homens. Nesse sentido, situações que podem possuir algum significado para nós, como o som de um pássaro, o cheiro de um perfume ou o som do motor de um carro, podem ser consideradas como linguagens.

Para conceituarmos o signo, utilizaremos a definição proposta por Santaella (2002):

Em uma definição mais detalhada, o signo é qualquer coisa de qualquer espécie (uma palavra, um livro, uma biblioteca, um grito, uma pintura, um museu, uma pessoa, uma mancha de tinta, um vídeo, etc.) que representa uma outra coisa, chamada de objeto do signo, e que produz um efeito interpretativo em uma mente real ou potencial, efeito este que é chamado de interpretante do signo. (SANTAELLA, 2002, p.8)

Nesse enfoque, quais são os fundamentos necessários para a construção de um significado? Uma possível resposta para esse questionamento pode ser encontrada na Teoria Semiótica de Charles Sanders Peirce.

2.3. PEIRCE, PRAGMATISMO E A TEORIA SEMIÓTICA

Peirce foi o criador da corrente de ideias conhecida como “Pragmatismo” que pode ser compreendida como uma teoria do conhecimento.

O pragmatismo, em linhas gerais, pode ser entendido como tentativa do esclarecimento das ideias. Esta, aliás, a sua maior contribuição para a filosofia contemporânea: procurar conduzir para o terreno da análise filosófica as técnicas de investigação experimental, típica da física e da biologia. Essa tentativa, deixa assentado, entre outros pontos, que os dados científicos são coligidos, em uma investigação, sob condições planejadas de observação – e não casualmente recolhidos, como se fossem impressões isoladas de vários órgãos dos sentidos. (PEIRCE, 1972, p.20)

Então, Peirce considera que para solucionar uma problemática ou chegar próximo à solução, são necessários métodos apropriados que consigam significar as ideias filosóficas em atividades experimentais, organizando-as para a possível utilização nessa e em outras situações. (PEIRCE, 1983)

Com origem nos Estados Unidos da América o pragmatismo que tem como fundador Charles Sanders Peirce foi impulsionado por William James e John Dewey. Os três possuem uma característica em comum, para eles o conhecimento é oriundo das experiências e esse conhecimento, vindo de uma experiência, seria por si um movimento empirista, de aprender com o testar e o errar, porém, os pragmatistas percebem o conceito da experiência diferente do modo de ver dos empiristas. Shook (2002) explica que o pragmatismo possui quatro pilares que o sustenta:

1. Embora a experiência seja fundamento do conhecimento, a mente transforma a experiência em objeto de conhecimento;
2. A transformação da experiência visa a apaziguar a dúvida, etapa preparativa de uma ação com vistas a um fim específico;
3. Como a mente visa a uma crença prática, a transformação que ela faz da experiência é guiada pela atividade experimental;
4. O processo experimental de criar crenças sólidas pode ser logicamente avaliado com base em sua função de nos possibilitar prever confiavelmente e controlar nosso ambiente. (SHOOK, 2002, p.12)

Imaginemos a situação em que você coloca a mão em uma tomada. Você levará um choque. Sua mente vai transformar essa informação em um objeto de conhecimento. Na próxima vez que você ver uma tomada, já saberá que se colocar a mão ali levará um choque. Desse modo, tomará uma série de cuidados para isso não acontecer. O fundamento foi proveniente da percepção de seus sentidos e sua mente transformou a informação em um objeto de conhecimento.

A transformação de experiências em objetos de conhecimento busca apaziguar a dúvida. Se eu nunca tive dúvida, se nunca perguntei, não tenho experiência nenhuma a ser transformada.

Com a repetição de uma experiência, você atualiza seu significado sobre a mesma, de uma forma mais elaborada, criando outras relações de conhecimento com aquele objeto.

Parar gerar uma dúvida é necessário uma influência externa, é preciso ser afetado de alguma forma para que essa dúvida seja gerada. Se nossa crença não é capaz de controlar o ambiente em que estamos inseridos, uma nova dúvida será gerada e assim iremos atrás de respostas para acalmar a dúvida.

Uma dúvida só é genuína quando queremos saber a resposta dela. Um exemplo para esboçarmos aqui é o de estudantes em uma sala de aula. O professor pode ministrar o conteúdo com a melhor didática possível. Contudo, se o aluno não estiver interessado, apenas poderá memorizar o conteúdo e todo aquele signo que se promoveu na cabeça dele será degenerado. O aluno sai da aula e pouco aprendeu. Faltou uma etapa preparativa: a dúvida.

O nosso cérebro utiliza um processo lógico mental procurando economizar caminhos para a execução do pensamento. Ele quer saber os atalhos que ele tem que utilizar para pensar e faz isso por meio de experiências criadas por atividades experimentais. É nesse sentido que o pragmatismo entende a experiência. Nosso cérebro procurará atalhos e criará formas de pensar com vista para uma ação de vida, uma ação prática ou uma ação de vivência. Esse conceito fundamenta a lógica da experiência pragmática.

É importante salientar que independente de estar certo ou errado, verdadeiro ou falso, o fato da mente fazer todos esses processos não significa que aquele pensamento seja necessariamente verdadeiro ou certo e, sim, que foi a forma que aquela mente conseguiu responder sua dúvida.

Essa lógica da experiência é a forma que conhecemos as coisas. Nossa compreensão começa na percepção da nossa mente trabalhando essas percepções, em busca de caminhos e atalhos para apaziguar uma dúvida. Um ser pensante que procura descrever, esclarecer e organizar suas experiências. É aí que está nossa noção e essa noção é a base do que chamamos de fenomenologia, a qual pode ser considerada a ciência de toda experiência e a teoria semiótica de Peirce está alicerçada nela.

A semiótica é uma das disciplinas que fazem parte da ampla arquitetura filosófica de Peirce. Essa arquitetura está alicerçada na fenomenologia, uma quase ciência que investiga os modos como aprendemos qualquer coisa que aparece à nossa mente, qualquer coisa de qualquer tipo, algo simples como um cheiro, uma formação de nuvens no céu, o ruído da chuva, uma imagem de revista etc., ou algo mais complexo como um conceito abstrato, a lembrança de um tempo vivido etc., enfim, tudo que se apresenta à mente. (SANTAELLA, 2002, p.02)

Para Peirce as experiências montam e organizam categorias de pensamento. Ele passou a vida procurando e estudando essas categorias. Quais são? Quais as principais? Quais as mais importantes? Quantas são necessárias para organizar e entender um conhecimento? Depois de muitos estudos, ele chegou à conclusão que apenas três categorias do conhecimento são necessárias: primeiridade, secundidade e terceiridade.

Em um trecho de uma das cartas destinadas para Lady Welby, Peirce esclarece sobre a categorização das ideias “[...] fui levado após apenas três ou quatro anos de dedicação a colocar todas as ideias em três classes, as de Primariedade, Secundariedade e Terciariedade.” (PEIRCE, 1972, p.135)

Em suma, ele considera que todas as nossas experiências fenomênicas são organizadas dessa forma e que para cada uma delas a mente trabalha com essas três categorias.

A primeiridade pode ser entendida como a primeira impressão que se tem de algo, uma qualidade de sentimento. Trata-se, de uma consciência imediata, da primeira apreensão das coisas, partes constituintes da sensação e do pensamento, ou de qualquer coisa que esteja imediatamente presente em nossa consciência, nossa primeira forma de predicação das coisas. Está relacionada com a possibilidade, qualidade, potencialidade, sentimento, acaso, originalidade, liberdade, independência. A secundidade está relacionada com a existência, reação. É aquilo ao qual a qualidade da primeiridade se refere. A terceiridade é a forma como interpretamos o mundo, relacionando com primeiridade e a secundidade. É caracterizada pelo entendimento, pela capacidade da compreensão, da inteligibilidade, generalidade, mediação, síntese. (SANTAELLA, 1983, 2002)

A semiótica foi definida por Peirce (1983) como a doutrina da natureza essencial e fundamental de todas as variedades de possíveis semioses, que podem ser entendidas como a cooperação entre o signo, o objeto e o interpretante – uma relação que se processa única e exclusivamente em forma de tríade.

Assim, podemos definir uma tríade semiótica. A primeiridade expressa a qualidade de sentimento e é considerado o *representâmen* ou signo. A secundidade é a reação causada por uma sensação de existência e é considerado o objeto. A terceiridade é a interpretação ou a compreensão do objeto e é considerado o interpretante.

Essas três categorias constituem o signo, que é o objeto de estudo de Peirce. Ele estuda a semiótica, mas uma semiótica lógica, do pensamento lógico, uma ciência para tornar as ideias claras e passíveis de estudo. Busca entender como a mente pensa e como encontra caminhos para apaziguar dúvidas genuínas e chegar a crenças sólidas.

Em palavras simples, signo é aquilo que representa algo para alguém. A conceituação proposta Peirce (1972) define que:

Um signo, ou *representâmen*, é algo que, sob certo aspecto ou de algum modo, representa alguma coisa para alguém. Dirige-se a alguém, isto é, cria na mente dessa pessoa um signo equivalente, ou talvez um signo melhor desenvolvido. Ao signo, assim criado, denomino *interpretante* do primeiro signo. O signo representa alguma

coisa, seu *objeto*. Coloca-se no lugar desse objeto, não sob todos os seus aspectos, mas com referência a um tipo de ideia que tenho, por vezes, denominado o *fundamento* do representâmen. (PEIRCE, 1972, p.94)

Fonseca, Araujo e Caldeira (2008) ressaltam que devemos entender que o signo é uma relação dependente das três faces e que é impossível encontrar um signo que apresente somente uma face. Dessa forma, encontramos as categorias da potencialidade da primeiridade, da existência da secundidade e do conceito da terceiridade em qualquer signo de qualquer natureza. Pela análise semiótica, podemos identificar a categoria que se apresenta com maior intensidade no signo estudado. Fundamentados nessas afirmações, os autores enfatizam que a análise semiótica funciona como um bom instrumento, no âmbito da pesquisa em ensino de ciências, para análise e avaliação dos níveis de significações que os estudantes se encontram.

2.4. SEMIÓTICA E O ENSINO DE CIÊNCIAS

Realizarmos uma pesquisa bibliográfica em periódicos da área de ensino de ciências para verificarmos as utilizações da teoria semiótica nessas disciplinas.

Trevisan e Carneiro (2009) trabalharam aspectos gerais da teoria semiótica norte-americana para estudar as metáforas no ensino de biologia e apresentaram que a própria dinâmica da semiótica (tríades) garante a contribuição dessa teoria nos estudos sobre linguagens científicas e pedagógicas, bem como expressaram a importância da metáfora para o ensino de biologia.

Caldeira e Manechine (2007) trabalharam uma tríade (perceber/relacionar/conhecer) fundamentada na semiótica de Peirce para investigar os conceitos que alunos da terceira série do ensino fundamental construíram e representaram quando submetidos a uma metodologia didática embasada em um ambiente de experiências e indicaram que uma prática pedagógica que utiliza sequências vivenciadas pelos estudantes pode possibilitar o perceber, estabelecer relações e o conhecer dos fenômenos naturais.

Gois e Giordan (2007) estudaram as significações que as representações químicas na sala de aula assumem com base na teoria semiótica Peirceana. Utilizaram as classificações propostas por Peirce para relação de signos com seus objetos (ícone, índice e símbolo) nos processos de análise e concluíram que em

cada dimensão do conhecimento químico (macroscópico, submicroscópico e simbólico), uma das categorias prevalece. Na dimensão macroscópico as categorias indicial e simbólica, na dimensão submicroscópico as categorias icônica e simbólica e na dimensão simbólica todas as categorias (icônica, indicial e simbólica).

Na matemática também temos a utilização da teoria semiótica proposta por Peirce: Almeida e Silva (2012) mostram algumas possibilidades de introdução de atividades com potenciais para desenvolver diferentes tipos de raciocínio e ações cognitivas pelos estudantes. Utilizaram como ferramenta de análise a tríade semiótica abdução, dedução e indução para analisar as inferências e as ações cognitivas apresentadas em uma sala de aula de um curso de licenciatura em Matemática sobre o conteúdo de Modelagem Matemática. Dessa análise eles apontaram que de acordo com a relação realizada entre os modos de inferência e as ações cognitivas manifestadas, surgem as ideias que irão construir o conhecimento dos alunos.

Wartha e Rezende (2011) também utilizaram as categorias da teoria semiótica para analisar representações químicas e apontaram que:

Utilizar-se das categorias filosóficas de Peirce (primeiridade, secundidade e terceiridade) permite a compreensão dos objetos sógnicos como representação do conhecimento químico no poder de representação dos signos em seus contextos de estudo. Portanto, conclui-se que a Semiótica Peirceana apresenta um potencial teórico muito rico para, também, discutir a questão das representações do conhecimento químico, sobretudo hoje, nos ambientes das múltiplas linguagens e, principalmente, dos ambientes virtuais, em que é possível apresentar com clareza peculiaridades e propriedades inerentes aos processos relativos a interações dinâmicas no nível de partículas subatômicas como, por exemplo, a movimentação relativa entre as partículas devido a colisões intermoleculares e a própria temperatura. O caráter icônico desse tipo de representações pode ser utilizado para construir o conhecimento químico que ou não seria possível de outra forma ou seria muito mais difícil utilizando apenas palavras e imagens estáticas. Na Química a maioria dos objetos (entes químicos) é representada e, objetos representados funcionam semioticamente. Portanto, a semiótica pode trazer contribuições para uma melhor compreensão dos processos que envolvem representações no ensino de Química. (WARTHA, REZENDE, 2011, p.288-289)

Ao analisarmos esses trabalhos publicados na área de ensino de Química que utilizam a teoria semiótica Peirceana, percebemos que a ótica dos pesquisadores tem enfatizado as representações químicas, ou seja, as análises estão fundamentadas na teoria do signo em relação ao objeto.

São várias as possibilidades de relações para os signos e sobre esse assunto, Santaella (1983) destaca:

Tomando como base as relações que se apresentam no signo, por exemplo, de acordo com modo de apreensão do signo em si mesmo, ou de acordo com o modo de apresentação do objeto imediato, ou de acordo com o modo de ser do objeto dinâmico etc, foram estabelecidas 10 tricotomias, isto é, 10 divisões triádicas do signo, de cuja combinatória resultam 64 classes de signos e a possibilidade lógica de 59 049 tipos de signos (SANTAELLA, 1983, p.13).

Visto a grande quantidade de classes de signos, Peirce se concentrou, principalmente, no estudo de três relações de tricotomias para os signos, uma tricotomia para a relação do signo consigo mesmo, uma para a relação do signo com o objeto e uma para relação do signo com seu interpretante.

A primeira tricotomia relaciona o signo consigo mesmo e introduz as seguintes divisões: qualissigno, sinsigno ou legissigno.

Qualissigno é uma qualidade que é um Signo. Não pode realmente atuar como signo até que se corporifique; mas esta corporificação nada tem a ver com seu caráter como signo. Um sinsigno (onde a sílaba sin é considerada em seu significado de “uma única vez”, como em singular, simples, no Latim semel, etc.) é uma coisa ou evento existente e real que é um signo. E só o pode ser através de suas qualidades, de tal modo que envolve um qualissigno ou, melhor, vários qualissignos. Mas estes qualissignos são de um tipo particular e só constituem um signo quando realmente se corporificam. Um legissigno é uma lei que é um Signo. Normalmente, esta lei é estabelecida pelos homens. (PEIRCE, 2010, p.52)

A segunda tricotomia se refere à relação do signo para com seu objeto e pode ser dividida nas seguintes categorias: ícone, índice ou símbolo.

Um Ícone é um signo que se refere ao Objeto que denota apenas em virtude de seus caracteres próprios, caracteres que ele igualmente possui quer um tal Objeto realmente exista ou não. Um índice é um signo que se refere ao Objeto que denota em virtude de ser realmente afetado por esse Objeto. Portanto, não pode ser um Qualissigno, uma vez que as qualidades são o que são independentemente de qualquer outra coisa. Um Símbolo é um signo que se refere ao Objeto que denota em virtude de uma lei, normalmente uma associação de ideias gerais que opera no sentido de fazer com que o Símbolo seja interpretado como se referindo àquele Objeto. (PEIRCE, 2010, p.52)

A terceira tricotomia se refere à relação do signo com seu interpretante e pode ser dividida nas seguintes categorias: rema, dicente ou argumento.

Um Rema é um Signo que, para seu Interpretante, é um Signo de Possibilidade qualitativa, ou seja, é entendido como representado esta e aquela espécie de Objeto possível. Todo Rema propiciará, talvez, alguma informação, mas não é interpretado nesse sentido. Um Signo Dicente é um signo que, para seu Interpretante, é um Signo de existência real. Portanto, não pode ser um Ícone o qual não da base para interpretá-lo como sendo algo que se refere a uma existência real. Um Dicissigno necessariamente envolve, como parte dele, um Rema para descrever o fato que é interpretado como sendo por ela indicado. Mas este é um tipo especial de Rema, e, embora seja essencial ao Dicissigno, de modo algum o constitui. Um argumento é um Signo que, para seu Interpretante, é Signo de lei. Podemos dizer que um Rema é um Signo que é entendido como representando seu objeto apenas em seus caracteres; que Um Dicissigno é um signo que é entendido como representando seu objeto com respeito à existência real; e que um Argumento é um Signo que é entendido como representando seu Objeto em seu caráter de Signo. (PEIRCE, 2010, p.53)

Criamos o quadro 1 para apresentar a relação de primeiridade, secundidade e terceiridade para essas três classificações dos signos.

Quadro 1 - Relação das três tricotomias de signos com os níveis de primeiridade, secundidade e terceiridade

	1ª TRICOTOMIA	2ª TRICOTOMIA	3ª TRICOTOMIA
PRIMEIRIDADE	1 - QUALISSIGNO	1 - ÍCONE	1 - REMA
SECUNDIDADE	2 - SINSIGNO	2 - ÍNDICE	2 - DICENTE
TERCEIRIDADE	3 - LEGISSIGNO	2 - SÍMBOLO	3 - ARGUMENTO

Queiroz (2004) explica as relações da primeiridade, secundidade e terceiridade com essas três tricotomias:

[...] os três correlatos da relação triádica S-O-I podem ser da natureza de “primeiridade, secundidade, terceiridade”. Uma vez que esses modos podem ser designados por <1,2,3>, respectivamente [...] é fácil ver como obtemos 27 possíveis combinações, das quais apenas dez são permitidas. Isto é, de 27 possíveis combinações, pelas restrições descritas em CP2, 235-236-237 apenas dez são permitidas. (QUEIROZ, 2004, p.87)

As dez classes de signos concebíveis pelas combinações das três tricotomias anteriores estão apresentadas no quadro 2.

Quadro 2 - Dez classes de Signos embasadas nas combinações das três tricotomias

DEZ CLASSES DE SIGNOS
(I) Remático Icônico Qualissigno; (II) Remático Icônico Sinsigno; (III) Remático Indicial Sinsigno; (IV) Dicente Indicial Sinsigno; (V) Remático Icônico Legissigno; (VI) Remático Indicial Legissigno; (VII) Dicente Indicial Legissigno; (VIII) Remático Símbolo Legissigno, (IX) Dicente Símbolo Legissigno, (X) Argumento Simbólico Legissigno.

O quadro 3 apresenta as dez classes de signos e as descrições para cada um delas propostas no livro de Peirce (2010) “Semiótica – Coleção Estudos” nas páginas 55, 56 e 57:

Quadro 3 - Dez classes de signos e suas descrições

DEZ CLASSES DE SIGNOS	DESCRIÇÃO
Primeira: Remático Icônico Qualissigno	É uma qualidade qualquer, na medida em que for um signo. Dado que uma qualidade é tudo aquilo que positivamente é em si mesma, uma qualidade só pode denotar um objeto por meio de algum ingrediente ou similaridade comum, de tal forma que um Qualissigno é necessariamente um Ícone. Além do mais, dado que uma qualidade é uma mera possibilidade lógica, ela só pode ser interpretada como um signo de essência, isto é um Rema.
Segunda: Remático Icônico Sinsigno	É todo objeto de experiência na medida em que alguma de suas qualidades faça-o determinar a idéia de um objeto. Sendo um Ícone e, com isso, um signo puramente por semelhança de qualquer coisa com que se assemelhe, só pode ser interpretado como um signo de essência, ou Rema. Envolve um Qualissigno.
Terceira: Remático Indicial Sinsigno	É todo objeto da experiência direta na medida em que dirige a atenção para um objeto pelo qual sua presença é determinada. Envolve necessariamente um Sinsigno Icônico de um tipo especial do qual, no entanto, difere totalmente dado que atrai a atenção do intérprete para o mesmo Objeto denotado.
Quarta: Dicente Indicial Sinsigno	É todo objeto da experiência direta na medida em que é um signo e, como tal, propicia informação a respeito de seu Objeto, isto só ele pode fazer por ser realmente afetado por seu Objeto, de tal forma que é necessariamente um Índice. A única informação que pode propiciar é sobre um fato concreto. Um Signo desta espécie deve envolver um Sinsigno

	Icônico para corporificar a informação e um Sinsigno Indicial Remático para indicar o Objeto ao qual se refere a informação. Mas o modo de combinação, ou Sintaxe, destes dois também deve ser significante.
Quinta: Remático Icônico Legissigno	É todo tipo ou lei geral, na medida em que exige que cada um de seus casos corporifique uma qualidade definida que o torna adeuqado para trazer à mente a idéia de um objeto semelhante. Sendo um ícone, deve ser um Rema. Sendo um Legissigno, seu modo de ser é o de governar Réplicas singulares, cada uma das quais será um Sinsigno Icônico de um tipo especial.
Sexta: Remático Indicial Legissigno	É todo tipo ou lei geral, qualquer que seja o modo pelo qual foi estabelecido, que requer que cada um de seus casos seja realmente afetado por seu Objeto de tal modo que simplesmente atraia a atenção para esse Objeto. Cada uma de suas Réplicas será um Sinsigno Indicial Remático de um tipo especial. O Interpretante de um Legissigno Indicial Remático representa-o como um Legissigno Icônico, e isso ele o é, numa certa medida – porém, numa medida bem diminuta.
Sétima: Dicente Indicial Legissigno	É todo tipo ou lei geral, qualquer que seja o modo pelo qual foi estabelecido, que requer que cada um de seus casos seja realmente afetado por seus Objeto de tal modo que forneça uma informação definida a respeito desse Objeto. Deve envolver um Legissigno Icônico para significar a informação e um Legissigno Indicial Remático para denotar a matéria dessa informação. Cada uma de suas Réplicas será um Sinsigno Dicente de um tipo especial.

Oitava: Remático Símbolo Legissigno	É um signo ligado a seu Objeto através de uma associação de idéias gerais de tal modo que sua Réplica traz à mente uma imagem a qual, devido a certos hábitos ou disposições dessa mente, tende a produzir um conceito geral, e a Réplica é interpretada como um Signo de um Objeto que é um caso desse conceito. Assim o Símbolo Remático ou é aquilo que os lógicos chamam de Termo Geral, ou muito se lhe parece. O Símbolo Remático, como todo Símbolo, é da natureza de um tipo geral e é, assim, um Legissigno. Sua Réplica, no entanto, é um Sinsigno Indicial Remático de um tipo especial, pelo fato de a imagem que sugere à mente atuar sobre um Símbolo que já está nessa mente a fim de dar origem a um Conceito Geral.
Nona: Dicente Símbolo Legissigno	É um signo ligado a seu objeto através de uma associação de idéias gerais e que atua como um Símbolo Remático, exceto pelo fato de que seu pretendido interpretante representa o Símbolo Dicente como, sendo, com respeito ao que significa, realmente afetado por seu Objeto, de tal modo que a existência ou lei que ele traz à mente deve ser realmente ligada com o Objeto indicado. Assim, o pretendido Interpretante encara o Símbolo Dicente como um Legissigno Indicial Dicente;
Décima: Argumento Simbólico Legissigno	Um Argumento é um signo cujo interpretante representa seus objeto como sendo um signo ulterior através de uma lei, a saber, a lei segundo a qual a passagem dessas premissas para essas conclusões tende a ser verdadeira. Manifestamente, então, seu objeto deve ser geral, ou seja, o Argumento deve ser um Símbolo. Como Símbolo, ele deve, além do mais, ser um Legissigno. Sua Réplica é um Sinsigno Dicente.

Nesta dissertação utilizamos como um recurso para análise dos dados obtidos, a tricotomia proposta para os argumentos: Abdução, Indução e Dedução.

2.5. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA PARA ANÁLISE DOS DADOS

Para analisarmos os dados, de acordo com a teoria semiótica peirceana, utilizamos uma categorização em diagramas triádicos proposta por Caldeira e Manechine (2007).

Na semiótica Peirceana os diagramas representam e simbolizam as relações básicas que constituem um signo e são apresentados na tríade R (*representamen*), O (objeto) e I (interpretante), relacionados conforme Figura 1.

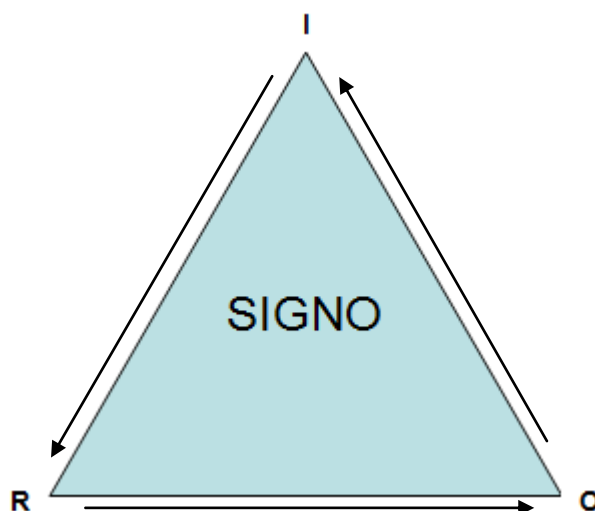


Figura 1 - Relações básicas que constituem um signo na teoria peirceana

Segundo Caldeira e Manechine (2007):

Nas relações de *representamen*, no domínio da primeiridade, localiza-se a percepção, como representante da potencialidade de tudo que é possível de ser realizado, que é indiferenciado, um *continuum* de possibilidades. O objeto corresponde às relações de secundidade, em nível da significação, em que as relações dos alunos com os fenômenos naturais se confrontam. As relações de interpretante apresentam-se através da formalização possível das ideias, que os alunos geraram no confronto com as relações obtidas, possibilitando ressignificá-las. (CALDEIRA, MANECHINE, 2007, p.232)

É importante mencionar que utilizamos uma categorização triádica adaptada, proposta por Cadeira e Manec vbchine (2007), para que fosse mais específica a uma prática de Investigação, fundamentada na observação e discussão de fenômenos. Essas categorias estão divididas em um diagrama – perceber/significar/ressignificar – para representação das etapas mentais do entendimento de um fenômeno, no qual, “perceber” indica percepção inicial; “significar”, a significação ou confronto mental e “ressignificar” indica o conhecer, processo de utilização do novo conhecimento. Seguindo essa linha de raciocínio, “perceber” está em nível de primeiridade, “significar” em nível de secundidade e “ressignificar” em nível de terceiridade.

Os signos nos quais essas relações ocorrem efetivamente são denominados signos genuínos e existem os signos em que alguma degeneração de uma dessas relações ocorre, é o caso da mera memorização de um conceito, na qual não ocorre uma relação com um objeto e, assim, o significado formado é denominado degenerado.

Para investigar a potencialidade dos vídeos didáticos de experimentos demonstrativo-investigativos no ensino, e analisar as manifestações de aprendizagem produzidas pelos estudantes, frente essa metodologia, analisamos o raciocínio e a construção de hipóteses, utilizando categorias propostas por Peirce (1972) como tríade do argumento: abdução/indução/dedução.

Um Argumento pode ser entendido como um signo formado a partir de um raciocínio lógico no qual são relacionadas ideias com a finalidade de propor uma conclusão sobre algo, assim o conhecimento científico é oriundo de um argumento no qual se uniram proposições verdadeiras e formaram um raciocínio lógico e aceitável perante a comunidade científica.

Peirce (2010) descreve o argumento como:

Um argumento sempre é entendido por seus Interpretantes como fazendo parte de uma classe geral de argumentos análogos, classe essa que, como um todo, tende para a verdade. Isto pode ocorrer de três modos, dando origem à tricotomia de todos os argumentos simples em Deduções, Induções e Abduções. (PEIRCE, 2010, p.59)

Sobre a abdução Peirce (2010) explica:

Uma *Abdução* é um método de formar uma predição geral sem nenhuma certeza positiva de que ela se verificará, seja num caso especial ou normalmente, sendo sua justificativa a de que é a única esperança possível de regular racionalmente nossa conduta futura, e que a *Indução* a partir de experiências passadas nos encoraja fortemente a esperar que ela seja bem sucedida no futuro. (PEIRCE, 2010, p.60)

Para a indução, Peirce (2010) explica:

Uma *Indução* é um método de formar Símbolos Dicientes relativos a uma questão definida, cujo método o Interpretante não representa como capaz de proporcionar, a partir de premissas verdadeiras, resultados aproximadamente verdadeiros na maioria dos casos e no decorrer da experiência, considerando, no entanto, que se se persistir nesse método, a longo prazo, chega-se à verdade, ou a um ponto sempre mais perto da verdade, a respeito de qualquer questão. (PEIRCE, 2010, p.60)

A dedução é explicada por Peirce (2010) como:

Uma *dedução* é um argumento cujo interpretante o representa como pertencendo a uma classe geral de argumentos possíveis exatamente análogos tais que, a longo prazo, a maior parte daqueles cujas premissas são verdadeiras, terão conclusões verdadeiras. (PEIRCE, 2010, p.59)

Segundo Caldeira e Manechine (2007), a *abdução* estuda o processo da construção de hipóteses; a *indução*, o de verificação das hipóteses e a *dedução*, das implicações lógicas das hipóteses.

Uma *Abdução* é um método de elaborar Previsão geral sem qualquer garantia positiva de que ela se concretizará (...) Uma *Indução* é um método de elaborar Símbolos Dicientes relativos a uma questão específica, método que o Interpretante não sustenta conduzir na maioria dos casos e ao longo da experiência, de premissas verdadeiras a resultados aproximadamente verdadeiros, mas sustenta que se se insistir em tal método, ele, a longo prazo, desvelará a verdade ou conduzirá a uma contínua aproximação da verdade (...) Uma *Dedução* é um argumento cujo Interpretante o vê como pertencente a uma classe geral de argumentos possíveis, precisamente análogos, tais que, a longo alcance, a maior parte daqueles cujas premissas são verdadeiras terão conclusões verdadeiras. Deduções podem ser Necessárias ou Prováveis. (PEIRCE, 1972, p.111-112)

Também realizamos uma análise alusiva à manifestação de habilidades cognitivas e o domínio de conceitos científicos. Referente ao domínio de habilidades cognitivas, utilizamos como instrumento de análise o quadro 4, no qual existem

categorias adaptadas propostas por Caldeira e Manechine (2007), como também categorias criadas para tornar o procedimento de análise mais específico.

Quadro 4- Categorias propostas para Manifestação de Habilidades Cognitivas

Categorias Peirceanas	Categorias propostas para Manifestação de Habilidades Cognitivas
Primeiridade	Observar;
	Construir hipóteses;
Secundidade	Identificar elementos presentes no experimento;
	Relacionar dados e variáveis;
Terceiridade	Propor relações causais;
	Generalizar;
	Conceituar;

Referente ao domínio de conceitos científicos, utilizamos como instrumento de análise o quadro 5, no qual também utilizamos categorias adaptadas por Caldeira e Manechine (2007) e categorias criadas para tornar o processo de análise mais preciso.

Quadro 5 - Categorias propostas para Domínio de Conceitos Científicos

Categorias Peirceanas	Categorias propostas para Domínio de Conceitos Científicos
Primeiridade	Identificar conceitos científicos;
Secundidade	Expressar conceitos científicos;
	Relacionar conceitos científicos com fatores observados;
Terceiridade	Expressar compreender conceitos científicos;
	Relacionar conceitos científicos;
	Compreender conceitos científicos;
	Concluir raciocínio lógico

Os diálogos entre os estudantes e as respostas elaboradas pelos alunos – durante a participação da sequência didática – serão analisados e categorizados seguindo os quadros 4 e 5 propostos anteriormente.

Como um dos objetivos do projeto é analisar o processo de significação e ressignificação nos discursos argumentativos dos alunos, a sequência didática foi gravada e as falas dos alunos e professores foram transcritas e analisadas de acordo com teoria semiótica proposta por Charles Sanders Peirce.

3. METODOLOGIA

Nesse capítulo, detalharemos as etapas envolvidas no processo de investigação deste trabalho de dissertação: as escolhas metodológicas e pedagógicas que fundamentaram a pesquisa, o preparo dos instrumentos e recursos que foram utilizados, bem como a explanação das técnicas de obtenção e análise dos dados.

Buscamos enquadrar e fundamentar metodologicamente a pesquisa relatada como uma pesquisa qualitativa. Bogdan e Biklen (1982) conceituam uma pesquisa qualitativa e apontam cinco características básicas, discutidas por Lüdke e André (1986):

1. A pesquisa qualitativa tem o ambiente natural como sua fonte direta de dados e o pesquisador como seu principal instrumento. Segundo os dois autores, a pesquisa qualitativa supõe o contato direto e prolongado do pesquisador com o ambiente e a situação que está sendo investigada, via de regra através do trabalho intensivo de campo.
2. Os dados coletados são predominantemente descritos. O material obtido nessas pesquisas é rico em descrições de pessoas, situações, acontecimentos; inclui transcrições de entrevistas e depoimentos, fotografias, desenhos e extratos de vários tipos de documentos. Citações são frequentemente usadas para subsidiar uma afirmação ou esclarecer um ponto de vista. Todos os dados da realidade são considerados importantes. O pesquisador deve, assim, atentar para o maior número possível de elementos presentes na situação estudada, pois um aspecto supostamente trivial pode ser essencial para a melhor compreensão do problema que está sendo estudado.
3. A preocupação com o processo é muito maior do que com o produto. O interesse do pesquisador ao estudar um determinado problema é verificar como ele se manifesta nas atividades, nos procedimentos e nas interações cotidianas.
4. O “significado” que as pessoas dão às coisas e à sua vida são focos de atenção especial pelo pesquisador. Nesses estudos há sempre uma tentativa de capturar a “perspectiva dos participantes”, isto é, a maneira como os informantes encaram as questões que estão sendo focalizadas. Ao considerar os diferentes pontos de vista dos participantes, os estudos qualitativos permitem iluminar o dinamismo interno das situações, geralmente inacessível ao observador externo.
5. A análise dos dados tende a seguir um processo indutivo. Os pesquisadores não se preocupam em buscar evidências que comprovem hipóteses definidas antes do início dos estudos. As abstrações se formam ou se consolidam basicamente a partir da inspeção dos dados num processo de baixo para cima. (LÜDKE; ANDRÉ, 1986, p. 11-13).

As características apresentadas no trabalho são fundamentadas em uma abordagem de natureza qualitativa em que todos os dados obtidos são investigados. Inicialmente, a sala de aula é ambiente para a obtenção direta dos dados e o professor é o principal pesquisador do trabalho. O método para obtenção de dados é fundamentado na transcrição das falas dos alunos e dos professores e na resposta deles a alguns questionários. No processo de análise dos dados, verificamos as respostas escritas, os diálogos, a capacidade de raciocínio lógico e de formulação hipóteses produzidos pelos alunos, procurando por vestígios da significação e ressignificação sobre o assunto abordado.

Também classificamos como pesquisa de campo exploratória, principalmente no que tange ao sentido de modificar e clarear conceitos. Essa conclusão foi fundamentada nos apontamentos de Lakatos e Marconi (1993) que a conceituam:

Exploratórios - são investigações de pesquisa empírica cujo objetivo é a formulação de questões ou de um problema, com tripla finalidade: desenvolver hipóteses, aumentar a familiaridade do pesquisador com um ambiente, fato ou fenômeno, para a realização de uma pesquisa futura mais precisa ou modificar e clarificar conceitos. (LAKATOS; MARCONI, 1993, p.188).

Na presente proposta, durante as práticas pedagógicas, utilizamos vídeos de experimentos demonstrativo-investigativos que serviram para proporcionar a discussão dos conceitos envolvidos na combustão. Nesse sentido, compartilhamos as etapas envolvidas na preparação dos vídeos de experimentos demonstrativos. Esses procedimentos facilitaram e organizaram as filmagens realizadas.

3.1. PRODUÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A sequência didática foi elaborada a partir das manifestações de conhecimentos apresentadas pelos estudantes no trabalho de conclusão de curso de Lira (2010) sobre a combustão. No entanto, para prepararmos a sequência didática sobre combustão, buscamos adquirir conhecimentos em diversas fontes: livros, periódicos, websites, professores, entre outros.

Destacaremos uma pesquisa que serviu como alicerce dessa sequência didática, isto é, o livro “História Química de uma Vela” de Faraday (2003) que colaborou para uma melhor compreensão de muitos dos fenômenos que acontecem na combustão de uma vela.

Com a pesquisa sobre o tema em mãos estruturamos a sequência didática de forma que cada vídeo elaborado tivesse potencialidade para causar a dúvida nos estudantes e que os conhecimentos conseguidos com os vídeos anteriores funcionassem como base para que os alunos pudessem aumentar seus significados sobre o tema. Para apaziguar tais dúvidas, o professor dialogava com os alunos e introduzia conceitos.

Nesse sentido, procuramos causar uma dúvida e ajudamos a apaziguá-la e, posteriormente, causamos outra dúvida para que, com aquele conhecimento anterior, já apaziguado, ele pudesse conseguir bases para responder a nova dúvida.

Assim, a sequência didática utilizou principalmente os vídeos produzidos e o diálogo entre professor e alunos como recursos para promoção de significados.

Descreveremos agora os processos para escolha e filmagem dos experimentos utilizados e posteriormente detalharemos a sequência didática

3.2. FILMAGEM DOS EXPERIMENTOS

Como não existem muitas explicações de como são realizadas as filmagens de experimentos, tomamos a liberdade de esboçar um passo a passo de como as realizamos.

Na filmagem dos experimentos, algumas técnicas de filmagem foram utilizadas. Inicialmente, dividimos o processo de produção dos vídeos em três etapas básicas: pré-produção, produção e pós-produção. A pré-produção é caracterizada como o momento no qual são planejadas todas as atividades que serão realizadas na filmagem, a produção é o momento no qual são realizadas as filmagens e a pós-produção é quando realizamos as edições e retoques finais.

Com essas etapas em mente, organizamos as filmagens. A escolha dos experimentos e fenômenos utilizados no processo de produção dos vídeos foi nosso ponto de partida.

3.3. EXPERIMENTOS: ESCOLHAS

Nas aulas apresentadas aos alunos de Ensino Médio, cinco experimentos foram selecionados. Três foram citados por Faraday (2003) em seu livro “História Química de uma Vela”, um consiste em uma modificação de um desses três experimentos e um foi citado por Birk e Lawson (1999) em artigo denominado “The persistence of the candle-and-cylinder misconception”. Para cumprir a finalidade descrita no trabalho, os experimentos escolhidos foram adaptados à vertente demonstrativa investigativa.

O primeiro experimento, denominado “Chama de uma vela”, consistiu em emborcar um recipiente de vidro (copo) sobre uma vela acesa fixada no centro de um recipiente (pires de porcelana). Utilizamos uma vela de parafina, um copo de vidro, um pires de porcelana e uma caixa de fósforos, Figura 2.

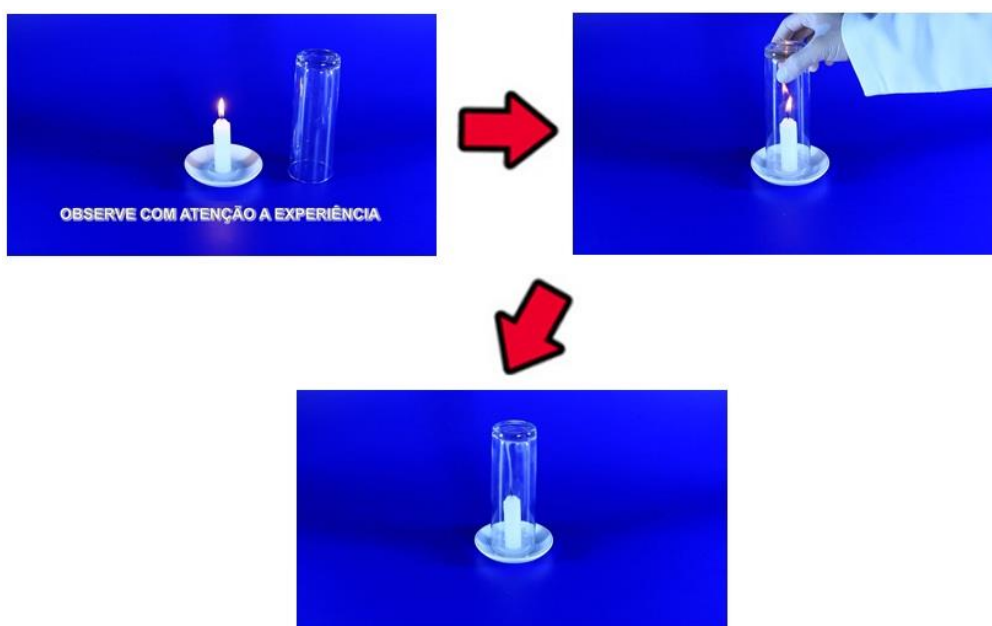


Figura 2 - Imagem do experimento “Chama de uma vela”

Esse é experimento inicial que problematizou o tema e foi fundamentado em uma atividade proposta por Faraday (2003):

(...) há necessidade de ar puro; caso contrário, nosso raciocínio e nossos experimentos serão imperfeitos. Temos aqui um frasco de ar; coloco-o sobre uma vela e, a princípio, ela queima muito bem em seu interior, mostrando que é verdade o que eu disse a seu respeito; mas logo haverá uma mudança. Observem como a chama vai sendo puxada para cima, começa rapidamente a esmaecer e, por fim, se

apaga. Por que se apaga? Não é meramente por lhe faltar ar, pois o frasco continua tão cheio de ar, parcialmente modificado e parcialmente não modificado, mas não tem uma quantidade suficiente do ar puro necessário à combustão de uma vela. (FARADAY, 2003, p.46)

O segundo experimento, denominado “Insetos respiram”, consistiu em emborcar um recipiente de vidro (copo) com abelhas dentro, sobre uma vela acesa fixada no centro de um recipiente de porcelana. Utilizamos uma vela de parafina, um copo de vidro, um pires de porcelana, uma caixa de fósforos e abelhas, Figura 3.

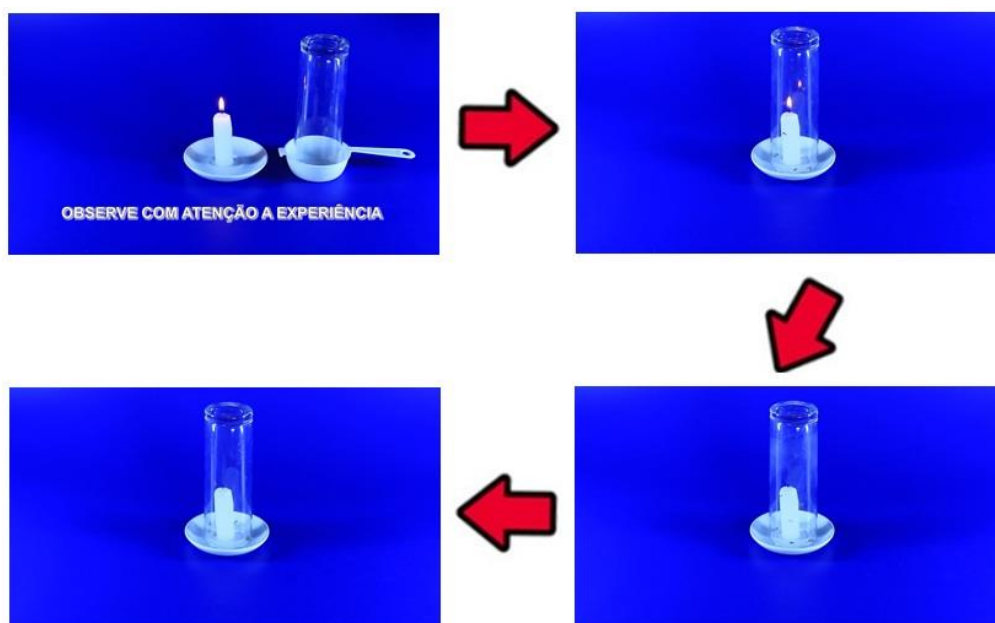


Figura 3 - Imagem do experimento “Insetos respiram”

Esse experimento foi fundamentado em um experimento proposto por Birk e Lawson (1999). No experimento realizado por eles, uma campânula de vidro é colocada sobre um rato e uma vela acesa. Após algum tempo, a vela apaga, porém o rato continua vivo e com energia, o que mostra que aquela atmosfera no interior do recipiente continuava contendo uma quantidade de oxigênio considerável.

O terceiro experimento, denominado “Tamanhos diferentes”, consistiu em emborcar dois recipientes de vidro com tamanhos diferentes (copos) sobre velas acesas fixadas no centro de dois pires de porcelana. Utilizamos duas velas de parafina, dois copos de vidro de tamanhos diferentes, dois pires de porcelana e uma caixa de fósforos, Figura 4.

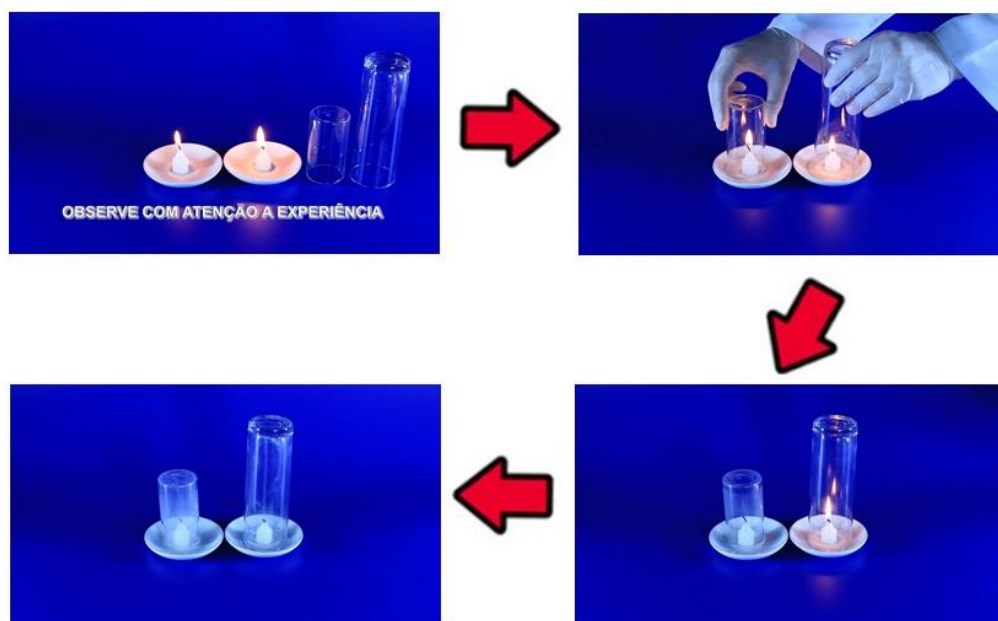


Figura 4 - Imagem do experimento “Tamanhos diferentes”

Esse experimento busca mostrar a influência do espaço existente no interior do recipiente de vidro para a manutenção da existência da chama na vela. Quanto maior o espaço, maior a quantidade de ar e, assim, mais tempo é gasto para reduzir a quantidade de oxigênio dentro do recipiente.

O quarto experimento, denominado “Chama fantasma”, consistiu em queimar o vapor de parafina liberado após emborcar rapidamente um recipiente de vidro (um copo) sobre uma vela acesa fixada em um pires de porcelana, retirando-o em seguida. Utilizamos uma vela de parafina, um copo de vidro, um pires de porcelana, e uma caixa de fósforos, Figura 5.

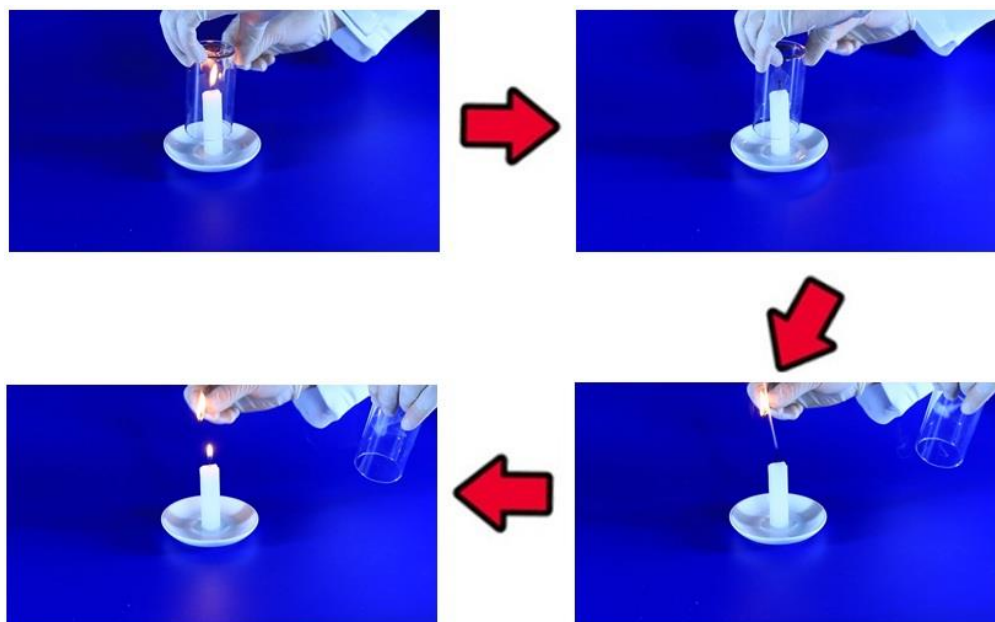


Figura 5 - Imagem do experimento “Chama fantasma”

Esse experimento busca mostrar qual é o material combustível na queima de uma vela, e teve sua fundamentação baseada em uma experiência proposta por Faraday (2003):

Vou instalar cuidadosamente um outro tubo na chama e não ficarei admirado se, com um pouco de cuidado, conseguirmos fazer este vapor atravessar o tubo até a outra extremidade, onde iremos acendê-lo, obtendo exatamente a chama da vela, num local distante dela. Bem, olhem para isto. Não é um lindo experimento? Por aí os senhores podem ver que existem, claramente, dois tipos diferentes de ação – um de produção do vapor e outro de sua combustão –, ambos os quais ocorrem em partes específicas da vela. Não conseguirei nenhum vapor da parte que já está queimada. Se eu elevar o tubo até a parte superior da chama, assim que o vapor tiver sido varrido para fora, o que vai sair já não será combustível, já terá sido queimado. Queimado de que modo? Assim: no centro da chama, onde fica o pavio, há este vapor combustível; na parte externa da chama fica o ar, que veremos ser necessário para a combustão da vela; entre os dois ocorre uma intensa reação química; o ar e o combustível atuam um sobre o outro e, no exato momento em que obremos a luz, o vapor do lado de dentro é destruído. (FARADAY, 2003, p.45)

O quinto experimento, denominado “Combustão incompleta”, consistiu em sustentar sobre uma vela acesa fixada no centro de um recipiente, um funil de vidro. Foram utilizadas vela de parafina, pires de porcelana, funil de vidro e caixa de fósforos, Figura 6.

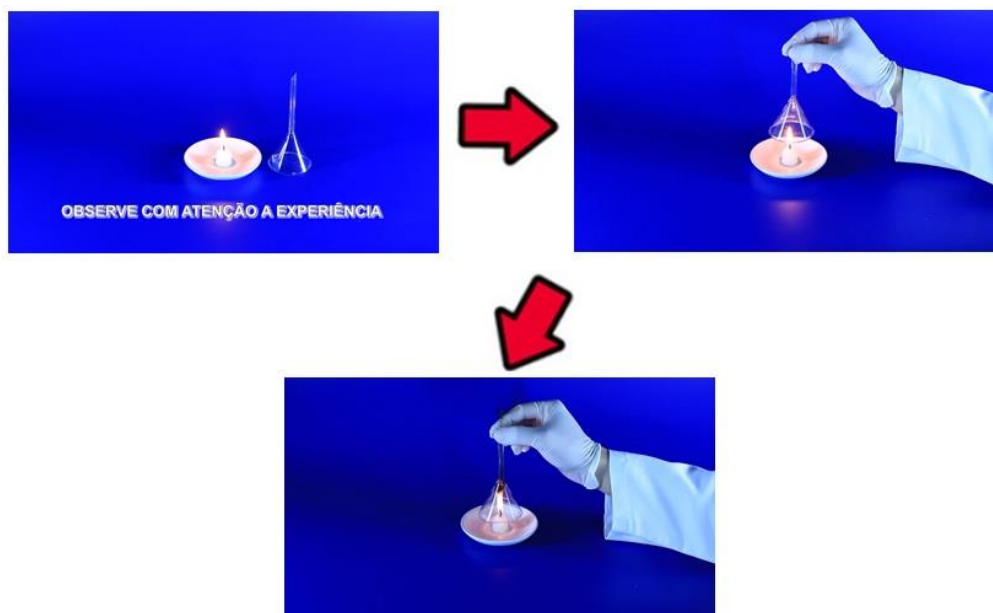


Figura 6 - Imagem do experimento “Combustão incompleta”

Esse experimento também foi fundamentado em uma atividade experimental proposta por Faraday (2003) e busca mostrar o fenômeno de uma combustão incompleta.

Não queima bem, pois há uma restrição parcial do ar. Não deixei nenhum ar chegar até ele, exceto ao redor da parte externa da chama, de modo que ele não tem uma boa combustão. Não posso deixar entrar mais ar da parte externa, porque o pavio é grande; mas se, como fez Argand habilmente, eu abrir uma passagem para o centro da chama e deixar que o ar penetre por ali, os senhores verão que o algodão queima muito mais lindamente. Se eu cortar a passagem de ar, observem a fumaça que se produz. Por quê? Agora teremos algumas questões muito interessantes a estudar: temos o caso da combustão da vela; temos o caso do apagamento de uma vela por falta de ar; e agora, temos também o caso da combustão imperfeita. Observem a fuligem que voa da chama; vejam o que é a combustão imperfeita, por não poder receber ar suficiente. O que está acontecendo? (FARADAY, 2003, p.46-47)

Com os experimentos selecionados, devemos definir o que mostrar, ou seja, o que vamos filmar. As escolhas são feitas de acordo com o público-alvo e os objetivos aos quais os vídeos são destinados, em nosso caso, aulas de Química para alunos de Ensino Médio. Essa etapa também colabora para filmarmos, exatamente, o que consideramos mais relevante ou importante nos experimentos.

De acordo com nossa experiência, vídeos com cinco minutos ou mais podem causar a dispersão dos alunos durante as aulas e, por esse motivo, produzimos vídeos com curta duração, isto é, de cinco minutos ou menos.

3.4. INSTRUMENTOS PARA FILMAGEM DOS EXPERIMENTOS

Após a escolha dos experimentos, listamos os equipamentos necessários para executarmos o trabalho: filmadora, iluminação, fundo, entre outros. Vale ressaltar que, ao planejar as filmagens, buscamos equipamentos e acessórios com custos possivelmente acessíveis aos professores de Ensino Médio.

Nas filmagens foi utilizada uma câmera Canon EOS Rebel T3i com uma lente 18-55mm. Particularmente, buscamos adquirir uma câmera que produzisse imagens com ótima qualidade. No entanto, é pertinente salientar que é possível a utilização de câmeras de celulares ou outras câmeras para realizar a filmagem de experimentos. Para fixar a câmera e impedir imagens trêmulas e movimentos indesejados utilizamos um tripé.

Em uma produção de vídeos, o sistema de iluminação é um fator essencial. Nesse sentido, buscamos proporcionar uma iluminação adequada para a filmagem dos experimentos e, para isso, tripés com luminárias –usando lâmpadas fluorescentes econômicas de 20 w– foram confeccionadas, utilizando materiais alternativos Figura 7.



Figura 7 - Foto de uma das partes do sistema de iluminação utilizado

Normalmente, para realizar fotografias de bancada, fotógrafos utilizam um equipamento conhecido como *Mesa Still*, que possui a finalidade de ser um estúdio para produção das fotografias. Com esse instrumento, é possível utilizar uma técnica chamada de “fundo infinito”, que serve para neutralizar o fundo, deixando-o sem nada para ser notado, sem uma possível identificação de espaço ou profundidade e, assim, tornando possível destacar o assunto para o qual deseja centralizar a atenção do observador.

Optamos por usar uma *Mesa Still*, pela possibilidade de que ela nos oferece para a filmagem de experimentos. Com ela, podemos focalizar a atenção do observador para o fenômeno desejado e eliminar outros elementos que não são necessários.

Para um professor de Ensino Médio que quer produzir vídeos de fenômenos, a compra de uma *Mesa Still* pode ser algo inviável, pois o valor do equipamento é relativamente alto. Para superar esse obstáculo, produzimos uma mesa com materiais alternativos. A estrutura da mesa foi planejada e construída utilizando canos de PVC de 40 mm para esgoto e conexões para o mesmo. Para o fundo, utilizamos uma chapa de PVC, na cor branca, com dimensões de 2,0 m de altura e

1,0 m de comprimento. Para modificar a coloração do PVC, escolhemos um adesivo na cor azul royal fosco. O resultado final está demonstrado na, Figura 8.



Figura 8 - Foto do fundo utilizado para realizar as filmagens dos experimentos

É pertinente observar que, nos vídeos produzidos, a cor azul royal fosco demonstrou viabilidade como fundo dos experimentos e, por isso, a escolhemos. O fato de a cor utilizada ser fosca foi para minimizar os possíveis reflexos causados pelo sistema de iluminação. Também testamos o fundo com outras colorações, como a cor branca, a cor preta e a cor verde kawasaki. Nas cores branca e preta, a visualização de objetos transparentes – recipientes de vidro – demonstrou ser insatisfatória. Sobre a cor verde kawasaki, acreditamos que, por ser muito “viva”, demonstrou apresentar certo incômodo visual. Outras cores podem ser escolhidas desde que realizados testes anteriores para demonstrar sua viabilidade para o propósito almejado.

As cores azul royal e verde kawasaki são utilizadas no campo fotográfico e, por esse motivo, muitos programas de edição de vídeo possuem suporte para essas

colorações, o que facilita processos de edições e correções posteriores. Vale ressaltar que, nessas colorações, o estudo da iluminação adequada para o fundo deve ser feito cuidadosamente, pois pode ocorrer facilmente a presença de sombras e reflexos com uma luminosidade inadequada.

3.5. PREPARAÇÃO DOS VÍDEOS PARA UTILIZAÇÃO DE FORMA DIDÁTICA

Após a escolha dos experimentos e dos equipamentos necessários para realizar as filmagens, iniciamos a etapa de produção dos vídeos.

Nessa etapa, estudamos formas para melhorar a visibilidade do experimento. Inicialmente, posicionamos os materiais e instrumentos, no local da filmagem, de forma a favorecer uma boa compreensão do que seria transmitido.

As luminárias estavam posicionadas de forma a minimizar a quantidade de reflexos produzidos nas imagens e, em frente a elas, fixamos folhas de papel vegetal para suavizar a iluminação. Em alguns momentos da filmagem, utilizamos placas de isopor para refletir as luzes e melhorar a luminosidade.

É importante salientar que durante as filmagens utilizamos os equipamentos de segurança pessoal, como jaleco e luvas. Esses equipamentos também serviram para padronizar e minimizar a intervenção visual nos experimentos.

Após a filmagem dos experimentos, a etapa de pós-produção é iniciada e adequações nos vídeos são realizadas para facilitar a prática pedagógica do professor.

No processo de edição, utilizamos o software Adobe Premiere Pro CS6, em sua versão demonstrativa. A edição consistiu basicamente em realizar cortes, inserir transições e legendas nas filmagens. Legendas, em linguagem simples, foram introduzidas nos vídeos para orientar os alunos aos aspectos relevantes. Não colocamos áudio, visto que o objetivo era o de professor explicar os experimentos durante sua aplicação.

3.6. SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Apresenta-se uma sequência didática proposta em cinco etapas, cada uma focada em um vídeo de experimento demonstrativo-investigativo que acompanhados de perguntas geraram diálogos entre alunos e professor, estimulando a argumentação sobre o fenômeno da combustão. Os vídeos foram apresentados aos alunos com auxílio de uma apresentação que teve como finalidade auxiliar na organização da sequência didática.

3.6.1. Etapa 1 – Experimento “Chama de uma vela”

A etapa 1 é o início da sequência didática. O professor começa a questionar os alunos sobre o fogo. Com o diálogo sobre o assunto iniciado, o professor solicita que eles realizem mentalmente uma simples experiência: imaginar uma vela acesa em um prato e que sobre essa se coloca um copo emborcado.

Então o professor introduz a seguinte questão problema: *O que acontecerá com a chama da vela? Vai apagar ou continuar acesa?* Para em seguida solicitar que os alunos respondam de forma escrita.

Essa pergunta tem como objetivo instigar a dúvida e realizar uma análise preliminar sobre as concepções que os alunos possuem sobre o assunto.

Depois que os alunos escreverem sobre o questionamento, o professor apresenta o vídeo experimental “Chama de uma vela” que demonstra a experiência feita mentalmente por eles.

Após observarem o experimento os alunos devem verificar suas hipóteses e novamente o professor pode perguntar o(s) motivo(s) para o fenômeno observado ocorrer. Então, solicita aos alunos que escrevam as conjecturas formadas e discutam sobre elas para direcionar os processos de ressignificações pelos quais estão passando.

Durante a formação das conjecturas o professor deve aproveitar as melhores situações para discutir os seguintes assuntos:

- Fogo;
- Composição do ar;
- Substâncias necessárias para que o fogo ocorra;
- Triângulo do fogo.

No questionário entregue aos alunos constam as seguintes perguntas sobre essa etapa:

- *Enuncie os fenômenos, por você sugeridos, na experiência na qual emborcamos um copo sobre uma vela acesa. Caso necessário, utilize desenhos.*
- *Após observar a experiência na qual viramos um copo sobre uma vela acesa, enuncie quais foram as causas para os fenômenos ocorrerem? Explique detalhadamente. Caso necessário, utilize desenhos.*

3.6.2. Etapa 2 – Experimento “Insetos Respiram”

A etapa 2 é iniciada com a apresentação do vídeo experimental “Insetos respiram”. Nesse experimento colocamos insetos dentro de um recipiente e em seguida o emborcamos sobre uma vela acesa fixada em um prato. A chama da vela apaga e os insetos continuam vivos.

Após a demonstração do experimento, introduz a pergunta: *Insetos precisam de oxigênio para respirar, então por que os insetos continuam vivos se a vela apagou?*

Esse questionamento visa instigar a dúvida sobre os signos que os alunos possuem sobre combustão.

O professor então deve pedir para que os alunos respondam essa questão de forma escrita, para em seguida promover um diálogo sobre a experiência observada para verificar as hipóteses dos mesmos.

Com as manifestações verbais dos estudantes apresentadas pode inserir as teorias sobre o assunto e promover os processos de ressignificações.

Durante a formação das conjecturas o professor deve aproveitar as melhores situações para discutir os seguintes assuntos:

- Combustão;
- Quantidade necessária de oxigênio para que o fogo ocorra.
- Reações químicas

No questionário entregue aos alunos constam as seguintes perguntas sobre essa etapa:

- *Enuncie os fenômenos, por você observados, na experiência. Quais foram as causas para eles ocorrerem? Explique detalhadamente. Caso necessário, utilize desenhos.*

3.6.3. Etapa 3 – Experimento “Tamanhos diferentes”

A etapa 3 é iniciada com a apresentação do vídeo experimental “Tamanhos diferentes” para os alunos, em que dois recipientes de vidro com tamanhos diferentes são emborcamos sobre velas acesas fixadas em dois pratos. As velas possuem o mesmo tamanho e cada recipiente de vidro é emborcado sobre uma das velas. As chamas das velas apagam em intervalos de tempo diferentes.

Após a demonstração do experimento o professor introduz a pergunta: *Por que as chamas apagaram em intervalos de tempo diferentes? Tem a ver com o tamanho dos copos?* e promove um diálogo sobre a experiência observada para verificar as hipóteses dos alunos.

O objetivo dessa fase é verificar se os conhecimentos que os alunos possuíam anteriormente já sofrerem ressignificações de acordo com as orientações propostas.

Com as manifestações verbais dos estudantes apresentadas o professor pode inserir as teorias sobre o assunto e promover os processos de ressignificações.

3.6.4. Etapa 4 – Experimento “Chama fantasma”

A etapa 4 é iniciada com a apresentação do vídeo experimental “Chama fantasma”, em que a chama de uma vela fixada em um prato, foi apagada e em seguida regenerada pela ignição do vapor liberado da parafina.

Após a demonstração do experimento o professor introduz a pergunta: *O que acontece no experimento?*

Esse questionamento, inicialmente, deve ser respondido de forma escrita e posteriormente um diálogo sobre o experimento observado deve ser promovido para verificar as hipóteses dos alunos, instigando a dúvida sobre os signos que os alunos possuem sobre os elementos necessários para combustão e sobre qual é o combustível na queima de uma vela.

Embasado nos argumentos realizados pelos estudantes o professor pode confrontá-los com os conhecimentos científicos e inserir as teorias sobre o assunto, podendo assim promover processos de ressignificações.

Durante a formação das conjecturas o professor deve aproveitar as melhores situações para discutir os seguintes assuntos:

- Combustíveis

- Estados físicos da matéria
- Reações químicas
- Decomposição térmica

No questionário entregue aos alunos constam as seguintes perguntas sobre essa etapa:

- *Enuncie os fenômenos, por você observados, na experiência. Quais foram as causas para eles ocorrerem? Explique detalhadamente. Caso necessário, utilize desenhos.*

3.6.5. Etapa 5 – Experimento “Combustão Incompleta”

A etapa 5 é iniciada com a apresentação do vídeo experimental “Combustão incompleta”. Um funil de vidro sobre uma vela acesa fixada em um prato para demonstração do fenômeno da combustão incompleta.

Após a experimentação o professor pergunta: *Qual o motivo da aparição da fumaça negra? Qual a diferença entre os gases desse experimento e do experimento da “Chama fantasma”?*

Um diálogo deve ser iniciado com os alunos para verificação de suas hipóteses, que devem ser escritas, e posteriormente o professor deve promover um diálogo sobre a experiência observada para verificar as hipóteses dos alunos.

Nessa etapa o objetivo é fazer com que os alunos percebam a diferença entre o vapor de parafina liberado no experimento “Chama fantasma” e a fumaça liberada pela combustão incompleta no experimento “Combustão incompleta”.

De acordo com as falas realizadas pelos estudantes o professor pode inserir as teorias sobre o assunto e promover os processos de ressignificações.

Durante a formação das conjecturas o professor deve aproveitar as melhores situações para discutir os seguintes assuntos:

- Combustão incompleta
- Combustão completa

No questionário entregue aos alunos constam as seguintes perguntas sobre essa etapa:

Na experiência, após emborcar o recipiente sobre a vela, ocorre alguma variação do ar, dentro do recipiente? Explique detalhadamente

3.7. APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Duas turmas de estudantes do Ensino Médio de uma escola estadual da cidade de Campo Grande-MS participaram da pesquisa, totalizando 59 alunos, dos quais 24 (40,7%) participaram do estudo piloto e são alunos de terceiro ano e 35 (59,3%) participaram do estudo principal e são alunos de segundo ano, sendo que quatro desses são deficientes auditivos. Cada uma dessas turmas assistiu a uma aula de Química, com duração de 50 minutos, utilizando vídeos didáticos de experimentos demonstrativo-investigativos sobre o assunto combustão.

Vale ressaltar que os alunos com deficiência auditiva, acompanhados de um intérprete, participaram normalmente das atividades propostas, respondendo e participando dos questionamentos igualmente aos demais.

O professor regente da disciplina de Química da unidade escolar acompanhou a aplicação do material selecionado e teve total liberdade para intervir no momento em que ele considerasse necessário.

O estudo foi realizado em uma sala de aula convencional. Foram usados um projetor e um computador portátil para apresentação da sequência didática proposta.

Fundamentados na pesquisa de Lira (2010), possuíamos uma hipótese inicial de que alunos do nível médio iriam apresentar conhecimentos superficiais e concepções alternativas sobre o assunto combustão, e que também, iriam ficar atentos quando vídeos de experimentos com abordagem demonstrativo-investigativa fossem utilizados.

Para testarmos nossas hipóteses, aplicamos o estudo piloto, que consistiu em usar os vídeos experimentais para ajudar na compreensão dos tópicos envolvidos no assunto combustão. Preparamos questões a fim de verificar a compreensão dos estudantes sobre esse tema.

Os seguintes questionamentos foram realizados para o experimento “Chama de uma vela”:

1) *Enuncie os fenômenos, por você observados, na experiência. Caso necessário, utilize desenhos.*

2) *Quais foram as causas para os fenômenos ocorrerem? Explique detalhadamente. Caso necessário, utilize desenhos.*

3) *Na experiência, após emborcar o recipiente sobre a vela, ocorre alguma variação do ar, dentro do recipiente? Explique detalhadamente.*

Os seguintes questionamentos foram realizados para os experimentos “Insetos respiram”, “Tamanhos diferentes”, “Chama fantasma” e “Combustão incompleta”.

1) Enuncie os fenômenos, por você observados, na experiência. Caso necessário, utilize desenhos.

2) Quais foram as causas para os fenômenos ocorrerem? Explique detalhadamente. Caso necessário, utilize desenhos.

Outros questionamentos foram elaborados para identificarmos com maior facilidade o nível de compreensão que os alunos do ensino médio apresentavam sobre a temática:

1) O que é fogo?

2) O que é necessário para que haja o fogo?

3) Do que as velas são feitas?

4) O ar puro só contém oxigênio?

Após estudarmos os resultados obtidos no estudo piloto, percebemos que os alunos apresentavam signos pouco elaborados ou degenerados sobre o tema. Para tentar garantir uma real eficácia na construção do conhecimento e comprovarmos essas concepções inadequadas, elaboramos um questionário prévio na forma escrita. Dessa forma, o professor titular da escola aplicou esse questionário na turma de segundo ano do Ensino Médio.

O questionário prévio, intitulado “questões fogo e natureza”, contém as seguintes questões:

1) O que é fogo?

2) O que é necessário para que haja o fogo?

3) Do que as velas são feitas?

4) A parafina da vela queima?

5) Explique detalhadamente o que ocorre, com a parafina, na queima de uma vela.

6) O ar puro só contém oxigênio?

Depois da aplicação do estudo piloto e do questionário prévio, algumas modificações foram realizadas, para melhor organizar a sequência didática. Foi estruturada uma apresentação simples, que continha apenas perguntas e os vídeos dos experimentos, para guiar as sequências planejadas e melhorar o tempo de execução da atividade.

Com a realização das modificações estabelecidas pelo estudo piloto e questionário prévio, elaboramos uma sequência didática. Nessa, optamos por enfatizar os assuntos referentes aos tópicos que os alunos apresentaram dificuldades.

Foram Propostos seis questionamentos durante a exposição da metodologia:

1) Enuncie os fenômenos, por você sugeridos, na experiência na qual emborcamos um copo sobre uma vela acesa. Caso necessário, utilize desenhos.

2) Após observar a experiência na qual viramos um copo sobre uma vela acesa, enuncie quais foram as causas para os fenômenos ocorrerem? Explique detalhadamente. Caso necessário, utilize desenhos.

3) Enuncie os fenômenos, por você observados, na experiência. Quais foram as causas para eles ocorrerem? Explique detalhadamente. Caso necessário, utilize desenhos.

4) A parafina da vela queima?

5) Enuncie os fenômenos, por você observados, na experiência. Quais foram as causas para eles ocorrerem? Explique detalhadamente. Caso necessário, utilize desenhos.

6) Na experiência, após emborcar o recipiente sobre a vela, ocorre alguma variação do ar, dentro do recipiente? Explique detalhadamente.

Além dos vídeos e das questões, para nortear os diálogos e a apresentação da sequência didática, preparamos uma apresentação utilizando o software Prezi®, em sua versão online, Figura 9.

Nos momentos de diálogos buscamos confrontar os significados que os alunos já possuíam com o conhecimento científico.

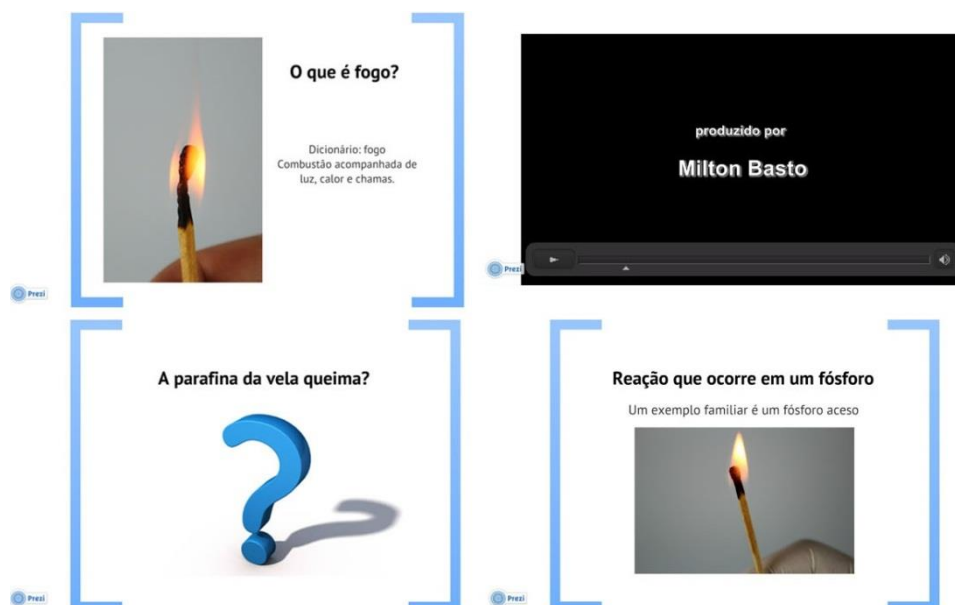


Figura 9 - Imagens da apresentação utilizando o software Prezi[®]

Consideramos a sequência didática uma proposta investigativa sobre os fenômenos propostos nos experimentos que pode favorecer a manifestação de habilidades cognitivas e de raciocínios lógicos.

Vale ressaltar que essas atividades possuem o objetivo de contribuir para aprendizagem dos conteúdos envolvidos no assunto “combustão” buscando promover a significação e a ressignificação de conceitos, e também de verificar a viabilidade dos instrumentos didáticos utilizados: vídeos didáticos de experimentos com abordagem demonstrativo-investigativa.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Discutiremos neste capítulo, de forma qualitativa e utilizando a teoria semiótica proposta por Peirce, a viabilidade de utilização de vídeos de experimentos para discutir o tema combustão com estudantes de Ensino Médio de uma escola estadual da cidade de Campo Grande, em Mato Grosso do Sul.

É válido enfatizar que as turmas participantes da pesquisa já haviam estudado o conteúdo de combustão anteriormente.

Nas atividades realizadas, a palavra fenômeno é comumente utilizada e nesse sentido, discutimos com os alunos a definição desse termo.

Realizamos um estudo piloto e um questionário prévio para, posteriormente, aplicarmos a sequência didática. Iniciaremos nossas análises, avaliando os resultados obtidos no estudo piloto.

5.1 ESTUDO PILOTO

Referente ao experimento “Chama de uma vela”, que consistia em emborcar um recipiente de vidro, copo, sobre uma vela acesa fixada no centro de um recipiente (pires de porcelana, Figura 2) foram realizadas e respondidas três perguntas.

A primeira impressão que tivemos ao iniciarmos a análise do questionário foi a de que os alunos possuíam diferentes níveis de habilidades de observação. Um claro exemplo dessa afirmação foi expresso nas respostas elaboradas para a questão número 1, na qual, apesar de observarem o mesmo experimento, exibiram pluralidade de respostas.

Um exemplo dessa diversidade de respostas é expresso nos argumentos dos Alunos 6 e 11. O Aluno 6 observa a presença da fumaça após a vela se apagar “...a fumaça fica bem visível dentro do copo” e o Aluno 11 faz uma inferência na qual indica que o fogo precisa de oxigênio para ocorrer “para o fogo continuar aceso ele precisa de oxigênio...”.

Quadro 6 - Exemplos de respostas da primeira questão para o Experimento “Chama de uma vela”, no Estudo Piloto

Enuncie os fenômenos, por você observados, na experiência? Caso necessário, utilize desenhos.
(Aluno 5) <i>“Quando coloca-se um copo sobre a vela a mesma se apaga.”</i>
(Aluno 6) <i>“Ele coloca um copo em cima de uma vela, quando isso acontece a vela se apaga e a fumaça fica bem visível dentro do copo”</i>
(Aluno 9) <i>“A vela se apagando quando um copo é posto em volta dela. O ar ficou comprimido.”</i>
(Aluno 11) <i>“Para o fogo continuar aceso ele precisa de oxigênio o que acaba quando se coloca o copo”</i>
(Aluno 21) <i>“A vela apagando quando colocam um copo de vidro abafando ela assim o ar ficou comprimido”</i>

Nessa questão, solicitamos aos alunos que descrevessem o fenômeno que estavam observando e notamos que algumas argumentações escritas continham mais detalhes que outras. Para nossa surpresa, apesar da maioria dos estudantes expressarem apenas o que foi observado, alguns, ainda que de forma superficial, arriscaram explicar as causas do fenômeno.

Vale mencionar que, nas tentativas de explicação do fenômeno, os alunos demonstraram um conhecimento superficial da combustão e indicaram, principalmente, dois motivos para a chama apagar: o ar ficar comprimido e a falta de oxigênio.

Na questão número 2 perguntamos quais eram as causas para que o fenômeno ocorresse. Os exemplos das elaborações realizadas pelos alunos estão descritas a seguir.

Quadro 7 - Exemplos de respostas da segunda questão para o Experimento “Chama de uma vela”, no Estudo Piloto

Quais foram as causas para os fenômenos ocorrerem? Explique detalhadamente. Caso necessário, utilize desenhos.
(Aluno 1) <i>“Foi consumido o oxigênio e liberado um gás”</i>
(Aluno 6) <i>“O espaço pequeno do copo faz com que aja falta de oxigênio fazendo com que a vela se apague”</i>
(Aluno 7) <i>“Aumento de gás carbônico diminuição de oxigênio.”</i>
(Aluno 9) <i>“Creio que seja pelo fato do ar estar sendo comprimido”</i>
(Aluno 10) <i>“Ao tampar a vela, todo o oxigênio pelo qual o fogo é alimentada foi isolado e com isso a vela se apaga pois o fogo necessita de oxigênio para se alastrar.”</i>
(Aluno 11) <i>“A queima de CO₂ consome oxigênio para se manter aceso o que diminui e acaba quando se coloca o copo”</i>

Notamos que, confirmando a impressão que tivemos na primeira questão, quando questionados sobre as causas da ocorrência do fenômeno, a maioria dos alunos participantes da pesquisa expressam respostas com a palavra “oxigênio”. No entanto, parece que não compreendem a função deste elemento na combustão como demonstrado no argumento do Aluno 11 *“a queima de CO₂ consome oxigênio para se manter aceso...”*.

Com a questão número 3, buscamos verificar a noção sobre gases que os alunos possuíam. As respostas surpreenderam e indicaram que muitos estudantes entendem a palavra “oxigênio” como sendo um sinônimo de ar e, em muitos casos, indicam não haver ar dentro do recipiente, demonstrando possuírem signos degenerados sobre o conceito de gases. Na pesquisa de Lira (2010), respostas similares também foram coletadas, apontando a necessidade de estudos mais aprofundados sobre esse assunto. Abaixo relacionamos exemplos das respostas obtidas.

Quadro 8 - Exemplos de respostas da terceira questão para o Experimento “Chama de uma vela”, no Estudo Piloto

Na experiência, após emborcar o recipiente sobre a vela, ocorre alguma variação do ar, dentro do recipiente? Explique detalhadamente.
(Aluno 5) “O ar se esgota.”
(Aluno 7) “Ar – O_2 acaba/ não existe. Aumento excessivo de CO_2 ”
(Aluno 11) “Sim a queima de CO_2 consome todo o ar dentro do copo.”
(Aluno 13) “Não existe ar dentro do copo porque o oxigênio é consumido pelo fogo”
(Aluno 15) “Só fumaça e ela parece estar descendo”
(Aluno 17) “O ar é consumido pelo fogo, não existe mais ar quando a vela se apaga”
(Aluno 20) “Sim. A queima da vela consome todo o oxigênio, liberando gás carbônico dentro do copo”

Elaboramos duas perguntas referentes ao experimento “Tamanhos diferentes” que consistia em emborcar dois recipientes de vidro com tamanhos diferentes (copos) sobre velas acesas fixadas no centro de dois pires de porcelana, Figura 4.

Quadro 9 - Exemplos de respostas da primeira questão para o Experimento “Tamanhos diferentes”, no Estudo Piloto

Enuncie os fenômenos, por você observados, na experiência? Caso necessário, utilize desenhos.
(Aluno 1) “Foi colocados dois copos sobre as velas, copos com tamanhos diferentes. O 1º copo se apagou a vela 1º o 2º copo segurou mais o fogo sobre

<i>a vela”</i>
<i>(Aluno 8) “No copo menor havia uma quantidade pequena de oxigênio e o grande possuía uma quantidade maior de combustível.”</i>
<i>(Aluno 10) “Ao tampar a vela com o copo menor a quantidade de oxigênio é menor então a vela se apaga 1º do que a vela tampada pelo copo maior, pois existem mais oxigênio no recipiente maior.”</i>
<i>(Aluno 12) “Uma vela demorou mais para se apagar que a outra”</i>
<i>(Aluno 19) “Quanto maior for a proporção do copo mais tempo demorará para que a vela se apague, pelo fato de conter um numero maior de oxigênio”</i>
<i>(Aluno 22) “Porque um como é maior e não gera tanto o aquecimento quanto o copinho menor que faz ter mais abafamento e provoca a apago da vela”</i>
<i>(Aluno 24) “O primeiro copo (copo menor) obteve o maior rápido na hora de acabar a chama da vela porque havia pouco oxigênio e pequeno espaço na vela. Já o segundo a chama demorou mais porque era maior o copo”</i>

Novamente, além de responderem o que foi solicitado, alguns alunos levantaram hipóteses sobre os motivos para o fenômeno ocorrer e a maioria delas indicaram a existência de uma relação entre quantidade de oxigênio e os tamanhos dos copos utilizados na experiência, como exemplo o Aluno 24 “... *acabar a chama da vela porque havia pouco oxigênio e pequeno espaço na vela. Já o segundo a chama demorou mais porque era maior o copo*”.

Com a segunda questão, queríamos relatos sobre o que eles concebiam como as causas do fenômeno retratado.

Quadro 10 - Exemplos de respostas da segunda questão para o Experimento “Tamanhos diferentes”, no Estudo Piloto

Quais foram as causas para os fenômenos ocorrerem? Explique detalhadamente. Caso necessário, utilize desenhos.
<i>(Aluno 1) “Com os tamanhos diferenciados dos copos o menor foi consumido. O 1º copo se apagou primeiro porque era menor e o fogo consumiu o oxigênio, perdendo a energia e se apagando em seguida. O 2º copo com um tamanho maior o oxigênio foi consumido em menor tempo”</i>
<i>(Aluno 8) “Seria a queima total do combustível ou após abafa a vela com o copo originou-se um gás que não alimenta a queima”</i>

(Aluno 9) <i>“O fato de retirar o oxigênio, o oxigênio do copo menor é eliminado mais rápido que o maior com isso a vela se apaga mais rápido.”</i>
(Aluno 15) <i>“A energia que ligava o oxigênio foi cortada ocasionando o apagamento da vela”</i>
(Aluno 12) <i>“A quantidade de oxigênio no copo maior era maior do que no copo pequeno então por isso que o fogo apagou primeiro no copo pequeno”</i>
(Aluno 22) <i>“O aquecimento, calor que transmite ao colocar o copo”</i>
(Aluno 24) <i>“Pouco oxigênio no primeiro copo havia mais oxigênio no segundo copo”</i>

Dos alunos que responderam a questão, apenas dois não utilizaram a palavra “oxigênio” e, nos argumentos em que essa apareceu, grande parte deles tem equívocos de compreensão. Vale mencionar que encontramos nas respostas dessa questão o termo “combustível”, porém, utilizado como sinônimo de oxigênio.

Para o experimento “Insetos respiram” existem duas perguntas e o experimento consistiu em emborcar um recipiente de vidro (copo) com abelhas dentro, sobre uma vela acesa fixada no centro de um recipiente de porcelana, Figura 3.

Quadro 11 - Exemplos de respostas da primeira questão para o Experimento “Insetos respiram”, no Estudo Piloto

Enuncie os fenômenos, por você observados, na experiência? Caso necessário, utilize desenhos.
(Aluno 8) <i>“Após ter coberto a vela com o copo que continham abelhas a vela se apagou mas as abelhas não morreram.”</i>
(Aluno 15) <i>“O copo foi colocado sobre a vela com abelhas. A vela apagou mas as abelhas continuaram vivas.”</i>

Como solicitado, na primeira questão, os alunos escreveram o que observavam, como exemplo o Aluno 8 *“Após ter coberto a vela com o copo que continham abelhas a vela apagou mas as abelhas não morreram.”*

Na segunda questão, dezoito alunos deixaram em branco, dois alegaram não saber e somente quatro alunos a responderam.

Quando os alunos foram submetidos a uma situação que confrontava seus significados já existentes, os estudantes ficam em dúvida e procuram soluções para apaziguar essa. No caso das respostas em branco, os alunos ainda não haviam conseguido uma resposta para apaziguar esse confronto mental e, portanto, não responderam a questão.

Quadro 12 - Exemplos de respostas para segunda questão para o Experimento “Insetos Respiram”, no Estudo Piloto

2)Quais foram as causas para os fenômenos ocorrerem? Explique detalhadamente. Caso necessário, utilize desenhos.
(Aluno 7) <i>“Ainda existia oxigênio, só não era suficiente para a vela.”</i>
(Aluno 8) <i>“Foi que a vela queimou uma quantidade de oxigênio mas não todo o oxigênio que existia no recipiente.”</i>
(Aluno 11) <i>“O copo corta a circulação do vento que impulsionaria a chama da vela”</i>
(Aluno 20) <i>“Que mesmo com a redução do oxigênio ainda as abelhas conseguiram sobreviver”</i>

Mesmo com a quantidade reduzida, as respostas para essa questão nos mostraram que alguns alunos começaram a compreender que ocorre uma redução do oxigênio presente no copo, diferente das hipóteses expressas inicialmente por eles, em sua maioria verbalmente, que afirmavam que ele acabaria. Um exemplo é o argumento realizado pelo Aluno 8 *“foi que a vela queimou uma quantidade de oxigênio mas não todo o oxigênio que existia no recipiente.”*.

O experimento “Chama fantasma” possui duas perguntas e consistiu em queimar o vapor de parafina liberado após emborcar rapidamente um recipiente de vidro (um copo) sobre uma vela acesa fixada em um pires de porcelana, retirando-o em seguida, Figura 5.

Quadro 13 - Exemplos de respostas da primeira questão para o Experimento “Chama fantasma”, no Estudo Piloto

Enuncie os fenômenos, por você observados, na experiência? Caso necessário, utilize desenhos.
(Aluno 1) <i>“Coloca o copo sobre a vela, ele se apaga, coloca o copo em</i>

<i>seguida novamente ela se acende”</i>
(Aluno 2) <i>“A fumaça é branca pois é energia.”</i>
(Aluno 11) <i>“É limitado o suplemento de oxigênio”</i>
(Aluno 15) <i>“Ocorreu uma fumaça branca que acendia toda vez que o fogo entrava em contato com ela”</i>
(Aluno 20) <i>“Ela se reacendo por causa de um gás que é liberado”</i>
(Aluno 21) <i>“A fumaça da vela sai clara”</i>

Nesse experimento, que tem como objetivo mostrar que a parafina é o combustível em uma vela, vários foram os níveis de observações e respostas fornecidas pelos estudantes. Alguns indicaram possuir um signo degenerado sobre o termo fumaça quando demonstraram entender esse termo como sendo qualquer gás liberado após a queima de algo.

Nas respostas, verificamos que os alunos repararam, principalmente, na substância liberada quando a vela se apagava, referiram-se a ela como fumaça, outros como gás, e um como energia. Outro aspecto observado foi a coloração dessa substância. O aluno 2 relacionou o fato da coloração apresentada por ela com a energia, de acordo com a resposta apresentada por esse estudante temos uma indicação que para ele a cor branca significa energia. Esse significado pode ser proveniente dos meios culturais e deve ser trabalhado com cuidado pelos educadores.

Poucas foram as respostas para a questão número dois, referente ao quadro 14, no entanto, uma dessas, aluno 8, explanou o termo inflamável referindo-se ao vapor da parafina e justificando como causa para o acontecimento do fenômeno.

Quadro 14 - Exemplos de respostas da segunda questão para o Experimento “Chama fantasma”, no Estudo Piloto

2)Quais foram as causas para os fenômenos ocorrerem? Explique detalhadamente. Caso necessário, utilize desenhos.
(Aluno 8) <i>“A fumaça liberada pela vela é um gás inflamável”</i>
(Aluno 11) <i>“A pressão foi maior liberando gás carbônico”</i>
(Aluno 20) <i>“A fumaça sai branca pois não teve contato com nenhum objeto”</i>

O experimento “Combustão incompleta” também possui duas perguntas e consistiu em sustentar sobre uma vela acesa fixada no centro de um recipiente, um funil de vidro Figura 6.

Quadro 15 - Exemplos de respostas da primeira questão para o Experimento “Combustão incompleta”, no Estudo Piloto

Enuncie os fenômenos, por você observados, na experiência? Caso necessário, utilize desenhos.
(Aluno 2) <i>“A fumaça é preta pois queima combustível.”</i>
(Aluno 11) <i>“Foi posto uma superfície aberta deixando apenas uma pequena saída”</i>
(Aluno 15) <i>“Fumaça preta pois entra em contato com o vidro”</i>
(Aluno 19) <i>“Porque entra o oxigênio e sai o gás carbono, também por que a 1ª era copo já está um funil, pelo qual a ponta era aberta fazendo assim a emissão do gás carbônico.”</i>
(Aluno 21) <i>“A fumaça sai escura”</i>

Nas duas questões para esse experimento, seja sobre o relato da observação ou a referente às causas do fenômeno, aluno algum manifestou qualquer relação com o termo combustão ou combustão incompleta.

Nas respostas para a primeira questão, quadro 15, os alunos já começam a formular hipóteses sobre as causas do fenômeno. O Aluno 2 relata que a fumaça é preta devido a queima de combustíveis.

Na segunda questão, referente ao quadro 16, também percebemos a construção de hipóteses, como por exemplo, o Aluno 11 associar a ocorrência da fumaça negra com a emissão de gás carbônico e o Aluno 8 argumentar que a causa da fumaça ser negra seria por ser uma mistura de gases.

Quadro 16 - Exemplos de respostas para segunda questão para o Experimento “Combustão incompleta”, no Estudo Piloto

2)Quais foram as causas para os fenômenos ocorrerem? Explique detalhadamente. Caso necessário, utilize desenhos.
(Aluno 7) <i>“Nesta o oxigênio não se oprime, é liberado.”</i>
(Aluno 8) <i>“Já nesse experimento a mistura dos gases faz com que a fumaça</i>

<i>seja negra.”</i>

(Aluno 11) <i>“Não ocorre grande pressão e ao entrar o oxigênio com o gás carbônico sai a fumaça preta”</i>

Além das questões que se referem diretamente aos experimentos, outras foram realizadas para identificar possíveis signos em formação ou degenerados sobre o assunto.

Com a primeira pergunta, queríamos investigar quais eram as concepções que eles apresentavam sobre o fogo. A maioria das respostas atribuídas a essa questão envolveu energia e liberação de luz e calor.

Quadro 17 - Exemplos de respostas da primeira questão para Outras Questões, no Estudo Piloto

O que é fogo?
(Aluno 1) <i>“É uma energia com liberação de luz onde precisa de oxigênio, combustível e energia”</i>
(Aluno 6) <i>“É a liberação de calor e luz”</i>
(Aluno 7) <i>“A queima de CO², *(desenho) pirâmide: oxigênio – combustível – energia”</i>
(Aluno 11) <i>“É a queima de combustível + oxigênio e energia que impulsiona.”</i>

Quando questionados sobre os aspectos básicos para que ocorresse o fogo, as repostas indicaram respectivamente três elementos: oxigênio, combustível e energia. Vale ressaltar que a palavra “oxigênio” foi a mais respondida pelos alunos para essa pergunta.

Quadro 18 - Exemplos de respostas da segunda questão para Outras Questões, no Estudo Piloto

O que é necessário para que haja o fogo?
(Aluno 9) <i>“Você terá a energia ou oxigênio ou combustível.”</i>
(Aluno 10) <i>“Oxigênio”</i>
(Aluno 11) <i>“Oxigênio, combustível e energia”</i>

Com a terceira questão, buscamos verificar se eles sabiam, ou se possuíam alguma noção prévia, sobre a composição de uma vela. A grande maioria dos

estudantes não respondeu a questão e os que responderam indicaram o barbante e a parafina ou a cera como componentes principais de uma vela.

Quadro 19 - Exemplos de respostas da terceira questão para Outras Questões, no Estudo Piloto

Do que as velas são feitas?
(Aluno 4) <i>“Parafina e barbante e cera”</i>
(Aluno 8) <i>“De parafina e barbante de algodão”</i>
(Aluno 13) <i>“Cera, pavio”</i>

Quando questionados sobre a composição do ar puro, apenas cinco responderam, sendo que, em duas respostas eles “achavam”. Novamente fica clara a necessidade de discussões sobre gases com estudantes do Ensino Médio.

Quadro 20 - Exemplos de respostas da quarta questão para Outras Questões, no Estudo Piloto

O ar puro só contém oxigênio?
(Aluno 4) <i>“Bom acho que não”</i>
(Aluno 6) <i>“Acho que não”</i>
(Aluno 8) <i>“Não”</i>
(Aluno 10) <i>“Não”</i>
(Aluno 12) <i>“Não”</i>

Com a realização do estudo piloto, notamos que os alunos possuíam signos pouco elaborados ou degenerados sobre o fenômeno da combustão e, nesse sentido, ocorreu a necessidade de um estudo mais aprofundado sobre esses conhecimentos.

Além disso, constatamos, devido às respostas confusas e de difícil interpretação, que alguns estudantes possuíam dificuldades na escrita e, nesse prisma, indicamos a necessidade dos ambientes educacionais melhor desenvolverem e trabalharem essa habilidade, bem como, a necessidade da realização de atividades e pesquisas pontuais que possam causar melhorias nesse aspecto. Ainda sobre esse problema, ressaltamos que dificuldades na formação de leitura e escrita vão refletir diretamente na construção de signos científicos.

Os vídeos experimentais proporcionaram a discussão e diálogo entre os alunos e o professor sobre o tema e favoreceram situações para que fossem iniciadas abordagens investigativas. Verificamos a necessidade de um material de apoio para ajudar a orientar os alunos durante a aplicação dos vídeos experimentais.

A turma na qual foi aplicado o estudo piloto era muito agitada e falava o tempo todo, no entanto, ao iniciarmos os vídeos, todos paravam para observar o conteúdo – reflexões estas também realizadas na pesquisa de Lira (2010).

5.2 QUESTIONÁRIO PRÉVIO

Para confirmar os resultados obtidos no estudo piloto, elaboramos e aplicamos, em uma turma de segundo ano de Ensino Médio, um questionário prévio.

Nesse, uma quantidade significativa de alunos elaborou a explicação “oxidação do material combustível” para responder a primeira questão. Identificamos, ao realizar a análise dessa pergunta, que a maioria dos estudantes não compreende o significado dos termos empregados e que podem ter utilizado informações de algum banco de dados externo (internet, livros, etc), para confeccionar seus argumentos.

Quadro 21 - Exemplos de respostas para primeira questão do Questionário Prévio

1) O que é fogo?
(Aluno 25) <i>“Fogo é uma rápida oxidação de um material combustível liberando calor, luz e produtos de reação como o dióxido de carbono e água.”</i>
(Aluno 44) <i>“Fogo é a reação de queima de combustível que gera calor.”</i>
(Aluno 28) <i>“É o componente combustão e oxigênio.”</i>
(Aluno 33) <i>“É a oscilação de dois combustíveis componente. Havendo o atrito e se formando o FOGO.”</i>
(Aluno 39) <i>“Fogo é o atrito entre objetos que produza calor e assim queimando o outro objeto (álcool, madeira, papel, gasolina,...)”</i>
(Aluno 42) <i>“O fogo não é matéria mas sim um efeito secundário visível e tangível na matéria em modificação e parte de uma reação química.”</i>

Na segunda questão, muitos alunos expressaram a palavra oxigênio e o indicaram como o único elemento necessário para que haja fogo. Nessa situação entendemos que os alunos já possuíam alguma significação sobre o conceito

combustão que trouxeram enraizados em seu cognitivo. Outros alunos apontaram a necessidade de três elementos (calor, luz e produtos de reação) para a existência do fogo, o que mostra pouco entendimento sobre o assunto, visto que, esses são produtos liberados na combustão.

Quadro 22 - Exemplos de respostas para segunda questão do Questionário Prévio

2) O que é necessário para que haja o fogo?
(Aluno 26) <i>"Oxigênio"</i>
(Aluno 41) <i>"Oxigênio, combustível e calor"</i>
(Aluno 37) <i>"Gasolina, gás oxigênio, álcool, etc"</i>
(Aluno 39) <i>"Atrito que produza calor entre dois objetos"</i>
(Aluno 43) <i>"Substância inflamável ao ter contato com algo quente (madeira, gasolina) Oxigenio"</i>
(Aluno 48) <i>"É necessário que se misture 3 elementos que são calor, luz e produtos de reação"</i>
(Aluno 52) <i>"Através de uma reação química, entre o o oxigênio e um tipo de combustível por exemplo gasolina, madeira etc."</i>

Na terceira questão, todos os alunos apresentaram a "parafina" como resposta, no entanto, eles se restringiram a apontar os elementos visuais da vela, deixando de demonstrar conhecimentos químicos para explicar a composição da mesma.

Quadro 23 - Exemplos de respostas para terceira questão do Questionário Prévio

3) Do que as velas são feitas?
(Aluno 33) <i>"De parafina e barbante."</i>
(Aluno 52) <i>"São feitas de substancias cuja função é dar resistência ao fogo"</i>
(Aluno 40) <i>"Pavio inserido num combustível solido, tipicamente parafina"</i>
(Aluno 53) <i>"De parafina e cera e o pavil"</i>
(Aluno 54) <i>"Se consiste tipicamente num pavio inserido num combustível sólido tipicamente parafina, a função da parafina ser queimada no intuito de produzir fogo"</i>

Na quarta questão os estudantes ficaram divididos, 50% dos alunos responderam que sim, mas sem justificativa e 50% responderam que não, afirmando

que a parafina apenas derrete e que o que queima é o pavio e, nesse sentido, entendemos que existe um equívoco na percepção de quem é o combustível na queima de uma vela.

Quadro 24- Exemplos de respostas para quarta questão do Questionário Prévio

4) A parafina da vela queima?
(Aluno 25) <i>“Sim. O pavio ao iniciar sua queima libera energia térmica pela reação extremamente exotérmica. Esta energia favorece a fusão da parafina existente no corpo da vela.”</i>
(Aluno 28) <i>“Não. Ela derrete com o calor que queima o barbante.”</i>
(Aluno 39) <i>“Não, ela sai do estado solido com o calor e depois de quente volta para o estado solido”</i>
(Aluno 42) <i>“Não, quando acesa derrete com o calor do fogo”</i>
(Aluno 52) <i>“Sim por que ao iniciar a queima libera energia térmica pela reação extremamente exotérmica”</i>

Na quinta questão, a maioria dos alunos expressou somente as mudanças físicas (sólido para líquido e líquido para sólido) que ocorrem na vela, devido ao aumento ou a redução da temperatura, deixando de indicar a participação da parafina nesse processo de combustão e isso nos deu a confirmação de que os estudantes não compreendem a função da parafina como combustível.

Quadro 25 - Exemplos de respostas para quinta questão do Questionário Prévio

5) Explique detalhadamente o que ocorre, com a parafina, na queima de uma vela.
(Aluno 25) <i>“A parafina em estado líquido pode subir pelo pavio por capilaridade e recebendo calor durante sua subida, assimila mais calor, suficiente para transformar-se em vapor de parafina.”</i>
(Aluno 26) <i>“Ela derrete no momento que aumenta a temperatura perto dela, quando o calor diminui ela endurece novamente.”</i>
(Aluno 32) <i>“Na verdade a parafina não derrete, o fogo só faz com que ela derreta, o que queima na verdade é o pavil”</i>
(Aluno 53) <i>“Quando se coloca fogo no pavil a parafina vai se derretendo e começa a diminuir”</i>
(Aluno 38) <i>“Ela alcança uma determinada temperatura e distribui calor para a parte externa da vela.”</i>

Na sexta questão, grande parte dos alunos respondeu que o ar puro não contém só oxigênio, no entanto, uma minoria indicou a presença de outros componentes em sua composição.

Quadro 26 - Exemplos de respostas para sexta questão do Questionário Prévio

6) O ar puro só contém oxigênio?
(Aluno 32) <i>“Não, também pode conter gás carbônico e impurezas.”</i>
(Aluno 33) <i>“Contém gás carbônico”</i>
(Aluno 50) <i>“Não, ele também contém hidrogênio, nitrogênio, água (vapor) e outros gases”</i>

É pertinente lembrar que na terceira questão para o experimento “Chama de uma vela” alguns alunos demonstraram entender que o ar é sinônimo de oxigênio no fenômeno de combustão e, nesse sentido, percebemos que esses alunos apresentam dificuldades de realizarem relações entre esse conhecimentos científicos.

5.3 ESTUDO PRINCIPAL: UTILIZAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Ao analisarmos as respostas produzidas aos questionários prévios, obtivemos mais informações sobre as dificuldades e fragilidades de compreensão dos alunos, auxiliando assim a escolha dos tópicos que iríamos abordar na aula com os vídeos didáticos de experimentos demonstrativo-investigativos.

Lembramos que o questionário prévio e o estudo principal que utilizou a sequência didática foram aplicados em uma mesma turma, segundo ano do Ensino Médio, em dias diferentes, aproximadamente 30 dias de diferença.

Após aplicarmos a sequência didática, de posse da transcrição da aula e das respostas escritas aos questionários, iniciamos o processo de categorização e análise dos dados.

Com ajuda do estudo piloto e do questionário prévio elaboramos perguntas e situações que colocavam os alunos sempre em um desequilíbrio cognitivo.

A Sequência didática foi aplicada em uma única aula com duração de 50 minutos. Ao iniciar a aula, informamos aos alunos que o assunto combustão seria estudado, e explicamos como seria realizada a aplicação dos questionários e dos

vídeos demonstrativo-investigativos. Em relação à temática escolhida, ressaltamos para os estudantes que ela seria explorada com experimentações envolvendo velas e seus fenômenos.

Para e começarmos as atividades, pedimos para os alunos que formassem duplas e solicitamos que imaginassem e explicassem o que aconteceria e os fenômenos que ocorreriam em um experimento no qual um copo fosse emborcado sobre uma vela acesa. Nesse momento, os alunos começaram a falar juntos, propondo suas hipóteses e argumentos.

Os diálogos transcritos foram analisados de acordo com as categorias de raciocínio proposta por Peirce (1972): abdução, indução e dedução. A análise dos raciocínios de uma das sequências de diálogos está descrita no Quadro 27.

Os quadros 27, 30 e 32 consistem em transcrições de diálogos do professor com os alunos e nesse sentido torna-se difícil a identificação dos estudantes somente pelas falas, sendo a legenda “Aluno” utilizada para quando somente um aluno se expressa e “Alunos” para quando vários alunos se expressam.

Quadro 27 - Categorização de raciocínios apresentados sobre o experimento mental aplicado na Sequência Didática

Tipo de Raciocínio	Autor das Falas	Falas
-----	Professor	<i>O que vai acontecer? A vela vai apagar ou continuar acesa?</i>
Abdutivo	Alunos	<i>Vai apagar!</i>
-----	Professor	<i>Vai apagar?</i>
Abdutivo	Aluno A	<i>Vai ficar acesa!</i>
Abdutivo	Aluno B	<i>Também acho!</i>
-----	Professor	<i>Agora, quem achou que apaga me fala: por quê?</i>
Abdutivo	Aluno C	<i>Pela falta de oxigênio!</i>
Abdutivo	Aluno E	<i>Porque o oxigênio acabou!</i>
Indutivo	Aluno D	<i>Pela falta de oxigênio. O copo vai tampar ela e a tendência é apagar a vela.</i>
-----	Professor	<i>Ela falou que vai faltar oxigênio porque o copo vai tampar a vela.</i>
Indutivo	Aluno C	<i>E a tendência é apagar.</i>

-----	Professor	<i>Mas por quê? O que o oxigênio tem a ver com o fogo? Por que o oxigênio tem que acabar? Vai apagar porque o oxigênio acaba. É isso?</i>
Abdutivo	Aluno F	<i>É</i>
Abdutivo	Aluno G	<i>É isso.</i>
Abdutivo	Aluno C	<i>O oxigênio acaba.</i>
-----	Professor	<i>Vocês estão me falando...</i>
Abdutivo	Aluno D	<i>Que o oxigênio acabou.</i>

Pelas hipóteses levantadas pelos alunos percebemos que a maioria deles tem, enraizada em suas memórias, a concepção que para ocorrer o fogo é necessário ter oxigênio. Essa significação é expressa por grande parte dos estudantes, mas muitos não compreendem realmente essa relação.

Exemplos das respostas elaboradas para a questão inicial do questionário, referente ao experimento “Chama de uma vela”, estão expressas no Quadro 28.

Quadro 28 - Exemplos de respostas para primeira questão da Sequência Didática

1) Enuncie os fenômenos, por você sugeridos, na experiência na qual emborcamos um copo sobre uma vela acesa. Caso necessário, utilize desenhos.
(ALUNOS 42 e 43) <i>“A vela precisa do oxigênio para ficar acesa, com o copo o ar fica abafado fazendo a vela não ter oxigênio e acaba apagando”</i>
(ALUNOS 44 e 57) <i>“Vai apagar, pela falta de oxigênio, dependendo do tamanho do copo.”</i>
(ALUNOS 47 e 55) <i>“Ela vai se apagar por estar precisando de oxigênio e nisso o copo bloqueia toda a passagem de ar sobre a vela”</i>
(ALUNO 32) <i>“A vela vai se apagar pois o oxigênio do copo vai se consumindo pelo fogo”</i>
(ALUNOS 54 e 59) <i>“A vela irá apagar pois o copo irá abafar o ar e o oxigênio causando assim o apagamento da vela”</i>
(ALUNO 28 e 56) <i>“Ao colocar o copo, a vela irá se apagar”</i>

Buscamos com essa experiência mental, descrita na sequência didática, proporcionar uma situação para estimular a percepção dos alunos. Acreditamos que ao imaginar, seus sentidos fiquem mais aguçados para realizarem investigações.

Nesse sentido buscamos ao máximo instigar a dúvida e proporcionar situações de confrontos cognitivos.

As formas de raciocínio identificadas, nas respostas dessa questão indicam que 3 das respostas foram raciocínios abduativos, 11 raciocínios indutivos e 15 raciocínios dedutivos.

Outro objetivo, ao realizar a experimentação mental inicial, foi resgatar as significações que os alunos possuíam sobre o tema e promover sobre esses novos processos de significações, ou como denominado anteriormente a ressignificação.

As Figuras 10 e 11 apresentam as categorizações das respostas referentes ao domínio de habilidades cognitivas e ao domínio de conceitos científicos, respectivamente.

Recordamos que para realizar as categorizações de acordo com o domínio de habilidades cognitivas e com o domínio de conceitos científicos em uma abordagem semiótica, utilizamos os quadros 4 e 5 respectivamente.

Ao analisar as respostas sobre a experimentação mental, concordamos que os estudantes realizam generalizações ao indicarem a extinção da chama da vela, devido à falta de oxigênio. Observamos também que os alunos não relatam os produtos da reação e como o experimento foi realizados mentalmente, muitos elementos não foram citados.

Vale ressaltar que sem uma orientação adequada do professor, os alunos realizam observações aleatórias, nesse sentido, na referida metodologia, o docente tem o papel de nortear a visualização dos vídeos didáticos de experimentos demonstrativo-investigativos.

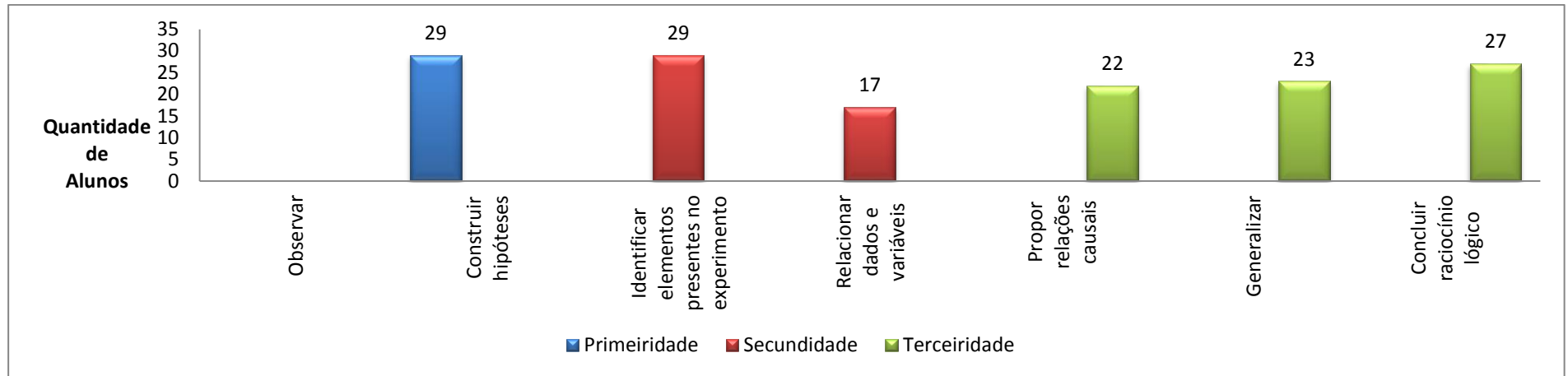


Figura 10 - Categorização do raciocínio referente ao domínio de Habilidades Cognitivas para a primeira questão do questionário da Sequência Didática

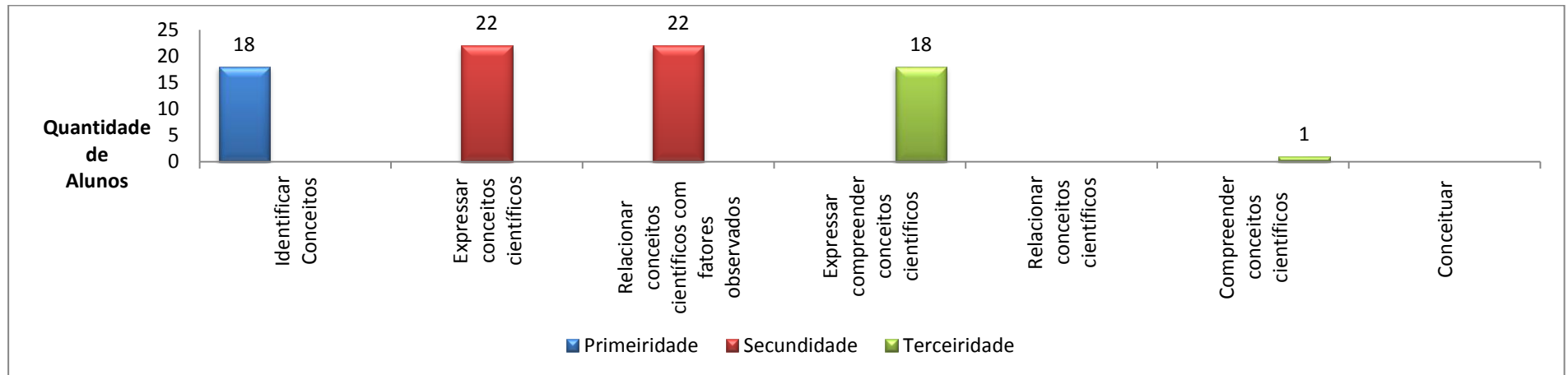


Figura 11 - Categorização do raciocínio referente ao domínio de Conceitos Científicos para a primeira questão do questionário da Sequência Didática

Vale ressaltar que na primeira questão poucos alunos apresentaram conceitos científicos em suas argumentações.

Em um segundo momento, apresentamos aos alunos a experiência por eles imaginada. O experimento foi apresentado por meio da exibição dos vídeos. Entendemos o vídeo como uma representação e sabemos que uma representação não tem a totalidade de potencialidades de uma apresentação. Nesse sentido, buscamos, na produção dos vídeos, deixá-lo mais semelhante possível com uma experimentação presencial.

Os vídeos demonstrativo-investigativos nos serviram como ferramentas para proporcionarmos a experiência aos alunos. Em uma perspectiva pragmática, a experiência vai estabelecer uma atividade reflexiva, e assim, proporcionar situações, nas quais, podemos construir conhecimentos. No quadro 29, verificamos exemplos das respostas elaboradas para essa questão.

Quadro 29 - Exemplos de respostas para segunda questão da Sequência Didática

2) Após observar a experiência na qual viramos um copo sobre uma vela acesa, enuncie quais foram as causas para os fenômenos ocorrerem? Explique detalhadamente. Caso necessário, utilize desenhos.
<i>(ALUNO 51 E 53) “Que ela se apaga e sai um pouco de fumaça. Ela sobe quando diminui a densidade e ela dece porque as moléculas esfriam e a fumaça pesa mais que o ar”</i>
<i>(ALUNO 34 E 41) “A vela se apaga e o gas carbônico aparece”</i>
<i>(ALUNOS 26 E 27) “Apagou porque para manter o fogo precisa-se de oxigênio e o copo tampa o oxigênio da vela fazendo com que ela se apague”</i>
<i>(ALUNO 58) “O oxigênio é consumido pela combustão. O gás carbônico resultante impede que a reação da queima”</i>
<i>(ALUNOS 40 E 52) “Ocorreram por causa da falta de temperatura elevada, por excesso de abafamento sobre a vela.a continue.”</i>

Na análise do raciocínio apresentado, para segunda questão, observamos um acréscimo de raciocínios abduativos, nos quais, eles relacionaram as observações com seus conhecimentos para proporem hipóteses, e assim, gerar interpretantes lógicos. As formas de raciocínio identificadas, nas respostas dessa questão indicam

que 2 das respostas foram raciocínios abduativos, 6 raciocínios indutivos e 21 raciocínios dedutivos.

Praticamente todas as duplas elaboraram hipóteses na tentativa de justificar os fenômenos. Buscavam explicações racionais baseadas em seus conhecimentos.

Lembramos que com o procedimento de análise das respostas é possível indicar o nível do raciocínio dos estudantes, porém o processo de significação é singular e particular para cada aluno.

Reparamos também o acréscimo de manifestações de elementos em terceira idade, no que se refere ao domínio de habilidades cognitivas e ao domínio de conceitos científicos, Figura 12 e 13.

Ao término do vídeo do experimento “Chama de uma vela”, reparamos uma situação interessante. Alguns alunos comemoraram, por suas respostas, para primeira questão, estarem de acordo com o fenômeno observado no vídeo. Notamos nesse momento, que os alunos estavam visualmente mais motivados que no início da atividade e muito mais participativos. Acreditamos que esse aspecto ocorreu devido a utilização do experimento filmado.

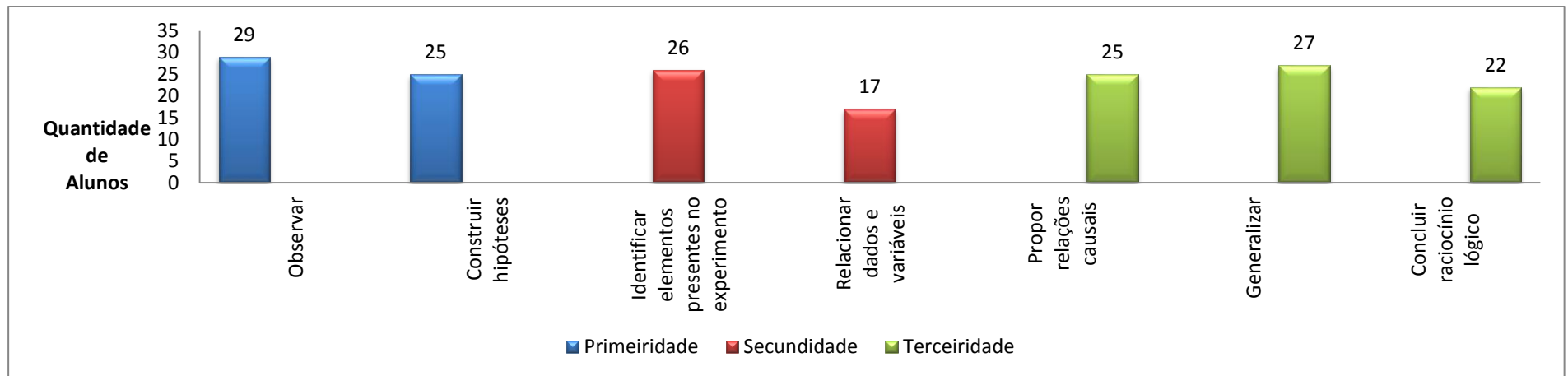


Figura 12 - Categorização do raciocínio referente ao domínio de Habilidades Cognitivas para a segunda questão do questionário da Sequência Didática

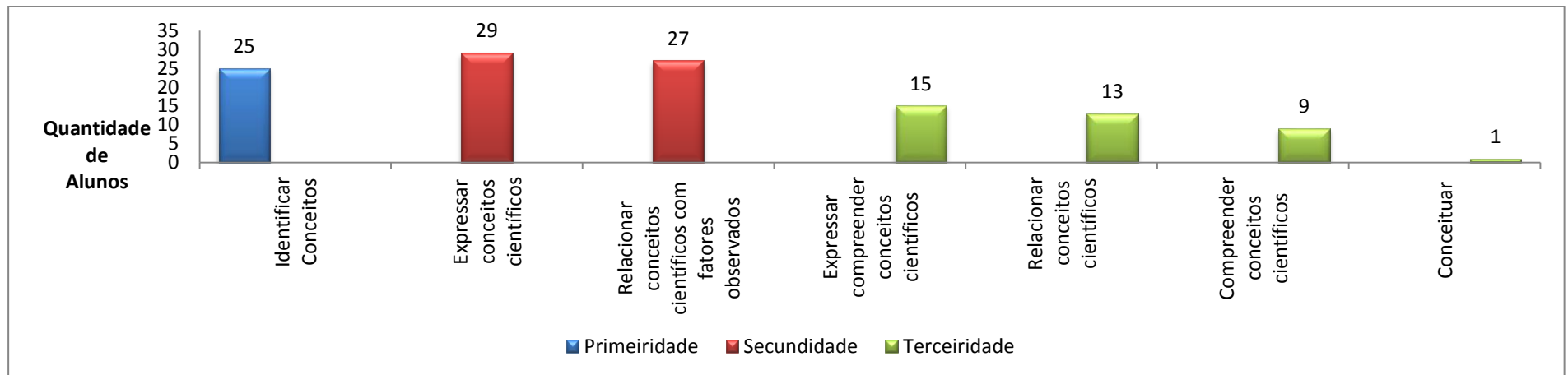


Figura 13 - Categorização do raciocínio referente ao domínio de Conceitos Científicos para a segunda questão do questionário da Sequência Didática

Para darmos continuidade a sequência didática, questionamos os alunos sobre os elementos necessários para que haja o fogo, e categorizamos suas falas de acordo com a tricotomia do argumento: abdução, indução e dedução, quadro 30.

Quadro 30 - Categorização de raciocínios apresentados, na Sequência Didática, sobre os elementos necessários para que haja o fogo

Tipo de Raciocínio	Autor das Falas	Falas
-----	Professor	<i>A pergunta agora é a seguinte: o que é necessário para que haja o fogo?</i>
Abdutivo	Aluno	<i>Oxigênio</i>
Abdutivo	Aluno	<i>Oxigênio</i>
Abdutivo	Aluno	<i>Fósforo</i>
Abdutivo	Aluno	<i>Oxigênio</i>
Abdutivo	Aluno	<i>Fósforo</i>
Abdutivo	Aluno	<i>Oxigênio</i>
Abdutivo	Aluno	<i>Gás carbônico</i>
-----	Professor	<i>Precisa de gás carbônico?</i>
Abdutivo	Alunos	<i>Não!</i>
Abdutivo	Aluno	<i>Oxigênio</i>
Abdutivo	Aluno	<i>Cera da vela</i>
Abdutivo	Aluno	<i>Combustível</i>
Abdutivo	Aluno	<i>Gasolina, álcool</i>
Abdutivo	Aluno	<i>Gasolina, álcool</i>
Abdutivo	Aluno	<i>Gasolina</i>
Indutivo	Aluno	<i>Precisa de alguma coisa que vai queimar</i>
-----	Professor	<i>Gasolina é o combustível. Precisa do oxigênio necessariamente?</i>
Abdutivo	Alunos	<i>Sim!</i>
Abdutivo	Alunos	<i>Não!</i>
Abdutivo	Alunos	<i>Precisa!</i>
-----	Professor	<i>O que mais que precisa?</i>
Abdutivo	Aluno	<i>Papel</i>
Indutivo	Aluno	<i>Uma fonte de calor</i>
-----	Professor	<i>Precisa de uma fonte de calor, é isso aí!</i>

Com o vídeo do experimento demonstrativo-investigativo “Insetos respiram”, buscamos proporcionar uma melhor compreensão sobre os elementos necessários para que ocorra o fogo.

Esse fenômeno provocou a dúvida na maior parte dos alunos e colocou em confronto a afirmação que possuíam sobre ter acabado o oxigênio no experimento “Chama de uma vela”.

Sobre o experimento, o professor fez o seguinte questionamento aos alunos:

“Abelha precisa de oxigênio para manter-se viva, certo? O fogo apagou e a abelha continuou se mexendo. Por que a abelha se mexe se a maioria de vocês falou que acaba o oxigênio? Se o oxigênio acaba, então por que as abelhas continuam vivas?”

Recebemos como resposta, naquele momento, um único argumento:

“Não deu tempo para elas morrerem.”

Decidimos solicitar que respondessem a questão por escrito, para verificarmos as possíveis relações que eles realizaram. No entanto, alguns alunos argumentaram que não responderiam, pois não sabiam o que havia acontecido:

“Eu não sei.”

“Eu não vou responder por que eu não sei.”

Após discutirmos alguns conceitos sobre combustão, solicitamos, novamente, que os alunos respondessem a questão sobre o experimento assistido, quadro 31.

Quadro 31 - Exemplos de respostas para terceira questão da Sequência Didática

Enuncie os fenômenos, por você observados, na experiência. Quais foram as causas para eles ocorrerem? Explique detalhadamente. Caso necessário, utilize desenhos.
(ALUNO 34 E 41) <i>“Pois o fogo precisa de pelo menos 13% de oxigênio para ser aceso. E as abelhas não necessitam de tudo isso e assim elas sobrevivem por um tempo até a perda total do oxigênio”</i>
(ALUNO 45 E 49) <i>“No copo maior a um pouco de oxigênio por isso que demora apagar a vela e as abelhas continuavam vivas por que a um pouco de oxigênio”</i>
(ALUNOS 40 E 52) <i>“O oxigênio abaixou e as abelhas ainda continuaram acima do oxigênio”</i>
(ALUNO 35) <i>“Porque quando a vela se apagou, liberou oxigênio através da fumaça dando sobrevivência para as abelhas.”</i>
(ALUNOS 42 E 43) <i>“Dentro do copo tem oxigênio para as abelhas sobreviverem, mas o o copo abafa a chama da vela”</i>

A categorização das respostas, quanto ao tipo de raciocínio manifestado, indicam que 6 das respostas foram raciocínios abduativos, 5 raciocínios indutivos, 16 raciocínios dedutivos e 2 respostas não foram classificadas por não serem compreendidas.

A categorização, no que se refere ao domínio de habilidades cognitivas e ao domínio de conceitos científicos, está expressa nas Figuras 14 e 15.

Percebemos, ao analisar as respostas para essa questão, que apesar de alguns estudantes aprimorarem seus signos sobre o fenômeno, alguns ainda demonstram confusão quando questionados sobre as causas do acontecimento.

Vale destacar que o pensamento é uma pluralidade de signos, emocionais, racionais, entre outros, e o professor deve “lapidar” a vertente que considerar viável para introdução dos assuntos e conceitos que considerar relevantes.

Em seguida, apresentamos o vídeo experimental “Tamanhos diferentes” e realizamos uma discussão sobre a composição do ar e outros motivos para extinção da chama da vela. Algumas falas do referido diálogo estão categorizadas no quadro 32.

Quadro 32 - Categorização de raciocínios apresentados, na Sequência Didática, sobre a relação entre o tamanho do copo e a existência da chama

Tipo de Raciocínio	Autor das Falas	Falas
-----	Professor	Tem a ver com o tamanho do copo?
Abduativo	Aluno	Tem!
Abduativo	Aluno	Tem!
Abduativo	Aluno	Tem
Indutivo	Aluno	No copo maior vai ter mais ar.
Abduativo	Aluno	O copo maior demorou mais para apagar
-----	Professor	O maior demorou mais para apagar. Baseado no que nós vimos antes, qual que seria a explicação disso?
Dedutivo	Aluno	Tem mais porcentagem de oxigênio?
-----	Professor	Ele tem uma maior porcentagem?
Dedutivo	Aluno	O copo maior tem mais que o copo menor.
Dedutivo	Aluno	O copo menor tem menos oxigênio.
-----	Professor	Têm duas velas do mesmo tamanho e dois copos de tamanhos diferentes, um menor e um maior. No que essa

		diferença de espaço vai interferir?
Dedutivo	Aluno	Porcentagem maior de oxigênio!
-----	Professor	Vai interferir no que? Na porcentagem de oxigênio, ou seja, na quantidade de oxigênio ali dentro. No menor você tem o que? Uma quantidade menor de oxigênio, não é? A porcentagem é a mesma, 20% fixo, só que a quantidade que tem aqui é menor que no outro...

Partindo da questão: “A parafina da vela queima?” discutimos, com os alunos, sobre quem era o combustível em uma vela. As respostas obtidas no estudo piloto e no questionário prévio apontavam que os alunos argumentariam que seria o pavio o combustível da vela, e nesse sentido a discussão desse assunto ganhou seu lugar na sequência didática.

Realizamos um diálogo com os alunos sobre o combustível da vela e discutimos sobre as conjecturas formadas sobre assunto.

Quadro 33 - Exemplos de respostas para quarta questão da Sequência Didática

4) A parafina da vela queima?
(ALUNOS 47 E 55) “Não ela apenas derrete, por se alto se aquecer e se transformar em gás”
(ALUNO 28 E 56) “Não, a parafina da vela não queima, ela só derrete o que queima é só o barbante, porque a parafina de vela não tem combustível.”
(ALUNO 58) “Sim, a parafina é um comburente, ela é a substancia que alimenta a chama”
(ALUNOS 42 E 43) “Queima pois as partículas que saírem da vela é o gás que passou pela parafina”
(ALUNOS 26 E 27) “Queima, vira oxigênio”
(ALUNOS 40 E 52) “Não, ela derrete”

Apesar do diálogo realizado, a maioria dos alunos insiste na questão de que a parafina só derrete, uma minoria aborda a questão da queima da parafina, passando para o estado de gás e afirmando que este é o comburente, demonstrando a construção de signos degenerados. Enfatizamos a necessidade de mais estudos sobre esse assunto, visto que, em três situações distantes os alunos apresentaram dificuldade de compreensão desse tema.

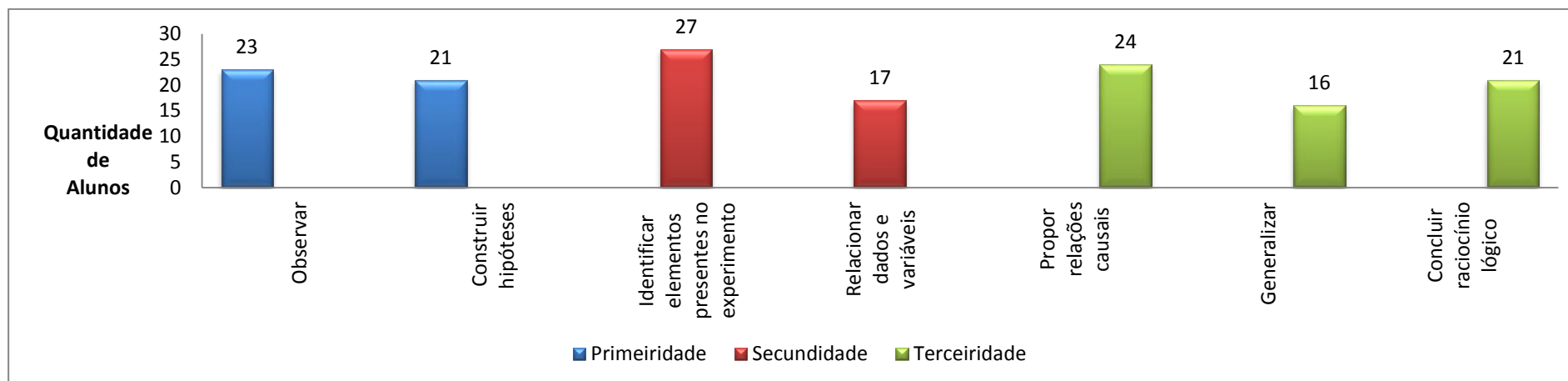


Figura 14 - Categorização do raciocínio referente ao domínio de Habilidades Cognitivas para a terceira questão do questionário da Sequência Didática

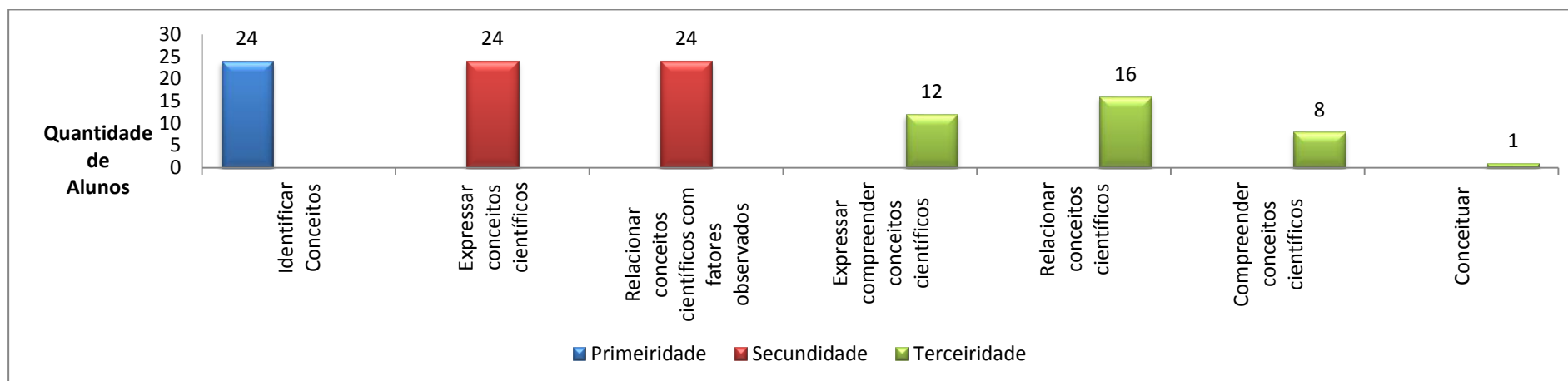


Figura 15 - Categorização do raciocínio referente ao domínio de Conceitos Científicos para a terceira questão do questionário da Sequência Didática

O vídeo experimental “Chama fantasma” problematizou o assunto combustível da vela. Buscamos melhorar a compreensão dos alunos sobre esse tema e iniciamos os diálogos com discussões de quem era o combustível, o comburente na reação de combustão de uma vela. Partindo desse tema, apresentamos o vídeo experimental e ressaltaremos que o fenômeno apresentado causou impacto sobre os alunos. Muitos perguntaram na hora o motivo do fenômeno, enquanto outros exclamaram que era mágica.

Ao irmos discutindo o fenômeno, exclamações como: “Aaaaaaaa!”, “Entendi!”, nos deram indícios de que eles estavam passando por processos de ressignificação.

Pelos discursos argumentativos produzidos, consideramos que a maioria dos alunos melhorou a compreensão sobre o assunto combustão, quadro 34.

Quadro 34 - Exemplos de respostas para quinta questão da Sequência Didática

5) Enuncie os fenômenos, por você observados, na experiência. Quais foram as causas para eles ocorrerem? Explique detalhadamente. Caso necessário, utilize desenhos.
(ALUNOS 47 E 55) <i>“Que a parafina ela derrete e vai para o pavio da vela e se transforma em gasoso que faz o gás sustentar a chama para manter a vela acesa e continuando a derreter a parafina.”</i>
(ALUNO 45 E 49) <i>“Quando coloca o copo sobre a vela ela se apaga então sai uma fumacinha e essa fumaça pega fogo. A fumaça e o vapor da parafina no vapor gasosa então quando apaga sai fumaça que com ela se acende”</i>
(ALUNOS 26 E 27) <i>“Quando a vela se apaga, o gás sobe, e volta para o pavio. Colocando fogo nesse gás a vela voltará a queimar novamente”</i>
(ALUNO 39) <i>“A queima do pavio aquece a parafina que passa do estado solido para o liquido e assim molhando o pavio levando o liquido para o centro da chama transformando ela em gás assim mantendo sempre o gás na chama deixando-a acesa, quando o fogo se apaga a primeira fumaça que sai é o gás liberado da parafina que ao contato com o fogo trás a chama de volta para a vela”</i>
(ALUNO 32) <i>“A parafina ao ser derretida ela libera um gás que se torna o combustível e ele auxilia a manter a chama acesa”</i>

No momento que ocorreu essa discussão, na sequência didática, os alunos solicitaram a repetição desse vídeo duas vezes, o que demonstra que esse recurso colabora para eficácia do instrumento.

Ao analisarmos os raciocínios apresentados nas respostas produzidas para esse experimento, notamos uma grande quantidade de raciocínios apresentados como dedutivos: 2 das respostas foram raciocínios abduativos, 3 raciocínios indutivos, 18 raciocínios dedutivos e 6 não foram categorizados por não serem compreendidos ou pelos alunos não responderem a questão.

Na categorização dos domínios de Habilidades Cognitivas e dos domínios de Conceitos Científicos, notamos que os argumentos estavam melhor elaborados, com grande parte das inferências realizadas classificadas como raciocínios de terceiridade, Figuras 16 e 17.

O último vídeo experimental serviu para abordarmos o conteúdo da combustão incompleta.

Para finalizarmos a sequência didática e confirmarmos que os alunos apresentam equívocos de compreensão sobre gases, elaboramos uma última questão, quadro 35. Nela foi solicitado que os alunos indicassem se havia ocorrido alguma variação de ar, dentro do recipiente que ocorreu o fenômeno, no experimento “Chama de uma vela”. Confirmando nossa hipótese inicial, verificamos, por meio da análise dos domínios de Conceitos Científicos que os alunos possuem dificuldades de compreensão sobre o tema, Figura 18.

Quadro 35 - Exemplos de respostas para sexta questão da Sequência Didática

6) Na experiência, após emborcar o recipiente sobre a vela, ocorre alguma variação do ar, dentro do recipiente? Explique detalhadamente.
(ALUNO 51 E 53) <i>“Não porque o copo é fechado e não como entrar ar”</i>
(ALUNOS 47 E 55) <i>“O gás oxigênio troca de lugar com o gás da parafina que vai ficar sem oxigênio”</i>
(ALUNOS 44 E 57) <i>“Não, quando encosta o objeto na chama ocorre uma ação uma fumação preta é uma combustao incompleta”.</i>
(ALUNOS 42 E 43) <i>“O oxigênio que tinha dentro do copo diminue com o copo. O gás branco á o gás da parafina e do fogo”</i>
(ALUNO 35) <i>“Sim, fica com oxigênio que sai do gás da vela”</i>

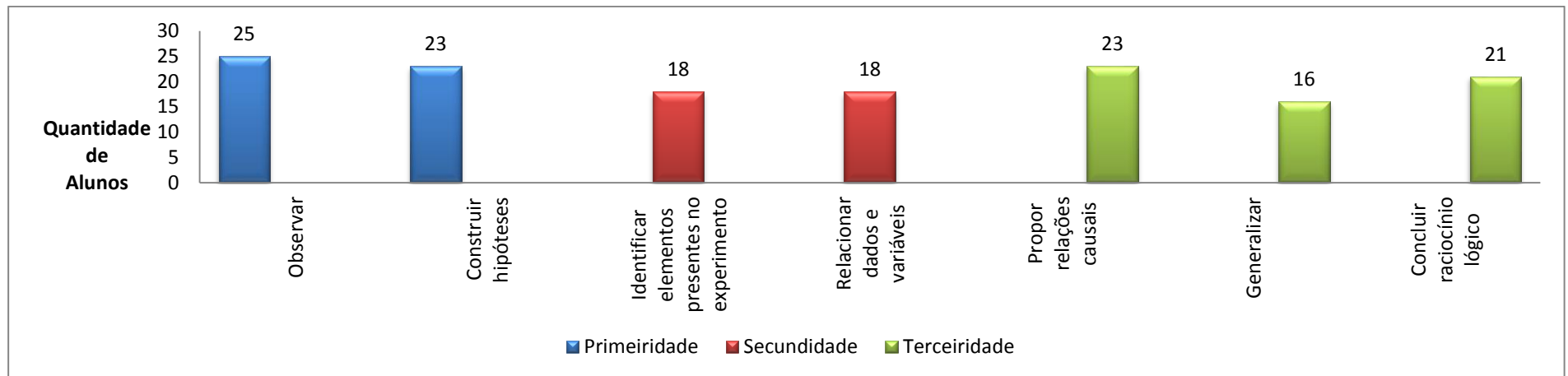


Figura 16 - Categorização do raciocínio referente ao domínio de Habilidades Cognitivas para a quinta questão do questionário da Sequência Didática

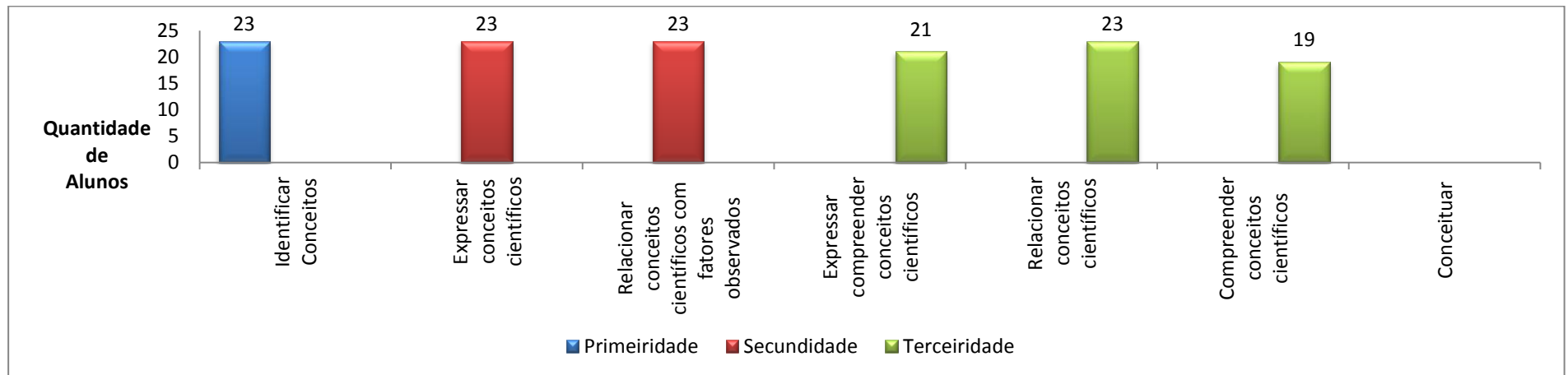


Figura 17 - Categorização do raciocínio referente ao domínio de Conceitos Científicos para a quinta questão do questionário da Sequência Didática

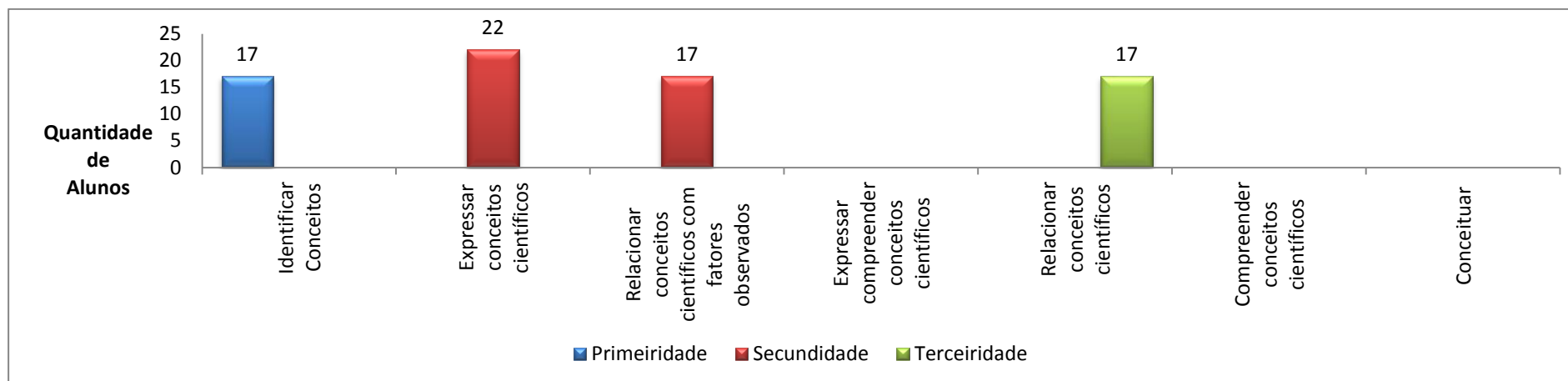


Figura 18 - Categorização do raciocínio referente ao domínio de Conceitos Científicos para a sexta questão do questionário da Sequência Didática

Ao compararmos os domínios de Habilidades Cognitivas e os domínios de Conceitos Científicos apresentados durante a pesquisa, notamos que sobre as Habilidades Cognitivas os alunos apresentaram níveis de argumentos em terceiridade durante toda a sequência didática, no entanto, sobre os conceitos científicos, os argumentos ficaram melhor elaborados com o tempo, mas ainda, na maioria, em níveis de primeiridade e secundidade.

Lembramos que um dos objetivos escolares é o desenvolvimento de conceitos científicos e, portanto, a escola deve estar alerta para promover situações e pesquisas que busquem e comprovem a aquisição desses significados. Não são somente os alunos que precisam ter a disponibilidade de aprender (domínio de habilidades cognitivas) a escola precisa proporcionar situações de aprendizagem com ambientes favoráveis e quantidades de aulas necessárias para a aquisição dos conceitos científicos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Referente ao potencial do vídeo para o Ensino de Química, indicamos que o vídeo de experimentos é mais uma opção, para os educadores em ensino de ciências, para a prática de um ensino investigativo. Nesse aspecto, tornam-se necessárias mais pesquisas utilizando o vídeo em outras perspectivas.

Os estudantes mostram motivação ao participar da sequência didática utilizando os vídeos e demonstraram sua eficácia nesse sentido. Notamos que eles possuem familiaridade com o recurso e se interessaram pelo processo de filmagem. Além de expressarem tal motivação, eles ficaram muito atentos durante a sequência didática, principalmente, nos momentos da visualização dos vídeos.

Fundamentado nos resultados obtidos, acreditamos que os vídeos de experimentos demonstrativo-investigativos, demonstraram-se eficazes e viáveis nessa sequência didática.

Nesse sentido, o professor pode utilizar estratégias com os vídeos que atendam os diferentes perfis conceituais de aprendizagem.

Quanto ao desenvolvimento conceitual, a utilização dos vídeos da atividade experimental possibilitou a exploração de possíveis conhecimentos científicos e a verificação de ocorrências de conceitos espontâneos pelos alunos, sobre o tema combustão.

Também identificamos que os alunos possuem dificuldades de compreensão sobre o assunto “gases”, nesse sentido, apontamos a necessidade de mais estudos sobre essa temática.

Ao analisarmos as habilidades do pensar lógico, consideramos que a pergunta foi um fator marcante em nossa metodologia. Utilizamos perguntas para tentar instigar a dúvida nos alunos e como consequência, muitos deles demonstraram muito interesse e curiosidade e apresentaram uma grande quantidade de perguntas sobre o tema.

Como a sequência didática fundamentou-se principalmente na apresentação dos vídeos de experimentos e na discussão por diálogos entre os alunos e o professor, as melhores dúvidas foram expressas oralmente e proporcionaram várias situações que possibilitaram o professor confrontar o conhecimento científico com os significados já existentes nas estruturas cognitivas dos alunos.

Quando confrontados, os alunos buscaram criar hipóteses lógicas para explicar seus pontos de vista. Eles não estão acostumados com a perspectiva investigativa e em várias situações de dúvida pediam para que o professor transmitisse a informação.

Na sequência didática, a interação entre alunos e o professor, determinou o sucesso das atividades. Situações cotidianas que envolviam o conteúdo foram discutidas para que a prática pedagógica tivesse algum significado aos alunos. Nessa etapa, os alunos observaram, refletiram e discutiram sobre os fenômenos observados. O professor foi o mediador do diálogo e direcionou as conversações para a significação e ressignificação do conhecimento desejado.

Os diálogos e as atividades escritas propostas, cumpriram a função de verificar o desenvolvimento conceitual dos alunos e identificar os processos de significação e ressignificação.

Este estudo explorou os domínios de habilidades cognitivas e os domínios de conceitos científicos pelos alunos e indicou que apesar dos estudantes apresentarem, segundo as classificações semióticas propostas no trabalho, habilidades cognitivas em níveis avançados (terceiridade), o domínio de conceitos científicos se mantém em níveis mais superficiais (primeiridade). Nesse sentido, lembramos a importância da escola em desenvolver os conteúdos básicos nos estudantes e apontamos a necessidade de pesquisas para comprovar a eficácia das atividades que tentam promover a aquisição dos conceitos científicos.

Um fato interessante que aconteceu, foi que uma aluna demonstrou, com argumentos verbais, apresentar um processo de ressignificação. Em seu comentário, argumentou que havíamos acabado com o conhecimento que ela já possuía e a ajudado a entender os fenômenos.

Não sabemos as reais significações que os alunos realizaram sobre a sequência didática, mas ficamos com uma boa impressão de estarmos os ajudando a entender os fenômenos.

Ressaltamos que apesar de apreciarem a discussão e saber os motivos da ocorrência dos fenômenos nos experimentos, os alunos não demonstravam interesse em escrever sobre o assunto. Destacamos que o desenvolvimento de signos linguísticos em conceitos químicos e na própria língua portuguesa deve ser estudado, para verificar se os alunos realmente estão aprendendo esses signos ou se estes estão dificultando a aprendizagem de outros conceitos.

Ao comentarmos sobre análises, devemos destacar potencial do referencial teórico Peirceano para investigações no ensino de química, uma vez que, conseguimos realizar estudos de aquisição e manifestação de aprendizagem e desenvolvimento cognitivo, eficazmente, por meio dele.

6. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, L. M. W.; SILVA, K. A. P. Semiótica e as ações cognitivas dos alunos em atividades de modelagem matemática: um olhar sobre os modos de inferência. **Ciência e Educação**, v. 18, p. 623-642, 2012.
- BIRK, J. P.; LAWSON, E. The persistence of the candle-and-cylinder misconception. **Journal of Chemical Education**, v. 76, n. 7, p. 914-916, 1999.
- BOGDAN, R.; BIKLEN, S. K. **Qualitative Research for Education**. Boston, Allyn and Bacon, Inc., 1982.
- BOUJAOUDE, S.B. A study of the nature of students' understandings about the concept of burning. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 28, p. 689-704, 1991.
- CALDEIRA, A. M. A.; MANECHINE, S. R. S. Apresentação e representação de fenômenos biológicos a partir de um canteiro de plantas. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.12(2), p. 227-261, 2007.
- FARADAY, M. **A história química de uma vela: As forças da matéria**. Trad. Vera Ribeiro. Rio de Janeiro: Contraponto, p.222, 2003.
- FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R.; OLIVEIRA, R. C. Ensino Experimental de Química: Uma abordagem Investigativa Contextualizada. **Química Nova na Escola**, v. 32, p. 101-106, 2010.
- FONSECA, G.; ARAUJO, E. S. N. N. A.; CALDEIRA, A. M. A. Ensino e aprendizagem de Ecologia em ecossistemas naturais característicos da restinga de Ilha Comprida, SP. In: Elaine S. Nicolini Nabuco de Araujo; João José Caluzi; Ana Maria de Andrade Caldeira. (Org.). **Práticas Integradas para o Ensino de Biologia**. 1. ed. São Paulo: Escrituras, 2008, v. Único, p. 205-239.
- FRANCISCO, W. E. Jr.; FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R. Experimentação Problematizadora: Fundamentos Teóricos e Práticos para a Aplicação em Salas de Aula de Ciências. **Química Nova na Escola**, n.30, p.34-41, 2008.

GALIAZZI, M. C.; GONÇALVES, F.P.; SEYFFERT, B.H.; HENNIG, E.L.; HERNANDES, J.C. Uma sugestão de atividade experimental: a velha vela em questão. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 21, p. 25-29, 2005.

GÓIS, J.; GIORDAN, M. Semiótica na Química: a teoria dos signos de Pierce para compreender a representação. **Química Nova na Escola**, v. 7, p. 34-42, 2007.

HODSON, D. Hacia um enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 12, n. 3, p. 299 – 313, 1994.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 3. ed. São Paulo: Atlas S. A, 1993.

LIRA, M. B. **Estudo das habilidades cognitivas manifestadas pelos estudantes de ensino médio com experimentos demonstrativos-investigativos e seus respectivos vídeos digitais**. 2010. 31 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Faculdade de Química, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2010.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, p. 99, 1986.

MORÁN, J. M. O Vídeo na Sala de Aula. **Comunicação e Educação**, São Paulo, SP: Editora Moderna, n. 2, jan-abr, 1995.

PEIRCE, C. S. **Semiótica e Filosofia**. Trad. Mota e Hegenberg. São Paulo, Cultrix, p. 164, 1972.

PEIRCE, C. S. **Escritos Coligidos**. Tradução de Armando Mora D' Oliveira e Sérgio Pomerangblum, 3. ed. São Paulo: Abril Cultura, p. 276, 1983.

PEIRCE, C. S. **Semiótica - Coleção Estudos**. 4. ed. São Paulo: Perspetiva, p. 337, 2010.

PEREIRA, M. V. Da Construção ao Uso em Sala de Aula de um Vídeo Didático de Física Térmica para o Ensino Médio. **Ciência em Tela**, v. 1, p. 5-1, 2008.

PERUZZO, F.M.; CANTO, E. L. **Química na abordagem do cotidiano. 4 ed.** São Paulo: Moderna, 2010. v. 3.

QUEIROZ, J. **Semiose segundo C. S. Peirce.** São Paulo: EDUC; FAPESP, 2004.

SHOOK, J. R. **Os pioneiros do pragmatismo americano.** Rio de Janeiro, DP & A, p. 211, 2002.

SANTAELLA, L. **O que é semiótica.** São Paulo: Brasiliense, p. 85, 1983

SANTAELLA, **Semiótica aplicada.** São Paulo: Pioneira Thomson Learning, p. 186, 2002.

SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L.; TUNES, E. Experimentar sem medo de errar. In: Wildson Luiz P. dos Santos; Otavio Aloísio Maldaner. (Org.). **Ensino de Química em Foco.** 1ª ed. Ijuí: Unijuí, 2010, v. Único, p. 231-261.

SILVA, M. A. E.; PITOMBO, L. R. M. Como os alunos entendem queima e combustão: contribuições a partir das representações sociais. **Química Nova na Escola**, n. 23, p. 23-26, 2006.

SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de Química. **Ciências & Cognição** (UFRJ), v.14, p.50-74, 2009.

SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R.; LAMAS, M. F. P. A Estratégia Laboratório Aberto para a Construção do Conceito de Temperatura de Ebulição e a Manifestação de Habilidades Cognitivas. **Química Nova na Escola**, v. 32, p. 200-207, 2010.

TREVISAN, M. D.; CARNEIRO, M. C. Uma descrição semiótica da metáfora no ensino de Biologia: asserções sobre a célula animal. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 14, p. 479-496, 2009.

WARTHA, E. J.; Rezende, D. B. Os níveis de representação no ensino de química e as categorias da semiótica de Peirce. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, p. 275-290, 2011.