

**UNESP-UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA
FILHO”**

**FACULDADE DE CIÊNCIAS - DEPARTAMENTO DE QUÍMICA-
MONOGRAFIA DE CONCLUSÃO DE CURSO (MCC)**



**“O DESENVOLVIMENTO DE HABILIDADES ARGUMENTATIVAS NO
ENSINO MÉDIO: PERSPECTIVA A PARTIR DE UM MINICURSO
INVESTIGATIVO COM BASE NA HISTÓRIA DA CIÊNCIA”**

VANESSA DE OLIVEIRA MARCATO

PROF^a. Dr^a. SÍLVIA REGINA QUIJADAS ARO ZULIANI

BAURU

2012.

VANESSA DE OLIVEIRA MARCATO

**O DESENVOLVIMENTO DE HABILIDADES ARGUMENTATIVAS NO ENSINO
MÉDIO: PERSPECTIVA A PARTIR DE UM MINICURSO INVESTIGATIVO
COM BASE NA HISTÓRIA DA CIÊNCIA**

Monografia apresentada junto ao curso de Licenciatura Plena em Química da Universidade Estadual Paulista Campus de Bauru, como parte dos requisitos para obtenção do título de Licenciado em Química.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Sílvia Regina Quijadas Aro Zuliani

BAURU - SP

2012

Dedicatória:

Ao meu avô Jorge Augusto que sempre me apoiou nos estudos,
realizando em mim o desejo que não teve a possibilidade de realizar.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente Deus que, por sua infinita bondade e misericórdia, me ajudou a superar os momentos difíceis, concedendo-me força e capacidade para continuar.

A professora Silvia Zuliani, pela paciência e dedicação durante o desenvolvimento deste trabalho.

Ao meu noivo e família pela compreensão e apoio durante toda essa jornada de estudos, sempre proporcionando condições para que eu prosseguisse.

E minhas amigas Évellin, Aline, Nathália e Ana Carolina pela paciência e companheirismo, me ajudando a criar força nas horas mais difíceis.

"Penso noventa e nove vezes e nada descubro; deixo de pensar, mergulho em profundo silêncio - e eis que a verdade se me revela."

Albert Einstein

"Sem a curiosidade que me move, que me inquieta, que me insere na busca, não aprendo nem ensino".

Paulo Freire

RESUMO

A realização de aulas com atividades investigativas no ensino de Ciências e Química vem promovendo a aprendizagem significativa do conhecimento científico. O presente trabalho objetivou desenvolver a articulação entre o ensino por investigação e habilidades argumentativas, visando à construção do conceito científico sobre a combustão da vela em recipiente fechado, para os alunos de duas turmas do 3º ano do Ensino Médio, em duas escolas da cidade de Bauru, Estado de São Paulo. Optou-se por realizar um minicurso investigativo, a fim de responder quais habilidades argumentativas são desenvolvidas durante o minicurso investigativo utilizando-se nas atividades, conhecimentos advindos da história e filosofia da ciência.

Os resultados foram reunidos a partir da análise de episódios de gravações em vídeo do minicurso em ambas às turmas, que apresentasse maior índice de utilização da habilidade argumentativa, que foram classificados em categorias de acordo com o conhecimento prévio do sujeito: 'conhecimento de fatos', 'compreensão de conceitos' e 'raciocínio e análise'.

A partir das informações obtidas, foi possível constatar que tanto os professores como os alunos se mostraram coerentes em suas ações, e que a atividade de argumentação é ponto chave para a aprendizagem. Desta forma, pode-se perceber que o conhecimento não é adquirido por todos ao mesmo tempo, cada indivíduo depende da mediação do professor, de forma diferentes para chegar à concepção mais adequada e que o ensino investigativo vinculado com a argumentação pode ser a ferramenta chave para a aquisição deste conhecimento.

Palavras-Chave: Conhecimento científico, atividades investigativas e argumentação.

ABSTRACT

The performance of investigative activities with lessons in teaching Science and Chemistry has promoted meaningful learning of scientific knowledge. This study aimed to develop the links between higher education for research and skills argumentative, aimed at building the scientific concept on combustion of the candle in a closed container, for students from two classes of 3rd year of high school, two city schools Bauru, São Paulo. We decided to do a short course investigative, to respond argumentative skills which are developed during the minicourse using investigative activities, knowledge from the history and philosophy of science.

The results were gathered from analysis of video recordings of episodes of the short course in both the groups, to produce a higher rate of use of argumentative skill, which were classified into categories according to the prior knowledge of the subject, 'factual knowledge' , 'understanding of concepts' and 'reasoning and analysis.'

From the information obtained, it was found that both the teachers and the students were consistent in their actions, and that the activity of reasoning is key to learning. Thus, one can realize that knowledge is not acquired all at the same time, each individual depends on the mediation of the teacher in order to reach different design more appropriate teaching and investigative linked with the argument can be the key tool to acquire this knowledge.

Keywords: Scientific knowledge, reasoning and investigative activities.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 ENSINO POR INVESTIGAÇÃO	13
2.1. Contextos teóricos sobre o ensino por investigação	13
2.2. Experimentação e ensino por investigação	14
2.3. Argumentos e ensino por investigação	18
3 ARGUMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA E CIÊNCIAS	20
4 METODOLOGIA	23
4.1. Estudo de caso de natureza qualitativa	23
4.2. Sujeito de pesquisa	25
4.3. Estrutura do minicurso	26
4.4. Coleta de dados	28
4.5. Análise de dados	29
5. ORGANIZAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS	32
5.1. Análise das argumentações	34
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	46
REFERÊNCIAS	48
APÊNDICES	51

1 INTRODUÇÃO

No Brasil o acesso a escola passou a ser um direito protegido pela constituição, visando à igualdade de oportunidades sem distinção das condições sociais, etárias, econômicas e culturais. Mas muitos questionam-se quanto à qualidade deste ensino que vem sendo oferecido nas escolas públicas, fato esse que pode ser destacado nos grandes problemas identificados na maioria das escolas do país, como; indisciplina e falta de interesse dos alunos, alto índice de evasão escolar e déficit de conhecimento em várias faixas etárias.

Tais problemas podem ser ocasionados por inúmeros problemas, tais como: atitude do professor, aula ministrada, a estrutura da escola, a sociedade, entre outros. Alguns problemas são difíceis de serem solucionados, mas alguns podem ser diagnosticados caso haja uma motivação por parte dos indivíduos envolvidos no processo. É caso das aulas de ciências ministradas atualmente nas escolas. Pesquisas apontam que estas não são atraente para os alunos e muito distante da aplicabilidade em seu cotidiano, o que distância a alfabetização científica do indivíduo, pois não favorece a utilização e prática do conhecimento científico. (CHASSOT, 2003).

Diante disso, a comunidade científica tem se organizado a fim investigar processos de ensino aprendizagem que viabilizem o desenvolvimento de práticas pedagógicas que favoreça o processo de construção deste conhecimento. Dentro desta perspectiva, o ensino por investigação pode ser uma ótima ferramenta, desde que, professor e aluno desenvolvam um “canal de comunicação” no qual possam compartilhar de uma mesma linguagem com a finalidade compreender diversos conceitos.

No Brasil esta prática é pouco utilizada, diferentemente de alguns países da América e Europa, onde aprendizagem de ciências já está estritamente vinculada ao processo de ensino por investigação. Ensinar ciências através da investigação não teve origem recente, essa abordagem educativa foi se aprimorando ao longo dos anos de tal forma a despertar interesse em diferentes pesquisadores. (MUNFORD e LIMA, 2007).

Logo que, o conhecimento científico diferencia-se de muitas outras práticas, porque requer certos aspectos como; enunciados, conclusões e

hipóteses ou teorias todos interligados. E não fundamentados apenas pelo acaso, mas mediante provas, dados e teorias. Ou seja, uma justificativa que conhecemos como argumentação (JIMÉNEZ E AGRASO, 2006).

Levando em consideração que o processo argumentativo promove aos alunos a possibilidade de confrontar os seus saberes e suas opiniões diante de um tema relacionado ao seu cotidiano ou não, a fim de permitir-lhes a continuidade do tema ou a inserção de outro, de forma mais reflexiva e ampla. Galianzi e Gonçalves (2004) defendem a importância dessa argumentação no ensino de química e ciências, expressas da seguinte maneira:

As atividades experimentais precisam [...] fazer parte de um discurso tal que professores e alunos possam aprender não só as teorias das Ciências, entre elas a Química, mas também como se constrói o conhecimento científico em um processo de questionamento, discussão de argumentos e validação desses argumentos por meio do diálogo oral e escrito, com uma comunidade argumentativa que começa na sala de aula, mas a transcende. (GALIANZI e GONÇALVES, 2004, p.11-12)

Para que esse diálogo seja considerado como um processo argumentativo, o indivíduo tem que usar de um discurso escrito ou oral para promover a defesa de uma hipótese ou opinião dentro de um contexto.

Desta forma, este trabalho surge com a perspectiva de apresentar alguns pontos relevantes acerca do ensino de ciências e química vinculado ao ensino por investigação e valorização da argumentação em sala de aula. De modo a apoiar e sustentar mudanças no ensino das escolas brasileiras, proporcionando uma aprendizagem significativa, quando comparada com a realidade atual.

Esta proposta de ensino é apresentada por Zuliani (2009) na disciplina estágio supervisionado, uma alternativa que tem se mostrado significativa na aprendizagem dos futuros docentes a lidarem com estes tipos de problemas. Um projeto de inclusão científica que visa na disciplina de estágio supervisionado em ensino de química, Licenciatura em Química, preparar os futuros professores para a possibilidade de trabalhar a química de forma alternativa e investigativa, além das atividades normalmente já desenvolvidas na disciplina.

Este projeto é aplicado no último ano curso de Licenciatura em Química

em uma universidade pública do estado de São Paulo, a fim de; aproximar a universidade, a comunidade e a escola. O projeto que tem como finalidade a produção de conhecimento e aplicação do mesmo no desenvolvimento de aprendizagens para todos os grupos envolvidos. Este trabalho oferece aos alunos do curso de licenciatura em química a possibilidade de criar e articular atividades diferenciadas na área de química e ciências. E aplicar aos alunos do ensino médio das escolas públicas participantes, produzindo um conhecimento mais amplo aos alunos e professores.

Para Zuliani (2006), a aprendizagem dos alunos durante a prática da aprendizagem por investigação deve proporcionar aos indivíduos envolvidos a vontade pela busca do conhecimento científico. Portanto, faz-se necessário uma boa preparação e articulação das atividades a serem desenvolvidas, com o objetivo de aproximar-se do cotidiano do indivíduo. De tal modo, que este consiga relacionar o conhecimento adquirido com a sua aplicação, permitindo então que estes se sintam preparados para participar e discutir sob vários aspectos o conteúdo apresentado a eles.

Embora este projeto seja montado através de minicursos que envolvem a experimentação e a investigação, orientado por uma professora supervisora, os resultados alcançados até o momento, levantou o interesse por um estudo mais aprofundado de como esse conhecimento é assimilado pelos alunos participantes. Além disso, avaliar como são elaboradas as articulações usadas por eles, para defenderem suas hipóteses durante a construção do conhecimento.

O comportamento desses alunos foi avaliado durante o desenvolvimento do minicurso: “Contribuição histórica para a compreensão da combustão da vela em recipiente fechado”, que integra um das atividades de estágio da disciplina Estágio Supervisionado em Ensino de Química I e II do projeto aplicado no último ano curso de Licenciatura em Química.

Mediante a tais vantagens da inserção da argumentação no ambiente escolar, este trabalho se desencadeará com o objetivo de analisar o favorecimento do processo argumentativo na construção do conhecimento dos alunos. Quando estes são submetidos a atividades experimentais investigativas, neste caso no ensino de química, citando os problemas de argumentação e formulação de hipóteses que defendessem suas linhas de

raciocínio.

Em consideração a esses fatos e a necessidade de elaborar um projeto de conclusão de curso levaram-nos a seguinte questão: Quais as habilidades argumentativas são desenvolvidas durante o minicurso investigativo utilizando-se nas atividades, conhecimentos advindos da história e filosofia da ciência?

Numa primeira abordagem este trabalho apresentará a importância da argumentação, dentro do ensino por investigação para a construção de um conhecimento mais próximo do científico. Em seguida, serão apresentadas as argumentações dentro do ensino de Química e Ciências e suas dificuldades. E por fim, serão descritos a metodologia, as análises dos dados obtidos e discussões e considerações finais da análise de um minicurso investigativo.

2 ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

2.1 Contextos teóricos sobre o ensino por investigação

A proposta investigativa tem se apresentado de forma muito eficaz no processo de ensino aprendizagem. Justifica-se esta eficácia na capacidade de facilitar a participação do aluno diante a uma situação problema e desenvolver nele a curiosidade e a busca para a resposta do problema a que foi submetido. Mas para alguns autores, ao estudar a história da metodologia investigativa, percebe-se logo que, a curiosidade em observar e questionar as coisas são características comuns dos seres humanos e que fazem parte de seu desenvolvimento e compreensão diante do mundo (MUNFORD; LIMA, 2007).

Fleck (1979, apud CONDÉ, 2005) defende que uma percepção científica de um objeto ou de uma questão se dá pela compreensão de uma estrutura que ele chama de “estilo de pensamento”. De acordo com Condé (2005), Fleck foi precursor ao afirmar que um fato científico não é obtido ao acaso, mas provem de dimensões psicológicas, sociais e históricas. Para ele, o autor (FLECK, 1979) foi além, pois denominava de caráter relevante a ideia ou opinião sobre um determinado assunto poder ser compartilhada por um mesmo grupo e favorecer a compreensão do conhecimento. A isto ele denominou de “coletivo de pensamento”. Desta forma, Fleck(1979) afirma que entre o sujeito e o objeto de estudo está o coletivo de pensamento, a partir do qual um fato

científico não pode ser descrito puramente por um único sujeito, pois a comunidade interfere, reforçando a compreensão do fato. Além disso, o coletivo de pensamento é algo que está sempre em transformação. (CONDÉ, 2005).

Finalmente, pode-se dizer que o conhecimento vai além da relação entre o sujeito e objeto de estudo. É desenvolvido de acordo com o estado de conhecimento e pela sua relação com o coletivo de pensamento.

Tendo em vista que, o ensino por investigação vai além da simples curiosidade humana, Deboer (2006), passou a descrever a inclusão da ciência na escola, como tendo finalidade de desenvolver nos indivíduos as habilidades de raciocinar, comparar e discriminar. Está foi uma das primeiras formas de inserção do ensino por investigação no currículo escolar, isto por volta do final do século XIX. Estes estudos partiam dos princípios das áreas de física e química, ou até mesmo, das pesquisas provindas das curiosidades de descoberta dos estudantes. Entretanto um dos fatos importantes da inserção da ciência no currículo escolar foi com a finalidade de proporcionar a aproximação do conhecimento adquirido e produzido na universidade com a realidade da escola.

Mas com o passar do tempo, os estudiosos verificaram que essas descobertas provindas de forma aleatória não apresentavam significativa relevância na aprendizagem dos estudantes. De modo que, propuseram o uso do ensino por investigação orientada por um professor, que conduziria as questões, o material a ser utilizado e o que deveria ser observado pelos alunos. (DEBOER, 2006).

2.2 Experimentação e ensino por investigação

As atividades experimentais podem ser ótimas ferramentas para promover a habilidade argumentativa nos indivíduos, quando estas são orientadas por um professor a fim de elaborar um diálogo em um ambiente investigativo (CARVALHO et al., 1999; SUART; MARCONDES, 2008; VILLANI; NASCIMENTO, 2003).

As atividades experimentais investigativas são baseadas na perspectiva construtivista. Pois o conhecimento adquirido vem de um conflito cognitivo, de reconstrução do conhecimento já existente. (SUART, 2008). Além disso, estimula no aluno a capacidade de refletir, questionar, buscar alternativas e

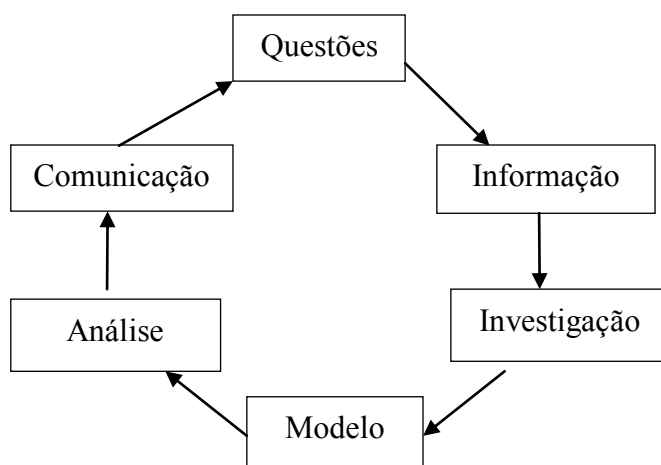
assim transformar suas hipóteses. (BASTOS, 1998).

Esse processo de aprendizagem promove não somente a habilidade argumentativa nos indivíduos, mas quatro tipos diferentes de conhecimentos essenciais para aprendizagem: “saber o que”, “saber como”, “saber por que” e “saber quando” (IES, 1997). Esta concepção também é defendida por Maia e Justi (2008), que descrevem estes quatro tipos de conhecimento da seguinte maneira:

Estas demandas mobilizam tanto o conhecimento declarativo (*saber o quê* – em que os estudantes devem conhecer e raciocinar com base em fatos científicos básicos, conceitos e princípios); conhecimento procedimental (*saber como* – em que os estudantes devem saber aplicar os princípios, fatos e conceitos no processo de “fazer ciência”); conhecimento esquemático (*saber por que* – em que os estudantes devem saber explicar e prever fenômenos, entendendo como e por que alegações científicas são validadas, explicando e raciocinando com modelos), e conhecimento estratégico (*saber quando e onde aplicar* – em que os estudantes devem aplicar seu conhecimento em novas situações e problemas). (MAIA; JUSTI, 2008, p.432.)

Seguindo essa ideia, a construção do conhecimento em química pode ser favorecida por este tipo de proposta, tendo em vista que o ensino de química prioriza a aprendizagem de conceitos científicos aliados ao raciocínio lógico. Além disso, estes conceitos juntos devem promover nos alunos a capacidade em resolver as situações problemas que norteiam a aula e os problemas de ordem científica, de modo a propiciar um conhecimento muito mais amplo em sala de aula. Conforme a figura 1.

Figura 1: Ciclo de investigação (SCHWARZ, WHITE, 2005)



A figura 1 ilustra um processo de investigação. No qual fornece sobre tudo um planejamento das atividades a serem aplicadas e conseqüentemente uma

possível previsão das habilidades e ações a serem exigidas do sujeito durante as etapas da investigação (MAIA, JUSTI, 2008).

Mas como é funciona este processo de investigação? Iniciam-se pela formulação de questões norteadoras numa situação onde avaliamos o que se deseja investigar. Definido assim a rota a seguir dentro do processo, passamos para uma segunda etapa em que se faz necessária a busca pela informação, através da proposição de um método específico que pode incluir testes e experimentos, entre outros, com o objetivo de testar ou levantar uma hipótese sobre o objeto ou situação em estudo. Essas informações coletadas devem ser interpretadas e relacionadas com a finalidade de propor um modelo. (MAIA, JUSTI, 2008). Vejamos o que Maia e Justi (2008) afirmam sobre o reconhecimento e validação destes modelos.

A validação e o reconhecimento desses modelos como produtos do processo de investigação devem ser feitos mediante sua comunicação à comunidade científica, etapa fundamental no processo de construção da ciência. Esta última etapa pode contribuir fornecendo novos elementos sobre o problema, podendo haver uma continuidade no ciclo, em que o processo será novamente desenvolvido, proporcionando o progresso da ciência. (MAIA, JUSTI, 2008).

Mas é de extrema relevância lembrar que o esquema proposto no processo de investigação descrito anteriormente, é um “modelo” e, que a criação de modelos, está relacionada com o desenvolvimento científico, sendo a base e ao mesmo tempo o produto das produções científicas (MAIA, JUSTI, 2008, p. 433). Assim ‘o conhecimento sobre o papel, a construção e o uso dos modelos merece especial destaque no desenvolvimento do conhecimento em ciências’.

Para que esse processo se torne realidade, as aulas devem ser planejadas a fim de permitir que os alunos discutam suas idéias em forma de um diálogo de forma escrita ou oral e nele desenvolvam o argumento necessário para expor os seus pensamentos científicos elaborados. (JIMÉNEZ ALEIXANDRE, 1998; DRIVER et al., 2000; CAPECCHI; CARVALHO, 2002).

Segundo Zuliani (2000), que investigou a eficiência da proposta investigativa na aprendizagem da Química Experimental no curso de Licenciatura em Física, esta metodologia favorece o desenvolvimento nos alunos de habilidades de reflexão e formulação de hipóteses. Mas para que

este processo se apresente de forma significativa necessita por parte do indivíduo motivação em aprender. Essa idéia é compartilhada por: Vilches, citando Ausubel:

Sem motivação não há aprendizagem, pois é difícil se motivar com algo que não se aprende. Se não há expectativas de êxito em uma tarefa não haverá interesse em realizá-la. Nesta perspectiva, a motivação é tanto um efeito como uma causa da aprendizagem. (AUSUBEL, 1976 apud VILCHES, 2003)

Nesta mesma perspectiva Zuliani (2006), argumenta a eficiência do ensino por investigação numa proposta de uso da experimentação no ensino de química, utilizando-se das atividades do cotidiano para produzir a apropriação do conhecimento científico. Sobre o processo de aprendizagem a autora se expressa da seguinte maneira;

A aprendizagem é um processo de internalização, no qual o indivíduo deve desejar e, conseqüentemente, buscar o conhecimento. Esta busca é compatível com o processo de investigação orientada e deve ser capaz de proporcionar ao indivíduo segurança e prazer em sua condução. É necessário, portanto, que o indivíduo tenha interesse e necessidade de aprender para que se disponha a fazê-lo. Para que isso seja possível, as atividades propostas aos sujeitos devem ser escolhidas, partindo do pressuposto de estarem contidas no universo de seus interesses, ou seja, atividades relacionadas à aplicação dos conceitos científicos da disciplina ao seu cotidiano. (ZULIANI, 2006, p.40.)

Para a autora, o ensino por investigação, utilizado em atividades experimentais pode ser muito eficiente na construção do conhecimento dos alunos, principalmente quando inserido de forma a se aproximar mais efetivamente de seu universo de origem (ZULIANI, 2006). Mas, para que isso facilite a aprendizagem do conceito químico de forma correta, deve ser orientada pelo professor para que não se torne um ato sem valor real na formação do indivíduo. (SUART, 2008). A atividade experimental sem nem uma finalidade didática pré-elaborada pode ser uma ferramenta prejudicial na compreensão dos conceitos, ao invés de facilitar a aquisição dos mesmos. (SALVADEGO; LABURÚ, 2009). Desta mesma forma, Galiazzi e Gonçalves (2004) frisam que:

As atividades experimentais precisam [...] fazer parte de um discurso tal que professores e alunos possam aprender não só as teorias das Ciências, entre elas a Química, mas também como se constrói o conhecimento científico em um processo de questionamento, discussão de argumentos e validação desses argumentos por meio

do diálogo oral e escrito, com uma comunidade argumentativa que começa na sala de aula, mas a transcende. (GALIAZZI e GONÇALVES, 2004, p.11-12)

Entretanto, Munford e Lima (2007) acreditam que existem algumas ideias equivocadas em relação ao ensino por investigação, quando este somente é associado a atividades práticas. Fato este descrito abaixo:

Contudo, se tomarmos como válidas as perspectivas apresentadas em nosso texto, podemos estar de acordo que uma atividade experimental, muitas vezes, não apresenta características essenciais da investigação, e que atividades que não são práticas podem ser até mais investigativas do que aquelas experimentais, dependendo da situação. (MUNFORD; LIMA, 2007.)

Parece-nos que as atividades de ensino que apresentam características de investigação devam estar muito bem estruturadas para que possam ser consideradas como tal, e facilitem a aprendizagem dos alunos, produzindo por sua vez a construção de hipóteses advindas de um processo de elaboração de argumentos necessários à sua fundamentação.

Levando em consideração que um processo investigativo quando orientado geram aos sujeitos envolvidos a possibilidade da expressão de suas opiniões e hipóteses para a solução do problema e que a expressão destes cria o que chamamos de processo argumentativo, faz se necessário um estudo da relação entre o ensino investigativo e argumentação. Além disso, como esta habilidade pode melhorar o processo de ensino-aprendizagem nas áreas de Ciências e Química, fatos esses que serão discutidos nos itens a seguir.

2.3 Argumentação e ensino investigativo

Partindo do pressuposto que o ensino por investigação surge como uma ótima ferramenta de desenvolvimento do espírito argumentativo no processo de aprendizagem, visto que, este favorece nos alunos o desenvolvimento das habilidades de reflexão e formulação de hipóteses (ZULIANI, 2000) e que permite uma boa condição para a construção de argumentos durante a produção de conhecimento. Assim, para Azevedo (2004):

(...) Para que uma atividade possa ser considerada uma atividade de

investigação, a ação do aluno não deve se limitar apenas ao trabalho de manipulação ou observação, ela deve também conter características de um trabalho científico, o aluno deve refletir, discutir, explicar, relatar, o que dará ao seu trabalho as características de uma investigação científica.

Essa investigação porém deve ser fundamentada, ou seja, é importante que a atividade faça sentido para o aluno, de modo que ele saiba o porquê de estar investigando o fenômeno que ele é apresentado. (AZEVEDO, 2004, p.21)

Nessa mesma perspectiva, Azevedo (2004) destaca que a resolução de problemas durante a atividade investigativa gera a participação do aluno de modo que, este se sente intrigado a produzir o seu próprio conhecimento. 'Por meio da interação entre pensar, sentir e fazer'. E essa resolução proporciona aos indivíduos habilidades e capacidades como: raciocínio, flexibilidade, astúcia, argumentação e ação.

Assim as atividades devem ser articuladas a fim de permitir que os alunos participem de diálogos e se sintam seguros a expor suas ideias. Desenvolvendo a partir da argumentação uma aprendizagem mais elaborada e tornando o ambiente em sala de aula mais favorável para a construção de um conhecimento mais amplo e diversificado. (JIMÉNEZ ALEIXANDRE, 1998; CAPECCHI; CARVALHO, 2002).

É importante salientar que a aprendizagem é um processo de construção de conhecimento no qual surge a necessidade de formulação de hipóteses que sustentem ou expliquem os fenômenos. Desenvolver nos indivíduos a capacidade de compreensão dos fatos faz com que estes se aproximem mais do conhecimento científico e da realidade do mundo atual.

Neste sentido a argumentação vem promovendo tal interação necessária para a obtenção deste conhecimento seja acessível a todos. Pois quando, o aluno expressa suas ideias sobre um tema e apresenta seu argumento de forma oral, é inserido em um processo de aprendizagem mais completo. (VILLAS BOAS, 2004).

Nesta perspectiva, Capecchi e Carvalho (2000) acreditam que quando os alunos são submetidos a ambientes que propiciam o desenvolvimento da argumentação, estes ficam sujeitos à aprendizagem de novas habilidades como: a identificação de evidências e seu confronto perante as teorias. Mas, o que consideramos como argumentação?

.... A argumentação é uma atividade social, intelectual e verbal, utilizada para justificar ou refutar uma opinião e que consiste em fazer

declarações, levando em consideração o receptor e a finalidade com a qual se emitem. Para argumentar é necessário escolher entre diferentes opções ou explicações e raciocinar sobre os critérios que permitam avaliar como mais adequada à opção escolhida. (SA e QUEIROZ, 2007)

Para que isso aconteça, professor e aluno devem desenvolver um “canal de comunicação”, onde se apresenta uma mesma linguagem, com a finalidade de compreender diversos conceitos, leis e teorias. A linguagem desenvolvida deve permitir também o conhecimento através da participação de todos os indivíduos envolvidos no processo (VILLANI; NASCIMENTO, 2003).

Segundo Hodson (1994), as atividades propostas pelos professores devem dar aos estudantes a oportunidade de exploração, compreensão e avaliação de seus modelos e teorias, com a finalidade de oferecer a possibilidade de mudança conceitual. Para que isso se torne realidade, fazem-se necessários os seguintes passos:

- 1 - Identificar as idéias e concepções dos alunos.
- 2 - Elaborar experiências para explorar tais idéias e concepções.
- 3 - Oferecer estímulos para que desenvolvam e possivelmente modifiquem suas idéias e concepções.
- 4 - Apoiar as tentativas de repensar e reelaborar estas idéias e concepções. (HODSON, 1994, p. 305).

Assim, analisando os resultados apresentados por muitos pesquisadores na área da educação (Simoneaux, 2000; Kelly; REGEV. J.: PROTHERO.W ,2005), em relação à habilidade argumentativa da maioria dos alunos, pode-se verificar um grande déficit no seu desenvolvimento.

Além das atividades que envolvem argumentação onde se observa que os estudantes apresentam dificuldades de abandonar suas concepções já instaladas, ou seja, suas ‘crenças’ a respeito do assunto discutido.

O que sugere a necessidade de um estudo mais detalhado de como são construídos estes tipos de habilidades nos alunos, formulação de hipóteses e argumentação, aliadas a atividades investigativas na área de Química e ciências.

3 ARGUMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA / CIÊNCIAS

O conhecimento científico pode ser desenvolvido de inúmeras formas e produzir diferentes habilidades. A argumentação tem se apresentado como uma habilidade muito significativa na produção e construção deste conhecimento. Este tipo de conhecimento não é apenas fundamentado em hipóteses e teorias construídas ao acaso, provem de um respaldo teórico e utiliza-se de um 'canal de conhecimento' específico, a linguagem científica. Esta, quando trabalhada com as ferramentas adequadas pode proporcionar uma aprendizagem muito mais rápida e efetiva (JIMÉNEZ ALEIXANDRE, 1998; DRIVER et al., 2000; CAPECCHI; CARVALHO, 2002). Para Morais e Galiazzi,

[...] A linguagem é a ferramenta cultural que está na essência do aprender. Por meio dela é que a experiência se converte em conhecimento nos seres humanos. Propiciar espaços de envolvimento na linguagem nas mais diversificadas formas é modo de encaminhar aprendizagens com significados relevantes. É a linguagem que faz com que nossas principais aprendizagens se dêem na interação com os outros. Serve de instrumento para o estabelecimento de relações entre o que já conhecemos e o que os outros conhecem, possibilitando, desse modo, a apropriação de novos conhecimentos. (MORAIS e GALIAZZI, 2006, p.9)

A linguagem representa muito mais do que o pensamento científico, ela oferece a medição do processo de ensino aprendizagem ao aluno. (VILLANI; NASCIMENTO, 2003).

Estudos na área de ensino de ciências apontam a necessidade de criação e desenvolvimento de atividades que promovam a construção do conhecimento de maneira ativa. Para Maia e Justi (2008), este conhecimento adquirido está intimamente ligado a uma investigação o que lhe fornece não somente um conhecimento de como a ciência foi construído, mas também quais habilidades foram utilizadas durante a condução e construção deste conhecimento. Para as autoras: "Identificar princípios da ciência e usá-los no processo de investigação é práticas científicas essenciais requeridas para a aprendizagem sobre ciência." (MAIA, JUSTI, 2008, p. 432).

Entretanto, o conhecimento científico diferencia-se de muitas outras práticas, porque requer certos aspectos como; enunciados, conclusões e hipóteses ou teorias. Que devem estar todos interligados e fundamentados não apenas pelo acaso, mas mediante provas, dados e teorias, apresentando assim uma justificativa que conhecemos com argumentação (JIMÉNEZ;

AGRASO, 2006).

Para estes autores, o término dos problemas da argumentação em sala de aula pode ser associado a uma prática de quatro aspectos importantes vinculadas no mundo sociocientífico:

A natureza das questões ou dilemas sócio científicos: por exemplo, essas questões costumam serem polêmicas (controvertidas) interdisciplinares, precisando de conhecimento de distintas disciplinas ou domínios (incluindo às vezes dimensões éticas), estão definidas de forma mais difusa e podem ter mais de uma solução, ou as soluções podem apresentar vantagens e desvantagens.

As pautas e estratégias de argumentação dos estudantes sobre elas: semelhança e diferença com argumentos sobre questões científicas mais convencionais.

O papel do professor nas atividades ou nos debates relacionados a elas: particularmente a questão da neutralidade.

Que ambiente de aprendizagem ou que método favorecem essa argumentação: por exemplo, se as habilidades de argumentação devem ser ensinadas. (JIMÉNEZ e AGRASO, pag. 15).

Neste mesmo sentido Carvalho e Sasseron (2011) relatam que a utilização da argumentação em sala de aula pode produzir alguns indicadores de alfabetização científica que podem ser:

[...] associados ao trabalho para a obtenção de dados, é o caso do *levantamento* e do *teste de hipóteses* em relação a uma situação qualquer; há outros indicadores ligados ao trabalho com estes dados para a *classificação*, *seriação* e *organização das informações* obtidas; também são indicadores da AC: a construção de uma *explicação*, o uso de *justificativa* para fundamentar uma ideia e o estabelecimento de *previsão* sobre o que pode decorrer desta situação; por fim, outros indicadores estão ligados mais diretamente a dimensões epistemológicas da construção do conhecimento, são o caso do uso do *raciocínio lógico* e do *raciocínio proporcional* como formas de organizar as ideias que se está a construir. (CARVALHO e SASSERON, 2011 pag. 103)

Os indicadores de alfabetização científica atuam como elementos norteadores a fim de promover um ensino de qualidade, de modo que, os alunos consigam através da investigação interligar a ciência com a sociedade e tecnologia (CARVALHO e SASSERON, 2011).

Para Jiménez e Agraso (2006) o desenvolvimento argumentativo sem um respaldo teórico e orientação, não proporciona um conhecimento científico significativo.

Assim, o professor deve mediar à busca de ferramentas que auxilie o aluno na compreensão dos objetos ou situação estudada, de tal forma a permitir-lhes que estes façam um elo entre o conhecimento assimilado e o desenvolvimento da ciência.

Sendo que, segundo Simoneaux (2000) e Kelly, Regev. J.e Prothero.W (2005), os estudantes tem dificuldade em expor suas opiniões mediante a questão submetida, além de apresentar uma qualidade discursiva muito mais significativa quando estas hipóteses ou defesas são expostas de forma dissertativa. Nesta perspectiva, o trabalho do professor deve ser familiar o estudante com este tipo de ambiente promovendo um amplo desenvolvimento no discurso, seja oral ou escrito (KELLY; REGEV. J.; PROTHERO.W, 2005).

Mediante a importância da argumentação para a obtenção do conhecimento científico, as contribuições e favorecimento das atividades experimentais investigativas necessitam ser investigadas. Portanto, para o desenvolvimento desta habilidade e melhoria do ensino-aprendizagem de Ciências e de Química, a seguinte questão foi sugerida:

Quais habilidades argumentativas são desenvolvidas durante um minicurso investigativo utilizando-se nas atividades, os conhecimentos advindos da história e filosofia da ciência?

Assim, esta pesquisa se desencadeará com o objetivo de esclarecer quais as dificuldades encontradas pelos alunos quando submetidos as atividades experimentais investigativas, no ensino de química, buscando fundamentar os problemas de argumentação e formulação de hipóteses que defendam sua linha de raciocínio. Além de valorizar a importância da argumentação no processo de aquisição do conhecimento.

4. METODOLOGIA

4.1. ESTUDO DE CASO DE NATUREZA QUALITATIVA.

Segundo Martins (2004), antes de aplicar qualquer pesquisa é preciso esclarecer o tipo de metodologia que será adotado. Assim, para proporcionar o alcance dos objetivos deste trabalho, optou-se por realizar um estudo de caso de natureza qualitativa e experimental.

Primeiramente precisamos especificar a seguinte pergunta; o que é um estudo de caso? Segundo Adelman et. al. (1976), o estudo de caso é um conjunto de instâncias. E partindo deste pressuposto Nisbett e Watt (1978), afirmam que esta instância pode ser uma pessoa, um evento, um grupo ou escola, entre outros. Ou seja, o estudo de caso visa claramente investigar eventos particulares, 'casos', que podem ser como relatados anteriormente, uma pessoa, escola e fundamentada através de técnicas de coleta de dados.

Essas técnicas de coleta de dados são variadas como: observação, entrevista, fotografia, gravações, documentos, anotações de campo e negociações com os participantes da pesquisa (ANDRÉ, 1984). Neste trabalho, utilizou-se de gravações em vídeo e anotações de campo do pesquisador e dados escritos pelos sujeitos estudados.

Mediante a definição do método de estudo de caso previamente relatada, passamos a natureza qualitativa desta pesquisa. Primeiramente, necessitamos compreender como a pesquisa qualitativa é classificada. Para Martins e Bicudo (1994), é a partir da maneira pela qual se interroga o fenômeno de estudo:

Pode se interrogar o mundo diretamente, perguntando o que é isto que vejo? Este método é chamado de perspectiva de primeira ordem, pode-se também, interrogar as idéias que as pessoas têm do mundo. Neste caso o que a pessoa pensa a respeito do fenômeno. Este modelo é chamado de perspectiva de segunda ordem (grupo de autores) (MARTINS e BICUDO, 1994, p.24)

Assim podemos afirmar que esta pesquisa trata-se de uma perspectiva de segunda ordem, pois busca uma compreensão particular do objeto de estudo visando não somente os fatos, mas os significados destes para os indivíduos envolvidos. (ZULIANI, 2006). Neste sentido Moreira(2002) diz que:

... só haverá ciência humana se nos dirigirmos à maneira como os indivíduos ou os grupos representam palavras para si mesmos, utilizando suas formas de significados, compõem discursos reais, revelam e ocultam neles o que estão pensando ou dizendo, talvez desconhecido para eles mesmos, mais ou menos o que desejam, mas, de qualquer forma, deixam um conjunto de traços verbais daqueles pensamentos que devem ser decifrados e restituídos tanto quanto possível na sua representativa. (MOREIRA, 2002, p.51).

Como esta pesquisa se baseará num estudo de caso, a coleta de dados servirá para mensurar a eficácia da metodologia utilizada, além de elucidar as possíveis falhas no desenvolvimento do discurso argumentativo dos sujeitos. Este papel durante todo o trabalho é de extrema importância, porque sempre devemos adequar à metodologia de acordo com as características de nosso sujeito de pesquisa, além do meio em que este está inserido e os instrumentos de análises utilizados. Essas características proporcionam à pesquisa um caráter fenomenológico, ou seja, tem por objetivo a busca da essência do fenômeno, utilizando-se de análises Ideográficas e Nomotética.

De acordo com Zuliani (2006), a Análise Ideográfica refere-se às ideias presentes nas descrições e tem como objetivo compreender as concepções que envolvem as descrições dos indivíduos. Na prática este tipo de análise necessita de uma leitura individual de cada descrição, decorrente da transcrição de episódios de gravações em vídeo e da análise de fragmentos elaborados pelos sujeitos durante a prática experimental, e de dados advindos da observação do pesquisador. Para Martins e Bicudo (1994, p.100) a análise Ideográfica caracteriza-se por “chegar a categorias, passando por expressões concretas e não chegar a elas por meio de abstrações ou de formalizações que são seletivas de acordo com o critério adotado”.

Neste caso adotou-se a transcrição de episódios que foram dispostos em quadros que apresentam as respostas dadas pelos sujeitos de pesquisa durante as questões levantadas no decorrer do minicurso (APÊNDICE 1).

Já a Análise Nomotética, segundo Zuliani (2006), “refere-se à normatização de tratamentos de dados com a finalidade de adquirir um conjunto de essências que fundamentam a estrutura do fenômeno.

Deste modo, o processo de análise envolveu as seguintes etapas: leitura das respostas obtidas durante o desenvolvimento do minicurso realizado pelos alunos e análise das gravações em vídeo, definição dos índices para categorização; classificação de cada resposta e perguntas quanto às

categorias. Elaboração dos quadros com trechos das perguntas realizadas e as respostas que melhor exemplifiquem cada categoria e com base nos indicadores de habilidade. Além de interpretação e discussão dos resultados obtidos e a conclusão que estes sugeriram. Desta forma os tópicos seguintes oferecem mais detalhes a respeito dos sujeitos e contexto da pesquisa, assim como da análise dos dados obtidos.

4.2. Sujeitos de pesquisa

A presente pesquisa foi realizada com alunos do 3º ano do ensino médio de duas escolas públicas de Bauru, que participaram do Projeto de Extensão “Inclusão Científica e Universitária de alunos e professores da rede pública”. Este projeto integra as atividades de estágio da disciplina Estágio Supervisionado em Ensino de Química I e II, que compõem o currículo do curso de Licenciatura em Química em uma universidade pública na cidade de Bauru. Entre os objetivos do projeto estão aproximar a universidade, a comunidade e a escola na produção de conhecimento e aplicação deste na melhoria da aprendizagem de todos os grupos envolvidos. Este trabalho fornece aos alunos do curso de Licenciatura em Química a possibilidade de criar e articular atividades diferenciadas na área de ensino de química e fornecer aos alunos do ensino médio das escolas públicas participantes, uma aprendizagem mais ampla. Nele se permite que os alunos tenham a oportunidade de formular hipóteses, discutir, coletar dados e analisá-los em vários aspectos.

As atividades produzidas e aplicadas são baseadas na proposta de ensino por investigação, com enfoque experimental, elaboradas e ministradas pelos licenciados. São minicursos, com diferentes temas que visam à experimentação e contextualização de conceitos químicos, com duração aproximada de quatro horas. Estes acontecem durante uma semana, denominada Semana de Inclusão Científica, na qual a universidade “abre as portas” para os alunos de algumas escolas públicas de Bauru, indicadas pela Diretoria Estadual de Ensino. Conhecendo os sujeitos da pesquisa, passamos à análise de como essa atividade experimental investigativa foi estruturada.

4.3. Estrutura do minicurso

O minicurso elaborado sob as perspectivas da metodologia em Ensino por Investigação teve como base o conhecimento advindo da História da Ciência, relacionada ao tema combustão de uma vela em recipiente fechado. A sequência didática pode ser observada no Quadro 1, que ilustra as atividades, os textos e materiais utilizados durante toda a prática. Os textos podem ser analisados com mais clarezas. (APÊNDICE 2).

Quadro 1: Sequência didática do minicurso

Temas	Material	Atividades
Apresentação		Apresentação da equipe e dos alunos, divisão dos grupos.
Investigações sobre a combustão da vela Experimentação 1	Vela e tubo de vidro	Experimento 1 : combustão da parafina
História Philo de Alexandria	Texto 3: Philo de Alexandria e o termoscópio	Leitura
Discussões	Socialização	Leitura e discussões
Experimentação 2	Tubo de ensaio, água, estante, pinça, ácido acético e palha de aço	Experimentação 2 : Oxidação da palha de aço.
Experimentação 3	Algodão, prato, copo	Experimentação 3: Combustão de álcool em um recipiente fechado.
A descoberta do oxigênio.	Textos 4: Priestley, Lavoisier	Leitura
História da Vela	Texto 2: Uma Breve História Sobre Velas.	Leitura
Experimento 4: Combustível da vela	Parafina	Experimento 4: Combustível da vela
Experimentação 5	Tubo aberto, vela, suporte, lâmina de metal.	Experimento 5 (vela no tubo aberto)
Discussões	Texto 6: Lavoisier 2	Leitura e discussões
Discussão Final		
Avaliação		

Inicialmente apresentou-se o objeto de estudo, a combustão de uma vela e suas implicações históricas. Na apresentação foram utilizados slides referentes ao desenvolvimento do uso e fabricação das velas. Em seguida, os alunos realizaram o primeiro experimento, e foram orientados a observar e anotar todos os fatos relevantes visualizados.

Após a realização do experimento os professores apresentaram as seguintes perguntas: Por que a vela apaga? E por que a água sobe dentro do recipiente fechado? Os alunos tiveram cerca de quinze minutos para elaborar possíveis hipóteses para respondê-las. Essa atividade foi de exclusiva ação dos alunos. Em seguida, os grupos apresentaram suas respostas. A maioria dos alunos afirmou que a vela apagou por falta de oxigênio, e a água subiu dentro do copo para ocupar o lugar do oxigênio. Esse tipo de questão nos revela que os alunos já conseguem associar o fenômeno da combustão à diminuição da quantidade de oxigênio do ar, mas ainda faltam conceitos adequados para atingir uma resposta mais completa.

Efetuada a elaboração das hipóteses, os alunos foram submetidos à leitura do texto 3, que relata Filo de Bizâncio sendo provavelmente o primeiro a escrever sobre a experiência de queimar uma vela dentro de um vaso invertido parcialmente imerso na água, o resultado é bem conhecido que, depois de a chama se apaga, o nível de água sobe dentro do interior do vaso. (APÊNDICE 2).

Um dos problemas apresentados aos alunos foi que apesar das colocações do autor ser muito próximas das descritas por eles, consistiam em explicações ingênuas para a atualidade, mas de grande relevância para a época. Isto abriu a oportunidade de inserção de uma nova pergunta: Qual a porcentagem de oxigênio na composição do ar atmosférico? Em seguida, já foi sugerido o segundo experimento que teve como objetivo determinar a porcentagem do oxigênio no ar atmosférico, este experimento foi montado pelos alunos.

Neste momento, enquanto se aguardava os resultados do segundo experimento, iniciou-se, por parte dos professores a realização do terceiro experimento e uma discussão sobre as hipóteses levantadas anteriormente e os dados observados na atividade experimental. Para auxiliar na elaboração de novas hipóteses que sustentassem seus discursos, uma nova leitura foi

sugerida, texto 4. Que apresentava a descoberta do oxigênio (APÊNDICE 2).

Mediando as discussões com os alunos, os professores levantaram outra pergunta: qual o combustível da vela? Algumas hipóteses foram registradas pelos alunos e foi realizada a leitura do texto 1 e o quarto experimento. O texto 1 conta a história química da vela, onde Michael Faraday propõe uma série de experimentos esclarecedores que tornam possível a compreensão do mecanismo de combustão da parafina em uma vela. Faraday descobre para que ocorra a combustão da parafina, esta, primeiro deve se encontrar no estado gasoso. A partir dessa informação ocorreu a realização do quarto experimento pelos alunos, utilizando o mesmo processo de Faraday e obtendo os mesmos resultados. (APÊNDICE 2)

Após a realização dos experimentos e suas discussões, os professores sugeriram aos alunos que apresentassem um experimento que mantivesse a vela acesa. Foi realizado um quinto experimento seguida de uma discussão, sobre o observado. Ao notar que a vela se apaga mesmo quando o recipiente está aberto, os alunos sentem-se novamente incomodados com o seu conhecimento que ainda é insuficiente para produzir uma explicação adequada.

Diante da situação, os professores sugerem a utilização de uma haste de metal no experimento, qual produza correntes de convecção e conseqüentemente manterá a vela acesa. Tal fenômeno foi então observado, e a fim de sustentar a discussão final, um novo texto para leitura foi apresentado aos alunos (APÊNDICE 2) que abordava sobre a concepção de Lavoisier e o experimento da Vela.

4.4. Coleta de Dados

A coleta de dados foi realizada durante a aplicação do minicurso “Contribuição históricas da combustão de uma vela em recipiente fechado”. Os alunos foram convidados a resolver problemas relacionados aos conceitos utilizados durante o minicurso, com base em seus conhecimentos adquiridos até o momento. Como Ausubel (2003) propõe: houve uma análise das concepções iniciais dos alunos, instruindo-os a anotar todas as respostas produzidas durante a atividade. Os objetivos foram identificar a estrutura cognitiva do aluno sobre o assunto e o nível de aprendizagem após o

minicurso. Para sustentar e detalhar mais a análise dos dados, todas as atividades aplicadas foram gravadas, com a finalidade de escolherem-se os episódios para análise.

O minicurso apresentou um caráter histórico, assim todo o questionamento levantado durante a aplicação da atividade foi estruturado através da tradução de textos originais de vários cientistas que de alguma forma contribuíram para o estudo da combustão de uma vela em recipiente fechado. Os textos foram utilizados com a finalidade de problematizar a resolução das questões.

4.5. Análise dos dados

A análise dos dados coletados foi realizada com base no uso das gravações em vídeo e anotações de campo realizadas pela pesquisadora, além das anotações realizadas pelos alunos durante o minicurso, mais especificamente a partir de duas questões geradoras levantadas durante o desenvolvimento das atividades investigativas. *Por que a vela apaga? Por que a água sobe no interior do recipiente?*

A análise de cada questão foi realizada de forma qualitativa, e a confiabilidade desta análise foi buscada através do estudo individual e separada de cada episódio da gravação em vídeo do minicurso. Além da análise quanto à diferença dos dados das anotações realizadas pelos alunos, que estabelece uma comparação quanto às discussões desenvolvidas e as hipóteses levantadas e fundamentas em cada situação.

A análise das questões foi realizada tomando por base Maia e Justi (2008), que utilizaram como critério de análise para cada questão, as categorias: conhecimento de fatos', 'compreensão de conceitos' e 'raciocínio e análise' – exemplificadas através da transcrição das falas dos alunos.

A seguir, evidenciaremos os critérios adotados neste trabalho para identificar o tipo de conhecimento exigido em cada questão e proceder à categorização.

Categoria 1: Conhecimento de fatos

A resolução de questões classificadas nesta categoria exige apenas o acesso a conhecimentos prévios. As informações foram retiradas da realização e observação do experimento. Nesta fase, a habilidade necessária é a capacidade de observação, classificação e organização de informações. Ou seja, se o aluno conseguiu observar e identificar fatos relevantes, para o desenvolvimento da atividade realizada e organizar essas informações, de modo a apresentar uma resposta ao problema ao qual submetido. (MAIA, JUSTI, 2008)

Categoria 2: Compreensão de conceitos

Na categoria compreensão de conceitos, as questões levantadas exigem dos alunos a utilização do conhecimento prévio fundamentado de forma problematizada. Desta forma, os alunos devem apresentar argumentações fundamentadas em suas respostas, com a finalidade de elaborar hipóteses frente a uma situação problema, a partir dos conhecimentos adquiridos. Esta classificação decorrerá a partir da verificação da compreensão dos alunos referentes às informações adquiridas e sua organização, com a finalidade de promover uma explicação, ou seja, o uso de uma justificativa para um fato relevante ou uma idéia e estabelecer uma previsão sobre a situação vivenciada. (MAIA, JUSTI, 2008)

Categoria 3: Raciocínio e análise

As categorias raciocínio e análise exigem uma seleção de estrutura cognitiva, que mobilize o aluno a interpretar os dados observados, juntamente com seu conhecimento prévio, a fim de integrá-los e fornecer uma resposta ao problema submetido. Nesta parte da análise, verificaremos se houve uso de um raciocínio lógico e proporcional, de forma a gerenciar as idéias e construir o conhecimento. Esta fase é a mais importante da proposta por possibilitar a verificação da aprendizagem por parte dos alunos. (MAIA, JUSTI, 2008)

Essas categorias possibilitam uma análise do conhecimento prévio dos sujeitos como: “compreensão de fato”, “estruturação e desenvolvimento de indicadores de alfabetização” e “compreensão de conceitos”. E por fim, a verificação da construção do conhecimento durante a prática investigativa através de “raciocínio e análise”

Segundo Carvalho e Sasseron (2011), é possível observar como foi trabalhado o conhecimento científico em sala de aula, através dos indicadores de alfabetização científica, que são habilidades usadas na resolução da situação problema, apresentadas anteriormente no referencial teórico, sobre a argumentação no Ensino de Química e Ciências.

5. ORGANIZAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Definidas as categorias, passamos à análise dos dados, onde se priorizou as questões que exigiam dos alunos ‘entendimento de conceito’, e ‘raciocínio e análise’, desenvolvidos durante a atividade investigativa estudada. A atividade foi analisada com objetivo de identificar os discursos argumentativos e as elaborações de hipóteses, através da transcrição das respostas apresentadas pelos sujeitos às questões levantadas e exemplificadas no Quadro 2.

Quadro 2: Categorias de conhecimento exigidos no processo da atividade experimental investigativa

Questões:	Categorias:
-O que ocorreu no experimento?	-Conhecimento de fatos
-Por que a vela apaga? -Por que a água sobe?	-Compreensão de conceitos
-Qual a porcentagem de oxigênio no ar? -Qual a porcentagem encontrada no experimento?	-Compreensão de conceitos -Raciocínio e análise
-O que ocorreu no experimento? O oxigênio pode ser substituído pela água?	Conhecimento de fatos Compreensão de conceitos e

	Raciocínio e análise
Qual o combustível da vela?	Conhecimento de fatos
Quais os produtos de uma combustão?	Compreensão de conceitos
Como manteria a vela acesa?	Compreensão de conceitos
Visto que a vela se apagou mesmo com o vidro aberto como proposto, qual seria a sugestão para que a vela se mantivesse acesa?	Raciocínio e análise
Por que a vela apaga?	Raciocínio e análise
-Por que a água sobe?	

A categoria de compreensão de fatos serviu somente para a definição do conhecimento prévio do aluno, por este motivo priorizamos as demais categorias. Segundo Maia e Justi (2008), a compreensão de conceitos, raciocínio e análise dos dados são capazes de melhor retratar as habilidades exigidas no processo de construção do conhecimento científico. Estas habilidades foram observadas pelas autoras após as análises de documentos de avaliações, relacionados com as etapas do processo de investigação apresentado no ciclo (figura 1).

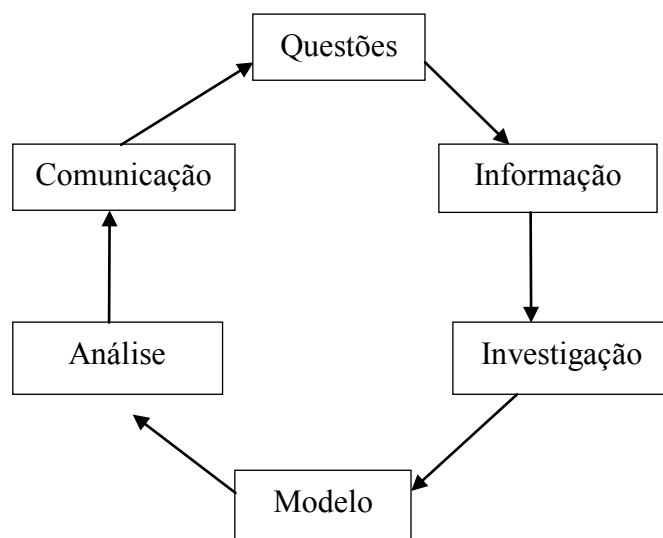


Figura 1: Ciclo de investigação (SCHWARZ, WHITE, 2005)

Apresentamos na forma de quadro, a atribuição do significado de cada habilidade, identificada na elaboração da resposta da questão utilizada na

resolução das atividades relacionadas com o processo de investigação.
(Quadro 3).

Quadro 3: Habilidades relacionadas ao processo de investigação. (MAIA, JUSTI, 2008)

Etapas do processo de investigação	Habilidades envolvidas
Questões (Definição dos objetivos do processo)	Analisar e compreender a situação-problema. Sistematizar o problema por meio da formulação de questões.
Informações	Conhecer diferentes formas de obter informações. Selecionar conhecimentos prévios relevantes (na estrutura cognitiva). Buscar informações já disponíveis na literatura. Identificar propriedades relevantes do sistema em estudo. Observar propriedades relevantes do sistema em estudo. Descrever sistemas e processos. Relacionar fenômenos, fatos, processos e idéias.
Investigação	Integrar idéias, dados e modelos. Elaborar novos conhecimentos, tendo em vista os objetivos definidos anteriormente. Elaborar questões hipotéticas. Planejar experimentos adequados, identificando variáveis relevantes e selecionando os procedimentos. Utilizar instrumentos de medição e de cálculo. Coletar, analisar e interpretar os dados.
Modelo	Utilizar e interpretar diferentes formas de expressão e representação.
Análise	Analisar os resultados obtidos e as implicações dos mesmos. Analisar a extensão em que o modelo proposto atinge seus objetivos. Estabelecer relações entre o modelo proposto e um contexto mais amplo, envolvendo novas situações e/ou informações.
Comunicação	Comunicar idéias com correção e clareza, fazendo uso de terminologias adequadas.

O potencial das atividades desenvolvidas através do ensino por

investigação sugere o desenvolvimento da argumentação no processo de aprendizagem, visto que, favorecem o desenvolvimento de habilidades de reflexão e formulação de hipótese (Zuliani, 2000). Esta constatação, esta expressa no quadro 2, baseando-se nas habilidades que os professores gostariam de obter de seus alunos durante a prática experimental investigativa, por parte dos alunos. Ou seja, apresentamos neste quadro, a classificação destas questões quanto às categorias utilizadas para a elaboração das perguntas, com o propósito de obtermos informações em relação ao desenvolvimento da aprendizagem dos alunos.

Baseando-se na análise realizada por Maia e Justi (2008), comparamos o Quadro 1 e o Quadro 2, com a finalidade de identificar nas falas dos alunos o desenvolvimento da argumentação.

As respostas dadas pelos estudantes das duas escolas atendidas foram dispostas pela análise de fragmentos dos episódios da gravação em vídeo, e transcritas pela pesquisadora. Como o atendimento das duas escolas não foi realizado no mesmo dia, classificou-se o estudo pela data de aplicação, utilizando-se de nomes fictícios para os alunos observados.

Ex: Minicurso do dia 31/05.

Por que a vela apaga?

F, diz: *“porque o oxigênio acabou.”*

5.1. A análise das argumentações.

Foram selecionados alguns episódios para serem analisados nesta pesquisa. O critério de escolha para estes episódios foi o maior índice de utilização da habilidade argumentativa apresentada pelos alunos, ponto essencial para esta pesquisa. Além disso, selecionou episódios que se apresentaram entre professores e alunos, como um “canal de comunicação” onde se estruturam discussões com a finalidade de compreender diversos conceitos.

O primeiro episódio ocorreu no início do minicurso, logo após a realização do primeiro experimento. Os alunos foram submetidos a uma situação onde foi necessária a categorização de compreensão de fato. Para

tanto, o resgate de seus conhecimentos prévios, foram necessários, numa questão que exigia a utilização da categoria “observação e identificação”, de fatos relevantes para o desenvolvimento da prática e formulação de suas respostas. A discussão surgiu após as seguintes questões: Por que a vela apaga? Por que a água sobe dentro do recipiente?

Mediados pelos professores, os alunos construíram suas hipóteses em discussões internas de grupos compostos por no máximo 5 alunos. Em seguida, houve a socialização entre todos os grupos integrantes do minicurso. A transcrição da discussão realizada durante a defesa das hipóteses levantadas por cada grupo, é apresentada no Quadro 4.

Quadro 4: Argumentos utilizados pelos alunos, episódio 1.

Episódio 1				Indicadores e categorias
Escola 1: 01/06		Escola 2: 31/05		
	Falas transcritas		Falas transcritas	
Prof.:	Por que a vela apaga? E por que a água sobe?	Prof.:	Por que a vela apaga? E por que a água sobe?	Compreensão de conceitos
A	A vela apagou por falta de oxigênio, no seu lugar substituiu pela água.	T	Não tem o oxigênio total para continuar acesa.	Organizar informações
B	A vela apaga por causa da umidade e recipiente fechado. Tem gotas na parede do copo....	U	O fogo se alimenta de oxigênio.	Explicação Raciocínio lógico Justificativa
C	Mas sem oxigênio não tem combustão	X	O fogo quer o oxigênio da água...	Raciocínio lógico
B	Será que quando a vela queima não libera uma substância que é úmida?	Z	Se fosse assim a água subiria na hora que a vela tivesse acesa ainda...	Explicação Levantamento de hipóteses Previsão Raciocínio lógico
Prof.:	Vamos realizar o experimento sem água?	Prof.:	Vamos realizar o experimento sem água?	Conhecimento de fatos
D	Nossa a vela apagou [...] acabou o oxigênio e a água ocupa o lugar dele	Z	Acaba o oxigênio de cima e há uma concentração maior na água, por isso ela sobe.	Justificativa
Prof.:	Qual o combustível da vela?	Prof.:	Não consigo retirar o oxigênio da molécula de água para usar... Qual o combustível da vela?	Conhecimento de fatos Compreensão de conceitos
E	O cordão [...]	W	O cordão [...]	Raciocínio lógico
A	A parafina	X	A massa branca [...]	Raciocínio lógico
Prof.:	Observe o experimento e vamos ler o texto. Para que	Prof.:	Observe, o experimento e vamos ler o texto. Para que	Compreensão de conceitos

	serve o pavio?		serve o pavio?	
A	<i>Pra não precisar de tanto calor [...] direção....</i>	X	Queimar a parafina [...]	Explicação

Em específico, este é um do momento, em que alunos e professora discutem as hipóteses levantadas por cada grupo. A forma como as hipóteses foram lidas ficou a cargo dos alunos. Assim a cada pequeno trecho de, no máximo, um parágrafo, os professores paravam a leitura e faziam perguntas aos alunos buscando enfatizar as discussões e formulação de novos argumentos. Com a inserção de novos questionamentos, os alunos sentiram a necessidade de incluir novos argumentos, a fim de sustentar a sua hipótese para a solução do problema.

Como o minicurso foi fundamentado com base na história da ciência, os textos selecionados facilitaram a compreensão e a mudança de concepções, ao logo da aplicação das atividades.

Percebemos que, nas duas escolas atendidas, os alunos apresentaram explicações similares para a solução das questões geradoras, visto que as perguntas levantadas pelos professores foram muito parecidas, portanto as mesmas categorizações foram exigidas e utilizadas pelos estudantes.

Os alunos apresentaram respostas imediatas, como é possível observado na frase do aluno A: *“A vela apagou por falta de oxigênio no seu lugar substituiu pela água.”*

Desta forma, a categoria de compreensão de conceitos, foi incluídas o que está de acordo com o objetivo deste momento da discussão, que é o de relembrar o que já foi mencionado em sala de aula e organizar as informações obtidas na experimentação.

Na sequência, o aluno B, além de apresentar a explicação para o fato mencionado propõe uma justificativa utilizando o raciocínio lógico para a hipótese proposta anteriormente:

Aluno B: “A vela apaga por causa da umidade e recipiente fechado. Tem gotas na parede do copo....”.

Entretanto, este é confrontado diretamente pelo aluno C que afirma:

“Mas sem oxigênio não tem combustão”.

Diante desta colocação o aluno B com o objetivo de defender sua hipótese apresenta a seguinte questão:

“Será que quando a vela queima não libera uma substância que é úmida?”

Neste momento, o aluno B utiliza-se, segundo Carvalho e Sasseron (2011) os seguintes indicadores de alfabetização científica:

‘...levantamento de hipótese sobre o fenômeno estudado; uma explicação fornecida ao problema que estão investigando; o uso de justificativa para dar consistência à sua ideia; e o uso do raciocínio lógico possibilitando uma estrutura coesa para o argumento proferido. (p.107)

Assim, para aguçar ainda mais a argumentação em sala, os professores faz a seguinte sugestão: Vamos realizar o experimento novamente sem água? Neste momento, a ideia do professor é direcionar o aluno à formulação de novas concepções, com a finalidade de obter a resposta mais próxima do ideal para a situação apresentada. Isto gerou nova explicação e reformulação de hipóteses, para tentar explicar o fato observado.

Em geral, nas duas escolas, os alunos afirmaram que a vela apagou por falta de oxigênio e a água subiu para ocupar o lugar do oxigênio. Fato esse observado nas seguintes respostas, exemplificadas abaixo e retiradas da argumentação utilizadas pelos alunos durante a atividade, estas estão dispostas no APÊNDICE 1 e classificadas quanto ao dia e a escola referente à fala mencionada:

A:a vela apagou por falta de oxigênio, no seu lugar substituiu pela água.....

T:Não tem o oxigênio total para continuar acesa...

X: [...] o fogo que o oxigênio da água

Percebemos que, durante estes episódios, as categorias exigidas nas questões propostas pelos professores (quadro 2) foram atendidas, o que indica a potencialidade do processo investigativo, na construção da habilidade argumentativa (quadro1).

As atividades argumentativas desenvolvidas levam os alunos para a

elaboração de respostas providas do que foi vivenciado em sala de aula e durante a observação experimental, propiciando a discussão e o avanço em novos tópicos do conteúdo a serem trabalhados. (MAIA e JUSTI, 2008).

Na seqüência, os professores questionam os alunos sobre qual seria o combustível da vela, e as respostas que surgiram foram: “o cordão”, a “parafina”. Visto a discrepância de respostas, os professores realizaram um novo experimento e sugeriram em seguida a leitura do texto 2 (APÊNDICE 2).

Embora eles ainda sustentassem em suas falas explicações para a pergunta feita pelos professores, na maioria das vezes com base em seus conhecimentos de conceitos e de fatos, suas afirmações demonstraram motivação para a busca das respostas, fato esse identificado no aluno Z,

Aluno Z: “...agora quero saber o porquê que a vela apaga....”.

Neste episódio, segundo Carvalho e Sasseron (2011), percebe-se o uso de quatro indicadores de alfabetização científicas sobre o conteúdo estudado, já evidenciados nas falas dos alunos anteriormente e apresentadas no quadro 4, que são: Explicação ,justificativa,levantamento de hipóteses e previsão.

Tais conhecimentos de fatos e conceitos são colocados nos argumentos dos alunos e são relevantes para o desenvolvimento cognitivo do estudante e da ciência, mas aparecem de forma descontextualizada. Assim para Maia e Justi (2008);

“Apesar de algumas questões relativas à compreensão de conceitos estarem relacionadas à explicitação de conhecimentos declarativos, no geral, esta categoria envolveu um nível mais elevado de exigência cognitiva, requerendo a explicitação de um conhecimento mais depurado, pelo estudante, no processo de interpretação da questão e do conteúdo abordado (MAIA e JUSTI,2008, pg. 443)”.

Isto evidencia a dificuldade dos alunos em apresentarem seus conhecimentos, através de argumentos e até mesmo a defasagem de conhecimento teórico sobre o assunto abordado. Isto leva a dificuldade dos alunos em abandonar suas concepções já instaladas, ou seja, suas ‘crenças’ a respeito do assunto discutido (JIMÉNEZ; AGRASO, 2006).

Logo que, os alunos não se sentem preparados a discutirem sobre o assunto abordado. Assim, para que este argumento apresente uma estrutura coesa, as atividades propostas pelos professores devem utilizar-se dos

conhecimentos prévios dos alunos a fim de construir ou reconstruir um novo conhecimento pela estrutura já existente. O mesmo afirma Maia e Justi (2008, p.448), quando se refere a avaliação: “A avaliação pode ser realizada dentro de conteúdos específicos, mas deve apresentar questões que permitam avaliar, além do conhecimento sobre o conteúdo, habilidades e conhecimento sobre o processo de construção da ciência.”

Diante disso, no segundo episódio a ser analisado apresenta outro instante crucial do trabalho, a postura do professor frente à atividade. Esse interfere diretamente no desenvolvimento argumentativo dos alunos e segundo Kelly, Regev. J.e Prothero.W (2005), a forma mais inteligente de trabalhar essa postura de forma favorável é a imparcialidade compartilhada, que promove as competências necessárias para a discussão em sala, pois familiariza o estudante com este tipo de ambiente promovendo um amplo desenvolvimento no discurso, seja oral ou escrito.

O segundo episódio foi observado após a realização da leitura do texto 1 (APÊNDICE 2) e do quarto experimento. Tendo em vista, que as respostas dos alunos ainda não estavam próximas das adequadas, os professores sugeriram estes que apresentassem um experimento que mantivesse a vela acesa. A realização do quinto experimento iniciou-se por parte dos alunos, eles sugeriram que realizasse o experimento em um tubo aberto, e para a surpresa de todos a vela apagou. Para aguçar ainda mais a discussão, os professores repetiram novamente o experimento, mas agora com uma haste de metal dividindo o tubo em duas partes. Isso manteve a chama da vela acesa, tal evidência proporcionou uma rica discussão sobre o que foi observado, culminando com a leitura do ultimo texto, Lavoisier e o experimento da vela. (APÊNDICE 2).

Assim, os discursos mais relevantes foram dispostos no quadro 5, onde são classificadas novamente as categorias referentes às questões dos professores e respostas dos alunos, como mostradas no início do texto, mas com um critério mais rígido no sentido de observar a utilização de categorias de raciocínio e análise.

Quadro 5: Argumentos utilizados pelos alunos, episódio 2.

Episódio 1		
Escola 1: 01/06	Escola 2: 31/05	

	Falas transcritas		Falas transcritas	Indicadores e categorias
Prof.	Como manteria a vela acesa?	Prof.	Como manteria a vela acesa?	Compreensão de conceitos
A	<i>...Utilizando um tubo aberto [...]</i>	T	<i>Fazendo um buraco no vidro [...]</i>	Raciocínio lógico
Prof.	Visto que a vela se apagou mesmo com o vidro aberto como proposto, qual seria a sugestão para que a vela se mantivesse acesa? Tomando por base o porquê que a vela apaga,	Prof.	Visto que a vela se apagou mesmo com o vidro aberto como proposto, qual seria a sugestão para que a vela se mantivesse acesa? Tomando por base o porquê que a vela apaga,	Raciocínio e análise
D	[...] na fumaça tem CO ₂ .	Y	O fogo libera um ar quente que abafa a chama [...]	Explicação
C	Tem que ter ventilação [...]		Organiza o ar [...]	Justificativa
Prof.	Por que a vela apaga?	Prof.	Por que a vela apaga?	Raciocínio e análise;
F	O CO ₂ gerado na combustão da vela apaga a chama.	Z	O gás carbônico sufoca a chama da vela [...]	Conclusão
Prof.	-Por que a água sobe?	Prof.	-Por que a água sobe?	Raciocínio e análise;
C	As moléculas de ar estão juntas. .se comprime...e a água entra e ocupa o espaço.....	Z	O ar quente do copo esfria quando a vela apaga e a água sobe para ocupar o lugar do ar.	Conclusão

Pois na opinião de Maia e Justi (2008):

As questões de raciocínio e análise apresentaram maior proximidade em relação às demandas atuais de ensino. Tais questões apresentaram situações-problema cotidianas e exigiram raciocínio lógico, mesmo requerendo, ao mesmo tempo, conhecimentos específicos de conteúdo. As questões desta categoria que apresentaram mais êxito em relação à coerência aos objetivos de ensino foram as do tipo abertas. Estas, além de exigir a explicitação da habilidade de comunicação e representação, abordaram problemas mais investigativos, com a possibilidade de uma mesma questão requerer diferentes habilidades em sua resolução. (MAIA e JUSTI, 2008, p.. 443)".

Entretanto, por que se deveriam observar essas habilidades neste momento da pesquisa? Sendo a atividade analisada, uma atividade investigativa, baseada em conhecimentos históricos, os experimentos e a discussão deveriam proporcionar aos alunos a habilidade de reformulação de

suas concepções e a elaboração de novas concepções a respeito da explicação sobre o observado na combustão de uma vela em recipiente fechado. Isto somente seria possível, se os alunos reorganizassem seus conceitos vinculados à sua estrutura cognitiva, ou seja, interpretassem os dados a partir de seus conhecimentos prévios, a fim de integrá-los aos novos conceitos de forma a fornecer uma resposta ao problema submetido utilizando o seu conhecimento específico de conteúdo, provindo de uma fundamentação teórica. (MAIA e JUSTI, 2008)

Os discursos apresentados no quadro 5 indicam a utilização desta habilidade, de maneira superficial e diferenciada quando comparada aos dados coletados na análise de vídeo das duas escolas respectivamente, na discussão final do minicurso.

Os professores refazem a pergunta, por que a água sobe dentro do recipiente? E na escola 1, o aluno C diz:

Aluno C: “as moléculas de ar estão juntas se comprime...e a água entra e ocupa o espaço.....”,

Imediatamente surge outra colocação feita pelo aluno D

Aluno D, “ a pressão é menor...e externo maior..”

Complementando a explicação do aluno D, o aluno F evidência a garantia desse fato, afirmando que;

Aluno D: “ a pressão vai pressionar a água...” .

Finalmente o aluno A, conclui a idéia afirmando que

Aluno A: “ a água é empurrada pela pressão externa e entra no copo”.

A argumentação neste grupo diferencia-se, uma vez que o aluno utiliza-se de conhecimentos teóricos para elucidar seus argumentos, ação esta identificada na diferenciação entre ar e oxigênio e a utilização do conceito de pressão. No experimento 5, eles verificaram a eficácia da utilização da haste de metal para propiciar a convecção e durante a discussão os alunos afirmam, que:

Aluno E: “o oxigênio entra de um lado e CO₂ sai do outro”.

Na escola 2, na argumentação final, os alunos não utilizam o conceito de pressão. Somente afirmam que

Aluno Z: “o ar quente do copo esfria quando a vela apaga e a água sobe para ocupar o lugar do ar”.

Apesar de apresentar maiores dificuldades para chegar à idéia de que o oxigênio faz parte da composição do ar atmosférico, e que a combustão da vela gera gás carbônico e água, na escola 2, os alunos se motivaram bastante em solucionar o problema no qual haviam sido confrontados, mesmo apresentando menores habilidades de utilizar o referencial teórico, em seus argumentos. Se observar, isto na tentativa do aluno z, em tentar relacionar os produtos gerados pela combustão e o gás presente no extintor de incêndio, utilizado como ferramenta direcionadora no processo investigativo pelos professores.

Aluno Z: “[...] se a gente pegar o experimento com a haste e na entrada de ar espirrar o gás do extintor.”

Em geral, pode-se afirmar que a atividade investigativa parece favorecer a argumentação em sala de aula e os que os indicadores de alfabetização retratados na sequência didática analisada e que de acordo com Carvalho e Sasseron (2011), apresentam um ciclo argumentativo,

[...] envolvendo a divulgação da construção do entendimento de um conceito ou de um tema pelos alunos. Entendemos este ciclo argumentativo como a forma por meio da qual as argumentações se desencadeiam e a maneira como as relações entre diferentes dados e variáveis são estabelecidas. (CARVALHO e SASSERON, 2011, pg. 111).

Estas considerações indicam uma influência positiva da argumentação no Ensino de Ciências e Química, onde se percebe que o conhecimento científico pode ser desenvolvido de inúmeras formas, produzindo diferentes habilidades, e que a argumentação tem se apresentado como uma habilidade muito significativa, na produção e construção deste conhecimento. Quando

trabalhada com as ferramentas adequadas pode proporcionar uma aprendizagem muito mais rápida e efetiva (JIMÉNEZ ALEIXANDRE, 1998; DRIVER et al., 2000; CAPECCHI; CARVALHO, 2002). Embora os alunos não tenham apresentado muito a utilização de raciocínio e análise, a prática foi efetiva na produção de conhecimentos novos e evidencia a importância da promoção da argumentação em sala de aula.

Esta melhora na aprendizagem dos alunos foi identificada nos argumentos finais apresentados por eles, que foram fundamentados nas novas concepções adquiridas durante as atividades. Tais colocações podem ser identificadas nos fragmentos apresentados pela aluna A e o modelo explicativo do aluno C, Figura 2.

A resposta do aluno A, explica claramente o porquê que a vela apaga e a água sobe, utilizando argumentos mais elaborados quando comparado com o início.

Aluna A: “A vela apagou por falta de oxigênio, no seu lugar substituiu pela água.” (Argumento inicial)

Aluna A: ‘ A chama apagou pela diminuição de O_2 e aumento de CO_2 dentro do copo, que sufoca a chama. A alteração da pressão do ar dentro do copo modifica o nível da água sobe’.(Argumento final)

O discurso expresso pelo aluno A é de extrema relevância e melhor qualidade discursiva quando foi exposto de forma dissertativa. Kelly, Regev. J.e Prothero.W (2005), já apontavam a eficácia da expressão de ideias e hipóteses, em forma dissertativa para o processo de aquisição do conhecimento científico.

Sabendo que o processo de investigação é gerado através da formulação de questões norteadoras numa situação, no qual avaliamos o que se deseja investigar. E que a partir desta análise passamos a busca pela informação, através da proposição de um método específico com o objetivo de interpretar essas informações coletadas e relacioná-las propondo um modelo explicativo. (MAIA;Justi, 2008). A representação do Aluno C, apresenta tais características, que são apresentadas em seu modelo explicativo do quinto experimento (figura 2). No quinto experimento, eles verificaram a eficácia da

utilização da haste de metal para propiciar a convecção, fato esse levantado no discurso dissertativo do aluno C.

Com a criação deste modelo, o sujeito está produzindo o conhecimento de forma científica, logo este é baseado em sua fundamentação teórica, um processo onde os alunos devem discutir suas idéias, num diálogo escrito ou oral e nele desenvolver um argumento necessário para expor os seus pensamentos científicos elaborado. (JIMÉNEZ ALEIXANDRE, 1998; DRIVER et al., 2000; CAPECCHI; CARVALHO, 2002). Tal fato pode ser constatado na figura 2 exemplificado pela resposta do aluno C, a fim de transformar essas “informações” retiradas do processo de investigação, formulando um modelo explicativo e elaborado a partir de seu conhecimento teórico e expondo o seu conhecimento através da comunicação, argumento, colocando em prática o ciclo de investigação proposto por SCHWARZ, WHITE (2005) por completo.

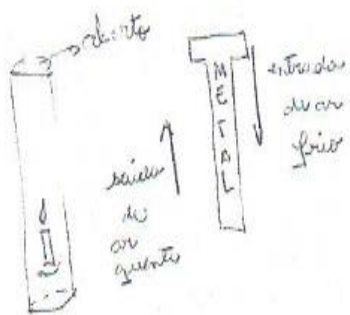
O modelo explicativo do aluno C, também foi criado com o objetivo de responder a questão do por que a água sobe, nele encontram-se concepções próximas das de Lavoisier, que água sobe pela diminuição da pressão dentro do copo, a concepção mais aceita para esta questão. Nesta concepção, afirma-se que a entrada da água (e a redução da pressão) inicia-se letamente enquanto a vela está acesa, e fica mais forte que ela se apaga. Essa redução da pressão não é ocasionada pelo simples aquecimento do ar atmosférico que está em volta da chama da vela. Quando a vela se apaga dentro do recipiente, o ar que está em volta da chama da vela se contrai causando a diferença de pressão e “sugando” a água. (LAVOISIER, 1776, p.184).

Além disso, o aluno C complementa sue modelo explicativo com a equação de Clapeyron ($PV=nRT$), ideal para complementar a resposta proposta por Lavoisier. Esta equação diz que; se o volume interno fica constante, se o número de moles n também ficar, com a diminuição da temperatura devemos ter uma diminuição da pressão. A tendência então é que a água entre no recipiente.

FIGURA 2: Fragmento de argumentação do aluno C: explicação do experimento 5.(Escola 1)

$\rightarrow$ não tem $\uparrow$ fluxo de ar - (convecção)

$\hookrightarrow$ calor do metal, este fluxo ocorre.
 $\downarrow$
 calor do metal - chama interna



$O_2 \rightarrow$ contribui p/ combustão da mistura

Consumo parcial de O_2

$\uparrow T \quad \uparrow V \quad \uparrow P$

$PV = nRT$

$= \downarrow n$ quantidade de mols

$\therefore$ ACESSE

VÁCUO

$\downarrow$

a necessidade de preencher este c/ a água.

$\downarrow T \quad \downarrow$ agitação

$\downarrow$ quantidade de mols

A PAGADA

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados analisados nos parecem positivos, visto que, nas duas escolas atendidas, os alunos chegaram ao objetivo principal que era a compreensão do tema trabalhado, de forma a construir significados cientificamente mais aceitos. Além disso, desenvolveu-se a concepção de que a Ciência vive em processo de transformação e não pode ser considerada como verdade absoluta. Isto foi observado e vivenciado, pelos alunos, durante a prática da atividade investigativa, o que pode ser justificado nos argumentos discutidos anteriormente.

Durante as análises dos argumentos apresentados, percebemos os avanços na construção das concepções à medida que os conhecimentos dos indivíduos iam mudando nas discussões já realizadas, leituras e experimentações. Os textos históricos utilizados foram de extrema importância na construção dessas concepções pelos alunos, além de auxiliar na argumentação. Quando os estudantes se sentem mais seguros, apresentam maior habilidade argumentativa e essa segurança só pode ser adquirida quando construída a partir de uma fundamentação teórica. (JIMÉNEZ e AGRASO, 2006).

Assim, foi possível evidenciar as dificuldades dos alunos ao utilizarem habilidades argumentativas, em razão muitas vezes, da falta de respaldo teórico ou motivação apresentada pela atividade trabalhada. Também foi possível evidenciar, as vantagens das atividades investigativas no processo de construção do conhecimento científico, sendo que este se diferencia de muitas outras práticas, pois requer o desenvolvimento e a defesa de enunciados, de conclusões e de hipóteses ou de teorias, todos interligados, e não apenas fundamentado pelo acaso, mas mediados por provas, dados e teorias. (JIMÉNEZ e AGRASO, 2006).

Os resultados mostraram que, tanto os professores como os alunos se mostraram coerentes em suas ações, e que a atividade de argumentação é ponto chave para a aprendizagem.

Com a análise dos dados apresentados, pode-se perceber que o conhecimento não é adquirido por todos ao mesmo tempo, cada indivíduo

depende da mediação do professor, de forma diferentes para chegar à concepção mais adequada.

Deste modo, a utilização da categoria “compreensão de fatos” é importante, pois propicia o levantamento das concepções dos alunos e ajuda o professor a direcionar a atividade, de modo a promover um conhecimento mais amplo e favorecer o desenvolvimento da linguagem. Com isso, permiti que o conhecimento seja construído através da participação de todos os indivíduos envolvidos no processo (VILLANI; NASCIMENTO, 2003).

Entretanto, para considerar a ocorrência de mudanças no ensino, os professores e alunos devem desenvolver um ‘canal de conhecimento’ específico, ou seja, a linguagem científica que foi pouco utilizada nos argumentos analisados. Assim, apresentamos possíveis sugestões de alternativas para superação dos problemas relatados.

Por fim, a inserção de atividades experimentais mediadas em conteúdos teóricos e de caráter histórico, para que o aluno possa compreender o “porque” do conteúdo estudado e como este foi desenvolvido ao longo dos anos.

REFERÊNCIAS

- ADELMAN, C.et.al.**Re-thinking case study: notes from the second Cambridge Conference**. Cambridge Journal of Education, 6, 3, 1976.
- ANDRE, M. E. D. A. **Estudo de caso: seu potencial na educação**. Cad. Pesqui. [online]. n.49, pp. 5; 1984.
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva**. Trad. TEOPISTO, L. 1ª edição. Lisboa: Plátano, 2003.
- AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004. p. 19-33.
- BASTOS, F. Construtivismo e ensino de ciências. In: NARDI, R. **Questões atuais no ensino de ciências**. São Paulo: Escrituras Editora, 1998. p. 9-25.
- CAPECCHI, M.C.V.M. e A.M.P. Carvalho. Argumentação em uma aula de conhecimento físico com crianças na faixa de oito a dez anos. **Investigações em Ensino de Ciências**, V. 5, n.3, 171-189, 2000.
- CAPECCHI, M.C.V.M.; CARVALHO, A.M.P.; Silva, D. Relações entre o discurso do professor e a argumentação dos alunos em uma aula de física. **Ensaio-Pesquisa e Educação em Ciências**, 2(2), p. 1-15, 2002.
- CARVALHO, A. M. P. et al. **Termodinâmica: um ensino por investigação**. São Paulo, Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo; 1999.
- CARVALHO, A.M.P.; Sasseron, L.H.; Aula: A presença do ciclo argumentativo, os indicadores de alfabetização científica e o padrão de Toulmin. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 1, p. 97-114, 2011.
- CHASSOT, A. **Alfabetização Científica: questões e desafios para a educação**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2003.
- CONDÉ, M. L. L. Paradigma versus estilo de pensamento na história da ciência. In: FIGUEIREDO, B. G.; CONDÉ, M. L. L. (Orgs.) **Ciência, história e teoria**. Belo Horizonte: Argvmentvm, 172p., p. 123-146, 2005.
- DEMO, P. **Educar pela Pesquisa**. Campinas, SP: Autores Associados, 2000.
- DEBOER, G. E. Historical Perspectives on Inquiry Teaching in Schools In Flick, L. D.and Lederman, N. G. (Ed.), **Scientific Inquiry and Nature of Science**, Netherland,NED, Springer, p.17 -35, 2006.
- DRIVER, R.; NEWTON, P.; OSBORNE, J. Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. **Science Education**, 84, p. 287-312, 2000

FLECK, L. **Gênese and Development of a Scientific Fact**. Chicago: The University of Chicago Press, 1979.

GALIAZZI, M. C.; GONÇALVES F. P.; A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na licenciatura em química. **Química Nova**, v. 27, n. 2, p. 326-331, 2004.

HODSON, D. Hacia un Enfoque más crítico del Trabajo de laboratorio. **Enseñanza de Las Ciencias**, 12(3), 299-313 1994.

INSTITUTE OF EDUCATION SCIENCE. IES. **Assessment Science Public Release**. Washington: U.S. Government Printing Office, 2006. Disponível em: <<http://nces.ed.gov>>. Acesso em: 24/10/2012.

JÍMÉNEZ ALEIXANDRE, M.P. Diseño Curricular: **Indagación y Racionamiento con el lenguaje de las Ciencias**. Enseñanza de las Ciencias, 16(2), p. 203-216, 1998.

JÍMÉNEZ ALEIXANDRE, M.P.; AGRASO. M. P.; **A argumentação sobre questões sócio científicas: processo de construção e justificação do conhecimento em sala de aula**; Educação em Revista, Belo Horizonte, v.43. p. 13-33. Junho.2006.

KELLY, G. J; REGEV. J.; PROTHERO.W. **Assessing lines of evidence with argumentation analysis**. Paper presented at the NARST Annual Meeting. Dallas, TX, Apr. 2005.

MAIA. P.F; JUSTI. R; Desenvolvimento de habilidades no ensino de ciências e processo de análise da coerência. **Ciência & Educação**, v. 14, n. 3, p. 431-50, 2008

MARTINS, J.; BICUDO, Maria A.V. **A Pesquisa Qualitativa em Psicologia: Fundamentos e Recursos Básicos**. São Paulo: Moraes Editora, 1994.

MARTINS.H.H.T.S. Metodologia qualitativa de pesquisa; **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v.30, n.2, p. 289-300, maio/ago. 2004.

MORAES, R.; GALIAZZI, M.C. Tomando conta do ambiente em que se vive: aprendizagem e apropriação de discurso pela linguagem. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, 3 (3), 2003.

MOREIRA, Daniel A. **O método Fenomenológico na Pesquisa**. São Paulo: Pioneira Thomson, 2002.

MUNFORD, D. LIMA, M.E.C.C. Ensinar ciências por investigação: em que estamos de acordo? Universidade Federal de Minas Gerais, **Pesquisa em educação em ciências**, vol 9, n 1, 2007.

NISBETT, J.A and WATT, J. **Case Study**. Redguide 26: Guides in Educational Research. University of Nottingham School of Education, 1978

SÁ, L.P.; QUEIROZ, S.L. Promovendo a argumentação no ensino superior de química. **Química Nova**, 30 (8), p. 2035-2042, 2007.

SALVADEGO, W. N.; LABURÚ, C. E. Uma análise das relações do saber profissional do professor do Ensino Médio com a atividade experimental no ensino de Química. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 3, p. 216-223, 2009.

SIMONNEAUX, L. Como favorecer la argumentación sobre las tecnologías entre El alumnado. Alambique. **Didáctica de las ciencias Experimentales**, v. 25, p.27-44, 2000

SUART, R.C. **Habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio de química em atividades experimentais investigativas**. 2008. 218p. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

SUART, R.C; MARCONDES, M.E.R. As habilidades cognitivas manifestadas por alunos de ensino médio de química em uma atividade experimental investigativa. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, 2008.

SCHWARZ, C. V.; WHITE, B. Y. Metamodeling knowledge: developing students' understanding of scientific modeling. **Cognition and Instruction**, Connecticut, v. 23, n. 2, p. 165-205, 2005.

VILCHES, A. Enfoques motivadores en la enseñanza de las Ciencias. In: LEÓN, P. C. **La innovación educativa**. Madrid: Universidade Internacional de Andalucía, Ediciones Akal S. A., 2002. p. 101-119.

VILAS BOAS, B.M. *Portfólio, Avaliação e Trabalho Pedagógico* –Campinas, SP: Papirus, 2004.

VILLANI, C.E.P.; NASCIMENTO, S.S. A argumentação e o ensino de Ciências: uma atividade experimental no laboratório didático de física do ensino médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, 8 (3), p. 1-15, 2003.

ZULIANI, S. R. Q. A. & ÂNGELO, A. C. D. A utilização de metodologias alternativas: O método Investigativo e a aprendizagem de Química. In Nardi R. (org.) **Educação em Ciências: da pesquisa à prática docente**. São Paulo: Escrituras Editora, 2001.

ZULIANI, S. R. Q. A. **A Utilização da Metodologia Investigativa na aprendizagem de Química experimental**. Dissertação de Mestrado. Bauru: - UNESP - Campus de Bauru, 2000

ZULIANI, S. R. Q. A. **Prática de ensino de química e metodologia investigativa: uma leitura fenomenológica a partir da semiótica social**. Tese (Doutorado em Educação) UFSCar, São Carlos, 2006.

ZULIANI, S. R. Q. A.; HARTWIG, D. R. **A influência dos processos que buscam autoformação: uma leitura através da fenomenologia e da semiótica social.** *Ciência & Educação*, v. 15, n. 2, p. 359-82, 2009

APÊNDICES

APÊNDICE 1

Respostas dos alunos as questões realizadas no minicurso.

Quadro 1A - Respostas dos alunos as duas perguntas após a realização da primeira prática do minicurso.

Escola 1

Alunos	Respostas
A	A vela apagou por falta de oxigênio, no seu lugar substituiu pela água.
B	A vela apaga porque acabou no local fechado. A água está ocupando o lugar do oxigênio que estava em cima. Por isso ela sobe.
C	Quando tampamos a vela com o copo o oxigênio acaba e a vela não consegue manter o fogo aceso. E a concentração de oxigênio acabou em cima do copo passou para a parte de baixo, ou seja, para a água e então fez com que a água fosse para cima.
D	Não tem oxigênio...
E	O ar quente não tem como expandir, e então água sobe pois o ar fica mais frio, então a pressão da água sobe.
F	A vela apagou por falta de oxigênio o nível da água dentro do copo aumentou, houve pressão na hora da retirada do copo

Escola 2

Alunos	Respostas
T	Não tem o oxigênio total para continuar acesa.
y	A vela apaga por falta de oxigênio. O oxigênio que havia sido substituído por água.
z	O fogo apaga, pois o ar quente não tem mais oxigênio.
W	A vela apagou por que acabou o ar quente que estava presente esfriou e a água subiu, pois o ar voltou a sua temperatura normal.
V	Acabou o oxigênio e a água entrou no copo por causa da gravidade.
U	O fogo se alimenta de oxigênio.
X	O fogo quer o oxigênio da água...

Quadro 1B – Argumentos dos alunos durante o episódio 1.

Escola 1

Prof.	Como manteria a vela acesa?
A	<i>...Utilizando um tubo aberto [...]</i>
Prof.	Visto que a vela se apagou mesmo com o vidro aberto como proposto, qual seria a sugestão para que a vela se mantivesse acesa?Tomando por base o porquê que a vela apaga,
D	[...] na fumaça tem Co ₂ .
C	Tem que ter ventilação [...]
Prof.	Por que a vela apaga?
F	O Co ₂ gerado na combustão da vela apaga a chama.
Prof.	-Por que a água sobe?
C	As moléculas de ar estão juntas. ..se comprime...e a água entra e ocupa o espaço.....

Escola 2

Prof:	Por que a vela apaga? E por que a água sobe?
T	<i>Não tem o oxigênio total para continuar acesa.</i>
U	<i>O fogo se alimenta de oxigênio.</i>
X	<i>O fogo quer o oxigênio da água...</i>
Z	<i>Se fosse assim a água subiria na hora que a vela tivesse acesa ainda...</i>
Prof:	Vamos realizar o experimento sem água?
Z	Acaba o oxigênio de cima e há uma concentração maior na água, por isso ela sobe.
Prof:	Não consigo retirar o oxigênio da molécula de água para usar... Qual o combustível da vela?
W	O cordão [...]
X	A massa branca [...]
Prof:	Observe, o experimento e vamos ler o texto. Para que serve o pavio?
X	Queimar a parafina [...]

Quadro 1C – Argumentos dos alunos durante o episódio 2.

Prof.	Como manteria a vela acesa?
A	<i>...Utilizando um tubo aberto [...]</i>
Prof.	Visto que a vela se apagou mesmo com o vidro aberto como proposto, qual seria a sugestão para que a vela se mantivesse acesa? Tomando por base o porquê que a vela apaga,
D	[...] na fumaça tem CO_2 .
C	Tem que ter ventilação [...]
Prof.	Por que a vela apaga?

F	O Co ₂ gerado na combustão da vela apaga a chama.
Prof.	-Por que a água sobe?
C	As moléculas de ar estão juntas. .se comprime...e a água entra e ocupa o espaço.....

Prof.	Como manteria a vela acesa?
T	<i>Fazendo um buraco no vidro [...]</i>
Prof.	Visto que a vela se apagou mesmo com o vidro aberto como proposto, qual seria a sugestão para que a vela se mantivesse acesa? Tomando por base o porquê que a vela apaga,
Y	O fogo libera um ar quente que abafa a chama [...]
	Organiza o ar [...]
Prof.	Por que a vela apaga?
Z	O gás carbônico sufoca a chama da vela [...]
Prof.	-Por que a água sobe?
Z	O ar quente do copo esfria quando a vela apaga e a água sobe para ocupar o lugar do ar.

APÊNDICE 2.

Material de apoio utilizado durante o minicurso: Contribuições Históricas para a compreensão da combustão em recipientes fechados: Um simples experimento da queima de uma vela com inúmeras implicações históricas e científicas.

Rodrigo José Cristiano Gazola¹ - rjgazola@yahoo.com.br
Nathalia Rother da Cruz – nathaliarotherdacruz@hotmail.com
Vanessa de Oliveira Marcato – Vanessa.marcato@hotmail.com
Paula Monique Chiconi de Picoli – Monique_picoli@hotmail.com

¹*Mestrando do programa de Pós Graduação em Educação para a Ciência – Faculdade de Ciências – UNESP/Bauru.*

²*graduanda departamento de Química- Faculdade de ciências- UNESP/Bauru.*

Introdução:

A proposta deste experimento foi pensada dentro da metodologia investigativa. Nesta metodologia é importante que os estudantes façam as observações diretas do experimento, que formulem suas hipótese, e que possam testá-las, isso é tão importante quanto “chegar à resposta correta”. A mediação é importante para orientar o trabalho dos estudantes, esperando o amadurecimento de suas idéias, sem, entretanto entregar as respostas prontas.

O experimento pode ser aplicado de forma demonstrativa, na qual o professor faz o procedimento em uma mesa para os estudantes observarem, ou que o professor proponha que cada grupo monte o experimento. Nas duas situações é importante que o experimento seja repetido algumas vezes para que haja condições de observação

Cuidados! Fazer o experimento apenas com água ou água e corante, e recipiente de vidro alto para não encostar-se à chama da vela. Nunca usar líquido inflamável! Recipiente de plástico poderá queimar se ficarem em contato com a vela, e mesmo os recipientes de vidro devem ser mantidos a pelo menos a 3 cm de distância para não quebrarem pelo aquecimento localizado.

Lista de Materiais para as atividades:

Experimento 1: Combustão da vela em recipiente fechado.

- 01 vela
- 01 copo de vidro
- 01 prato de vidro

Experimento 2: Oxidação da palha de aço.

- 5g de esponja de aço “Bombril”
- 02 duas estantes de tubo de ensaio
- 01 prato de vidro pequeno
- 01 pinça
- 40 ml de solução de ácido acético 25%(vinagre).
- 300 mL de água.

- 01 proveta de 25 mL
- 01 proveta de 50 mL
- 01 caneta para maçar vidro

Experimento 3: Combustão de álcool em um recipiente fechado.

- 01 chumaço de algodão embebido no álcool.
- 01 prato fundo
- 01 copo americano de vidro
- 200 mL de água
- 01 suporte de arame para o algodão.

Texto 1: Uma Breve História Sobre Velas.

Por volta do ano 50.000 a.C. havia uma variação daquilo que chamamos de velas, criada para funcionar como fonte de luz. Eram usados pratos ou cubas com gordura animal, tendo como pavio algumas fibras vegetais, apresentando uma diferença básica em relação às velas atuais, de parafina: a gordura que servia de base para a queima encontrava-se no estado líquido. Mesmo antes do ano 50.000 a.C. este tipo de fonte de luz era usada pelos homens, conforme pinturas encontradas em algumas cavernas.

Há menções sobre velas nas escritas Bíblicas, datando do século 10 a.C. Um pouco mais recentemente, no ano 3.000 A.C., foram descobertas velas em forma de bastão no Egito e na Grécia. Outras fontes de pesquisa afirmam que, na Grécia, as velas eram usadas em comemorações feitas para

Artemis, a deusa da caça, reverenciada no 6º dia de cada mês, e representavam o luar. Um fragmento de vela do século I d.C. foi encontrado em Avignon, na França. Na Idade Média as velas eram usadas em grandes salões, monastérios e igrejas. Nesta época, quando a fabricação de velas se estabeleceu como um comércio, a gordura animal (sebo) era o material mais comumente usado. Infelizmente, este material não era uma boa opção devido à fumaça e ao odor desagradável que sua queima gerava. Outro ingrediente comum, a cera das colméias de abelhas, nunca foi suficiente para atender a demanda. Por muitos séculos as velas eram consideradas artigos de luxo na Europa. Elas eram feitas nas cidades, por artesãos, e eram compradas apenas por aqueles que podiam pagar um preço considerável. Feitas de cera ou sebo, estas velas eram depois colocadas em trabalhados castiçais de prata ou madeira. Mesmo sendo considerado como artigos caros, o negócio das velas já despontava como uma indústria de futuro: em uma lista de impostos parisiense, no ano de 1292, eram listados 71 fabricantes.

Na Inglaterra, os fabricantes de velas de cera eram considerados de melhor classe se comparados àqueles que fabricavam velas de sebo. O negócio tornou-se mais rentável porque as pessoas estavam aptas a pagar mais por uma vela de cera. Em 1462 os fabricantes Ingleses de velas de sebo foram incorporados e o comércio de velas de gordura animal foi regulamentado. No século 16 houve uma melhora no padrão de vida. Como passou a haver uma maior disponibilidade de castiçais e suportes para velas a preços mais acessíveis, estas passaram a ser vendidas por peso ou em grupos de oito, dez ou doze unidades. As velas eram usadas também na iluminação de teatros. Nesta época elas eram colocadas atrás de frascos d'água colorida, com tons de azul ou âmbar. Apesar de esta prática ser perigosa e cara para aquela época, as velas eram as únicas fontes de luz para ambientes internos. A qualidade da luz emitida por uma vela depende do material usado em seu fabrico. Velas feitas com cera de colméia de abelhas, por exemplo, produzem uma chama mais brilhante que as velas de sebo. Outro material, derivado do óleo encontrado no esperma de baleias, passou a ser usado na época para aumentar o brilho das chamas. Devido a questões ambientais e ao desenvolvimento de novas tecnologias de iluminação, este elemento não é mais usado. Trabalhos para o estudo do oxigênio foram desenvolvidos

observando-se a chama de uma vela. Como exemplo tem relatos feitos pelo químico amador Joseph Priestley, em agosto de 1774, que concluiu que, se a chama de uma vela se tornava mais forte e viva na presença de oxigênio puro, reação semelhante deveria ser observada em pulmões adoentados quando estimulados com este mesmo oxigênio. O século 19 trouxe a introdução da iluminação a gás e também o desenvolvimento do maquinário destinado ao fabrico de velas, que passaram a estar disponíveis para os lares mais pobres. Para proteger a indústria, o governo Inglês proibiu que as velas fossem fabricadas em casa sem a posse de uma licença especial. Em 1811, um químico francês chamado Michel Eugene Chevreul descobriu que o sebo não era uma substância única, mas sim uma composição de dois ácidos gordurosos combinados com glicerina para formar um material não-inflamável. Removendo a glicerina da mistura de sebo, Chevreul inventou uma nova substância chamada "Esterine", que era mais dura que o sebo e queimava por mais tempo e com mais brilho. Essa descoberta impulsionou a melhora na qualidade das velas e também trouxe, em 1825, melhoras ao fabrico dos pavios, que, devido à estrutura da vela, deixaram de ser mechas de algodão para se tornar um pavio enrolado, como conhecemos hoje. Essa mudança fez com que a queima da vela se tornasse uniforme e completa ao invés da queima desordenada, característica dos pavios de algodão. Em 1830, teve início a exploração petrolífera e a parafina era um subproduto do petróleo. Por ser mais dura e menos gordurosa que o sebo, a parafina se tornou o ingrediente primário nas velas. Em 1854 a parafina e o esterine foram combinados para fazer velas muito parecidas com as que usamos hoje.

No ano de 1921 foi criado o padrão internacional de velas, de acordo com a intensidade da emissão de luz gerada por sua queima. O padrão tomava por base a comparação com a luminosidade emitida por lâmpadas incandescentes. Devido ao desenvolvimento de novas tecnologias de iluminação, este padrão não é mais utilizado como referência nos dias de hoje. A parafina sintética surgiu após a 2ª Guerra Mundial e sua qualidade superior tornou-a o ingrediente primário de compostos de ceras e plástico modernos.

Texto 2: A História Química de uma Vela

Ao longo da história científica, muitos nomes ilustres dedicaram parte de seu tempo em busca da compreensão dos conceitos envolvidos em um simples fenômeno cotidiano, a combustão de uma vela. Sem dúvida, devemos a Michael Faraday (1791-1867) reconhecimento por inúmeras contribuições de sua obra “A história Química de Uma Vela”, nela Faraday (1860) propõe uma série de experimentos esclarecedores que tornam possível a compreensão do mecanismo de combustão da parafina em uma vela. Faraday (1860) averigua que, para que ocorra a combustão da parafina, esta, primeiro deve se encontrar no estado gasoso. Nas palavras de Faraday:

“Vou arranjar um tubo cuidadosamente na chama, e se fomos capazes, com um pouco de cuidado, fazer com que esse vapor passe através do tubo até a outra extremidade, onde vamos acendê-lo e obter absolutamente a chama da vela num local distante a partir dela. Agora, veja isso. Não é uma bela experiência? Trata-se de produção de gás - por isso, nós podemos realmente acender uma vela! E vê-se que há claramente dois tipos diferentes de ação - um a produção do vapor, e outro a combustão dele - ambos os quais ocorrem em determinadas partes da vela.” (FARADAY, 1860 p.47)

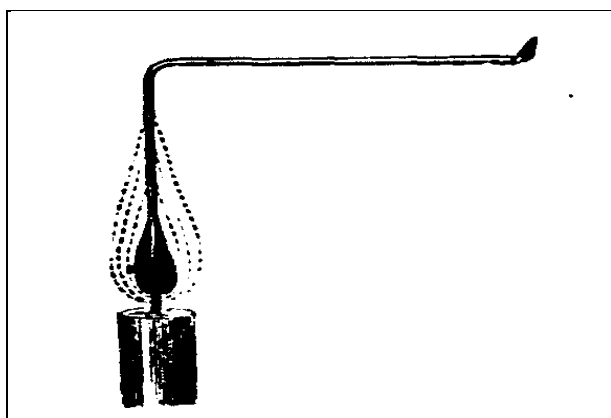


Figura 1: Montagem Experimental proposta por Farady (1860), para a investigação da combustão da vela.

Texto 3: : Philo de Alexandria e o termoscópio.

No século III aC, o engenheiro grego, escritor e cientista Filo de Bizâncio, foi provavelmente o primeiro a relatar a experiência de queimar uma vela dentro de um vaso invertido parcialmente imerso na água, o resultado é

bem conhecido que, depois de a chama se apaga, o nível de água sobe no interior do vaso. Philo descreveu essa experiência em seu trabalho, *Pneumatica* e foi referenciado por Herão de Alexandria, no primeiro século dC (ver Jastrow 1936, p. 171 e no final do segundo parágrafo do Tratado sobre Pneumática em Woodcroft de (1851) tradução da Pneumática de Herão de Alexandria). Vejamos a explicação para o fenômeno:

“ Isso provará que não pode haver lugar vazio de ar ou de qualquer outra entidade. Despeje água em um vaso raso, no meio do vaso faça algo de modo que seu orifício encoste na água e que a vela fique ao centro do orifício da ânfora. Isso só pode acontecer pelo motivo que já dissemos, que o ar aprisionado na ânfora desaparece, se degasta e some, por causa da presença da chama, não pode sobreviver com ela, e desaparece. Assim como o que já vimos acontecer no sifão, o ar se vai, dissolvido pelo fogo, e por isso que a água sobe e enche o lugar que ficou vazio e é por isso que a água sobe e enche o luagra que ficou vazio.(Philo de Bizâncio, sec.II aC, apud Vaux, 1902 p. 127)”

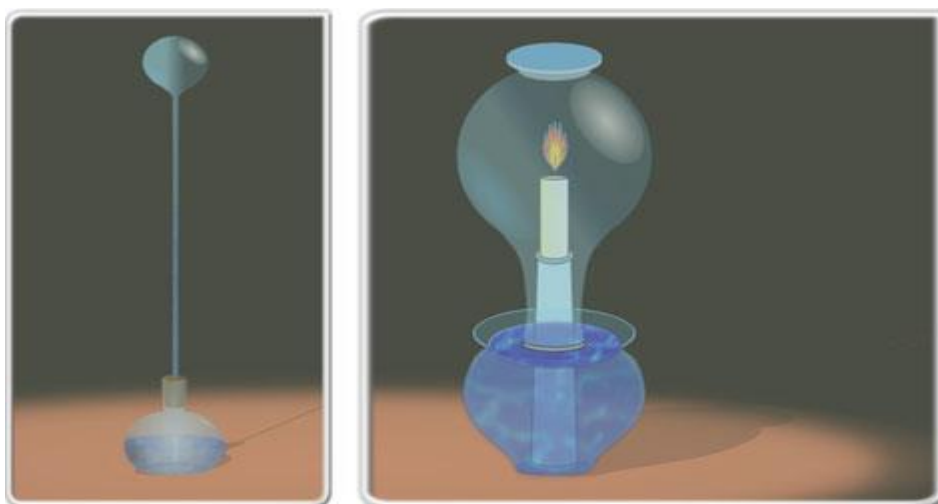


Fig. 1 Galileo's thermoscope (left), Philo of Byzantium candle experiment (right)

Texto 4: A descoberta do Oxigênio.

Do que é feito o fogo? Mas afinal, o que é o fogo?

A combustão e o seu controle foi um fator preponderante para o desenvolvimento de toda civilização humana, desde os primeiros ancestrais do ser humano até os dias atuais.

O aprimoramento das técnicas de obtenção e de controle de combustão está intimamente relacionados ao desenvolvimento científico e tecnológico da humanidade. Desde a antiguidade clássica até os tempos atuais, o conceito de combustão e calor, passou por uma série de mudanças evolutivas. Segundo Bachelard é talvez o “fenômeno que mais preocupou os químicos. Por muito

tempo, acreditou-se que decifrar o enigma do fogo era decifrar o enigma central do universo”. (BACHELARD, 1983, p.166)

Os pré-socráticos tratavam o fogo como sendo um elemento essencial da natureza, seria um princípio que deveria estar presente em todos os momentos da existência de todas as coisas, um princípio pelo qual tudo vem a ser. Platão (c.428-c.348), defensor da concepção quaternária da Natureza, o fogo se relacionava com o tetraedro, um dos cinco poliedros regulares propostos por Pitágoras de Samos (c.560-c.480). Porém, para os atomistas Demócrito de Abdera (c.470-c.380) e Leucipo de Mileto (c.460-c.370), o fogo era constituído por uma espécie de átomo esférico e era portanto um elemento básico da matéria.

“Mas o mais notável de todos os tipos de ar que tenho produzido por este processo é, um que é de cinco ou seis vezes melhor do que o ar comum, para o propósito da respiração, inflamação e, creio eu, todos os outros usos do ar atmosférico comum. Acho que tenho provas suficientemente de que a síntese de ar para respiração depende da sua capacidade para receber o flogisto exalado dos pulmões, esta espécie não pode ser chamado impropriamente, ar deflogisticado” (Priestley 1775, p.387.)

Através de intensas investigações repetindo os experimentos de Priesley entre os anos de 1775 a 1780, Lavoisier estava convencido de que o ar de Priesley era o princípio ativo da atmosfera. Realizando vários experimentos brilhantes, Lavoisier mostrou que o ar contém 20 por cento de oxigênio e que a combustão é devida a combinação de uma substância combustível com o oxigênio. Ficou provado também o seu papel na respiração. Em 1789, Lavoisier batizou a substância de oxigênio, nome que vem da palavra grega e significa "formador de ácido", porque ele acreditava que todos os ácidos continham oxigênio, o que mais tarde provou-se não ser verdade. Nas palavras de Lavoisier:

“Temos visto que o ar da atmosfera é composto principalmente de dois fluidos aeriformes ou gasosos, um respirável, capaz de sustentar vida de animais, em quais os metais são calcinados e os corpos combustíveis podem queimar, o outro, de propriedades absolutamente opostas, que os animais não podem respirar, que não pode sustentar a combustão, etc. Nomeamos a porção de ar respirável o nome de oxigênio, derivando de duas palavras gregas ὀξύς, ácido, γείνομαι, formador, porque na verdade uma das propriedades mais gerais deste elemento é a de formar ácidos através da combinação com a maioria das substâncias. ...sua

gravidade neste estado é quase exatamente meio “grain poids de marc” por centímetro cúbico, ou uma onça por pé cúbico e meio, todos em 10 graus de temperatura e 28 polegadas do barômetro (Lavoisier 1789).”

Texto 5: Lavoisier e o experimento da Vela.

Conforme podemos observar, a evolução do conceito de combustão estava intimamente ligada a explicação dos fenômenos relacionados a combustão de uma vela em um recipiente fechado, a maioria dos filósofos e cientistas que dedicavam seu tempo ao estudo da combustão possuía explicação para os fenômenos que aconteciam neste experimento. Como é de se esperar, juntamente a uma explicação elaborada sobre a combustão e a composição atmosférica também temos uma explicação mais elaborada para o experimento, vejamos o que Lavoisier sobre este experimento:

“Quase todos os que se dedicam a experiências sobre a combustão de velas, percebem que há uma diminuição considerável do volume de ar durante a combustão: para que se prove isso, basta realizar uma experiência muito simples, porém está longe de ser conclusiva. Coloca-se uma vela acesa sobre um prato de borracha, e se põe em cima um recipiente: observa-se que a vela se apaga e depois de muito pouco tempo, quando os recipientes se esfriam, que o recipiente fica aderido ao prato; esse efeito somente pode existir se o volume do ar de dentro do recipiente, depois da combustão, for menor do que tínhamos anteriormente a combustão; porém não se presta atenção ao fato de que não se pode colocar um recipiente sobre a vela sem que o ar do mesmo seja aquecido e no instante em que ele se aproxima da vela e inclusive antes de apoiá-lo sobre o prato; assim, o ar quente fica confinado dentro do recipiente, e diminui de volume ao resfriar-se, não é nenhuma surpresa que o recipiente permaneça aderido ao prato quando a chama apaga e o sistema se resfria. (Lavoisier 1776).”

Podemos observar que Lavoisier tinha uma concepção melhor dos fenômenos relacionados a combustão da vela dentro de um sistema fechado, apesar de apresentar ainda uma concepção distorcida sobre a formação dos ácidos.

Considerações finais

Percebemos, através da realização da atividade, que a maioria das pessoas traz consigo concepções ingênuas acerca da combustão da vela em

recipiente fechado, e que essas concepções se assemelham aos estudos históricos iniciais sobre o fenômeno (Philo de Bizâncio). É possível que tal fato possa ocorrer porque durante o processo ensino formal, a ciência é tratada de forma imutável, ou seja, como se fosse constituída de verdades absolutas. Porém como podemos observar a ciências está longe de se constituída de verdades absolutas, ela é um processo contínuo de transformações conceituais, cada vez mais elaboradas para a explicação dos fenômenos envolvidos durante a atividade.

1. Por que a água sobe?

R: Deve haver uma diminuição da pressão no interior do recipiente enquanto a vela está acesa, e principalmente também um pouco depois que ela se apaga. Então a pressão atmosférica externa aplicada na superfície do líquido faz com que seja empurrado de fora para dentro do recipiente, pela diferença entre a pressão externa (maior) e interna(menor).

2. O que motiva a redução da pressão dentro do copo?

R: Veja que a entrada da água (e a redução da pressão) inicia-se letamente enquanto a vela está acesa, e fica mais forte que ela se apaga. Está redução não é ocasionada pelo simples aquecimento do ar atmosférico que está em volta da chama da vela, mesmo antes que colocado o recipiente ao se redor. Portanto quando a vela se apaga dentro do recipiente, o ar está em volta da chama da vela a se contrair causando a diferença de pressão e “sugando” a água (LAVOISIER, 1776, p.184)

Explicando a equação de Clapeyron:

$$PV=nRT$$

Como o volume interno fica constante, se o número de moles n também ficar, com a diminuição da temperatura devemos ter uma diminuição da pressão. A tendência então é que a água entre no recipiente.

3. Será que todo oxigênio do recipiente é consumido?

R: Está é uma hipótese bem plausível, que muitos professores também sugeriram, já que a vela se apaga. Mas será que ao apagar a vela, a chama consumiu todo o oxigênio interno? Essa hipótese pode ser testada tentando

acender, por meios externos, outra chama interior do recipiente, ou mesmo até ocasionando uma reação de oxidação (reação de metais com oxigênio)

Uma das maneiras é deixar junto com a vela uma resistência feita com esponja de aço, ligada a um conjunto de pilhas ou bateria externa (3 a 6 volts).

Observa-se que após a vela ter apagado, é possível acender a esponja pela passagem de corrente através deste. A Observação da esponja aço após o experimento nos permite concluir que houve oxidação.(mostrando que havia ainda oxigênio dentro do vidro.

Referências:

BACHELARD, G. **Epistemologia**. 2. Ed. Rio de Janeiro (1983): Zahar Edit. p. 166.

CLARO, A.A. **historia das velas**: Disponível em: <[http:// www.arq.ufsc.br/trabalhos_2003-2/iluminação artificial/historias das velas](http://www.arq.ufsc.br/trabalhos_2003-2/iluminação_artificial/historias_das_velas)> Acesso em: 30/05/2012.

FARADAY M, **The chemical history Of a Candle**. Edchatto e windus, 1908 (1860).

KOYRÉ, A. **Études galiléennes**. PARIS: Hermann, 1939.

LAVOISIER, A.L., 1776. **Memoire sur la combustion des chandelles, en Oeuvres de Lavoisier**, 1864. (Imprimerie Imperiale: Paris).

LAVOISIER, **Traité élémentaire de chimie**, 1864 (1789). http://www.lavoisier.cnrs.fr/ice/ice_book_detail-fr-text-lavosier-Lavoisier-89-6.html acessado em: 20/05/2012.

PRIESTLEY.J. An **Account of Further discoveries in Air**. Philosophical Transations of the ROYAL SOCIETY LONDON, 1683-1775 (Vols. 66-177). P.387.Disponível em: : <<http://www.jstor.org/stable/106209?seq=1>> Acessado em: 20/05/2012.

VAUX, C.(tradutor). Les pneumatiques de Philon de Byzance. **Tire de Notices Et extraits des manuscrits de La bibliothèque nationale ET authes bibliothèques**, tome XXXVIII, Imprimerie nationale, Paris, 1902, p.127. Disponível em: <<http://www.archive.org/stream/elivredesappar00philgoog#page/n14/mode/lup>> acesso em : 26/05/2012