

Eixo - Temático: E1 – Avaliação em Educação

**AVALIAÇÃO DE UMA UNIDADE DIDÁTICA INVESTIGATIVA A
PARTIR DA ARGUMENTAÇÃO DOS ALUNOS: ALGUMAS
CONSIDERAÇÕES.**

Vanessa de O. MARCATO (*in memorian*) - Faculdade de Ciências UNESP,
Bauru

Giovanna A. MARTOS - Faculdade de Ciências UNESP, Bauru
(giovanna.martos@hotmail.com)

Silvia R. Q. ZULIANI - Faculdade de Ciências UNESP, Bauru
(silviazuliani@fc.unesp.br)

Maria T. S. BOMBONATO - Faculdade de Ciências UNESP, Bauru
(mtsb@fc.unesp.br)

RESUMO: O ensino de química tem sido foco de diversos pesquisadores sob o olhar investigativo a fim de produzir processos de ensino e aprendizagem, em que o aluno e o professor desenvolvam o compartilhamento de ideias, melhorem a qualidade do conhecimento adquirido. Assim, a aprendizagem, durante a prática do ensino por investigação deve proporcionar aos indivíduos envolvidos a iniciativa 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 modo que este consiga relacionar o conhecimento adquirido com a sua aplicação. As atividades didáticas desenvolvidas nesta pesquisa tiveram como tema “*A combustão de uma vela e suas implicações históricas*”, e os instrumentos de trabalho foram vídeos, textos e experimentos acerca do tema, a fim de instigar a argumentação dos alunos e posteriormente a interpretação de dados e fornecimento de respostas aos problemas propostos. A pesquisa realizada trata-se de pesquisa qualitativa com características de estudo de caso. A partir dos resultados, é possível perceber que ao fazer o levantamento das concepções dos alunos, o professor direcionou a atividade, de modo a promover um conhecimento mais amplo e favorecer o desenvolvimento da linguagem, e das habilidades argumentativas dos sujeitos, permitindo a construção do conhecimento através da participação de todos os indivíduos. Do ponto de vista da avaliação de atividades de ensino, a argumentação dos alunos sugere um interessante instrumento para direcionar a proposta de ensino do professor.

Palavras Chave: avaliação de atividades de ensino, argumentação, ensino de química.

INTRODUÇÃO

A lei Nº 9.394, promulgada em Dezembro de 1996 (BRASIL, 1996), assegura ao cidadão, direito ao livre acesso a educação, objetivando a igualdade entre todos os indivíduos, sem distinção nos aspectos sociais, econômicos, etários e culturais. Contudo, os educadores, questionam-se sobre a qualidade de ensino na escola pública no país, já que diversos problemas tais como indisciplina, falta de interesse de professores e alunos, dificuldade de aprendizagem são consequências da falta de estrutura educacional.

Diversos pesquisadores têm se preocupado em investigar novos processos de ensino e aprendizagem, em que o aluno e o professor desenvolvam o compartilhamento de ideias, a fim de obter a qualidade no conhecimento, onde o aluno compreenda o que o professor está trabalhando e o docente seja contemplado com o aprendizado eficaz do aluno. Alguns estudiosos, afirmam que o professor e o aluno devem desenvolver um elo que os liguem, algo conhecido como “*canal de comunicação*”, para que ambos compartilhem da mesma linguagem, objetivando a aprendizagem de leis, teorias e conceitos.

Para Zuliani (2006), a assimilação de conhecimentos pelos 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 modo que este consiga relacionar o conhecimento adquirido com a sua aplicação. O modelo tradicional de ensino, não se preocupa com a participação ativa dos alunos e também com os conhecimentos prévios, ou seja, o sistema de ensino apenas transmite o conteúdo de forma passiva. Segundo os pesquisadores, nas concepções de ensino construtivistas, os conceitos devem ser construídos ativamente pelo aprendiz, ou seja, deve haver a “*interação do sujeito com o meio em que ele vive*”. (NIEMANN; BRANDOLI, 2012, p.02). Sob esta perspectiva, chega-se a seguinte indagação:

Que ferramentas nos auxiliam na avaliação do real aprendizado do conhecimento científico desenvolvido na disciplina Química?

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, elas 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.09)

De forma geral, os estudantes possuem *dificuldades em compreender os níveis de representações em Química* (GIBIN; FERREIRA, 2010, p. 03), assim, devemos propor métodos que facilitam a compreensão desses fenômenos, como atividades didáticas que impulsionam as observações e anotações, a partir da realização de experimentos, para ser possível auxiliar no conhecimento do nível macroscópico e trabalhar com vídeos, para amparar a compreensão do nível submicroscópico e procurando desenvolver a argumentação, evitando apenas trabalhar restritamente com o nível simbólico, que é muito utilizado pelo método tradicional de ensino. A atividade experimental possui como agente principal para execução, o aluno, e, portanto, o professor deve fornecer condições para que o estudante desenvolva a atividade com clareza, esclarecendo as dificuldades e instigando novas argumentações a fim de desenvolver o conhecimento científico através das ocorrências durante a aula.

AVALIAÇÃO EDUCACIONAL E FORMAÇÃO DE PROFESSORES DA EDUCAÇÃO BÁSICA

Em uma sociedade capitalista e globalizada cujo objetivo principal é a quantidade e não a qualidade, pode-se verificar que a educação vem sendo objeto de mínima importância. O Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (SINAES) e o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB), apesar de importantes em sua função, são sistemas que tem sido utilizados pelas políticas de avaliação para averiguar o aprendizado do aluno, porém de forma quantitativa, deixando de lado

aspectos sociais e qualitativos. A qualidade juntamente com a avaliação da educação são aspectos discutidos por diversos pesquisadores e órgãos superiores, pois a partir da forma como eles se correlacionam pode-se perceber a relevância da proposta educacional. Segundo Oliveira e Araújo (2005, p.06), a qualidade relacionada com a educação, historicamente pode ser percebida em três situações:

Na primeira, a qualidade determinada pela oferta insuficiente; na segunda, a qualidade percebida pelas disfunções no fluxo ao longo do ensino fundamental; e na terceira, por meio da generalização de sistemas de avaliação baseados em testes padronizados. (OLIVEIRA; ARAÚJO, 2005, p. 06)

A partir desta ideia verifica-se que a qualidade da educação não depende apenas do sistema de ensino, mas também de todos os segmentos da sociedade. Desta forma, compete ao professor, atentar para a metodologia usada no ensino, procurando visualizar uma perspectiva diferente da existente, propondo inovações em sua proposta de ensino e aprendizagem. Avaliar o ensino, não deve se restringir apenas a números e sim a conhecimentos reais adquiridos e desenvolvidos pelo estudante durante a aprendizagem. Portanto, a formação dos professores deve ser constante.

Cabe então nos questionarmos sobre como avaliar uma proposta de ensino, a partir da aprendizagem dos alunos. Neste trabalho buscou-se identificar as possibilidades de desenvolvimento de habilidades argumentativas desenvolvidas pelos estudantes numa proposta de ensino por investigação. A seguir, apresentamos a metodologia de pesquisa onde se descrevem as ações desenvolvidas durante as atividades de ensino, os sujeitos de pesquisa assim como a coleta e análise de dados.

METODOLOGIA

A metodologia escolhida para esta pesquisa classifica-se como um estudo de caso, de natureza qualitativa e experimental, ou seja, a coleta de dados se deu através de gravações em vídeo e anotações de campo do pesquisador e dados escritos pelos sujeitos estudados. A pesquisa qualitativa, para Martins e Bicudo (1994) é identificada 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 ideias 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 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 deste para os indivíduos envolvidos. (ZULIANI, 2006).

Sujeitos de Pesquisa

Os sujeitos desta pesquisa foram alunos do 3º ano do Ensino Médio de duas Escolas Públicas da cidade de Bauru, que participaram do Projeto de Extensão “Inclusão Científica e Universitária de Alunos e Professores da Rede Pública de Ensino”. Este projeto integra as atividades 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 desta cidade. Entre os objetivos do projeto estão aproximar a Universidade, a Comunidade e a Escola na produção de conhecimento e a aplicação deste, na melhoria da aprendizagem de todos os grupos envolvidos. Durante as atividades desenvolvidas no projeto, os Licenciandos elaboram minicursos temáticos investigativos para aplicação com os alunos da Educação Básica. Os alunos serão identificados por letras do alfabeto para que sua identidade seja preservada.

Estrutura do Minicurso

A estrutura do minicurso possui como base a combustão de uma vela em um recipiente fechado cujo tema foi escolhido pelos licenciandos do grupo acompanhado, em que uma das autoras foi integrante. Estabelecido o tema, o grupo de licenciandos apresentou aos alunos da escola o objeto de estudo “*A combustão de uma vela e suas implicações históricas*”, nesta apresentação foram utilizados slides referentes ao desenvolvimento do uso e fabricação das velas. Em seguida, os alunos foram separados em grupos não pré-determinados, com as quais realizaram um 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 afirma 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 de um texto (textos históricos que relacionados às idéias apresentadas pelos alunos e adaptados pelos licenciandos). Um dos problemas apresentados aos alunos foi que apesar das colocações do autor serem 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, sugeriu-se 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 experimento, iniciou-se, por parte dos professores a realização do terceiro experimento e uma discussão sobre as hipóteses levantadas anteriormente, bem como dos dados observados na atividade experimental. Para auxiliar na elaboração de novas hipóteses que sustentassem seus discursos, a leitura de um novo texto foi sugerida. (Continuidade do texto já indicado). Mediando as discussões, os professores levantaram outra pergunta: *“qual o combustível da vela?”* Algumas hipóteses foram registradas pelos alunos e foi realizada a continuação da leitura do texto e o quarto experimento.

Após a realização dos experimentos e suas discussões, os professores sugeriram aos alunos que apresentassem um experimento que mantivesse a vela acesa. Assim, foi realizado do quinto experimento, onde por sugestão dos alunos, se fazia a combustão da vela, num recipiente aberto. Os licenciandos prepararam um recipiente aberto onde a vela continuava se apagando, realizado para contrastar a concepção dos alunos. Ao observar 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 e os professores sugerem a utilização de uma haste de metal no experimento, o que produziu correntes de convecção mantendo a vela acesa. Por fim, fez-se a leitura da última parte do texto e a discussão final. No quadro 1 apresentamos a sequência didática utilizada no minicurso. Os textos históricos utilizados encontram-se em apêndice a este trabalho.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O objetivo da pesquisa foi identificar a capacidade argumentativa dos alunos diante das indagações propostas pelos professores evidenciadas na estruturação cognitiva do aluno sobre o assunto e a aprendizagem após o minicurso. A partir da

estrutura mencionada na metodologia, a pesquisa foi estruturada. Assim, as perguntas no decorrer das atividades didáticas objetivaram o aprendizado do aluno a fim de instigar o raciocínio e a capacidade de argumentação. As perguntas como *Por que a vela apaga? Por que a água sobe no interior do recipiente?* nos auxiliaram na percepção dos fenômenos ocorridos sob o olhar macroscópico do sistema, a fim de fazer com que o aluno, pensasse em hipóteses que explicassem essas indagações, ou seja, que eles tivessem respostas fundamentadas.

A análise das questões foi realizada tomando por base a categorização apresentada no texto de Maia e Justi (2008), que utilizam como critério de análise para cada questão as categorias – ‘*conhecimento de fatos*’, ‘*compreensão de conceitos*’ e ‘*raciocínio e análise*’ – exemplificadas através da transcrição de falas dos alunos observadas em episódios específicos do minicurso. A seguir evidenciaremos os critérios adotados neste trabalho para identificar o tipo de conhecimento exigido em cada questão e proceder a categorização.

Categoria 1: Conhecimento de fatos

Nesta categoria, o objetivo é resgatar os conhecimentos já existentes sobre o assunto, assim a habilidade necessária é a capacidade de observação, classificação e organização de informações; o aluno observa os fatos importantes para o desenvolvimento da atividade e organiza as informações para responder as indagações propostas. Porém, o foco principal não é apenas o conhecimento prévio do aluno e sim o desenvolvimento das demais capacidades sensoriais e mentais para a compreensão efetiva do conhecimento, desenvolvimento do raciocínio e interpretação dos dados.

Categoria 2: Compreensão de conceitos

A compreensão de conceitos deve dar base para que o estudante apresente argumentações fundamentadas em suas respostas, com a finalidade de elaborar hipóteses frente a uma situação problema, a partir dos conhecimentos adquiridos. Nas atividades experimentais no processo de investigação, as habilidades de reflexão e formulação de hipóteses foram montadas seguindo estas categorias de conhecimento. A experimentação em química é utilizada também para auxiliar na visualização de leis, teorias e conceitos, fundamentando a aprendizagem efetiva do conteúdo, sob os níveis macroscópicos, associado aos níveis submicroscópicos, ou seja, estudo da natureza da matéria do fenômeno químico, visualizado através de vídeos.

Categoria 3 : Raciocínio e análise

A última categoria a ser estudada é a categoria do raciocínio e análise, em que o aluno já possui subsídios para interpretar dados e fornecer respostas aos problemas submetidos, sendo portanto, esta fase a principal por possibilitar a verificação da aprendizagem do aluno. Assim, para 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. Para facilitar a análise, no Quadro 2 apresentamos as categorias de conhecimento exigidas na atividade experimental investigativa.

A análise dos dados foi realizada utilizando-se as 3 (três) categorias já indicadas. Na primeira categoria, caracterizada pelos conhecimentos dos fatos, tem por objetivo caracterizar o uso da observação para indentificar os fatos mais importantes para o desenvolvimento da atividade. A segunda categoria foi estabelecida pela compreensão dos conceitos, ou seja, a partir dos conhecimentos já adquiridos afim promover a argumentação fundamentada frente a uma situação problema. Por fim, a terceira categorização, que é a de raciocínio e análise, mobiliza o aluno na interpretação de dados com o uso do raciocínio lógico para construir o conhecimento, e como consequencia, para verificar a aprendizagem do aluno.

Análise das argumentações

Para realizar as análises foram selecionados episódios onde os alunos e professores utilizaram a argumentação, e também os que apresentassem com mais fidelidade o “canal de comunicação” entre professores e alunos para estruturar as discussões. O objetivo foi verificar de que maneira os alunos compreendem diversos conceitos. Com a realização do primeiro experimento iniciou-se a gravação e pudemos selecionar o primeiro episódio, em que os alunos foram submetidos a uma situação onde foi necessária a categorização de compreensão de fatos, e a utilização de seus conhecimentos prévios, numa questão que exigia a utilização conhecimentos categorizados como “observação e identificação”, de fatos relevantes para o desenvolvimento da prática e formulação de respostas. A discussão surgiu após as seguintes questões: Por que a vela apaga? Por que a água sobe dentro do recipiente? Assim, com a ajuda dos professores (licenciandos), os alunos construíram suas hipóteses através de discussões internas entre os grupos (grupo composto por no máximo 5 alunos), havendo em seguida a socialização entre todos os participantes do minicurso.

A partir dos resultados obtidos, é possível perceber 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. Podemos verificar que 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....”.

Porém o aluno B foi confrontado pelo aluno C, cujo este afirma:

“Mas sem oxigênio não tem combustão”.

Assim, o aluno B, para defender sua posição, indaga:

“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, p. 73) que para produzir alfabetização científica,

[...] as discussões devem propiciar que os alunos levantem hipóteses, construam argumentos para dar credibilidade a tais hipóteses, justifiquem suas afirmações e busquem reunir argumentos capazes de conferir consistência a uma explicação para o tema sobre o qual se investiga.

Durante a atividade realizada, a fim de aumentar o espírito argumentativo dos alunos, o professor sugere:

“Vamos realizar o experimento novamente sem água?”

A ideia do professor é direcionar o aluno à formulação de novas hipóteses, a fim de obter a resposta mais elaborada para a situação. Isto gerou nova explicação e reformulação das hipóteses iniciais para tentar explicar o fato observado. Os alunos das duas escolas afirmaram que a vela apagou por falta de oxigênio e a água subiu para ocupar o lugar do oxigênio. Isto pode ser verificado nos trechos do diálogo a seguir:

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

Apresentamos no Quadro 3 os argumentos já categorizados, no episódio 1. As categorias exigidas nas questões propostas pelos professores (quadro 2) foram

produzidas parcialmente pelos alunos em suas respostas, o que indica a potencialidade do processo investigativo na construção da habilidade argumentativa. As atividades desenvolvidas provêm uma demanda aos alunos para a elaboração de respostas provindas do que foi vivenciado em sala de aula e a observação experimental, propiciando a discussão e o avanço em novos tópicos do conteúdo a serem trabalhados. (MAIA e JUSTI, 2008). 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, pg. 443, 2008)”.

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

O segundo episódio foi observado após a realização da leitura de parte do texto (apêndice) e do quarto experimento. Tendo em vista que as respostas dos alunos ainda não estavam próximas das adequadas, os professores sugeriram aos alunos que apresentassem um experimento que mantivesse a vela acesa, propondo também questões que relacionassem o raciocínio e análise. 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 deveria 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.

A argumentação neste grupo diferencia-se, pois os alunos utilizam-se de conhecimentos teóricos para elucidar seus argumentos, ação esta identificada na diferenciação entre ar e oxigênio e a utilização do conceito de pressão. Apesar de apresentar maiores dificuldades para chegar à ideia 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. Podemos 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. O aluno, para justificar a necessidade de oxigênio para a combustão, propõe um novo experimento.

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

Assim, em geral, pode-se afirmar que a atividade investigativa parece favorecer a argumentação e os que os indicadores de alfabetização retratados na sequência didática analisada 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 evidenciam a importância da promoção da argumentação em sala de aula.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A avaliação das habilidades argumentativas desenvolvidas em uma proposta de ensino por investigação é um elemento fundamental, pois a partir dela é possível verificar as perspectivas acerca da proposta, assim como identificar dificuldades e possibilidades de seu uso além de possíveis consequências positivas ou negativas no contexto escolar. (MENDONÇA, 2009).

As atividades experimentais podem ser uma ótima ferramenta para promover a habilidade argumentativa nos indivíduos, quando estas são orientadas por um professor a fim de elaborar um diálogo em um ambiente investigativo (SUART; MARCONDES, 2008; VILLANI; NASCIMENTO, 2003). Com a aplicação dessas experiências, juntamente com informações dadas pelos professores e leitura de textos, os resultados obtidos foram positivos. Porém, a argumentação desenvolvida por parte dos professores e alunos, gerou coerência da defesa das concepções sobre o tema. Entretanto, as habilidades não foram adquiridas por todos ao mesmo tempo, já que a intervenção do professor deu-se em dimensões diferentes.

Percebe-se então, que o mais importante foi selecionar a “compreensão de fatos” para propiciar o levantamento das concepções dos alunos e ajudar o professor a direcionar a atividade, de modo a promover um conhecimento mais amplo e favorecer o desenvolvimento da linguagem, permitindo que o conhecimento seja construído através da participação de todos os indivíduos envolvidos no processo.

O conhecimento científico depende do conhecimento de conceitos prévios para ser possível resolver a indagação que está sendo proposta, dentro da meta estabelecida e dos resultados obtidos defendemos que a avaliação é útil, pois permite efetivar os conhecimentos que envolvem o conteúdo, habilidades argumentativas e construção da ciência.

Do ponto de vista da avaliação da sequência didática, a argumentação dos alunos sugere um interessante instrumento para direcionar a proposta de ensino do professor.

REFERÊNCIAS

- BRASIL, **Diretrizes e bases da educação nacional, lei nº 9.394**, de 20 de Dezembro de 1996, 175º da Independência e 108º da República.
<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm>
- CAPECCHI, M.C.V.M. e CARVALHO, A.M.P. 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.; 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.
- DRIVER, R.; Newton, P.; OSBORNE, J. Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. **Science Education**, 84, p. 287-312, 2000
- GIBIN, G.B.; FERREIRA, L.H. A formação inicial em química baseada em conceitos representados por meio de modelos mentais **Quim. Nova**, Vol. 33, No. 8, 1809-1814, Universidade Federal de São Carlos, Brasil, 2010.
- JIMENEZ, A., 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 sociocientíficas: processo de construção e justificção do conhecimento em sala de aula**; *Educação em Revista, belo Horizonte*, v.43. p. 13-33. Junho.2006.
- 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.
- MENDONÇA, P.C.C., CORREA, H.L. S., JUSTI, R. Proposição de um instrumento para avaliação de habilidades argumentativas. **Atas do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciência**. Florianópolis, 2009.
- NIEMANN, F. A., BRANDOLI, F. Jean Piaget: um aporte teórico para o construtivismo e suas contribuições para o processo de ensino e aprendizagem da Língua Portuguesa e da Matemática. **Atas da IX ANPED SUL Seminário de Pesquisa em Educação da Região do Sul**, 2012.
- OLIVEIRA, R.P. ARAÚJO, G.C. de. Qualidade do ensino: uma nova dimensão da luta pelo direito à educação. **Rev. Bras. Educ.** [online]. 2005, n. 28, pp. 5-23.
- 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.
- 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.

QUADROS

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 Bizâncio	Texto: Philo de Bizâncio 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
A descoberta do oxigênio.	Textos: Priestley, Lavoisier	Leitura
História da Vela	Texto: 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 (combustão da vela no tubo aberto)
Discussões	Texto 6: Lavoisier 2	Leitura e discussões
Discussão Final		
Avaliação		

Fonte: autores

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

Experimentos:	Questões:	Categorias:
Experimento 1: Combustão da vela em recipiente fechado.	O que ocorreu no experimento?	Conhecimento de fatos
Experimento 1: Combustão da vela em recipiente fechado.	Por que a vela apaga? Por que a água sobe?	Compreensão de conceitos
Experimento 2: Oxidação da palha de aço.	Qual a porcentagem de oxigênio no ar? Qual a porcentagem encontrada no experimento?	Compreensão de conceitos Raciocínio e análise
Experimento 3: Combustão de álcool em um recipiente fechado	O que ocorreu no experimento? O oxigênio pode ser substituído pela água?	Conhecimento de fatos Compreensão de conceitos e Raciocínio e análise
Experimento 4: Combustível da vela	Qual o combustível da vela? Quais os produtos de uma combustão?	Conhecimento de fatos Compreensão de conceitos
Experimento 5: Combustão da vela em recipiente aberto (haste)	Como manteria a vela acesa? Visto que a vela se apagou mesmo com o vidro aberto como proposto, qual seria a sugestão para que a vela se mantivesse acesa?	Compreensão de conceitos Raciocínio e análise

Experimento1: Combustão da vela em recipiente fechado.	Por que a vela apaga? Por que a água sobe?	Raciocínio e análise
--	---	----------------------

Fonte: autores

Quadro 3: Argumentos utilizados pelos alunos, episódio 1.

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

Fonte: autores

APENDICE

Texto de apoio

No século II a C, 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, depois de a chama se apaga, a água aumenta em nível no interior do recipiente. Philo descreveu essa experiência em seu trabalho, Pneumática. Vejamos a explicação de Philo 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 para prender um castiçal e colocar uma vela. Vire uma ânfora de modo que seu orifício encoste na água e que a vela fique o centro do orifício da ânfora. Aguarde e logo, você verá a água do vaso subir pela ânfora. Isso só pode acontecer pelo motivo que já dissemos, que o ar aprisionado na ânfora desaparece, se desgasta e some, por causa da presença da chama, não pode existir com ela, e desaparece. Assim como o que vimos acontecer no sifão, o ar se vai, dissolvido pelo fogo, e é por isso que a água sobe e enche o lugar que ficou vazio. Veja, a figura”. (PHILO DE BIZÂNCIO, sec. II aC, apud VAUX, 1902 p.127, tradução nossa)

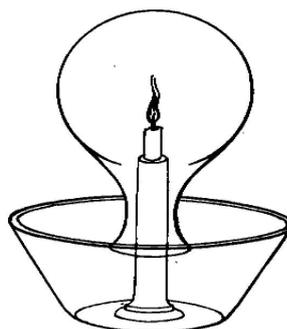


Figura 1: Montagem experimental de Philo de Bizâncio (Vaux, 1902)

Os pré-socráticos tratavam o fogo como sendo um elemento essencial da natureza. Este 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. Para Platão (c.428-c.348), defensor da concepção quaternária da Natureza (a explicação para a constituição das coisas era a da combinação dos quatro elementos fundamentais), o fogo se relacionava com o tetraedro, um dos cinco poliedros regulares propostos por Pitágoras de Samos (c.560-c.480). Somente a partir do século XVI, quando se deu início a “Revolução Científica” (KOYRÉ, 1939), a teoria dos quatro elementos da matéria começou a ser questionada e outros cientistas começaram a estudar o fenômeno da combustão mais a fundo. O precursor da teoria moderna sobre a combustão e a existência do oxigênio foi Priestley, que partiu de princípios menos elaborados sobre a composição atmosférica, mas que refutava a ideia grega dos quatro elementos. Nas palavras de Priestley:

“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 suficientes 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, tradução nossa).

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, p. 245, tradução nossa).”

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 alguma 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 disse 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, p. 184, tradução nossa).”

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, tradução nossa)

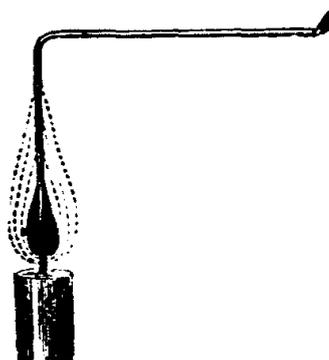


Figura 1: Montagem Experimental proposta por Faraday (1860), para a investigação da combustão de uma vela.