

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
INSTITUTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS**

MILTON BASTO LIRA

**Um estudo semiótico da experimentação filmada no ensino de ciências:
significações e ressignificações de conceitos sobre a combustão**

Campo Grande - MS

2021

MILTON BASTO LIRA

**Um estudo semiótico da experimentação filmada no ensino de ciências:
significações e ressignificações de conceitos sobre a combustão**

Defesa de tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências – PPEC da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul como requisito obrigatório para obtenção do título de Doutor em Ensino de Ciências na Área de Concentração de Ensino de Ciências Naturais, Linha de Pesquisa de Construção de Conhecimento em Ciências.

Orientador

Prof. Dr. Dario Xavier Pires

CAMPO GRANDE-MS

2021

MILTON BASTO LIRA

Um estudo semiótico da experimentação filmada no ensino de ciências: significações e ressignificações de conceitos sobre a combustão

Banca Examinadora

Prof. Dr. Dario Xavier Pires (orientador)

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências (PPEC/INFI/UFMS)

Prof. Dr. Ademir De Souza Pereira (membro externo)

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática
(PPECMat/UFGD)

Prof. Dr. Valdir Souza Ferreira (membro externo)

Programa de Pós-Graduação em Química (PPGQUÍMICA/UFMS)

Prof^a. Dr^a. Daniele Correia (membro interno)

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências (PPEC/INFI/UFMS)

Prof^a. Dr^a. Vera De Mattos Machado (membro interno)

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências (PPEC/INFI/UFMS)

Prof. Dr. Marco Antonio Utrera Martines (membro suplente externo)

Programa de Pós-Graduação em Química (PPGQUÍMICA/UFMS)

Prof^a. Dr^a. Suzete Rosana de Castro Wiziack (membro suplente interno)

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências (PPEC/INFI/UFMS)

DEDICATÓRIA

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

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao professor Dr. Dario Xavier Pires pela orientação, colaboração e pela confiança em mim depositada desde o início dos estudos. Aos professores do programa, pelos ensinamentos e pelo carinho durante nossos momentos de convivência. A todos os professores que de alguma forma contribuíram para o meu desenvolvimento profissional e pessoal.

Obrigado aos meus colegas de curso e amigos por todo companheirismo demonstrado durante o desenvolvimento desta etapa e aos funcionários do curso que me salvaram inúmeras vezes e muito contribuíram em minha jornada.

Meus agradecimentos vão para todos aqueles que participaram de alguma forma para a produção deste trabalho...

MUITO OBRIGADO!

“Se podes imaginar, podes
conseguir.”

Albert Einstein

RESUMO

Com base no arcabouço teórico proposto por Charles Sanders Peirce (1839-1914), utilizando uma abordagem demonstrativa investigativa, vídeos de experimentos com velas foram aplicados em aulas para alunos do ensino médio com o objetivo de promover significações e ressignificações sobre o conceito científico da combustão. Vale indicar que o experimento filmado pode ser uma alternativa aos professores que não dispõem de laboratórios e condições adequadas (materiais e reagentes) nas unidades escolares e, ao levar em consideração o contexto causado pela pandemia do vírus SARS-CoV-2, causador da doença covid-19, os experimentos filmados podem ser uma excelente alternativa aos educadores do ensino de ciências para promover situações de significações e ressignificações no ensino a distância. Permeando os níveis de conhecimentos químicos (macroscópico, representacional e submicroscópico), exploramos discussões de conteúdos e conceitos, entrelaçados e pertinentes ao fenômeno da combustão, como, por exemplo, reações químicas, composição da matéria, estados físicos da matéria, gases e suas propriedades, misturas, estequiometria, ponto de fulgor, limite de inflamabilidade, pressão, temperatura, ácidos, bases e pH. As análises dos diálogos, escritas e interjeições produzidas pelos estudantes ao participarem das aulas foram realizadas pautadas na semiótica peirceana. Como resultado, verificamos que situações de significações e ressignificações foram alcançadas, com alunos utilizando, ao final das atividades, conceitos e teorias adquiridos no decorrer do processo. Consideramos que a metodologia pode ser adaptada e ampliada para ser aplicada no nível superior de ensino, ocorrendo a necessidade de realizações de estudos futuros neste prisma. Assim, neste trabalho, defendemos a tese de que, utilizando uma abordagem demonstrativa investigativa, a aplicação de experimentos filmados para alunos de ensino médio, fundamentada no arcabouço teórico proposto por Peirce (1983), pode gerar dúvidas genuínas e proporcionar debates e discussões que favoreçam processos de significações e ressignificações sobre os conceitos científicos que envolvam a combustão.

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

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	SEMIÓTICA: HISTÓRIA E PERSPECTIVA.....	18
2.1	A teoria semiótica de Charles Sanders Peirce: o referencial teórico..	24
2.2	Semiótica Peirceana e vídeos de experimentos: relações	34
3	ATIVIDADES EXPERIMENTAIS: DO PRESENCIAL AO FILMADO.....	35
3.1	Experimentação: história no ensino de ciências.....	35
3.2	Experimentação: críticas e desafios	37
3.3	Experimentação: Perspectivas	39
4	COMBUSTÃO: ESTUDOS.....	43
4.1	Combustão de uma vela.....	46
5	METODOLOGIA	51
5.1	Experimentos filmados	52
5.2	Semiótica: análise dos dados.....	53
5.3	Interjeições: indicativos para análise semiótica.....	55
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	59
6.1	Primeiro experimento: descrição	59
6.1.1	Primeiro experimento: dados e discussões.....	60
6.2	Segundo experimento: descrição	63
6.2.1	Segundo experimento: dados e discussões.....	64

6.3	Terceiro experimento: descrição	66
6.3.1	Terceiro experimento: dados e discussões	67
6.4	Quarto experimento: descrição	69
6.4.1	Quarto experimento: dados e discussões	71
6.5	Quinto experimento: descrição	73
6.5.1	Quinto experimento: dados e discussões	74
6.6	Sexto experimento: descrição	76
6.6.1	Sexto experimento: dados e discussões	77
6.7	Sétimo experimento: descrição	79
6.7.1	Sétimo experimento: dados e discussões	80
6.8	Oitavo experimento: descrição	81
6.8.1	Oitavo experimento: dados e discussões	82
6.9	Análise das Interjeições.....	84
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	86
8	REFERÊNCIAS	88

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 - Tricotomias das relações dos signos com signos, objetos e interpretantes	30
Quadro 02 - Dez classes de signos embasadas nas combinações das três tricotomias sígnicas.....	30
Quadro 03 - Dez classes de signos e suas descrições.....	32
Quadro 04 - Conceitos abordados nas aulas utilizando os vídeos de experimentos filmados.	53
Quadro 05 - Classificação geral das interjeições apresentado por Teixeira (2019)..	57
Quadro 06 - Exemplos de respostas escritas dos alunos para o primeiro vídeo de experimento.	60
Quadro 07 - Exemplos de comentários escritos pelos alunos para o primeiro vídeo de experimento.....	62
Quadro 08 - Exemplos de argumentações orais dos alunos para o primeiro vídeo de experimento.	62
Quadro 09 - Exemplos de respostas escritas dos alunos para o segundo vídeo de experimento.	64
Quadro 10 - Exemplos de comentários escritos pelos alunos para o primeiro vídeo de experimento.	65
Quadro 11 - Exemplos de argumentações orais dos alunos sobre o segundo vídeo de experimento.	66
Quadro 12 - Exemplos de respostas escritas dos alunos para o terceiro vídeo de experimento.	67
Quadro 13 - Exemplos de comentários escritos pelos alunos para o primeiro vídeo de experimento.	68
Quadro 14 - Exemplos de argumentações orais dos alunos sobre o terceiro vídeo de experimento.	69
Quadro 15 - Exemplos de respostas escritas dos alunos para quarto vídeo de experimento.	71

Quadro 16 - Exemplos de comentários escritos pelos alunos para o primeiro vídeo de experimento.	72
Quadro 17 - Exemplos de argumentações orais dos alunos sobre o quarto vídeo de experimento.	72
Quadro 18 - Exemplos de respostas escritas pelos alunos para o quinto vídeo de experimento.	74
Quadro 19 - Exemplos de comentários escritos pelos alunos para o primeiro vídeo de experimento.	75
Quadro 20 - Exemplos de argumentações orais dos alunos sobre o quinto vídeo de experimento.	76
Quadro 21 - Exemplos de respostas escritas dos alunos para o sexto vídeo de experimento.	77
Quadro 22 - Exemplos de comentários escritos pelos alunos para o primeiro vídeo de experimento.	78
Quadro 23 - Exemplos de argumentações orais dos alunos sobre o sexto vídeo de experimento.	78
Quadro 24 - Exemplos de respostas escritas dos alunos para o sétimo vídeo de experimento.	80
Quadro 25 - Exemplos de comentários escritos pelos alunos para o primeiro vídeo de experimento.	80
Quadro 26 - Exemplos de argumentações orais dos alunos sobre o sétimo vídeo de experimento.	81
Quadro 27 - Exemplos de respostas escritas dos alunos para o oitavo vídeo de experimento.	82
Quadro 28 - Exemplos de comentários escritos pelos alunos para o primeiro vídeo de experimento.	83
Quadro 29 - Exemplos de argumentações orais dos alunos sobre o oitavo vídeo de experimento.	83

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Relações básicas que constituem um signo na teoria semiótica peirceana.....	28
Figura 02 - Representação genérica do triângulo do fogo.....	44
Figura 03 - Limites de inflamabilidade	49
Figura 04 - Ilustração do vídeo do primeiro experimento.....	60
Figura 05 - Ilustração do vídeo do segundo experimento.....	63
Figura 06 - ilustração do vídeo do terceiro experimento.....	67
Figura 07 - ilustração do vídeo do quarto experimento.....	70
Figura 08 - ilustração do vídeo do quinto experimento.....	74
Figura 09 - ilustração do vídeo do sexto experimento.....	76
Figura 10 - ilustração do vídeo do sétimo experimento.....	79
Figura 11 - ilustração do vídeo do oitavo experimento.....	81

Um estudo semiótico da experimentação filmada no ensino de ciências: significações e ressignificações de conceitos sobre a combustão

1 INTRODUÇÃO

O cenário educacional brasileiro vivenciou uma transformação intensa durante a pandemia do covid-19. A necessidade da implantação de um ensino remoto intermediado por tecnologias ficou evidente e novas soluções e caminhos tornaram-se necessários para promoção da aprendizagem.

Com as medidas de distanciamento impostas para garantir a proteção social durante o período da pandemia, professores e educadores precisaram escolher recursos e instrumentos para serem utilizados. No entanto, um desafio surgiu: como utilizar de forma remota recursos moldados para uma educação presencial?

Apesar da situação ter ficado mais explícita com as implicações da pandemia, já era existente a necessidade de estudos sobre recursos e instrumentos para facilitar a aprendizagem dos estudantes sobre os conceitos de ciências. Falta de equipamento, espaço físico, reagentes, enfim, podem ser vários são os problemas enfrentados pelos educadores ao executarem práticas didáticas nas unidades escolares e nesse sentido, faz-se importante a existência de um acervo de materiais e recursos para fins educacionais.

Sabemos que, na atualidade, os professores já dispõem de uma vasta gama de recursos e instrumentos didáticos e, dentro da área de ensino de ciências, mais especificamente do ensino de química, a experimentação deslumbra muitos professores e estudantes e possui uma legião de adeptos. Vale lembrar que, no decorrer dos anos, procurando validar a eficácia e verificar a viabilidade de aplicação no âmbito educacional, a experimentação foi alvo de estudo de diversos pesquisadores e educadores.

Neste trabalho, buscaremos aumentar o plantel de opções dos professores e educadores e propor uma vertente que pode ser utilizada na educação a distância, a experimentação filmada. Para compreender como esta abordagem está inserida no

rol de opções dentro do espectro das experimentações, apresentaremos e especificaremos algumas de suas principais modalidades.

Francisco, Ferreira e Hartwig (2008) indicam que, em uma perspectiva pedagógica, as atividades experimentais possuem duas formas de abordagem principais: ilustrativa e investigativa.

A vertente ilustrativa normalmente não emprega problematização e é utilizada apenas para demonstração de um conceito previamente estudado. Já a investigativa, por sua vez, busca a obtenção de informações para a promoção de uma discussão conceitual que possibilite ao aluno a compreensão de conceitos e pensamentos científicos.

Indicações feitas por Giordan (1999) corroboram que as experimentações no ensino de ciências permeiam os processos de investigação para construção de um conhecimento científico e, assim, indicam sua viabilidade e relevância nos campos didáticos da Química.

Apresentando uma visão histórica sobre a função da experimentação no ensino de ciências, Silva, Machado e Tunes (2010) indicam diversas abordagens. Dentre elas, descrevem uma vertente das experimentações investigativas, as “Atividades Demonstrativas - Investigativas” que possibilitam a discussão de conceitos científicos relacionados à apresentação visual de um fenômeno simples.

Vale lembrar que as experimentações no âmbito educacional podem ser acopladas a outros recursos didáticos para favorecer a aprendizagem dos conceitos pelos alunos, como por exemplo, em um planejamento que utilize as tecnologias de informação e comunicação (vídeos, simulações e animações).

Dentre os recursos técnicos citados, os vídeos possuem grande diversidade de utilização em várias áreas de conhecimento e contam com repositórios e portais de acesso livre que proporcionam uma distribuição global, como por exemplo o site do YouTube, no qual o usuário pode, gratuitamente, visualizar, compartilhar, avaliar e comentar as mídias.

Destacamos que, devido à pandemia da covid-19, os brasileiros passaram a utilizar por uma maior quantidade de tempo plataformas que contêm vídeos e recursos midiáticos. A empresa google apresentou pesquisas que indicaram um aumento de 91% de utilização do YouTube no Brasil entre 2019 e 2020.

Ainda ressaltamos que, com uma simples busca nesses portais e repositórios, por exemplo, no YouTube, encontramos uma grande quantidade de experimentos e comentários tecidos pelos próprios usuários, fatores que podem ser mais explorados pelos campos do ensino de ciências e pesquisas na esfera educacional. Por exemplo, o uso de experimentações filmadas no ensino de ciências.

Ao considerar a atual participação das tecnologias midiáticas em nosso cotidiano - principalmente dos vídeos - e a grande quantidade de jovens e adultos em idade escolar que possuem afinidades com esses recursos, utilizamos uma vertente da experimentação na qual são empregados vídeos de experimentos em uma abordagem demonstrativa investigativa.

Anteriormente, durante pesquisa no curso de mestrado, Lira (2013) empregou vídeos de experimentos demonstrativos investigativos em aulas para alunos de ensino médio de uma escola da rede estadual da cidade de Campo Grande - MS e, com base nos fundamentos da teoria semiótica peirceana, indicou que a abordagem ajudou os estudantes a realizarem análises críticas, processos de significações e ressignificações e elaborassem raciocínios lógicos, acontecendo o mesmo com o desenvolvimento e formulação de hipóteses. No entanto, apesar da observação das características positivas os estudantes apresentaram dificuldades de compreensão sobre conceitos científicos relacionados ao assunto de “gases”, especificamente sobre a combustão.

Por conseguinte, notamos a necessidade de estudos a viabilidade da vertente de experimentação em vídeos para promoção de aprendizagem de conceitos científicos pelos estudantes.

Neste trabalho de doutorado, colocamos o foco da nossa atenção sobre as dificuldades acerca da compreensão de estudantes sobre os conceitos envolvidos nos estudos do tema combustão. Afinal, quais seriam os aspectos que se destacam para

a existência das dificuldades apresentadas? Sabemos que os gases e a combustão estão presentes em várias atividades do cotidiano do homem, como no preparo dos alimentos, na geração de energia em indústrias, na liberação de gases em automóveis com motores à combustão, nas queimadas, entre outras situações, possuindo grande relevância e importância, sendo seu estudo pertinente para melhor compreensão sobre o mundo.

Inicialmente, apontamos e destacamos que o entendimento dos conceitos químicos para compreensão dos conceitos de combustão permeia os níveis de conhecimentos químicos (macroscópico, submicroscópico e representacional) descritos por Johnstone (1982). Como a maioria dos fenômenos que envolvem este conceito não são totalmente visíveis (aspecto macroscópico e microscópicos), exigem um maior nível de abstração para sua compreensão.

Explicando resumidamente os níveis de conhecimentos químicos, o nível macroscópico seria aquilo que enxergamos, os aspectos visíveis aos olhos. O aspecto submicroscópico refere-se às concepções científicas das interações atômicas e moleculares que ocorrem em um fenômeno, seriam as explicações que envolvem os aspectos de abstrações. E o nível representacional consiste nos signos linguísticos (as escritas) e recursos que utilizamos para representar os conceitos químicos.

Sobre a combustão, é indubitável que desde a antiguidade o fogo traz encanto e dúvidas aos seres humanos sobre seus mecanismos de funcionamento. Vários foram os pensadores que teceram conjecturas sobre essa temática e, no decorrer dos anos, a combustão foi o núcleo de muitos trabalhos científicos realizados.

Por este ângulo, é oportuno destacar que pesquisas no ensino de ciências e de química abordando essa temática podem se tornar recursos que auxiliem e aumentem as alternativas disponíveis aos professores para facilitarem aos estudantes a promoção de processos de significações e ressignificações.

Buscamos suporte nos fundamentos da semiótica para entendermos os processos de significações e ressignificações que estão entrelaçadas ao fenômeno de combustão. Escolhemos a semiótica por ser uma ciência geral que estuda os signos e os significados, valendo ressaltar que, dentro das vertentes existentes,

alinhamo-nos aos princípios da semiótica fundada por Charles Sanders Peirce, que em síntese pode ser interpretada como uma ciência que estuda os signos e as linguagens.

Tendo em mente a importância e a relevância da combustão na vida dos seres humanos e levando em consideração que relacionar os três níveis de conhecimentos químicos (macroscópico, submicroscópico e representacional) pode favorecer significações e ressignificações por parte dos estudantes, propomos uma sequência didática de vídeos de experimentos utilizando velas de parafina em uma abordagem investigativa, fundamentada nos processos descritos na semiótica peirceana, para aquisições de significações e o processamento de ressignificações pelos estudantes.

Consideramos que a exploração dos conteúdos e conceitos entrelaçados e pertinentes ao fenômeno seguem uma sequência lógica. Propomos, assim, para um entendimento mais completo sobre o tema, a discussão sobre reações químicas, reações de combustão, composição da matéria, estados físicos da matéria, gases e suas propriedades, misturas, reagentes limitantes de uma reação, ponto de fulgor, limite de inflamabilidade, pressão, temperatura de ácidos, bases e pH.

Estamos colocando o tema de combustão sob uma nova ótica para o ensino de química, no qual os vídeos de experimentos devem ser executados em uma abordagem didática. A intenção é instigar momentos de discussão sobre os fenômenos apresentados, estimulando os estudantes a realizar processos de significações e ressignificações.

Além da verificação dos processos de significações e ressignificações dos estudantes utilizando a análise semiótica, também focamos em desenvolver uma análise das interjeições tecidas pelos estudantes durante as apresentações dos vídeos de experimentos. As interjeições, em uma definição superficial, são palavras ou expressões que evidenciam sentimentos e emoções e, por esse lado, são ricas de significados que podem ser explorados nos campos do ensino de ciências. Destacamos a escolha da análise das interjeições devido à sua vasta presença no cotidiano e por sua potencialidade em indicar os sentimentos dos estudantes durante a aplicação dos vídeos de experimentos.

Nesse seguimento, a pesquisa busca proporcionar aos professores um material que permita explorar de uma nova maneira os processos de significações e ressignificações dos estudantes sobre o fenômeno da combustão e também propor a interpretação, com base nas conjecturas da teoria semiótica peirceana, das interjeições e das escritas produzidas sobre os conhecimentos químicos quando os estudantes assistem aos vídeos de experimentos que utilizem abordagem demonstrativa investigativa.

Assim temos a seguinte questão problema a ser respondida: “Aulas, alicerçadas nos fundamentos da semiótica peirceana, que utilizem experimentações filmadas com abordagem demonstrativa investigativa têm a capacidade de gerar processos de significações e ressignificações sobre o conceito científico da combustão?”.

O objetivo principal do trabalho é validar que aulas que utilizem vídeos de experimentos, fundamentados na base teórica de Peirce, possam promover a significação e ressignificação de conceitos científicos sobre a combustão em aulas do ensino médio por meio de uma abordagem demonstrativa investigativa.

Como objetivos específicos citamos:

- Validar a análise das interjeições produzidas pelos estudantes como indicativos de processos de significações/ressignificações;
- Verificar o desenvolvimento dos níveis argumentativos dos estudantes quando submetidos às aulas com vídeos de experimentos demonstrativos investigativos;
- Validar e verificar a potencialidade de utilização de vídeos de experimentos para o ensino de química;
- Validar a utilizada teoria semiótica de Peirce como referencial teórico e de análise.
- Analisar as interjeições, diálogos e respostas produzidas pelos alunos utilizando-se dos conceitos da semiótica peirceana.

Com base no arcabouço teórico proposto por Peirce (1983), referente ao pragmatismo e à fenomenologia, bases de sua teoria semiótica, pensando em aulas para alunos do ensino médio, defendemos a tese que ao utilizar os vídeos de experimentos em uma abordagem investigativa para apresentar fenômenos que envolvam a combustão de uma vela, situações geradoras de dúvidas genuínas são

favorecidas, potencializando a promoção de debates e discussões entre professores e estudantes, com boas chances de proporcionar situações ideais para processos de significações e ressignificações de conceitos científicos.

Acreditamos que o revisitar da “velha” experiência da queima da vela (agora por meio de uma sequência de vídeos aplicados em sala de aula para o ensino médio) permita atualizações de significados sobre os fenômenos e conceitos envolvidos em uma combustão.

Sobre a estrutura deste trabalho, no capítulo 2 entra em foco o referencial teórico proposto por Charles Sanders Peirce (1839-1914), abordando seu histórico e suas principais características. No capítulo 3 são realizadas colocações sobre as atividades experimentais, apresentando seu desenrolar histórico, suas principais críticas e perspectivas. No capítulo 4 focamos os estudos sobre o conceito de combustão. No capítulo 5 descrevemos a metodologia com os resultados e discussões sendo realizados no capítulo 6. No capítulo 7 apresentamos nossas considerações finais e no capítulo 8 referências bibliográficas utilizadas no desenvolvimento deste trabalho.

2 SEMIÓTICA: HISTÓRIA E PERSPECTIVA

Neste capítulo discutiremos a teoria semiótica, também conhecida como teoria geral dos signos, proposta por Charles Sanders Peirce (1839-1914). Inicialmente, descreveremos o desenvolvimento histórico da semiótica geral e posteriormente enfocaremos a semiótica peirceana. Os processos de significações e ressignificações foram alvo do trabalho e, além da interpretação da sua teoria semiótica, um modelo para análise das interjeições e das produções dos estudantes durante a apresentação dos vídeos de experimentos em aulas de química.

Para o desenvolvimento deste trabalho é necessário entender a perspectiva da semiótica adotada. Por isso, é importante, inicialmente, traçarmos um histórico sobre o desenvolvimento desse campo. Tomamos como base o trabalho publicado por Nöth (1995) sobre o “Panorama da Semiótica: de Platão a Peirce”. O estudioso define semiótica, num primeiro momento, como a ciência dos signos e dos processos de construção de significados, seja relacionado à natureza, seja relacionado à cultura humana.

Antes de iniciarmos o percurso histórico precisamos diferenciar estudos da semiótica propriamente dita da semiótica *avant la lettre*. A semiótica *avant la lettre* preocupava-se com a natureza dos signos, da significação e da comunicação relacionadas à história das ciências. Estudos a partir dessa noção se iniciaram junto com estudos filosóficos, por isso Nöth (1995) aponta que Platão (427-347) e Aristóteles (384-322) estão dentro dessa visão de semiótica.

Bem mais tarde surgiu a semiótica propriamente dita, em 1960, com John Locke (1632-1704) em *Essay on human understanding*, no qual ele pensou a doutrina dos signos a partir do termo *Semeiotiké*. Nöth (1995) aponta a existência de outra possibilidade para o surgimento da semiótica. Em 1764, com os estudos filosóficos de Johann Heinrich Lambert (1728-1777), destacando *Semiotik*, seu tratado sobre o tema. Outro estudioso deste mesmo período foi John Wilkins (1614-1672) em seu livro *Mercury: or the secret and swift messenger*, no qual discute sobre criptografia, estenografia e noções de língua universal.

De modo geral, em seu estudo, Nöth (1995) relaciona o início da semiótica geral com o desenvolvimento da medicina. Esses estudos de semiótica estavam relacionados ao diagnóstico e, com o passar do tempo, também começaram a ser chamados de sem(e)iologia. Esses estudos da semiótica médica, além de se relacionarem com o diagnóstico, também influenciavam nos estudos sobre o histórico médico de um paciente e as projeções em relação a antever possíveis doenças, às quais os pacientes poderiam estar sujeitos.

Indicamos que atualmente as aplicações da semiótica começaram a ser ampliadas para outros campos de estudo, como por exemplo o educacional. Na medicina, aquela noção inicial de semiótica foi substituída pelos estudos da sintomatologia.

Outro apontamento relevante ao histórico produzido por Nöth (1995) é sobre o desenvolvimento e a variedade de nomenclaturas existentes para semiótica. O estudioso destaca o termo *semeíon* em grego para signo e *sêmea* entendido como sinal ou signo. Também indica que o termo *semio* e suas variantes como *sema(t)* e *seman* têm sido usados para criação de termos que podem ser relacionados aos estudos de semiótica. Nöth destaca ainda a semiologia, semântica, sematologia, entre outros e aponta que alguns termos oriundos dessas variações atualmente não se relacionam ao campo de estudo da semiótica. Exemplos, semântica e sematologia.

Para Nöth (1995), o rival do termo semiótica é a semiologia. Tal termo é utilizado por vários estudiosos e liga-se principalmente aos estudos de Ferdinand de Saussure (1857-1913). Como ambos os termos ainda são utilizados, estudiosos tentaram criar uma distinção entre eles, sendo a semiótica uma ciência mais geral dos signos, incluindo os aspectos de signos animais e da natureza, e a semiologia teria como foco apenas os signos humanos, culturais e produções textuais. Contudo, outras definições surgiram e, em 1969, a rivalidade deixou de existir quando a Associação Internacional de Semiótica decidiu usar o termo semiótica para referenciar estudos tanto da semiótica geral quanto da semiologia.

Pautado nas afirmações de Nöth (1995), iniciamos as discussões sobre o progresso da semiótica apresentando o desenvolvimento histórico da semiótica *avant la lettre*. Como mencionado anteriormente, esse tipo de semiótica está intimamente

relacionada à filosofia, iniciando-se com Platão (427-347). Este filósofo abordou temas próximos da teoria dos signos: o nome (ónoma, nómos); a noção (eidos, logos, dianóema) e a coisa (prágma, ousía) à qual o signo se refere. Platão apresenta os três elementos que compõem o signo. A partir da tríade platônica é possível perceber que o filósofo se interessou por entender como funcionam e se relacionam essas noções. Diante do resultado desses estudos, Platão defende que os signos verbais, convencionais e naturais são incompletos e não representam a natureza verdadeira das coisas. Aponta também que os estudos sobre as palavras não conseguem alcançar a verdadeira natureza, uma vez que a esfera das ideias não depende de suas representações em palavras. E ainda que as representações produzidas por signos produzem cognições indiretas, portanto, inferiores a diretas.

Para Platão, a representação por meio de palavras não atinge a verdade, mesmo que possam existir palavras excelentes, funcionando apenas como uma forma de mediar o conhecimento direto. Seu funcionamento apenas como intermediação seria uma forma de acesso menor.

Na sequência, há os estudos de Aristóteles (384-322), que tentam criar uma diferença entre o signo incerto (*semeîon*) e o signo certo (*tekmérion*), além de debater os signos a partir da lógica e da retórica. Para ele, o signo deve implicar. Se ele produz uma implicação, ele funciona como signo. O signo ainda deve possuir uma premissa que leve a uma conclusão.

Aristóteles também pensou o signo de forma triádica. Assim há o símbolo (*symbolon*), as afecções (*pathémata*) da alma, descritas como retratos das coisas (*prágmata*).

Nöth (1995) também apresenta os estudos dos Estóicos (300 a. C. - 200 d. C.), que pensaram numa tríade formada por: *semaínon*, *semainómenon* ou *lékton* e *tygchánon*. *Semaínon* é entendido como a entidade percebida como signo. *Semainómenon* é a significação ou significado. E *tygchánon* é o objeto ou evento ao qual o signo se refere. Nesses estudos, o significado é algo não-material, enquanto o significante e o objeto são materiais. Esses estudos têm uma forte ligação com a lógica. Os estudos dos Epicuristas (300 a.C.) aparecem depois dos estóicos. Os epicuristas, fugindo do padrão, pensaram num modelo para explicar o signo dividido

em duas noções. Apresentam o significante (*semaínon*) e o objeto referido (*tygchánon*). Nessa construção, a parte imaterial do signo (*lékton*) não faz parte do signo semiótico.

Podemos perceber por meio desses estudos uma epistemologia materialista, pondo no objeto físico a origem da imagem. Para eles havia uma imagem que o objeto emite e outra imagem que o observador capta. A partir disso surgem as duas noções do signo defendida por eles.

Para Nöth (1995), essas duas formas de imagem provocariam uma cognição mecânica. Já nos estudos dos estóicos havia uma capacidade do observador de antecipar a imagem, essa antecipação era entendida como *prolépsis*. A antecipação seria possível, uma vez que o observador teria imagens mentais anteriores à observação do objeto. Nöth (1995) pontua que os estudos dos epicuristas são mera curiosidade histórica, enquanto que a tríade estóica se assemelha muito aos estudos atuais da ciência cognitiva.

Após os estóicos e os epicuristas, destacam-se os estudos de Aurélio Agostinho (354-430) que corroborava com a noção epicurista que defendia o entendimento do signo como algo que representa de forma perceptiva algo não perceptível. Apesar disso, quando o assunto é a definição do signo alia-se aos estoicos, principalmente na noção de interferência mental, diferenciando signos naturais de signos convencionais. Na sua visão, os signos naturais são produzidos sem a intenção de serem usados como signos. Como exemplo, a fumaça indicando fogo é apresentada. Já os signos convencionais são trocados, usados pelos seres vivos visando mostrar os sentimentos da mente. Outra importante contribuição de Agostinho foi que ele tratou não somente dos signos verbais, como também dos signos não-verbais, ampliando assim o campo de estudo da semiótica.

Com o passar dos anos, o tema continuou a ser pesquisado e há os estudos de Roger Bacon (1215-1294) em seu tratado *De Signis* e de Jean Poinot (1589-1644) em *Tractatus de Signis*. Os temas mais abordados por este no período histórico foram o nominalismo, o realismo e os modos de significação. Além disso, as noções de denotação e conotação surgiram nessa época, bem como questões referentes aos signos, símbolos e imagens. Alguns estudiosos que merecem destaque são John

Duns Scot (1270-1308) e William de Ockham (1290-1349), todos semioticistas escolásticos.

Acompanhando os estudos estóicos, os escolásticos distinguiram três ciências, a saber: *philosophia naturalis*, *philosophia moralis* e *scientia de signis*. Esta terceira era relacionada com a lógica e por vezes chamada de *scientia rationalis*. Essa divisão aparecerá em estudos posteriores como o de Locke, em *Essay*, ainda ligando a ciência preocupada em relacionar os signos à lógica.

Outro que via essa ligação foi o filósofo João de São Tomás, em seu *Ars logica*, no qual apresenta a seguinte definição para signo: “Todos os instrumentos dos quais nos servimos para a cognição e para falar são signos”. A partir dessa definição é possível entender que o signo é um instrumento, um meio usado para um fim. Ressalta-se, assim, o papel de mediação do signo, noção que será corroborada por Karl Bühler, criador do modelo *órganon*.

Outra noção extraída da definição de João de São Tomás aborda o fato de os signos não serem apenas meios de comunicação, mas também de cognição. Essa ideia vai contra o que defendia Platão e suas noções de cognição direta e indireta. Assim, a utilização de signos verbais é entendida num processo de cognição e de semiose. Fato que aproxima essas definições dos apontamentos de Peirce, uma vez que ele enxergava a relação da semiótica com ciências cognitivas.

Nos séculos XVII e XVIII os estudos semióticos foram produzidos a partir de correntes filosóficas, como o iluminismo presente na Alemanha, o racionalismo na França e o empirismo britânico.

O primeiro estudioso apresentado pertence ao racionalismo, René Descartes (1596-1650). Sua contribuição aos estudos semióticos centra-se na retirada do aspecto referencial da discussão, dando espaço para as categorias mentais. O racionalismo estabelece um modelo em duas partes. Ou melhor, duas ideias. Uma ideia fazia referência à coisa representada e a outra à ideia da coisa que representa. Podemos relacionar a primeira ideia ao significado do signo e a segunda ideia ao significante. Com essa contribuição, não há a necessidade da materialidade, como postulavam os estudos dos estóicos.

Os estudos racionalistas de Port-Royal foram importantes, visto que a materialidade dos sons quando uma palavra é dita ou do traço da mesma em um papel foram substituídos pelas noções de imagem acústica ou visual. Nöth (1995) destaca alguns outros estudiosos, mas não se detém muito tempo com eles, a saber: G. W. Leibniz (1646-1716), Francis Bacon (1561-1626), George Dalgamo e John Wilkins.

Em seguida, John Locke (1632-1704) é retomado e apontado como principal nome dessa corrente. O estudioso diferencia dois tipos de signos, as ideias e as palavras. As ideias são os signos que representam as coisas na mente do contemplador, enquanto que as palavras representam as ideias na mente da pessoa que as usa. Para Nöth (1995), tal noção é um problema, pois não haveria comunicação humana dentro dessa lógica, já que as palavras não são independentes das ideias.

Com ênfase no iluminismo francês e suas contribuições, Nöth (1995) aponta que o foco desses estudos foram os processos de percepção e a gênese dos signos. Ele pontua que a hermenêutica se preocupou com a função dos signos no entendimento de textos e a estética dedicou-se ao papel dos signos naturais e artificiais, bem como a percepção do belo.

Nöth aproxima os estudos de Giambattista Vico e os iluministas por meio de suas ideias evolucionistas e não-cartesianas. Em sua obra *Nuova Scienza* (1725), Vico aborda a poesia, o mito, a metáfora, entre outros temas. Defende uma história ideal e eterna dividida em três fases. São elas: a era divina, heroica e humana. Na primeira fase os humanos acreditariam em tudo que fosse Deus ou criado por ele. A comunicação dos humanos ocorreria por gestos, a linguagem falada se desenvolveria por meio de onomatopeias e interjeições. Na segunda fase a comunicação ocorreria usando emblemas visuais, brasões ou insígnias. A terceira fase seria a dos homens e seria marcada pela razão e civilização. Os signos seriam arbitrários, literais e abstratos.

No século XIX os estudos da semiótica abordaram as noções de símbolo e imagem. J. G. Fichte (1762-1814) debruçou-se sobre a importância da imagem para a cognição. Já Novalis (1772-1801) retomou a noção de assinaturas e da teoria dos signos. G. W. Hegel (1770-1831) focou seus estudos na diferenciação de signo e símbolos, sendo que a percepção também está relacionada à representação. O signo

seria então uma percepção imediata que representa um conteúdo bem diferente dele em si. Afirma ainda que símbolo é a percepção mais próxima possível do que ele representa. Além disso, entendia que os signos arbitrários eram mais idôneos para a comunicação, uma vez que a inteligência teria mais controle da percepção.

Segundo Santaella (1983), na perspectiva moderna, três origens semióticas ganharam destaque, sendo uma na antiga União Soviética, outra na Europa Ocidental e outra nos Estados Unidos da América.

Neste trabalho abordamos a semiótica da linha americana proposta por Charles Sanders Peirce (1839-1914). Considerado “pai da semiótica”, ganha destaque, sendo considerado um dos mais importantes fundadores da semiótica geral. Considerando que a semiótica peirceana constitui o fundamento teórico desta pesquisa, traremos à tona suas discussões teóricas.

2.1 A teoria semiótica de Charles Sanders Peirce: o referencial teórico

Filho do notável matemático Benjamim Peirce (1809-1880), Charles Sanders Pierce nasceu em 1839 em Cambridge, Massachusetts, nos EUA, e devido às influências de seu cotidiano, fez graduação em física, matemática e química. No decorrer dos anos também se dedicou aos estudos de filosofia e lógica, campo nos quais só ganhou destaque após sua morte, em 19 de abril de 1914.

As obras de Peirce são consideradas de difícil compreensão, pois ele não se preocupava em escrever para os leitores. Seus trabalhos estão reunidos e publicados nos denominados “Collected Papers”. Uma de suas obras mais importantes foi publicada em 1878 denominada “Como Tornar Claras Nossas Ideias”. Formulou a corrente de ideias denominada pragmatismo, que pode ser compreendida como uma teoria do conhecimento.

Sinteticamente, o pragmatismo pode ser entendido como uma tentativa do esclarecimento das ideias. Peirce (1983) considera que, ao buscar a solução de um problema, são necessários métodos apropriados que consigam significar as ideias filosóficas em atividades experimentais, organizando-as para a possível utilização nessa e em outras situações.

O pragmatismo fundado por Peirce foi impulsionado por William James (1842-1910) e John Dewey (1859-1952), e para eles o conhecimento é proveniente das experiências, mas não de uma forma empirista de aprender com o testar e o errar. Segundo Shook (2002), os pragmatistas percebem o conceito da experiência diferentemente do modo de ver dos empiristas e possuem quatro pilares principais:

- 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).

Considere a situação hipotética no qual uma pessoa ainda não conhece o fenômeno do fogo, fica curioso, e coloca sua mão sobre ele. Provavelmente ela se queimará. Consequentemente, a mente dessa pessoa transformará a informação obtida em objeto de conhecimento e atualizará seu signo sobre o fenômeno. Em uma próxima vez, provavelmente, ela não mais colocará a mão sobre o fogo. A percepção dos seus sentidos auxiliou na obtenção de informações e sua mente as transformou em um objeto de conhecimento, atualizando seu significado sobre ele.

As transformações de experiências em objetos de conhecimento buscam sanar dúvidas. Se a dúvida não existir, não buscaremos informações, logo, nenhuma atualização será realizada. Com as vivências e repetições de experiências atualizamos signos, tornando-os mais elaborados e possibilitando outras relações de conhecimento com aquele objeto.

Para que as dúvidas existam, precisamos ser afetados de alguma forma. Então, as dúvidas são geradas pelas interações com objetos externos. Se aquilo que acreditamos não é capaz de explicar algo que estamos vivenciando ou observando, uma dúvida é gerada, e daí buscamos respostas para apaziguar a dúvida.

Nesta perspectiva, para gerarmos uma situação na qual as significações e ressignificações sejam favorecidas, inicialmente necessitamos gerar uma dúvida

genuína e, em um ambiente de sala de aula, apontamos que o professor deve despertar o interesse dos estudantes, ou seja, promover situações que gerem dúvidas genuínas. No caso de o aluno não estar interessado, apenas memorizará o conteúdo favorecendo a formação de um signo degenerado. Por este ângulo, faltou uma etapa preparativa para aprendizagem: a dúvida.

Para Peirce (1983) os conceitos de dúvida e crença são conceitos primordiais para a significação das coisas. Uma dúvida não é gerada aleatoriamente por uma simples pergunta, ela é circundada por uma experiência, pelo desejo de saber. Quando uma crença existente não sana uma dúvida gerada por uma experiência, ocorrerá assim, a dúvida genuína, e por conseguindo o processo de ressignificação/atualização do signo acontecerá. Não importa o quanto for complexa ou simples a dúvida, é dela que nasce a investigação que gera a solução, que se transformará em crença, e posteriormente em hábito, nosso modo de agir, leva a um discurso de ação. Peirce enfatiza o objetivo da investigação é recuperar o estado mental pacífico caracterizada pela crença. Esse processo é cíclico, sempre que existir a situação de dúvida, o indivíduo buscará novos significados para apaziguar a mente e assim entrar em estado de crença novamente.

Peirce (1983) propõe que existem três formas de nascimento das dúvidas. Por experiências mentais, por conflitos de hábito ou quando nos deparamos com fatos inesperados que nossos signos não consigam explicar.

Nesse contexto, Peirce (1983) indica que a crença é algo que sabemos, que acalma nossas dúvidas e que normalmente gera uma conduta de ação, um hábito.

Na execução do pensamento, nosso cérebro busca utilizar atalhos por meio da criação de processos lógicos e faz isso por meio de experiências criadas por atividades experimentais, ou seja, cada experiência atualiza o significado e as relações deles em nossa mente, fazendo com que ao realizar um pensamento busque as relações mais rápidas referentes ao objeto a que estiver se referindo. 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 esse processo ocorre independentemente de estar certo ou errado, de ser verdadeiro ou falso o pensamento. Trata-se da forma como a mente conseguiu resolver a situação de dúvida. Nessa lógica, a experiência traz à mente a forma com que conhecemos as coisas. Nossa compreensão começa na percepção da nossa mente significando e ressignificando as percepções em busca de caminhos para apaziguar uma dúvida.

Nos processos de atualizações dos significados, quando nossa mente busca descrever, esclarecer e organizar as experiências estabelece-se a base do que conhecemos como fenomenologia, que segundo Santaella (2002) é 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 ou algo mais complexo, como um conceito abstrato, a lembrança de um tempo vivido, enfim, tudo que se apresenta à mente. Podemos considerar que a fenomenologia é a ciência de toda experiência e que alicerça a teoria semiótica de Peirce.

Para entendermos a teoria semiótica peirceana que é a base teórica de nossos estudos, conceituamos dois termos: linguagens e signos.

As linguagens são os artifícios utilizados por nós na comunicação: 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.

Os signos, 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).

Nessa direção, Peirce (1983) propõe que as experiências montam e organizam categorias de pensamento necessárias para entender algo, e essas categorias podem ser divididas em apenas três: primeiridade, secundidade e terceiridade.

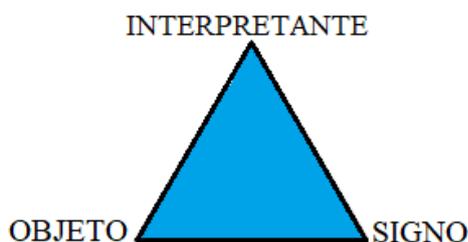
Para Peirce (1983) a primeiridade pode ser entendida como a primeira impressão que se tem de algo, uma qualidade de sentimento. Trata-se de uma consciência imediata, da primeira apreensão das coisas, partes constituintes da sensação e do pensamento, ou de qualquer coisa que esteja imediatamente presente em nossa consciência, nossa primeira forma de predicação das coisas. Está relacionada 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-se com a primeiridade e a secundidade. É caracterizada pelo entendimento, pela capacidade da compreensão, da inteligibilidade, generalidade, mediação, síntese.

A semiótica foi definida por Peirce (1972) 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.

Nessa sequência, na constituição da tríade semiótica peirceana, a primeiridade expressa a qualidade de sentimento e é considerada o *representâmen* ou signo; a secundidade é a reação causada por uma sensação de existência e é considerada o objeto e a terceiridade é a interpretação ou a compreensão do objeto e é considerada o interpretante.

Com a definição proposta por Peirce (1972) e descrita por Santaella (2002) para um signo, verificamos a existência de uma relação entre três termos: signo (*representâmen*), objeto e interpretante, o que pode ser ilustrado de acordo com a figura 01.

Figura 01 - Relações básicas que constituem um signo na teoria semiótica peirceana.



Um aspecto relevante a ser mencionado é que a geração de um signo precisará contemplar a existência da tríade, representada na figura 03, mas é importante salientar que esse signo não representa um objeto em sua totalidade, ele não é o próprio objeto e sim uma construção mental que simboliza o objeto para quem o interpreta. Ocorre a existência de vários significados para um mesmo objeto e um destaque que podemos citar sobre a interpretação e a geração de novos significados é que um novo signo é formado com base em outros signos já existentes em nossa mente.

Para ler o signo e distinguir um signo de outro, o que se faz necessário são percepções sutis e familiares com os concomitantes habituais de tais aparências, e com as convenções do sistema de signos. Para conhecer o objeto, o que é preciso é a experiência prévia desse Objeto Individual (PEIRCE, 1974, p. 139).

Na perspectiva da formação dos signos, Peirce (1972) defende que é possível categorizar os signos formados em três classes de ideias: as de primeiridade, as de secundidade e as de terceiridade.

Sendo assim, ao interpretar as categorias propostas por Peirce (1972), Santaella (2002) indica que a primeiridade é a categoria de percepção, a primeira impressão que se tem de algo, a sensação. Está relacionada ao grupo possibilidade, qualidade, potencialidade, sentimento. A secundidade é a categoria referente à existência. De forma simples, é aquilo ao qual a qualidade da primeiridade faz referência. A terceiridade é a categoria de interpretação, relacionando-se com a primeiridade e a secundidade. É conexo ao entendimento, à compreensão, à generalidade.

No ensino de ciências, podemos considerar que a aquisição conceitual está principalmente no nível de categorização de terceiridade, na capacidade do indivíduo de interpretar, compreender, generalizar e sintetizar determinado conhecimento.

Ao considerar a formação dos signos, provavelmente cada indivíduo irá possuir uma significação diferente, podendo ser mais ou menos elaborada. Na perspectiva da educação em química, o entendimento da existência da diversidade de significados para um mesmo objeto é relevante, visto que o entendimento do conhecimento químico é permeado por seus diferentes níveis de interpretação: macroscópico, submicroscópico e representacional.

Em adição às categorias explanadas anteriormente, Peirce considera que as classes sígnicas de primeiridade, secundidade e terceiridade podem relacionar-se entre si e formar outras categorias. Santaella (1983) destaca que Peirce, em seus estudos, indicou a existência lógica de várias possibilidades de relações para os signos, estabelecendo para eles 10 divisões triádicas, que combinadas resultavam em 64 classes de signos e na possibilidade lógica de 59.049 tipos de signos.

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

A primeira tricotomia relaciona o signo consigo mesmo e introduz as seguintes categorizações: qualissigno, sinsigno ou legissigno. A segunda tricotomia se refere à relação do signo para com seu objeto e pode ser dividida nos seguintes termos: ícone, índice ou símbolo. A terceira tricotomia se refere à relação do signo com seu interpretante e pode ser dividida nas seguintes categorias: rema, dicente ou argumento. As tricotomias mencionadas estão apresentadas no quadro 01.

Quadro 01 – Tricotomias das relações dos signos com signos, objetos e interpretantes

	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

Das relações estabelecidas, Peirce (1972), indicou outras possibilidades que resultaram em 27 combinações que, devido a restrições lógicas e fenomenológicas, apenas 10 são permitidas. No quadro 02 estão dispostas as dez classes de signos permitidas pelas combinações das três tricotomias anteriores.

Quadro 02 - Dez classes de signos embasadas nas combinações das três tricotomias sígnicas

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	SÍMBOLO	LEGISSIGNO

Com base no exposto acima, temos que a semiótica peirceana pode ser abordada de diferentes formas e em diferentes cenários.

O quadro 03 apresenta as dez classes de signos e as descrições para cada uma delas, propostas no livro de Peirce (2010) “Semiótica – Coleção Estudos”, páginas 55, 56 e 57:

Quadro 03 - 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 o faça determinar a ideia 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. Isso 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 destes dois, ou Sintaxe, também deve ser significativa.
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 adequado para trazer à mente a ideia 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.

<p>Sexta: Remático Indicial Legissigno</p>	<p>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 o representa como um Legissigno Icônico, e isso ele o é, numa certa medida – porém, numa medida bem diminuta.</p>
<p>Sétima: Dicente Indicial Legissigno</p>	<p>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 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.</p>
<p>Oitava: Remático Símbolo Legissigno</p>	<p>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.</p>
<p>Nona: Dicente Símbolo Legissigno</p>	<p>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;</p>
<p>Décima: Argumento Simbólico Legissigno</p>	<p>Um Argumento é um signo cujo interpretante representa seus objetos 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.</p>

Levando em consideração as dez categorias propostas, diversas são as possibilidades de estudos no ensino de química, podendo o pesquisador analisar os dados com foco na relação de significados com o próprio signo, com o objeto ou com o interpretante.

2.2 Semiótica Peirceana e vídeos de experimentos: relações

Em acordo com a semiótica peirceana, a repetição de uma experiência proporciona a atualização dos signos sobre a mesma e, entendendo que a reprodutibilidade é uma característica intrínseca aos vídeos, consideramos que vídeos de experimentações podem favorecer situações de significações e ressignificações de conceitos pelos estudantes.

Com base no arcabouço teórico proposto por Peirce (1983), referente ao pragmatismo e à fenomenologia, bases da teoria semiótica de Peirce, processos geradores de dúvidas genuínas podem favorecer a aquisição de conhecimentos. Neste foco, o professor pode utilizar os vídeos de experimentos em uma abordagem investigativa para apresentar fenômenos que gerem dúvidas nos estudantes, com boas chances de proporcionar situações ideais para processos de significações e ressignificações de conceitos químicos.

Os vídeos de experimentos são representações dos fenômenos e não apresentam a totalidade do objeto. Acreditamos, no entanto, que os aspectos visuais desse recurso trazem grande similaridade e podem ser explorados em âmbito educacional.

3 ATIVIDADES EXPERIMENTAIS: DO PRESENCIAL AO FILMADO

Apresentamos uma visão histórica de como as atividades experimentais estão inseridas no contexto educacional para promover situações de ensino e aprendizagem, analisamos as contribuições, dificuldades, problemas e a viabilidade que este recurso apresenta com foco no âmbito didático e, para tal, buscamos na literatura da área um olhar sobre o passado e o presente da experimentação.

3.1 Experimentação: história no ensino de ciências

Dentro das disciplinas de ciências, atualmente, as atividades experimentais têm um destaque respeitado e contam com diversas estratégias de aplicações para promoção de situações de ensino e aprendizagem.

O cenário atual é reflexo de vários anos de estudos e de testes sobre como as experimentações atuam nos ambientes educacionais e, referente à utilização no ensino brasileiro, tivemos fortes influências externas em nosso currículo.

Segundo Silva, Machado e Tunes (2010), a experimentação começou a ter seu papel reconhecido no século 18 pelos filósofos, mas somente nas décadas finais do século 19 foi inserida nos currículos de ciências dos Estados Unidos e da Inglaterra.

Jong (1998) explica que existiram diversas motivações para a incorporação das atividades experimentais nos currículos de ciências americanos e ingleses. Dentre as quais destacavam-se as políticas e educacionais.

Um importante fator político foi o lançamento do satélite Sputnik, em 1957, pela então União Soviética, que ocorreu em meio à Guerra Fria entre os Russos – líderes da URSS – e os Estados Unidos da América. Esse acontecimento instigou uma corrida americana na busca por melhorias na qualidade dos currículos de ciências existentes tentando demonstrar poder científico ao mundo.

Já com a ótica no fator educacional, Jong (1998) aponta que, além de considerarem que as atividades práticas ajudavam a diminuir o “buraco” de conhecimento entre o ensino médio e o ensino superior, outro fator decisivo foi a

consciência crescente de que a educação científica não poderia ser somente pautada em conceitos e leis, mas também na natureza da ciência, que era considerada uma disciplina empírica em que os experimentos desempenham um papel crucial.

Gonçalves (2005) pontua que, apesar da experimentação estar presente na educação em ciências desde o século 19, foi somente a partir da década de 60 do século 20, com o surgimento de projetos (nos Estados Unidos, Biological Science Curriculum Study – BSCS; Physical Science Curriculum Study – PSCS; Chemical Bonding Approach – CBA; Chemical Education Material Study – CHEMS, e, na Inglaterra, Cursos Nuffield de Biologia, Física e Química) valorizando o “ensino experimental”, que a experimentação começou a ter forte relevância no ensino de biologia, química e física.

De acordo com Silva, Machado e Tunes (2010), em solo brasileiro as experimentações começaram ainda no século XIX, com uma abordagem utilitarista voltada para, por exemplo, as explorações, extração e transformação de minério em metais. Posteriormente, no início do século 20, na década de 30, como reflexo da influência americana sobre o Brasil e seguindo os modelos do Movimento da Escola Nova proposto pelo americano John Dewey, órgãos oficiais recomendaram que as instituições de ensino tivessem laboratórios equipados para aulas de ciências.

Deste ponto em diante, conforme ocorria o desenvolvimento do setor industrial e aumentavam os interesses empresariais, as intuições de ensino correspondiam com adequações didáticas, dentre as quais, na área de ciências, a experimentação ganhou foco nas décadas de 50, 60 e 70 nos projetos existentes nas terras tupiniquins.

Segundo Silva, Machado e Tunes (2010) foi após 1946 que ocorreram mudanças significativas no ensino de ciências no Brasil, com a criação do Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (Ibccc), da Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências (Funbec) e do Programa de Expansão e Melhoria do Ensino de Ciências (Premen). O Ibccc realizava adaptações de materiais norte americanos ao criava materiais didáticos, o Funbec era responsável pela comercialização dos materiais ofertados pelo Ibccc e o Premen produzia novos

materiais, treinava novos professores e aperfeiçoava o corpo docente em instituições escolares. Esses projetos duraram até a década de 70.

Entre a década de 60 e 70 ocorreram criações de centros de ciências em alguns estados brasileiros do Nordeste, em São Paulo, Rio Grande do Sul e em Minas Gerais. Na década de 80 com a criação do Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PADCT) que abrangia o Subprograma de Educação para Ciência (Spec), o Brasil focou na formação de professores de ciências, buscando sanar a carência existente nesse setor, contribuindo assim para o desenvolvimento de estudos sobre a experimentação no ensino em território nacional.

Hoje em dia, nas instituições governamentais e privadas voltadas ao ensino de ciências, as atividades experimentais têm sido foco de estudos, elogios e críticas em diversas óticas e perspectivas educacionais.

3.2 Experimentação: críticas e desafios

Apesar da existência de um deslumbre de muitos cientistas e educadores por este instrumento de ensino, com o passar dos anos, a aparição de estudos enfatizando que a aplicação de atividades experimentais por si não promove a aprendizagem de conceitos e que existe a necessidade de um pensar por trás das atividades experimentais ganhou força.

Na atualidade existem muitas críticas, apontamentos e estudos sobre a viabilidade da aplicação das experimentações no ensino de ciências. Por isso, fizemos uma discussão sobre esses assuntos.

Para Hodson (1987), como os experimentos têm vasta utilização dentro da ciência, alguns professores podem ter concluído que eles são necessários para o ensino de ciências e, como consequência, criou-se uma confusão entre o papel da experimentação na ciência e no ensino de ciências, motivo que pode ter feito com que muitos procedimentos que utilizassem trabalhos práticos no ensino ficassem desconexos e com pouco valor educacional.

Hodson (1988) aponta a existência de diferenças na relação entre experimentação na ciência e no ensino de ciências e distingue trabalho prático, trabalho em laboratório e experimentos no ensino de ciências.

O trabalho em laboratório é o propriamente dito, são as atividades científicas executadas dentro de um laboratório. Já o trabalho prático, não somente inclui atividades laboratoriais, mas também simulações, vídeos, tarefas escritas, entre outros. É, de forma geral, uma interpretação mais ampla que engloba o trabalho em laboratório.

Sobre a experimentação no ensino de ciências, Hodson (1988) indica que, na elaboração do currículo, ela deve ser abordada tanto do ponto de vista filosófico quanto pedagógico. Os professores precisam estar cientes das várias distinções existentes para as atividades experimentais e devem saber relacionar e discernir o aprender ciência, aprender sobre a ciência e o fazer ciência.

Acerca das questões motivacionais que os professores apresentavam no emprego de experimentações em suas atividades didáticas, Hodson (1994) aponta que, em sua maioria, as abordagens eram pouco reflexivas e buscavam, principalmente, motivar os estudantes, ensinar técnicas de laboratório, intensificar a aprendizagem de conhecimentos científicos, proporcionar uma ideia do método científico e comprovar teorias abordadas. Como conclusão, salienta a necessidade de uma maior reflexão dos educadores na aplicação de trabalhos práticos no ensino de ciências, visto que estes não garantem por si só que os processos de ensino-aprendizagem sejam melhorados.

Ainda concernente à prática pedagógica, Barberá e Valdés (1996) enfatizam que um erro muito frequente cometido pelos professores é a aplicação de atividades práticas com a única finalidade de comprovação de conceitos explicados teoricamente.

Concordamos com os pesquisadores sobre a necessidade dos professores e educadores serem capazes de diferenciar os propósitos da experimentação em sala

de aula, capazes, então, de elaborar eficazmente atividades experimentais que favoreçam situações de ensino e aprendizagem.

Devido às várias críticas e opiniões, a comunidade de pesquisadores do ensino de ciências, nas últimas décadas, vem desenvolvendo e aprimorando os estudos e aplicações das atividades experimentais com a finalidade de ensino e aprendizagem, tornando-os melhores e mais estruturados.

3.3 Experimentação: Perspectivas

Tendo em mente as discussões sobre as críticas e obstáculos enfrentados na preparação e durante a aplicação de experimentação no ensino de ciências, os educadores buscaram, no decorrer dos anos, alternativas e soluções para a utilização desse recurso em ambiente educacional.

As atividades experimentais têm sido utilizadas mundialmente nos diversos ramos da ciência e, em cenário brasileiro, acerca do ensino de química, Lisbôa (2015) realizou uma pesquisa sobre os artigos de experimentos publicados em 20 anos da revista Química Nova na Escola (QNEsc), na qual fez um levantamento de maio de 1995 até maio de 2015 em que salienta a importância da seção experimentação nas aulas de química e divulga que 97 artigos de experimentos foram publicados nesse intervalo de tempo, sendo eles de caráter investigativo ou ilustrativo.

Para caracterizar melhor as abordagens investigativas e ilustrativas, utilizamos uma definição apresentada por Francisco, Ferreira e Hartwig (2008) na qual indicam que, em uma perspectiva pedagógica, as atividades experimentais possuem duas formas de abordagens principais: ilustrativa e investigativa.

A experimentação ilustrativa geralmente é mais fácil de ser conduzida. Ela é empregada para demonstrar conceitos discutidos anteriormente, sem muita problematização e discussão dos resultados experimentais. Já a experimentação investigativa, por sua vez, é empregada anteriormente à discussão conceitual e visa obter informações que subsidiem a discussão, a reflexão, as ponderações e as explicações, de forma que o aluno compreenda não só os conceitos, mas a diferente forma de pensar e falar sobre o mundo por meio da ciência (FRANCISCO; FERREIRA; HARTWIG, 2008, p. 34).

Silva, Machado e Tunes (2010) expressam que uma abordagem ilustrativa das experimentações pode não proporcionar a aquisição de conceitos e desenvolvimento educacional dos estudantes. Ainda na perspectiva de aprendizagem, segundo pesquisas de Ferreira, Hartwig e Oliveira (2010), Suart e Marcondes (2009) e Lira (2013), abordagens investigativas podem gerar situações que auxiliem o estudante no desenvolvimento cognitivo, facilitando a apropriação do conhecimento químico.

Segundo Tamir (1976) uma atividade investigativa seria aquela na qual, durante o seu desenvolvimento, o estudante possui determinado grau de autonomia, sendo que, quanto maior a autonomia do aluno maior é o grau de investigação da atividade. Nesse sentido, Tamir (1976) propôs quatro graus diferentes de investigação em um trabalho prático, relacionando a autonomia do aluno com a participação do professor. São os níveis zero, um, dois e três.

Para Tamir (1976) o nível de investigação é zero quando o professor aborda o problema, os métodos de abordagens e os procedimentos e a conclusão. Conforme o aluno ganha autonomia ele aumenta o nível de investigação. No nível um o aluno conduz somente as conclusões, no nível dois o aluno conduz as conclusões e os métodos e procedimentos adotados, já no nível três o aluno conduz, os problemas, os métodos e procedimentos e as conclusões.

Ressaltamos que nas indicações de Tamir (1976) o professor tem papel crucial em todas os níveis, orientando, direcionando, instigando e estimulando os alunos durante as atividades experimentais.

Para Motta, Dorneles, Heckler e Galliazzi (2013) a experimentação investigativa precisa de sujeitos ativos, responsáveis e a sala de aula deve ser ambiente para que ocorram os acontecimentos a serem investigados.

Referente às abordagens de atividades experimentais, Silva, Machado e Tunes (2010) descrevem uma vertente das experimentações investigativas, as “Atividades Demonstrativas-Investigativas”, o que abreviadamente consiste na discussão dos aspectos teóricos relacionados à observação de um fenômeno apresentado.

Atividades experimentais demonstrativas-investigativas podem possibilitar: maior participação e interação dos alunos da relação teoria-experimento; o levantamento de concepções prévias dos estudantes; a formulação de questões que gerem conflitos cognitivos em sala de aula a partir das concepções prévias; o desenvolvimento de habilidades cognitivas por meio da formulação e teste de hipótese; a valorização de um ensino por investigação; a aprendizagem de valores e atitudes além dos conteúdos, entre outros (SILVA; MACHADO; TUNES, 2010, p. 246).

Consideramos que uma metodologia que favoreça o entendimento e a inter-relação das três dimensões do conhecimento químico (macroscópico, submicroscópico e representacional) pode favorecer significações mais elaboradas e colaborar positivamente para o processo de ensino e aprendizagem dos conceitos envolvidos na combustão.

Em uma corrente similar, Lira (2013) indicou que aulas utilizando vídeos de experimentos com uma abordagem demonstrativa-investigativa proporcionaram situações para a realização de análise crítica, desenvolvimento de raciocínio lógico e formulação de hipóteses sobre o fenômeno da combustão.

Partindo do pressuposto de utilização de vídeos no ensino, Morán (1995) aponta que uma abordagem adequada pode facilitar os processos de ensino e aprendizagem e, neste sentido, algumas características citadas em trabalhos podem tornar viável e eficiente a aplicação dos vídeos de experimentos no ensino de química, e destacaram-se dentre elas como aspectos favoráveis a abordagem investigativa, o controle de tempo gasto, o espaço utilizado, a reprodutibilidade, a possibilidade de utilização dos fatores de edição gráfica, a linguagem visual, a segurança, a redução da possibilidade de falhas durante a ilustração de um fenômeno e a quantidade de resíduos gerados (LIRA; RECENA, 2010; LIRA, 2010, 2013).

Vale lembrar que, devido à pandemia da covid-19, professores dos vários níveis de ensino tiveram que se adaptar à utilização de vídeos e outros recursos midiáticos, exigindo assim uma variedade maior de opções e instrumentos didáticos.

Neste ângulo, vídeos de atividades experimentais com abordagens investigativas podem se tornar ferramentas úteis e versáteis para os docentes nas discussões e estudos de conceitos científicos no ensino de ciências.

Silva, Machado e Tunes (2010) indicam que a utilização de atividades demonstrativas investigativas pode favorecer o estudo dos três níveis do conhecimento químico: observação macroscópica, a interpretação microscópica e a expressão representacional.

Com ótica nos níveis de investigação de trabalhos práticos, proposto por Tamir (1976), entendemos que os vídeos de experimentos com abordagens demonstrativas investigativas podem ser categorizados em nível um. Os alunos observarão as experiências e participarão ativamente das discussões e debates, sendo suas hipóteses e conclusões essenciais para o desenvolvimento das atividades propostas.

Levando em consideração as abordagens e discussões acerca de experimentações e vídeos, escolhemos experimentos utilizando a queima de velas para discutirmos o fenômeno da combustão.

4 COMBUSTÃO: ESTUDOS

Dentre os fenômenos que foram fundamentais para a construção da história e do desenvolvimento humano o fogo tem destaque. Desde os primórdios das civilizações humanas é considerado essencial à sobrevivência, garantindo proteção e sendo utilizado em diversas outras áreas, como, por exemplo, no preparo de alimentos e na fabricação de objetos.

Contudo, também apontamos que o emprego inadequado do fogo pode causar impactos negativos ao ambiente, sendo alguns deles a liberação de substâncias poluentes no ar, o desequilíbrio do fenômeno chamado efeito estufa, entre outras situações. Entender o funcionamento do fogo, suas aplicações e implicações, permite à humanidade utilizar esse recurso de forma sensata e eficiente.

No decorrer dos anos, por meio de estudos e observações, muitos filósofos, estudiosos e pesquisadores fizeram suas contribuições. Foram várias as explicações e teorias para seu funcionamento, ficando algumas marcadas na história.

Na Grécia antiga explicações que envolviam misticismos e deuses foram formuladas e aceitas durante vários anos. Com o desenvolvimento dos estudos, outras explicações gregas ganharam terreno, como a formulada por Empédocles (495 a.C. - 430 a.C.), que se baseava na composição da matéria, colocando o fogo como um dos participantes, junto com o ar, a água e a terra. Aristóteles (384 a.C.-322 a.C.) também teceu conjecturas sobre o assunto, indicando que substâncias que apresentavam o fogo tinham características quentes e secas.

Com o desenvolvimento dos estudos e da ciência química, teorias caíram e outras vieram à tona. Geord Ernst Sthal (1660-1734) propôs a teoria do flogisto/flogístico para explicar o fenômeno da queima. Segundo ele, as substâncias que pegavam fogo apresentavam uma matéria chamada flogisto, que era liberada ao ar durante a queima. Nesse período a área da química estava em um ritmo de desenvolvimento acelerado e logo a teoria foi substituída por outra mais bem aceita pela comunidade. Cientistas, atualmente renomados, como Lavoisier (1743–1794),

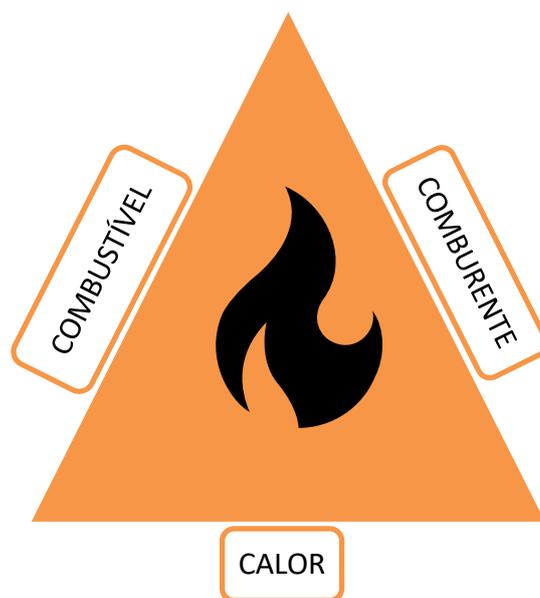
Priestley (1733–1804), Scheele (1742–1786) e outros, realizaram pesquisas sobre o ar e o fogo, e suas descobertas se tornaram contribuições muito relevantes para o desenvolvimento da atual teoria que explica o fenômeno.

Entre 1860 e 1861, o reconhecido cientista Michael Faraday (1791-1867) também voltou olhos para o estudo dos conceitos de combustão, discutindo em seis conferências a química de uma vela, desde sua composição até seus aspectos reacionais. Essas conferências estão relatadas em seu renomado trabalho “História Química de uma Vela”.

Com os avanços tecnológicos e científicos, hoje sabemos que o fogo é a liberação de luz e calor como resultado de uma reação química denominada “combustão”. Então, quais são os elementos necessários para a existência do fogo e dessa reação química?

Com base em pesquisas anteriores, percebemos que uma resposta simplista para este questionamento está na “ponta da língua” de muitos estudantes: combustível, oxigênio e calor. Conhecido por muitos como “triângulo do fogo”, segundo figura 02.

Figura 02 – Representação genérica do triângulo do fogo.



Muitos estudantes chegam ao ensino médio com a ideia de que, para a existência do fogo, faz-se necessário um material para ser queimado (combustível), uma chama para iniciar o processo (calor) e o oxigênio (comburente) para permitir que a queima ocorra, e que sem a existência de um desses elementos, o fogo não existirá.

Durante nossas vivências educacionais de sala de aula, constatamos que poucos estudantes relacionam o fenômeno com a área da química, um possível indicativo de que professores de química devem favorecer situações para promoção de atualizações dos significados apresentados pelos estudantes.

Ao realizarmos um levantamento das pesquisas publicadas em periódicos da área de ensino de ciências sobre o tema combustão, nos deparamos com pesquisas indicando que os estudantes apresentam dificuldades para compreensão do fenômeno. Galiazzi *et. al.* (2005) aponta que os alunos, antes de serem submetidos à aplicação da sequência didática proposta, apresentavam equívocos na compreensão dos fenômenos envolvidos e 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 os autores 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, levando-se em conta os significados aceitos no meio científico. No entanto, apesar da apresentação de conceitos prévios equivocados, os alunos foram capazes de aprimorar seus conhecimentos sobre a combustão, e a intensidade de associações com o termo “destruição” foi reduzida.

Resultados similares aos apresentados foram encontrados em outros países, conforme pesquisas realizadas por Boujaoude (1991), Schoolum (1981, 1982), Méheut, Saltiel e Tiberghien (1985), Hesse (1988), Basili (1989) e outros.

Lira (2013), ao desenvolver uma pesquisa sobre combustão, percebeu e indicou que os estudantes de nível médio apresentavam dificuldades de compreensão

sobre o conteúdo de gases, principalmente relacionados ao entendimento de sua natureza submicroscópica e suas relações com o conhecimento representacional da Química.

Para melhor entender a combustão, descrevemos algumas de suas características. Nessa reação, os reagentes (material combustível e oxigênio), ao se transformarem nos produtos, liberam energia na forma de luz e calor, sendo esta denominada “reação exotérmica” e estudada na área da química conhecida como termoquímica. Vale lembrar que a luz e o calor observados nesse fenômeno é o que conhecemos como fogo.

Ainda sobre a combustão, trata-se de uma transformação química irreversível, ou seja, a reação não pode ocorrer no sentido inverso. Sendo assim, os produtos formados não podem reagir entre si e formar os reagentes utilizados no princípio da reação. Por envolver processos de perda de elétrons, comparando-se os reagentes e os produtos, também é considerada uma reação de oxidação.

A combustão é uma reação química, com três elementos essenciais: o combustível, o comburente (oxigênio) e o calor. O mecanismo da reação pode ser ilustrado da seguinte forma: o combustível, seja sólido, líquido ou gasoso, ao receber o calor, transforma-se por fusão ou decomposição térmica em gás inflamável que entra em contato com o comburente, oxigênio ($O_{2(g)}$) do ar, e uma fonte de ignição, gerando a chama. Ou seja, a reação não ocorre espontaneamente, faz-se necessário aquecer o combustível até uma temperatura que inicie a combustão.

Normalmente essa reação, após iniciada, se autossustenta enquanto existirem reagentes necessários, pois o combustível é decomposto em outras partes menores que vão combinando-se continuamente com as moléculas de oxigênio seguindo com as transformações químicas.

4.1 Combustão de uma vela

Depois de cento e sessenta e um (161) anos das discussões realizadas por Michael Faraday em suas conferências sobre a química de uma vela, também focamos nosso trabalho nos fenômenos envolvidos na combustão de uma vela.

Em nosso trabalho utilizamos as velas atuais, que, em sua maioria, são compostas pela parafina (mistura de hidrocarbonetos saturados, com alto peso molecular, derivados do petróleo) e de um pavio. Sabemos que a combustão de uma vela é uma reação exotérmica que ocorre entre a parafina de hidrocarboneto (combustível) com o $O_{2(g)}$ (comburente) existente no ar. Se essa reação ocorresse de forma ideal e completa, a equação química poderia ser descrita pela reação genérica abaixo:



Sabemos, no entanto que tal equação só demonstra uma situação hipotética e ideal e que durante o processo de queima da vela, além da reação de combustão, existem outros processos acontecendo, como a mudança de estados físicos e a degradação térmica.

Consideramos que em um desses processos, a parafina, que está inicialmente no estado sólido, ao absorver calor oriundo de uma reação de combustão externa, inicia uma mudança de estado físico, sua fusão. Já no estado líquido, por capilaridade percorre o pavio (fio localizado na parte central da vela, geralmente de algodão) e, ao chegar na parte superior da vela e continuar absorvendo calor, entra em ebulição. Na fase gasosa, a parafina continua absorvendo calor e entra em combustão gerando como produtos água, gás carbônico, monóxido de carbono, carbono sólido e, possivelmente, outros compostos orgânicos voláteis (COVs) em menores quantidades.

Vale ressaltar que durante a ocorrência desses processos, outro fenômeno que ocorre é a degradação térmica, gerando COVs e materiais particulados como produtos e indicamos que algumas dessas substâncias também funcionam como materiais combustíveis na queima de uma vela.

De acordo com Guimarães (2016) COVs são definidos na literatura como compostos orgânicos que apresentam a tendência de volatilizar em temperaturas e pressões ambientes. caracterizados pela tendência de evaporar (volatilizar) à pressão e temperatura ambientes. Segundo Souza (2004), a maior parte dos compostos

orgânicos que apresentam menos que doze carbonos podem ser classificados como COVs.

Para entendermos o processo de combustão, dois conceitos devem ser compreendidos: ponto de fulgor e limite de inflamabilidade. O ponto de fulgor, de forma simplificada, seria a menor temperatura na qual um composto libera vapores para que possam manter uma mistura ativa para propagar uma chama desde que em contato com uma fonte de ignição. Na temperatura do ponto de fulgor a combustão não se sustenta e é rápida. Já o Limite de inflamabilidade é descrito por Lovachev *et al.* (1973) e Cartagena (2013) como sendo a fronteira na qual a mistura entre o combustível e o oxigênio torna-se incapaz de propagar uma chama, ou seja, somente entre um limite inferior de inflamabilidade e um limite superior de inflamabilidade existe uma situação ideal para a ocorrência de uma chama.

Indicamos que o estudo do limite de inflamabilidade é relacionado aos conceitos existentes sobre estequiometria, principalmente aos de reagentes limitantes e em excesso em uma reação química. Sabemos que as reações ocorrem em proporções definidas seguindo as equações químicas reacionais. Em situações reais, as quantidades de reagentes são diferentes das situações ideais. Sendo assim, os reagentes em menor quantidade que a ideal da proporcionalidade são chamados de “reagentes limitantes”. Os em que estiverem em maior quantidade que a proporcionalidade da equação química são denominados “reagentes em excesso”.

Para que uma reação de combustão ocorra, é necessário que exista uma mistura inflamável entre o gás combustível e o oxigênio do ar. Nesse sentido, existe uma faixa de concentração do oxigênio e do gás combustível que possibilita a ocorrência do fenômeno e essa mistura possui duas regiões limites: o limite inferior de inflamabilidade (L.I.I.) e o limite superior de inflamabilidade (L.S.I.). Abaixo do L.I.I. a mistura tem alta concentração de oxigênio e baixa concentração de gás combustível; acima do L.S.I., a mistura apresenta alta concentração de gás combustível e baixa concentração de oxigênio. Entre esses limites existe a zona de inflamabilidade, região que possibilita a existência da reação de combustão.

Em referência ao limite inferior de inflamabilidade e ao limite superior de inflamabilidade, quando a mistura estiver entre esses limites, chamamos de “mistura ideal”. Se estiver abaixo do limite inferior de inflamabilidade é denominada “mistura pobre”, e quando estiver acima do limite superior de inflamabilidade é chamada de “mistura rica”. Tanto na “mistura pobre” como na “mistura rica” inexistem as condições necessárias para propagação e manutenção de uma combustão, conforme figura 03.

Figura 03 – Limites de inflamabilidade.

Gás Combustível		LIMITE SUPERIOR DE INFLAMABILIDADE	
		100%	
0%			
MISTURA POBRE	MISTURA IDEAL	MISTURA RICA	
100%			0%
Ar/O ₂			
LIMITE INFERIOR DE INFLAMABILIDADE			

Durante a combustão normal de uma vela, a troca gasosa proporcionada pela reação não é interrompida, pois ocorre o fluxo de ar e, assim, a mistura entre os gases combustíveis e O_{2(g)} é mantida nas concentrações ideais para inflamabilidade.

Ao emborcarmos um copo sobre a vela, limitamos um dos reagentes, o gás oxigênio (O_{2(g)}), e conseqüentemente alteramos as concentrações dos gases na mistura inflamável, tornando a mistura rica em combustível, pobre, porém, em comburente. Como a mistura saiu das condições ideais para que a reação prossiga, entendemos que o O_{2(g)}, nesse caso, funciona como um reagente limitante para a reação, cessando assim a combustão.

O professor, com auxílio de experimentos filmados, poderá ministrar aulas em uma abordagem investigativa, fundamentada em pressupostos da teoria semiótica peirceana, que buscará a significação e a ressignificação pelos estudantes de conceitos que foram discutidos, como por exemplo reações de combustão e estados físicos da matéria, gases e suas propriedades, misturas, reagentes limitantes de uma reação, ponto de fulgor, limite de inflamabilidade, pressão e temperatura.

5 METODOLOGIA

Neste capítulo apresentamos as etapas realizadas no decorrer da pesquisa que tem por objetivo demonstrar se uma aula com abordagem demonstrativa investigativa que utilize experimentações filmadas tem a capacidade de gerar processos de significações e ressignificações sobre o conceito de combustão.

A pesquisa foi fundamentada metodologicamente como uma pesquisa de natureza qualitativa de acordo com os pressupostos de Bogdan e Biklen (1982) na qual os dados obtidos são investigados e interpretados.

Dentro do ambiente de estudo, o pesquisador observa, interpreta e indica os fenômenos de seu interesse, temos enfoque nos aspectos interpretativos, priorizando e anotando com atenção os acontecimentos.

Buscamos explorar a problemática sobre a compreensão do fenômeno da combustão pelos estudantes e, fundamentados em nosso conhecimento sobre a viabilidade dos vídeos para manifestação de ideias e pensamentos, enquadramos a pesquisa como exploratória, no sentido da busca pelos processos de significações e ressignificações dos conceitos, alicerçados nos apontamentos de Lakatos e Marconi (1993).

No presente trabalho, relatamos e analisamos uma experiência vivenciada em uma escola estadual da cidade de Campo Grande - MS com a participação de trinta (30) alunos que cursavam o terceiro ano do ensino médio. As atividades foram desenvolvidas em salas de aula convencionais, utilizando um projetor e um computador portátil para apresentação dos vídeos de experimentos. Para aplicação do trabalho, o professor utilizou três (3) aulas com duração de cinquenta (50) minutos cada. Porém, indicamos que fica a critério do professor utilizar uma maior quantidade de aulas para abordar os conceitos e os conteúdos.

Os diálogos e as interjeições considerados mais relevantes expressos pelos estudantes foram obtidos por meio dos relatos de sala de aula feitos pelo pesquisador. Respostas escritas pelos estudantes também foram fonte de dados utilizada na tentativa de indicar a direção das interpretações por nós julgadas importantes.

Os dados obtidos durante as atividades foram analisados com base em interpretação da semiótica de Peirce, buscando categorizar os signos em rema, dicente e argumento (abdução, indução e dedução), de acordo com o nível de interpretação dos alunos, ou seja, levando em consideração qualidades, constatações, capacidade de argumentação, manifestação de raciocínio lógico e de formulação de hipóteses produzidas por eles durante os processos de significações e ressignificações sobre o conceito de combustão.

A estratégia de ensino utilizada consiste na aplicação de experiências filmadas que, com indagações realizadas pelo professor, auxiliam no levantamento das concepções prévias dos estudantes. Realçamos que os debates e discussões realizados durante as atividades contribuem para os processos de significações e ressignificações e, conseqüentemente, proporcionam a formação de signos genuínos.

A aplicação dos vídeos de experimentos busca promover o aprimoramento de signos nos três níveis de conhecimento químico e, para isso, o professor aplicador da sequência didática deverá estar apto a verificar as dificuldades e possíveis fatores que possam gerar signos não genuínos durante os processos do desenvolvimento da significação e ressignificação dos estudantes.

Devido às indicações das pesquisas anteriores de Lira (2010, 2013) sobre a eficácia na manutenção da atenção dos estudantes nas apresentações dos vídeos de experimentos, neste trabalho utilizamos mídias com até 5 (cinco) minutos de duração cada.

A sequência didática aplicada é constituída por 8 (oito) experimentos filmados que foram fundamentados em diferentes fontes de conhecimentos: livros, periódicos, websites, professores, artigos etc.

5.1 Experimentos filmados

Os experimentos filmados foram aplicados em uma sequência lógica, guiados pelos diálogos entre alunos e professor, estimulando a argumentação e os estudos sobre o fenômeno da combustão. Os vídeos foram apresentados aos alunos utilizando um projetor de imagem e um notebook.

Valendo-se dos estudos destacados anteriormente sobre as dificuldades de compreensão sobre a reação de combustão e das vivências em sala de aula, o pesquisador organizou os vídeos de forma que o fenômeno apresentado no vídeo seguinte pudesse gerar um conflito de ideias com o fenômeno do vídeo anterior e, assim, criasse uma situação favorável ao debate e ao desenvolvimento de processos de significações e ressignificações. Os conceitos abordados na aplicação da metodologia estão descritos no quadro 04.

Quadro 04 – Conceitos abordados nas aulas utilizando os vídeos de experimentos filmados.

Experimento(s)	Conceitos abordados nas aulas
Primeiro	Reação química de combustão, composição química.
Segundo	Representação de equação química, estequiometria básica.
Terceiro	Estequiometria (Reagente limitante e em excesso).
Quarto	Combustíveis, comburente, estados físicos da matéria, decomposição térmica, ponto de fulgor e limites de inflamabilidade.
Quinto	Oxidação de compostos orgânicos, combustão completa e incompleta.
Sexto	Variáveis de estado dos gases.
Sétimo	Relações entre as variáveis de estado dos gases.
Oitavo	Ácidos, bases, sais, reações de neutralização, indicadores ácido/base.

Nos resultados e discussões serão descritos em detalhes os experimentos filmados. Nas figuras que ilustram cada experimento existe um QRCode referente ao link do YouTube para visualização dos vídeos utilizados nas atividades.

5.2 Semiótica: análise dos dados

Na busca por delinear o panorama e as potencialidades da teoria semiótica peirceana na área de Ensino de Química, Lira e Recena (2019) analisaram artigos publicados em periódicos nacionais, em um período de 10 anos (2008-2018), que a

utilizaram como referencial teórico primário. Como resultado observaram que, apesar de pouco utilizada no ensino de química, a teoria tem sido eficaz em suas aplicações e utilizações.

Considerando as citações positivas apresentadas, utilizaremos nesta pesquisa a análise referente às classes de primeiridade, secundidade e terceiridade, conforme descritos por Peirce (1972). Levando em consideração as relações básicas do signo entre R (representamen), O (objeto) e I (interpretante) e suas inter-relações, categorizamos as falas dos estudantes quanto a potencialidade, existência, interpretações, significações e ressignificações.

Dentro dessa perspectiva, categorizamos inicialmente o signo em relação ao interpretante, a interpretação, assim os signos são divididos em rema, dicente e argumento, de acordo com o nível interpretativo apresentado pelos alunos, ou seja, considerando sua capacidade argumentativa.

Nesse sentido, Santaella (2002) propõe que um signo rema é aquele com características de interpretante emocional, referente as qualidades, potencialidades, aos sentimentos, o signo dicente é aquele considerado como interpretante energético, que tem relação com a realidade, com a existência e o signo argumento é o interpretante lógico, aquele que tem relação com o raciocínio lógico, com as leis. Nesta tese, analisamos as proposições dos estudantes buscando características para as categorizarmos entre rema, dicente e argumento.

Sobre o argumento, ele 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 que formaram um raciocínio lógico e aceitável perante a comunidade científica.

Para Peirce (2010), um argumento ainda pode ser dividido em outras três tricotomias: abduções, induções e deduções. As abduções seriam os processos de construções de hipóteses, as induções de verificações das mesmas e as deduções de suas implicações lógicas. Também utilizamos como um recurso para análise dos

dados obtidos a tricotomia proposta para os argumentos: abdução, indução e dedução.

Assim, indicamos que quando o estudante observa, identifica conceitos e constrói hipóteses está manifestando abduções. Quando identifica elementos presentes no experimento, expressa conceitos científicos, relaciona conceitos científicos com fatores observados, está apresentando características da indução. Por fim, quando propõe relações causais, generalizações e conceituações, expressa compreender e relaciona conceitos científicos, conclui raciocínios lógicos, está apresentando argumentos de dedução.

Concomitante com as categorizações da semiótica peirceana, realizamos o levantamento e análise das interjeições com base nas proposições de Teixeira (2019).

5.3 Interjeições: indicativos para análise semiótica

Conhecidas e de uso comum por pessoas de mesma língua e região, interjeições, por definição, são palavras que expressam sentimentos e emoções daqueles que falam. Ao nos posicionarmos em um ambiente educacional, consideramos que, por expressarem sentimentos e emoções, as interjeições podem apresentar indicativos sobre situações motivacionais e de compreensão de conteúdos, gerando oportunidades para os educadores criarem situações que favoreçam a aprendizagem de conceitos pelos estudantes.

Porém, apesar de possuir vasta utilização no cotidiano, as pesquisas sobre interjeições são consideradas novas e, segundo Ameka (1992), possuem poucos estudos aprofundados e uma definição generalista no tangente às suas classificações linguísticas.

Teixeira (2019) concorda com as considerações de Ameka (1992) e afirma que ainda existem poucos estudos sobre as interjeições. Segundo o autor, em uma ótica histórica, as interjeições foram abordadas nos níveis morfológico, sintático, discursivo e semântico e, em uma análise mais simplista, apresentam duas correntes principais: uma corrente cuja abordagem conceitualista considera as interjeições com uma carregada estrutura semântica e que podem ser classificadas e analisadas como as

demais classes linguísticas, e outra corrente com abordagem não conceitualista que defende a ideia de que as interjeições não apresentam características que permitem sua classificação junto às demais classes de palavras.

Estudos como o de Ameka (1992) e de Wilkins (1992) se destacam nas abordagens conceitualistas. Ambos consideram que as interjeições apresentam independência e autonomia quando observadas suas características sintáticas. Em outro parâmetro de análise, Wharton (2000) propõe que as interjeições são elementos paralinguísticos, ou seja, apresentam uma intrínseca relação entre a linguagem verbal e não verbal.

Teixeira (2019), com base na abordagem conceitualista, parte do princípio de que as interjeições possuem autonomia sintática, carregam valor expressivo e são consideradas sentenças completas. O autor realiza uma análise e categorização mais aprofundada e completa para as interjeições do português brasileiro. Em seu trabalho, utiliza referências de diversos autores, dentre as quais destacam-se as classificações propostas por Ameka (2012) e as considerações sobre as variações de itens linguísticos de acordo com o contexto propostas na teoria de indexicais de Kaplan (1989).

Ameka (2012) dividiu as interjeições entre primárias e secundárias e de acordo com funções específicas de comunicação (expressiva, conotativa e fática). As interjeições primárias são as palavras que têm função apenas como interjeição e as secundárias são palavras de outras classes gramáticas que agem como uma interjeição, tendo valor semântico próprio e sintaticamente independente.

As interjeições expressivas, por sua vez, podem ser consideradas como apresentações da situação mental do falante e são divididas em duas categorias: as emotivas, que expressam as emoções de quem fala, e as cognitivas, que traduzem suas compreensões ou estados mentais. As interjeições conotativas são aquelas que exigem uma ação ou resposta, são dirigidas a um ouvinte e buscam chamar sua atenção. As fáticas são utilizadas como resposta ao ouvinte para manter a continuidade de um diálogo.

Segundo Teixeira (2019), mesmo dentre os não conceitualistas, a pesquisa de Ameka (2012) tem sido levada em consideração. Com base na teoria de indexicais proposta por Kaplan (1989), que estuda os itens linguísticos de acordo com o contexto (indexicais), Teixeira (2019) considera as interjeições como indexicais expressivos, podendo ser complementos de uma sentença, acompanhar gestos ou indicações, apresentar repetibilidade e possuir diversos significados. Frisamos que itens linguísticos expressivos apresentam ou expressam algo que será considerado correto se for um item convencionalizado, não sendo relacionado com veracidade.

Teixeira (2019) consultou e analisou quatro gramáticas e um site que utilizava o português brasileiro tradicional e constatou que, apesar de abordagens e definições vagas, as interjeições são associadas a diversos sentimentos e emoções: advertência, alegria, alívio, chamamento, concordância, desaprovação, desejo, dor, dúvida, impaciência, medo, pedido de silêncio, espanto, aplausos, saudação, surpresa, impaciência, aprovação, piedade, cansaço, admiração ou espanto, apelo ou chamamento, aversão ou contrariedade, dúvida ou incredulidade, piedade ou lamento, reprovação ou desacordo.

Conforme aspectos mencionados acima, o quadro 05 apresenta categorização proposta por Teixeira (2019) para 30 interjeições existentes nos materiais analisados.

Quadro 05 – Classificação geral das interjeições apresentado por Teixeira (2019).

		CRITÉRIOS									
		IP	IS	EM	COG	CON	FAT	COMPL	APON	REP	+SIG
INTERJEIÇÕES	Viva!		X	X							
	Psiu!	X			X	X			X		X
	Avante!		X	X		X				X	
	Ah!	X			X		X				X
	Oba!	X		X							
	Fora!		X			X			X		
	Puxa!	X		X	X						X
	Arre!	X		X							
	Tomara!	X				X		X			
	Ai!	X		X	X					X	X
	Ui!	X		X	X					X	X
	Credo!		X	X							

Cuidado!		X			X			X	X	
Atenção!		X			X				X	
Vamos!		X			X				X	
Oh!	X					X				X
Ufa!	X		X							
Bravo!	X				X			X	X	
Pois sim.	X				X	X				
Pois não?	X				X	X				
Silêncio!		X			X			X		
Toca!		X			X					
Calma!		X	X		X				X	
Putz!	X		X							X
Vixe!	X		X	X						X
Coragem!		X			X					
Força!		X			X					
Hã-hã!	X				X	X				
Opa!	X		X	X						X
Raios!		X	X							
Caramba!	X		X	X						X

*Legenda: I.P.: Interjeições primárias/ I. S.: Interjeições secundárias/ EM: emotivas/ COG: Cognitivas/ CON.: Conotativa/ FAT: Fáticas/ COMPL: Selecciona como complemento uma sentença/ APON: acompanha gestos e apontamentos/ REP: repetibilidade/ + SIG: possui mais de um significado.

Como existe uma vasta quantidade de interjeições, o número foi limitado e o foco do trabalho foi acentuado para o quesito semântico e discursivo, contribuindo para procedimentos aprofundados de análises deste item linguístico para o português brasileiro.

Frente à pluralidade de definições e opiniões acerca dessa temática e considerando o estudo dos signos e linguagens, característica geral da semiótica, neste trabalho, relacionaremos os estudos propostos por Teixeira (2019) com a abordagem semiótica da teoria proposta por Peirce.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Apresentaremos neste capítulo os resultados e discussões estabelecidos após e durante o processo de coleta de dados da pesquisa. Faremos as discussões e apresentaremos os dados para cada experimento utilizado.

Na primeira aula, o professor iniciou os trabalhos realizando o seguinte questionamento aos alunos: “O que acontece quando coloco um copo vazio sobre uma vela acesa?”. Um aluno prontamente responde: “A vela apaga, ué!”. Considerando a resposta quase que imediata e a expressão de certeza na face do aluno, o professor continua e instiga novamente os estudantes: “Apaga? Tem certeza? Por que ela apaga?”. Os alunos ficaram atentos e em sua maioria evitaram responder ao questionamento, aparentemente por medo de errar. Uma aluna responde: “Acho que sim, o ar acaba!”.

Seguido aos questionamentos realizados pelo professor, os alunos são instruídos a assistir o vídeo do primeiro experimento.

6.1 Primeiro experimento: descrição

Para iniciar a atividade propomos a utilização de um vídeo de experimento que consiste em emborcar um recipiente de vidro (copo) sobre uma vela acesa e fixada no centro de um outro recipiente (pires/prato). Utilizamos uma vela de parafina, um copo de vidro, um pires de porcelana e uma caixa de fósforos para a produção deste. A figura 04 ilustra o experimento. Esse exercício inicial busca problematizar o tema combustão e gerar uma dúvida nos estudantes para que processos posteriores de ressignificações sejam facilitados.

A aplicação do primeiro experimento pode ser dividida em duas partes: o passo inicial é o professor questionar os estudantes sobre o que acontecerá quando o copo for emborcado sobre a vela. No segundo momento, após a observação do experimento, surge um segundo questionamento aos estudantes, por parte do professor: qual a causa para o fenômeno (a vela apagar) ocorrer?

Com base em pesquisas anteriores, temos como indicação que grande parte dos alunos argumentam que neste experimento a chama da vela apaga devido ao consumo total do ar presente dentro do copo.

Figura 04 - Ilustração do vídeo do primeiro experimento.



Durante esta etapa o professor deve aproveitar para incitar discussões sobre a reação química da combustão (Fogo), apresentando aos alunos as representações químicas aceitas pela comunidade científica acerca do fenômeno.

Foram discutidos os conceitos de uma equação química, explicações sobre os reagentes e produtos e suas relações, a composição química do ar e as condições necessárias para o fenômeno da combustão ocorrer.

6.1.1 Primeiro experimento: dados e discussões

Após a aplicação do vídeo, os alunos escreveram sobre o fenômeno observado, como descrito no Quadro 06.

Quadro 06 - Exemplos de respostas escritas dos alunos para o primeiro vídeo de experimento.

DUPLA	RESPOSTAS
DUPLA 1	"Sem oxigênio, quem pega fogo é o oxigênio."
DUPLA 2	"A vela acesa se apagará ao colocar o copo, pois queimará todo o 'combustível' contido no ar."
DUPLA 3	"Todo oxigênio foi consumido pela chama até que a vela se apagou."
DUPLA 4	" Ao colocar o copo sobre a vela o fogo irá consumir o O_2 presente dentro da área do copo. Quando todo O_2 for consumido, a chama irá se apagar, pois para ocorrer combustão se faz necessário (haver) O_2 ."
DUPLA 5	" Um experimento relativamente simples, no qual uma vela é acesa e é colocado um copo sobre ela. Como a vela está acesa e o copo vai impedir que haja a entrada ou saída de gases, a vela irá se apagar, pois o fogo consumirá o oxigênio presente dentro do copo, já que o oxigênio é um gás comburente."

DUPLA 6	"A princípio a vela começará a queimar quando a acendermos. Queima = combustão = oxidação. Para se ter a combustão são necessários 3 fatores: combustível, comburente e uma fonte de ignição. A fonte de ignição para acender a vela foi um fósforo. O comburente é o próprio oxigênio presente no ar (O_2) e o combustível foi o barbante no interior da parafina. Ao tamparmos a vela a queima irá consumir o oxigênio presente, fazendo o ambiente saturar com CO_2 proveniente da queima e apagar a vela."
DUPLA 7	"Acesa a vela, acontecem com o fogo propriedades químicas e físicas. Químicas porque ela consome oxigênio e propriedades físicas, pois a vela derrete com o tempo. Depois que o recipiente de vidro é colocado em cima da vela o oxigênio existente no recipiente se acaba e a vela apaga."
DUPLA 8	"Ao acender o fogo, se emite calor, e ao colocar um copo sobre a vela, o oxigênio presente dentro do recipiente vai ser consumido, não restando nada de 'combustível' para o fogo se manter aceso e ele se apagará."
DUPLA 9	"Ao colocar o copo, o oxigênio presente naquele ambiente fechado será consumido. E quando ele for totalmente consumido, o fogo se apagará."
DUPLA 10	"A vela vai apagar porque precisa de oxigênio para continuar a queima, e colocando o copo vai cortar o oxigênio."
DUPLA 11	"O oxigênio estava presente, entrando em contato com a vela que está sendo consumida, queimada pelo fogo. No momento em que o copo for colocado, a vela se apagará, pois a interação do oxigênio com a vela sendo queimada será "rompida", o oxigênio não irá entrar em contato diretamente com a vela, pois ele é um comburente com fogo."
DUPLA 12	"Ocorre a extinção do fogo. O fogo é eliminado devido à ausência de oxigênio, substância necessária, que atua como comburente. Todo o O_2 é convertido a CO_2 ."
DUPLA 13	"A vela é acesa. Em seguida, coloca-se (sobre ela) um copo seco. A vela irá se apagar, pois fisicamente o vácuo faz com que a chama enfraqueça e se apague. Quimicamente ela se apaga pelo corte de O_2 ao colocar o copo."

Dos quinze grupos participantes da atividade, dois decidiram não escrever a respeito. O experimento não causou espanto aos alunos, que, em sua maioria, argumentaram que a vela iria apagar devido à falta de oxigênio.

Apesar da apresentação de explicações conceituais equivocadas, grande parte dos argumentos produzidos pelos alunos podem ser classificados como deduções, visto tentarem apresentar implicações lógicas resguardadas aos seus conhecimentos. Os alunos apresentaram alguns conceitos e representações químicas, bem como reproduziram algumas deduções que encontramos nos conhecimentos populares.

O quadro 07 apresenta comentários tecidos na modalidade escrita sobre a experimentação observada.

Quadro 07 - Exemplos de comentários escritos pelos alunos para o primeiro vídeo de experimento.

COMENTÁRIOS
Bom
Diferente - Explicável
O vídeo despertou-me curiosidade.
Animado e ansioso, esperando o próximo debate para chegar no resultado!

Durante as discussões sobre o experimento, alguns alunos fizeram observações orais sobre os questionamentos, descritas no Quadro 08.

Quadro 08 - Exemplos de argumentações orais dos alunos para o primeiro vídeo de experimento.

Alunos	Respostas dos Alunos
Aluno 5	<i>“A vela vai apagar.”</i>
Aluno 6	<i>“Não tem ar, ela vai apagar.”</i>
Aluno 9	<i>“A vela queima o fio, e quando você cobre, ela abafa e apaga.”</i>
Aluno 11	<i>“Para o fogo queimar, precisa de ar. Se colocar o copo, ela apaga.”</i>
Aluno 21	<i>“Eu acho que ela fica acesa e só apaga quando o pavio acabar.”</i>

Diferentemente da escrita, no decorrer dos primeiros questionamentos sobre os vídeos, durante os diálogos os alunos apresentaram, em sua maioria, signos em nível remático e dicente, com explicações superficiais e pouco elaboradas, demonstrando já saberem o resultado do experimento ou apenas abordando a existência do que é visualizado. Os signos remáticos são relacionados as qualidades, aos sentimentos dos alunos, já o dicente relaciona-se ao interpretante de existência do objeto em análise. Vale mencionar que a maioria dos estudantes não demonstraram apresentar dúvidas durante a observação deste experimento, indicativo da ocorrência de manutenção dos seus signos.

Em meio às discussões, o professor explicou aos alunos sobre a reação de combustão e os fatores necessários para que ela ocorra. Também abriu discussão sobre a composição química do ar.

6.2 Segundo experimento: descrição

Depois de executar as discussões sobre o primeiro experimento e esclarecer as condições básicas para combustão na vela, o professor deve propor a observação e análise de um segundo experimento que consiste em emborcar dois recipientes de vidro com tamanhos diferentes (copos) sobre velas acesas e fixadas no centro de dois recipientes (pratos/pires). Utilizamos duas velas de parafina, dois copos de vidro de tamanhos diferentes, dois pires de porcelana e uma caixa de fósforos, conforme figura 05.

Este 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.

Figura 05 - Ilustração do vídeo do segundo experimento.



Sua aplicação pode ser dividida em duas etapas: em um primeiro diálogo o professor deverá fazer questionamentos sobre o que acontecerá e qual das duas velas se apagará primeiro. Após a visualização do experimento o professor instigaria

a discussão sobre as diferenças causadas devido ao espaçamento diferente dentro do copo.

Alguns conceitos podem ser mais bem elucidados nesse momento, como por exemplo: combustão, equações químicas, reação química, proporcionalidade necessária de oxigênio para que o fogo ocorra, estequiometria.

6.2.1 Segundo experimento: dados e discussões

Após debates e explicações sobre o primeiro experimento, o professor efetuou a aplicação do segundo vídeo e os alunos escreveram sobre o fenômeno observado, como descrito no Quadro 09.

Quadro 09 - Exemplos de respostas escritas dos alunos para o segundo vídeo de experimento.

DUPLA	RESPOSTAS
DUPLA 1	"Os dois se apagam ao mesmo tempo. É o mesmo oxigênio."
DUPLA 2	"A vela no recipiente maior ficará acesa por mais tempo devido à maior quantidade de oxigênio. O motivo é a maior quantidade de O ₂ no recipiente."
DUPLA 3	"O recipiente maior irá se apagar por último pois tem uma capacidade maior de armazenamento de O ₂ ."
DUPLA 4	"O frasco menor se apagará primeiro, pela quantidade de O ₂ presente."
DUPLA 5	"Há duas situações, a primeira é com um copo maior e a segunda é com um copo menor. O copo menor se apagou primeiro pois havia menos oxigênio e o copo ficou mais saturado com o produto da combustão."
DUPLA 6	"O que possui maior volume de O ₂ . O frasco maior se apagará bem depois."
DUPLA 7	"O frasco menor irá se apagar primeiro pois contém menos oxigênio, depois libera CO ₂ + H ₂ O, sendo a combustão. (Não sei se está correta). O motivo é a pequena quantidade de oxigênio."
DUPLA 8	"Acredito que o tamanho do frasco não irá interferir no apagar da vela, por que o comburente "oxigênio" será consumido no mesmo momento. Depois de ver o experimento, acredito que o motivo é que acabou o oxigênio no recipiente menor por isso a vela se apagou mais rápido!"
DUPLA 9	"No frasco menor o fogo se apagará mais rápido, porque o oxigênio presente no espaço menor será consumido mais rápido."
DUPLA 10	"O frasco maior demora mais para se apagar porque existe uma quantidade maior de oxigênio para ser consumido. Já no frasco menor, a quantidade de oxigênio é menor, logo o tempo em que a vela irá se apagar será mais rápido. Depois a vela se apagou devido à maior quantidade de O ₂ no frasco maior."

DUPLA 11	"Acreditava que os dois iriam se apagar ao mesmo tempo, pois, no instante em que for colocado o copo, ele barrará a entrada de oxigênio. Após ver o vídeo, o copo menor se apaga primeiro, pelo motivo de ter menos oxigênio ao ser colocado o copo, ele se espalhará pelo recipiente maior rapidamente, assim a vela se apaga em um tempo menor."
DUPLA 12	"A vela é composta de parafina, um hidrocarboneto. Para que o fogo exista são necessários: combustível, comburente e uma fonte de calor (ignição). A fonte de ignição é o fósforo aceso. O comburente é o oxigênio (O ₂). O combustível são o pavio e a parafina."
DUPLA 13	"O copo maior dura mais, pois se ambos os copos forem colocados ao mesmo tempo, o copo maior irá conter mais O ₂ . Portanto, a vela com o copo menor irá se apagar primeiro."

Semelhante ao primeiro experimento, duas duplas decidiram não escrever sobre a atividade, e o fato de uma vela se apagar primeiro que a outra gerou debate entre os estudantes. No entanto, a maioria já imaginava o que aconteceria. Os argumentos circundaram a questão de a quantidade de oxigênio no copo maior ser maior que a do copo menor, mas ainda ressaltaram que a chama se apagaria devido à ausência de oxigênio.

O quadro 10 apresenta comentários tecidos na modalidade escrita sobre a experimentação observada.

Quadro 10 - Exemplos de comentários escritos pelos alunos para o segundo vídeo de experimento.

COMENTÁRIOS	
	
Confusa	
Impressionada	
Animado e ansioso, esperando o próximo debate para chegar no resultado!	

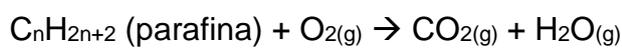
Grande parte dos argumentos escritos poderiam ser classificados como deduções. No entanto, na vertente oral, as colocações dos alunos continuaram em níveis remáticos e dicentes. Novamente os alunos demonstraram em suas falas que, no entendimento deles, já haviam o conhecimento para prever o resultado do fenômeno, ficando assim com interpretações somente nos níveis de sentimento, potencialidade e existência. Sobre as situações de dúvidas, alguns alunos elaboraram raciocínios e relacionaram conhecimentos químicos e físicos abordados no primeiro

experimento, demonstrando assim interpretações em níveis argumentativos. Algumas das respostas orais produzidas pelos alunos estão descritas no Quadro 11.

Quadro 11 - Exemplos de argumentações orais dos alunos sobre o segundo vídeo de experimento.

Alunos	Respostas dos Alunos
Aluno 12	<i>“Vão se apagar juntas.”</i>
Aluno 10	<i>“A maior vai se apagar depois.”</i>
Aluno 11	<i>“A maior tem mais ar e por isso vai demorar mais para se apagar.”</i>
Aluno 21	<i>“Eu acho que a menor se apaga depois já que o ar está mais concentrado perto dela.”</i>
Aluno 24	<i>“Eu acho que a menor vai se apagar primeiro.”</i>

Utilizando a equação química de combustão completa da parafina descrita abaixo, o professor iniciou debates sobre as quantidades de reagentes utilizadas nas reações, dando início, de forma qualitativa, aos conceitos de estequiometria.



Durante as explicações, alguns alunos teceram comentários orais como “Ahhhhh! Agora entendi!”, “Então é por isso que a vela do copo maior apagou primeiro né, professor?”, indicando ressignificações sobre o conceito de combustão.

6.3 Terceiro experimento: descrição

Após as discussões e debates com os estudantes, para dar continuidade à atividade, deve ser proposto um terceiro experimento, conforme figura 06, que consistiu em uma adaptação do experimento proposto por Birk e Lawson (1999), no qual uma campânula de vidro é colocada sobre um rato e uma vela acesa. Utilizamos mosquitos no lugar do rato e, após algum tempo, a vela se apaga. Os mosquitos, porém, continuam vivos e com energia, o que mostra que aquela atmosfera no interior do recipiente continuava contendo uma quantidade de oxigênio considerável.

Figura 06 - ilustração do vídeo do terceiro experimento.



A execução do mesmo foi dividida em duas etapas. Na primeira um questionamento sobre o que acontecerá com os mosquitos e a vela. Na segunda etapa deve-se questionar sobre a quantidade de $O_2(g)$ necessária para manutenção da vida dos mosquitos e da chama da vela. Esse é um bom momento para discussão sobre reagentes limitantes da reação de combustão.

6.3.1 Terceiro experimento: dados e discussões

Findando as discussões do segundo vídeo, o professor iniciou debate sobre a aplicação do terceiro vídeo de experimento e pediu aos alunos que escrevessem sobre o fenômeno observado, apresentado no Quadro 12.

Quadro 12 - Exemplos de respostas escritas dos alunos para o terceiro vídeo de experimento.

DUPLA	RESPOSTAS
DUPLA 3	"Para haver combustão, o volume de oxigênio é maior que..."
DUPLA 4	"Copo sobre a vela com abelhas. Elas sobrevivem por quê? A chama se apagou!?"
DUPLA 5	"Houve consumo de parte do O_2 , aumento de temperatura e saturação de CO_2 , fazendo com que a chama se apagasse, mas não foi suficiente para matar as abelhas."
DUPLA 10	"Não sei, até agora pensava que tudo estava relacionado com a falta de O_2 ."
DUPLA 11	"A temperatura do ar quente aumenta e assim a passagem da água é facilitada."
DUPLA 12	"Ao queimar a vela, as abelhas continuam vivas. Isso não significa que o oxigênio não foi consumido, pois ele foi. No entanto, posteriormente, o oxigênio entra no copo, ou ainda está lá, porém não na quantidade suficiente para continuar a queima, agindo como um agente limitante."
DUPLA 13	"Queima de O_2 suficiente para a vela se apagar."
DUPLA 14	"Queima O_2 para apagar a vela e sobra CO para os insetos."

Neste experimento, quatro grupos apresentaram a resposta “não sei” e dois grupos decidiram não escrever sobre a atividade. O fato de uma vela se apagar e os insetos permanecerem vivos deixou os alunos claramente em dúvida. Observamos argumentos dos três níveis. Abduativos, indutivos e dedutivos. O debate foi intenso e os estudantes buscavam criar hipóteses satisfatórias para explicar o fenômeno.

No quadro 13 constam comentários tecidos na modalidade escrita sobre a experimentação observada.

Quadro 13 - Exemplos de comentários escritos pelos alunos para o terceiro vídeo de experimento.

COMENTÁRIOS
Completamente perdida
Confusa
Curiosidade
Animado e ansioso, esperando o próximo debate para chegar no resultado!

Durante as discussões desse experimento conceitos científicos começaram a surgir e o professor discutiu com os estudantes sobre a temática dos gases e sua relação com o fenômeno da combustão. Os alunos que responderam aos questionamentos correlacionaram a teoria com a experimentação e apresentaram majoritariamente signos em nível argumentativo.

Na contramão dos primeiros experimentos, na vertente oral, as opiniões dos alunos continuaram. Passaram para o nível argumentativo, apesar de ainda existir uma frequência alta de interpretações em níveis remáticos e dicentes. Nesse experimento os alunos demonstram apresentar dúvidas e começaram a questionar sobre os motivos para o fenômeno acontecer. Ao interpretarmos essas situações com a ótica da semiótica, indicamos que são momentos de ressignificações/significações realizados pelos estudantes. Ao depararem-se com situações que o signo que possuíam não conseguia explicar, expressaram interjeições, indicativas de sentimentos e emoções, que as categorizamos como sentos remáticas. Outros estudantes, na tentativa de explicar o fenômeno limitaram-se a descrever o fenômeno, ficando na categoria dicente. As respostas mais elaboradas, que relacionaram

conceitos científicos e realizaram a proposição de hipóteses, ficaram em níveis argumentativos, em sua maioria, abduativos e indutivos, ocorrendo, mesmo que baixa, a existência de argumentos dedutivos.

Algumas das respostas orais produzidas pelos alunos estão descritas no Quadro 14.

Quadro 14 - Exemplos de argumentações orais dos alunos sobre o terceiro vídeo de experimento.

Alunos	Respostas dos Alunos
Aluno 2	<i>“Espera, não era para eles morrerem? Não sei!!”</i>
Aluno 6	<i>“Ainda tem oxigênio! Se o organismo vivo precisa de oxigênio para viver e ele continua vivo, então existe oxigênio no interior. A quantidade que ambos precisam deve ser diferente”.</i>
Aluno 11	<i>“Ué, acho que o ar não acaba, então. Eles estão vivos. Deve só diminuir a quantidade.”</i>
Aluno 21	<i>“Acho que o fogo usa um gás diferente.”</i>
Aluno 22	<i>“Bom, o que aconteceu, professor? Me explica pelo amor de Deus!”</i>

Com a discussão dos conceitos de estequiometria iniciados durante o segundo experimento, o professor explicou sobre reagentes limitantes e em excesso. Durante a explicação, um aluno, dirigindo-se ao seu parceiro de dupla, diz em voz alta “Viu! Eu te falei que o oxigênio não acabava, que só ficava muito pouco!”. Explicando detalhadamente a questão do funcionamento da estequiometria, os alunos começaram a relacionar o assunto com situações do dia-a-dia. “Professor, então significa que no carro precisa ter um mínimo de entrada de oxigênio para o motor funcionar, né?”. Discussões mais amplas sobre a combustão foram realizadas.

6.4 Quarto experimento: descrição

Ainda com as discussões sobre o terceiro experimento em alta, o quarto experimento deve ser proposto. Ele consiste em queimar os COVs inflamáveis e particulados oriundos da decomposição térmica da parafina, liberados pela absorção de calor pela parafina líquida após emborcar rapidamente um recipiente de vidro (um copo) sobre uma vela acesa fixada em um recipiente (prato/pires), retirando-o em seguida. Utilizamos uma vela de parafina, um copo de vidro, um pires de porcelana e uma caixa de fósforos, conforme figura 07.

Figura 07 - ilustração do vídeo do quarto experimento.



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).

Com esse experimento o professor deve voltar as discussões para a composição química da vela e a formação de uma mistura gasosa inflamável. É um momento oportuno para discussão sobre combustíveis, estados físicos da matéria, decomposição térmica, ponto de fulgor e limites de inflamabilidade.

6.4.1 Quarto experimento: dados e discussões

Aproveitando os questionamentos sobre o mecanismo da reação de combustão e suas relações estequiométricas, o professor convidou os alunos a assistirem o quarto experimento. Após a aplicação do vídeo, os alunos escreveram sobre o fenômeno observado, como descrito no Quadro 15.

Quadro 15 - Exemplos de respostas escritas dos alunos para quarto vídeo de experimento.

DUPLA	RESPOSTAS
DUPLA 1	"Não faço a mínima ideia. Acho que pela fumaça."
DUPLA 2	"Retorno da fonte de 'combustível' mais fonte de ignição."
DUPLA 3	"Aumento e diminuição de O ₂ na presença de um combustível que reage com O ₂ ."
DUPLA 4	"A chama da vela reacendia com a aproximação do fósforo perto da fumaça."
DUPLA 5	"Mesmo o copo não impedindo a entrada/troca de gases, a vela se apagou, o copo foi levantado, a chama se aproximou do barbante e esse voltou a acender. Por esse experimento fica a dúvida sobre se é realmente por causa do oxigênio que a vela se apaga e se acende novamente."
DUPLA 6	"O oxigênio presente no CO ₂ entra em ignição novamente fazendo a vela reacender."
DUPLA 7	" A sensação de ver o vídeo sobre a vela é que, quando observados os processos físicos e químicos, observamos que ao decorrer de acender e apagar a vela depois da primeira ele nem encostava o fósforo no barbante e ele se acendia pela combustão do CO ₂ . O processo que ocorreu foi de sublimação."
DUPLA 8	"Ao queimar a vela, a parafina passa do estado sólido para o gasoso e quando colocar o copo ela, por um período de tempo, se apaga, porque falta oxigênio, e ao retirar o copo a vela se acende com o fósforo próximo, porque, no caso, o fósforo próximo será a ignição com a parafina em estado gasoso."
DUPLA 9	"Não sei! Talvez a parafina sendo consumida..."
DUPLA 10	"A fumaça branca que está subindo é a parafina que está sendo consumida. E aproximando o fogo da fumaça ele volta para vela."
DUPLA 11	"Parafina está sendo consumida, de sólido passando para o estado gasoso. Ao se colocar o copo, rompe-se a interação do ar com a mesma e o oxigênio passa a não estar presente como antes. Ao tirar o copo e acender um fósforo próximo à fumaça da vela ela volta a ser consumida, pois estamos colocando em contato novamente a vela com o comburente e o meio externo."
DUPLA 12	"Vela cujo o copo menor foi sobreposto apagou primeiro devido à quantidade de oxigênio retido no copo ser menor. É possível observar a "nuvem" de vapor de CO ₂ e fuligem e também água liberados na queima."
DUPLA 13	"Devido a fumaça 'ser carbono e oxigênio (CO ₂)', se torna combustível."

DUPLA 14	"A vela acende antes que o fogo toque totalmente o pavio, pois a condução de calor é feita pela fumaça. E todo combustível possui um ponto de fulgor (temperatura na qual o combustível entra em autoignição). Provavelmente a vela já atingiu essa temperatura."
----------	---

Somente um grupo não respondeu ao questionamento. Notamos com esse experimento que os alunos tinham dificuldades para identificar os combustíveis na reação processada. Isso observado, o professor discutiu com os alunos sobre os combustíveis e o papel da parafina e do pavio no fenômeno. Tanto na modalidade escrita como na modalidade oral os alunos, em sua maioria, apresentaram interpretações remáticas e dicentes. Os alunos demonstram muita curiosidade e motivação para entender esse experimento e assim várias situações de dúvidas apareceram, instigando momentos de ressignificações/significações sobre os conceitos químicos abordados. Alguns dos comentários tecidos pelos alunos estão apresentados no quadro 16.

Quadro 16 - Exemplos de comentários escritos pelos alunos para o quarto vídeo de experimento.

COMENTÁRIOS
Ilusão
Espantado
Inexplicável
Diferente
Curiosidade
O vídeo despertou-me curiosidade. Muito massa o vídeo!

Referente ao experimento, algumas das respostas orais para os questionamentos realizados, estão descritas no Quadro 17.

Quadro 17 - Exemplos de argumentações orais dos alunos sobre o quarto vídeo de experimento.

Alunos	Respostas dos Alunos
Aluno 4	"Como é que a fumaça pega fogo?"
Aluno 6	"Com certeza a vela libera alguma coisa na forma de gás, que pega fogo, olha lá como o fogo queima aquela fumaça. Repete o vídeo professor!"
Aluno 9	"Eu acho que essa fumaça não é fumaça."

Aluno 11	<i>Professor, essa fumaça é a vela no estado gasoso?"</i>
Aluno 20	<i>"É bruxaria, como é possível? Quero entender isso!"</i>

Partindo das explicações conceituais sobre o terceiro experimento e suas relações estequiométricas, o professor iniciou a discussão sobre o limite de inflamabilidade e o ponto de fulgor, explicando a relação de quantidades necessárias para que a reação aconteça de forma ideal. Alguns alunos ficaram surpresos ao saberem que a substância visualizada por eles eram COV's inflamáveis liberados pela decomposição térmica da parafina. "Nossa! Sério que é da decomposição da parafina da vela? Sempre pensei que fosse fumaça normal!". Outros alunos, já de forma mais aprofundada, indagaram: "Então, para funcionar precisa ter uma mistura entre o gás combustível e o ar? É igual no fogão né, professor?".

A discussão foi produtiva e os alunos demonstraram compreender o funcionamento do limite de inflamabilidade e do ponto de fulgor, relacionando e apresentando conceitos vistos anteriormente, como formulações e terminologias químicas, indicando processos de significações e ressignificações.

Durante as explicações uma aluna teceu um comentário que proporcionou a aplicação do quinto experimento. "Mas, professor, na minha casa, em uma boca do fogão a chama fica amarela e na outra fica azul, tem relação com isso? Outra coisa, já que o que vimos não era a fumaça, o que é a fumaça?"

6.5 Quinto experimento: descrição

Ainda com as discussões sobre os conceitos envolvidos no quarto experimento o professor deve propor a visualização do quinto experimento que consiste em colocar um funil de vidro sobre uma vela acesa fixada em um recipiente (prato/pires), conforme figura 08.

Figura 08 - ilustração do vídeo do quinto experimento.



Com esse experimento, os fenômenos das combustões completa e incompleta podem ser discutidos. Voltado para questão ambiental, o professor pode discutir sobre a emissão de fuligem e produtos particulados no ar em uma combustão incompleta de combustíveis fósseis, relacionando o vídeo com a emissão de particulados na queima dos combustíveis (gasolina e diesel) pelos automóveis.

6.5.1 Quinto experimento: dados e discussões

Partindo da dúvida da acima da aluna, foi solicitado aos alunos a visualização do quinto experimento. Após a aplicação do vídeo, os alunos escreveram sobre o fenômeno observado, descrito no Quadro 18.

Quadro 18 - Exemplos de respostas escritas pelos alunos para o quinto vídeo de experimento.

DUPLA	RESPOSTAS
DUPLA 2	"Diferença na cor da fumaça? Não sei!"
DUPLA 3	"Pouco O ₂ , por isso produziu monóxido de carbono."
DUPLA 4	"Funil sobre a vela liberando fumaça escura. Combustão incompleta formou CO."
DUPLA 5	"Fumaça preta."
DUPLA 6	"Combustão incompleta pelo baixo volume de O ₂ ."
DUPLA 7	"A chama, agora coberta por um funil, libera uma chama mais escura, liberando uma fumaça preta. Pois bem, não sei o que acontece."
DUPLA 8	"Não sei por que ocorre está reação da coloração da fumaça."
DUPLA 10	"A fumaça ficou preta porque o fogo teve contato com o vidro do funil."
DUPLA 11	"Dificulta a passagem do oxigênio rompendo parcialmente sua interação pelo funil. Fica mais restrita a passagem."

DUPLA 12	“A fumaça preta é devido à combustão incompleta. O funil, por possuir um orifício pequeno, permite que se mantenha uma quantidade ainda que pequena de O_2 . O $C(s)$ é a origem da cor preta.”
----------	---

Dos 15 grupos participantes da atividade, dois (2) não responderam e seis (6) responderam que não sabiam. Fica claro ao analisar as respostas que uma parcela mínima da turma entende o conceito de combustão em sua plenitude. Nesse sentido o professor regente discutiu as reações completa e incompleta da combustão com os estudantes.

Muitas dúvidas, por parte dos estudantes, surgiram ao observarem esse vídeo de experimento. Várias manifestações de interjeições, como “nossa”, “vixi”, entre outras, demonstraram níveis remáticos e indicativos de situações que possibilitassem a orientação do professor para produção de significações e ressignificações.

As respostas foram características dos níveis dicentes, com os alunos apresentando conjecturas sobre as observações visual referente a coloração das substâncias e, quando em nível de argumento, majoritariamente abduativas e indutivas, somente indicando a existências e tentando relacionar os conceitos anteriores com o fenômeno observado. Vale dizer que muitos dos estudantes apresentaram terminologias e representações químicas durante as explicações, indicativo de processos de significações e ressignificações.

Nos quadros 19 e 20 observamos os comentários escritos e argumentações orais dos estudantes.

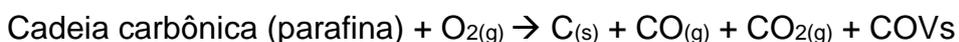
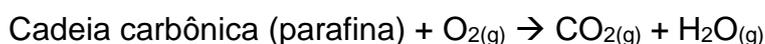
Quadro 19 - Exemplos de comentários escritos pelos alunos para o quinto vídeo de experimento.

COMENTÁRIOS
Querendo aulas experimentais.
Intrigada e curiosa por não fazer muito ideia do que aconteceu.
dúvida do que ocorre e como ocorre.
Muita curiosidade e dúvida. Muito interessante.

Quadro 20 - Exemplos de argumentações orais dos alunos sobre o quinto vídeo de experimento.

Alunos	Respostas dos Alunos
Aluno 12	<i>“Professor, está queimando o vidro.”</i>
Aluno 10	<i>“A fumaça é preta! É o CO!”</i>
Aluno 11	<i>“Toda queima libera fumaça preta, não é?”</i>

Partindo das hipóteses dos alunos, o professor utilizou equações químicas de combustão completa e incompleta da parafina para explicar o motivo do fenômeno ocorrer, indicando as diferenças entre os produtos formados.



Vale dizer que a maioria dos estudantes estava engajada e participando ativamente dos diálogos que proporcionavam as situações de significações e ressignificações sobre o conceito da combustão.

6.6 Sexto experimento: descrição

O sexto experimento consiste em emborcar um recipiente de vidro (copo) sobre uma vela acesa e fixada no centro de um outro recipiente (pires/prato) com água. Utilizamos uma vela de parafina, um copo de vidro, um pires de porcelana, uma caixa de fósforos para a produção deste e água com corante (para facilitar a visualização), conforme figura 09.

Figura 09 - ilustração do vídeo do sexto experimento.



O professor deverá iniciar a aplicação do vídeo de experimento questionando os alunos sobre suas hipóteses para a experimentação. Após as discussões e a observação dos fenômenos, o professor deve iniciar a abordagem dos conteúdos de pressão e da temperatura para a ocorrência do fenômeno.

6.6.1 Sexto experimento: dados e discussões

Na semana seguinte, na segunda aula utilizando os vídeos de experimentos, o professor iniciou a sessão com a aplicação do sexto experimento filmado. Após a visualização do vídeo, os alunos escreveram sobre o fenômeno observado, conforme apresentado no Quadro 21.

Quadro 21 - Exemplos de respostas escritas dos alunos para o sexto vídeo de experimento.

DUPLA	RESPOSTAS
DUPLA 2	"Quando a vela ainda está queimando, está gerando CO ₂ . Quando a vela se apaga, o gás é comprimido, dando espaço para a água."
DUPLA 3	"Consumo de O ₂ criou vácuo."
DUPLA 4	"Copo sobre a vela dentro da água. Quando o fogo apagou a água dentro do copo ficou em um nível diferente da água de fora, ocorreu pela diferença de P.A. de dentro do copo e fora. A água tentou compensar a diferença de pressão atmosférica."
DUPLA 5	"Com o consumo de O ₂ formou-se um espaço vazio preenchido por água."
DUPLA 6	"Variação de pressão interna em relação à externa devido ao aquecimento do ar."
DUPLA 7	"Pois contém oxigênio na água, fez subir a água pelo vácuo criado do oxigênio consumido."
DUPLA 8	"À medida que vai sendo consumido o oxigênio a água vai ocupando seu espaço."
DUPLA 10	"Não faço ideia, mas se fosse para chutar, diria que o líquido subiu porque a vela utilizou parte do oxigênio presente."
DUPLA 11	"À medida que vai saindo o oxigênio, ele está sendo consumido, libera a passagem de água na mesma proporção."
DUPLA 12	
DUPLA 13	"Consumiu parte do O ₂ e criou vácuo. Ao apagar a vela, compensa a temperatura, puxando a água, pois a temperatura ambiente e de dentro do copo são diferentes."
DUPLA 14	"O fogo presente na vela acaba por consumir o oxigênio existente no copo até um ponto em que não consegue ser mais forte que o peso da água."

Dois grupos responderam que não sabiam e dois (2) deixaram sem resposta. Semelhante aos dois (2) primeiros experimentos, grande parte das respostas fazem referência ao consumo de oxigênio, indicando que os vídeos de experimentos

discutidos até este momento, promoveram processos de significações e ressignificações sobre os conceitos que os alunos apresentavam anteriormente. Vale mencionar que muitos estudantes relacionaram a subida do líquido com o conceito de vácuo, e este foi um tema discutido e abordado com os alunos.

Grande parte das respostas dos alunos foram em níveis de argumento, não entrando em méritos de veracidade conceitual, muitos desses argumentos escritos e orais poderiam ser classificados como deduções, observadas suas generalizações e relações com outros conceitos abordados. Algumas das respostas orais produzidas pelos alunos estão descritas no quadro 23, e no quadro 22 temos a apresentação de comentários escritos sobre a experiência em questão.

Alguns alunos afirmaram já terem visto a experiência na internet ou na televisão e demonstraram anseio pelo debate.

Quadro 22 - Exemplos de comentários escritos pelos alunos para o sexto vídeo de experimento.

COMENTÁRIOS
Interessante
Boiando
Curiosidade
Animado e ansioso, esperando o próximo debate para chegar no resultado!

Quadro 23 - Exemplos de argumentações orais dos alunos sobre o sexto vídeo de experimento.

Alunos	Respostas dos Alunos
Aluno 02	<i>“O oxigênio acaba e o espaço dele é preenchido pela água.”</i>
Aluno 12	<i>“O oxigênio consumido pela reação cede espaço para entrada da água.”</i>
Aluno 15	<i>“Quando ocorre a geração, o espaço deixado pelo oxigênio que foi usado na reação gera um vácuo que puxa a água.”</i>

Comentários como os dos alunos 12 e 15 demonstraram que um processo de ressignificação sobre o conceito de combustão ocorreu, visto que demonstraram o

entendimento sobre o funcionamento do consumo de oxigênio na reação de combustão.

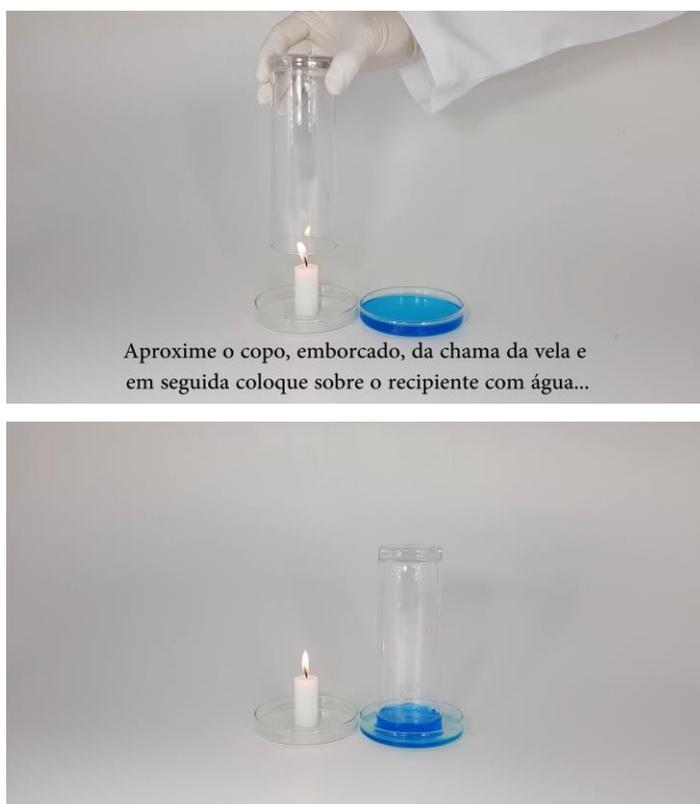
O professor explicou as principais variáveis de estado de um gás. Alguns alunos começaram a relacionar os conceitos com o experimento. “Então nesse caso a relação está entre a pressão e a temperatura? Quando o fogo da vela se apaga diminui a temperatura e o ar ocupa menos espaço?”.

Levando em consideração os questionamentos dos estudantes, o professor solicitou aos alunos a visualização do sétimo experimento.

6.7 Sétimo experimento: descrição

Com as discussões sobre o sexto experimento ainda ocorrendo, o sétimo experimento deve ser iniciado. Ele consiste em emborcar um recipiente de vidro (copo) sobre uma vela acesa e fixada no centro de um outro recipiente (pires/prato) e logo em seguida ser transportado para outro recipiente (pires/prato) que contenha água, conforme figura 10.

Figura 10 - ilustração do vídeo do sétimo experimento.



O professor deverá iniciar a aplicação do vídeo de experimento questionando os alunos sobre suas hipóteses para a experimentação e se existe alguma diferença entre o experimento anterior e o atual. Após as discussões e a observação dos fenômenos o professor deve dar ênfase à relação existente entre os gases e os conceitos de pressão, temperatura e volume.

6.7.1 Sétimo experimento: dados e discussões

Após a aplicação do vídeo, os alunos escreveram sobre o fenômeno observado, o que está descrito no Quadro 24.

Quadro 24 - Exemplos de respostas escritas dos alunos para o sétimo vídeo de experimento.

DUPLA	RESPOSTAS
DUPLA 1	"A água sobe pela pressão."
DUPLA 3	"Mesma explicação/experimento que o anterior, criou vácuo."
DUPLA 5	"Houve um consumo de O ₂ e o aumento da temperatura quando o copo foi colocado sobre a água. A temperatura baixou e o ar se comprimiu, fazendo com que a água ocupasse o espaço. Inclusive, entrou um pouco de ar junto."
DUPLA 6	"Mesmo do anterior, porém não houve consumo elevado de O ₂ ."
DUPLA 10	"Tem a ver com a temperatura."
DUPLA 13	"A queima de O ₂ faz com que a água suba, estabilizando a temperatura."
DUPLA 14	"Mesma lógica do experimento anterior, porém o ar quente puxou a água para dentro."

Três grupos disseram não saber o motivo do fenômeno e cinco (5) não responderam. Das respostas obtidas, percebemos que os alunos buscaram a generalização, utilizando em seus argumentos as explicações inferidas para o experimento anterior. Igualmente ao experimento anterior, grande parte das respostas obtidas na modalidade oral e escrita foram no nível de argumentos, sendo classificados como indutivos. Algumas das respostas orais produzidas pelos alunos estão descritas no quadro 26, e no quadro 25 temos a apresentação de comentários escritos sobre a experiência em questão.

Quadro 25 - Exemplos de comentários escritos pelos alunos para o sétimo vídeo de experimento.

COMENTÁRIOS
Perplexidade

Assustado com as respostas das pessoas
Experimento com fundo azul. A cor azul para mim torna o vídeo mais prazeroso de apreciar. Curiosidade.
Ansioso pelo debate!

Quadro 26 - Exemplos de argumentações orais dos alunos sobre o sétimo vídeo de experimento.

Alunos	Respostas dos Alunos
Aluno 05	<i>“É igual ao passado, não é? O consumo do Oxigênio gera um vácuo!”</i>
Aluno 29	<i>“Está relacionado com a pressão, igual o senhor explicou esses dias. A pressão interna é menor e a água entra por isso.”</i>
Aluno 07	<i>“Também pode ser pela expansão do ar quando ele fica quente, né? Igual de um balão?”</i>

6.8 Oitavo experimento: descrição

Nesse experimento, em um recipiente com duas velas fixadas, são adicionados 200 ml de água, aproximadamente uma ponta de espátula de bicarbonato de sódio e algumas gotas de solução de fenolftaleína. A solução fica rosa e um pHmetro digital é utilizado para verificar o pH da solução, que aponta 9,30. Em seguida um recipiente de vidro (copo) é emborcado sobre as velas acesas, fixadas no recipiente.

Figura 11 - ilustração do vídeo do oitavo experimento.



As velas apagam e, após alguma agitação e espera, a solução que anteriormente era da coloração rosa, fica incolor e o pH apresenta o valor de 8,09, medida realizada com auxílio do pHmetro digital, figura 11. A fenolftaleína é um indicador ácido base que possui faixa de viragem entre 8,2 e 10. Abaixo da faixa de viragem é incolor e acima da faixa de viragem apresenta a coloração rosa intenso.

O professor pode iniciar os diálogos questionando os alunos sobre os reagentes utilizados na experiência. Posteriormente deve levantar as hipóteses criadas pelos alunos e discutir os conceitos de ácidos, bases e sais, suas reações e a função dos indicadores, como a fenolftaleína.

Apontamos que, em uma abordagem voltada para educação ambiental, podemos relacionar a reação entre o gás carbônico (CO_2) liberado com a água (H_2O), formando o ácido carbônico (H_2CO_3), fenômeno conhecido como chuva ácida. O professor pode relacionar a experiência apresentada no vídeo com as queimadas, indicando a formação da chuva ácida pela reação dos produtos da combustão dos materiais orgânicos com a água.

6.8.1 Oitavo experimento: dados e discussões

Após a aplicação do vídeo, os alunos escreveram sobre o fenômeno observado, descrito no Quadro 27.

Quadro 27 - Exemplos de respostas escritas dos alunos para o oitavo vídeo de experimento.

DUPLA	RESPOSTAS
DUPLA 4	"Copo sobre a vela com água e um pouco de bicarbonato de sódio e mudou de cor."
DUPLA 5	"Duas velas + solução básica. Com duas velas o consumo do O_2 foi maior, bem como o aumento da temperatura. Após as velas terem se apagado, a temperatura diminui, comprimindo o ar, e a solução ocupa o espaço vazio. Com a agitação, o CO_2 foi diluído na solução."
DUPLA 10	"O líquido ficou menos básico, o porque eu não sei."
DUPLA 11	"Não sei! Após uma perturbação, a substância ficou menos básica. A primeira estava bem base. É liberado CO_2 e assim fica menos básico."

DUPLA 12	"Experimento com líquido. O líquido sobe devido à redução de pressão. Sendo a pressão externa maior, pressiona o líquido para dentro do copo. Provavelmente a interação entre as moléculas de CO ₂ é maior do que as interações entre as moléculas de O ₂ , causando uma diminuição de volume do gás e diminuindo a pressão interna do copo."
DUPLA 14	"CO ₂ tem caráter ácido."

Dos grupos participantes cinco disseram não saber e quatro deixaram sem resposta. Alguns dos comentários realizados de forma escrita estão indicados no quadro 28.

Quadro 28 - Exemplos de comentários escritos pelos alunos para o oitavo vídeo de experimento.

COMENTÁRIOS
Que????
Ansiosa
Confusa
Dúvida!
Dúvida sobre o que e como ocorre!
Aguardando ansiosamente o debate.

Respostas orais dos alunos para estes questionamentos estão descritas no Quadro 29.

Quadro 29 - Exemplos de argumentações orais dos alunos sobre o oitavo vídeo de experimento.

Alunos	Respostas dos Alunos
Aluno 06	"Professor, esse eu não faço ideia."
Aluno 25	"Vish! Sem ideias!"
Aluno 23	"Olha, eu acho que é relacionado com a acidez e basicidade, mas não imagino como funcionaria..."

Grande parte dos alunos ficaram em dúvida quanto ao experimento. O professor discutiu os conceitos de ácidos, sais e bases com os estudantes e suas implicações nas reações.

Nesse experimento, os alunos, apesar de participarem efetivamente das discussões, não apresentaram interpretações argumentativas, ficando em sua maioria nos níveis remáticos, limitando-se na expressão de interjeições e questionamentos.

Merece destaque a participação efetiva das atividades propostas. Signos argumentativos surgiram com uma maior frequência como também elaborações de hipóteses com maior grau de complexidade, apresentando características de significações e ressignificações sobre os conceitos abordados, como por exemplo na fala “Ahhh, então ficou transparente porque o pH saiu de 8,5 que era básico para um valor abaixo do ponto de viragem do indicador, né? Mas não significa que ficou ácida, só que ficou abaixo do ponto de viragem, né?”

6.9 Análise das Interjeições

Referente às interjeições e à análise realizada no quadro 04, temos as seguintes interjeições apresentadas pelos estudantes: Ah!, Oba!, Puxa!, Tomara!, Credo!, Atenção!, Vamos!, Hã!, Ufa!, Silêncio!, Calma!, Putz!, Vixe!, Hã-hã!, Opa!, Caramba! Eita! Legal! Entendi!

Destacamos que, ao prendermos a atenção sobre o emprego das interjeições pelos estudantes, notamos que elas apresentavam indicativos de momentos de dúvidas e significações/ressignificações realizados.

Interjeições como “eita!”, “nossa!”, “caramba”, “credo!” na maioria das vezes empregadas demonstravam momentos de dúvidas genuínas dos estudantes, indicativas também de situações de primeiridades em acordo com a semiótica peirceana. Lembramos que a etapa da dúvida é fundamental para atualização dos signos.

As interjeições como “entendi!”, “ah, sim!” demonstraram processos de significações e ressignificações realizados pelos estudantes e muitas vezes antecederam manifestações de terceiridade em níveis argumentativos.

Algumas interjeições como “silêncio!” e “calma!” apontaram momentos de reflexão dos estudantes, momentos de atualização de significados. Outras interjeições,

como por exemplo “viva”, “ufa” e “oba” demonstram a manutenção dos significados já existentes.

As interjeições apresentadas no decorrer das atividades indicaram inicialmente fatores em primeiridade sobre questões de entendimento dos alunos e posteriormente foram refletidas nas manifestações de raciocínios de secundidade e terceiridade ao final das atividades executadas, auxiliando na confirmação dos processos de significações e ressignificações sobre os conceitos de combustão.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os vídeos demonstraram-se viáveis, quando trabalhados e organizados em uma sequência lógica para favorecer e potencializar a aquisição de significados pelos estudantes, de forma que os conhecimentos foram externalizados por meio de diálogos e escrita.

Os vídeos funcionaram como a base para que o professor pudesse causar situações-problema para os estudantes e, assim, proporcionasse processos de ressignificações sobre a temática por meio de diálogos para que os estudantes conseguissem apaziguar as dúvidas geradas e conseguissem atualizar seus significados.

A atividade possibilitou aos estudantes passarem por diversas significações e ressignificações sobre conceitos envolvidos no fenômeno da combustão e acrescentou, em nível médio, a discussão sobre ponto de fulgor e limite de inflamabilidade.

A pesquisa demonstrou viabilidade para promoção de signos argumentativos pelos estudantes e a teoria semiótica peirceana demonstrou-se eficaz em sua proposta para análise das escritas e diálogos dos estudantes, sendo uma possibilidade para outras pesquisas em âmbitos educacionais no campo do ensino de química e de ciências.

As interjeições, em níveis de primeiridade, apresentam grande possibilidade de serem indicativos de processos de ressignificações e assim desencadearem situações que favoreçam manifestações de secundidade e terceiridade. Significa dizer que se o professor conseguir identificar as interjeições durante uma atividade didática, ele conseguirá identificar potenciais situações para promover significações e ressignificações, já que que pelas interjeições os alunos demonstram sentimentos, como, por exemplo, compreensão e dúvida.

De acordo com as interações realizadas entre os alunos e o professor, podemos verificar que situações de aprendizagem foram alcançadas, com alunos

desenvolvendo, ao final das atividades, pensamentos em terceiridade e utilizando conceitos e teorias adquiridos no decorrer do processo.

Por tudo que promovemos, observamos e interpretamos, consideramos que a metodologia propiciou aprendizagem aos estudantes, e que pode ser adaptada e ampliada para ser aplicada no nível superior de ensino.

Por fim, devido à demanda de materiais didáticos digitais ocasionada pela covid-19 nos anos de 2020 e 2021, salientamos que a utilização de experimentos filmados pode ser um recurso a ser utilizado na educação a distância, e por isso indicamos a necessidade de realização de estudos futuros neste prisma.

Indicamos que futuras pesquisas com o aumento do grau de autonomia de investigação pelos alunos, avançando para os níveis 2 e/ou 3 segundo as colocações de Tamir (1976), são necessárias para sabermos as potencialidades dos vídeos como atividades experimentais investigativas. Outra pesquisa pertinente, para verificar outros parâmetros de eficácia, é sobre a relação da significação e ressignificação de outros conceitos químicos com os dos de crença, dúvida, hábito e investigação, existentes na teoria peirceana. Vale mencionar ainda que mais pesquisas sobre a utilização das interjeições nas análises de dados são necessárias para tornar o método mais eficaz e validado.

8 REFERÊNCIAS

- AMEKA, F. Interjections: The universal yet neglected part of speech. **Journal of Pragmatics**. v.18, p. 101-118, 1992.
- BOGDAN, R.; BIKLEN, S. K. **Qualitative Research for Education**. Boston, Allyn and Bacon, Inc., 1982.
- 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.
- 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.
- GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Química Nova na Escola**, v. 10, nov, 1999.
- 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.
- GUIMARÃES, C. S. **Controle e monitoramento de poluentes atmosféricos**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016.
- HODSON, D. Hacia um enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 12, n. 3, p. 299-313, 1994.
- Johnstone, A. H. Macro and Micro-Chemistry. **The School Science Review**, p. 64-377, 1982.
- KAPLAN, D. **Demonstratives**. In J. ALMOG, J. PERRY and H. WETTSTEIN (eds.) Themes from Kaplan, p. 481-563. New York: Oxford University Press. 1989/1977.
- LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 3. ed. São Paulo: Atlas S. A, 1993.
- LIMA, A. C. S; AFONSO, J. C. A Química do Refrigerante. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 3, p. 210-215, ago, 2009.

LIRA, M. B; RECENA, M. C. P. Avaliação das possibilidades de uso de vídeos digitais didáticos de experimentos para o ensino de estequiometria. In: XV ENEQ - Encontro Nacional de Ensino de Química, Brasília. **Anais**, 2010.

LIRA, Milton Basto. **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.

LIRA, Milton Basto. **Vídeos de experimentos demonstrativo-investigativos: um estudo de signos produzidos por alunos de ensino médio sobre o tema combustão**. 2013. 98 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo grande, 2013.

LISBÔA, J. C.F. QNEsc e a Seção Experimentação no Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, v. 37, n. 2, p. 198-202, dez, 2015.

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.

MOTTA, C. S.; DORNELES, A. M.; HECKLER, V.; GALIAZZI, M. **Experimentação investigativa: indagação dialógica do objeto aperfeiçoável**. Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 9, p. 1-8, 2013.

NICHELE, A. G.; ZICOLOTTO, A. M.; DIAS, E. C. Estudo da Solubilidade dos Gases: Um Experimento de Múltiplas Facetas. **Química Nova na Escola**, v. 37, n. 4, p. 312-315, nov, 2015.

NÖTH, W. **A semiótica no século XX**. São Paulo: Annablume, 1996.

NÖTH, W. **Panorama da semiótica: de Platão a Peirce**. São Paulo: Annablume, 1995.

OLIVEIRA, S.; GUIMARÃES, O. M.; LORENZETTI, L. Uma proposta com abordagem CTS para o estudo dos gases e a cinética química utilizando a temática da qualidade do ar interior. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 8, n. 4, p. 75-105, set-dez, 2015.

PEIRCE, C. S. **Escritos Coligidos**. Coleção Os Pensadores, v. XXXVI. São Paulo: Abril Cultural, 1974.

- 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.
- PEIRCE, C. S. **Semiótica e Filosofia**. Trad. Mota e Hegenberg. São Paulo, Cultrix, p. 164, 1972.
- PEIRCE, C. S. **Collected Papers of Charles Sanders Peirce**. Ed. By Charles Hartshorne and Paul Weiss. v. 7-8, Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 1983.
- QUEIROZ, J. **Semiose segundo C. S. Peirce**. São Paulo: EDUC; FAPESP, 2004.
- SALVADEGO, Wanda Naves Cocco. **Interpretação das gesticulações de estudantes no laboratório de química baseada na semiótica de Peirce**. 2015. 167 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2015.
- SANTAELLA, L. **O que é semiótica**. São Paulo: Brasiliense, p. 85, 1983.
- SANTAELLA, **Semiótica aplicada**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, p. 186, 2002.
- SHOOK, J. R. **Os pioneiros do pragmatismo americano**. Rio de Janeiro, DP & A, p. 211, 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.
- SOUZA, A. M. **Estudo de Emissões de Vapores Orgânicos no Carregamento de Gasolina em Caminhões – Ranque**. Dissertação (Mestrado Profissional em Gerenciamento e Tecnologia Ambiental no Processo Produtivo) – Unversidade Federal da Bahia, Brasil, 2004.
- 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.
- TAMIR, P. **The role of the laboratory in science teaching** (Tech. Rep. No. 10.). Iowa City, Iowa: The University of Iowa, Science Education Center, 1976.

TEIXEIRA, A. **As interjeições do português brasileiro e seus aspectos indexicais.** Dissertação (Mestrado em Linguística). Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, 2019.

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.

WHARTON, T. Interjections, language and the „showing“/„saying“ continuum. **UCL Working Papers in Linguistics**.v. 12, p. 173-213. 2000.

WILKINS, D. Interjections as deictics. **Journal of Pragmatics**. v.18, p.119-158. 1992.