



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
Centro Acadêmico do Agreste
Núcleo de Formação Docente
Curso de Química - Licenciatura



**CONTRIBUIÇÕES DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO ATRAVÉS DE PRÁTICAS
EXPERIMENTAIS NO ENTENDIMENTO DE REAÇÕES QUÍMICAS NO ENSINO
MÉDIO**

Andrielle Cecília da Silva

**CARUARU
2016**

ANDRIELLE CECÍLIA DA SILVA

**CONTRIBUIÇÕES DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO ATRAVÉS DE PRÁTICAS
EXPERIMENTAIS NO ENTENDIMENTO DE REAÇÕES QUÍMICAS NO ENSINO
MÉDIO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Colegiado de Química Licenciatura do Centro Acadêmico do Agreste da Universidade Federal de Pernambuco como requisito parcial para a obtenção do título de Químico-licenciado.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Ana Paula de Souza de Freitas

**CARUARU
2016**

Catálogo na fonte:
Bibliotecária – Marcela Porfírio CRB/4 – 1878

S586c Silva, Andrielle Cecília da.
Contribuições do ensino por investigação através de práticas experimentais no entendimento de reações químicas no ensino médio. / Andrielle Cecília da Silva. – 2016. 88f. : il. ; 30 cm.

Orientadora: Ana Paula de Souza de Freitas.
Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal de Pernambuco, Licenciatura em Química, 2016.
Inclui Referências.

1. Química – Ensino. 2. Reações químicas. 3. Ensino médio. I. Freitas, Ana Paula de Souza de (Orientadora). II. Título.

371.12 CDD (23. ed.) UFPE (CAA 2016-320)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
Centro Acadêmico do Agreste
Núcleo de Formação Docente
Curso de Química - Licenciatura



Campus
AGRESTE

“CONTRIBUIÇÕES DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO ATRAVÉS DE PRÁTICAS EXPERIMENTAIS NO ENTENDIMENTO DE REAÇÕES QUÍMICAS NO ENSINO MÉDIO”

ANDRIELLE CECÍLIA DA SILVA

Monografia submetida ao Corpo Docente do Curso de Química – Licenciatura do Centro Acadêmico do Agreste da Universidade Federal de Pernambuco e **aprovada** em 14 de dezembro de 2016.

Banca Examinadora:

Prof.^a Dr.^a Ana Paula de Souza de Freitas
(Orientadora)

Prof.^a Dr.^a Juliana Angeiras Batista da Silva
(Examinador 1)

Prof. Dr. Roberto Araújo Sá
(Examinador 2)

Este trabalho é dedicado aos meus pais e irmã que com carinho, sempre me apoiaram, possibilitando a realização do mesmo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me dado força para superar as dificuldades.

Agradeço ao meu pai, José Antônio, minha mãe, Etiene, minha irmã, Andreza, e demais familiares que sempre se fizeram presente nesta jornada, incentivando-me.

Obrigada aos meus amigos pelo apoio.

Agradeço a minha orientadora Ana Paula pela dedicação, correções e todo o suporte para a realização deste trabalho.

Obrigada aos alunos do Ensino Médio participantes desta pesquisa, a professora da disciplina da escola, estendendo o agradecimento à direção e coordenação da escola, na qual ocorreu a coleta de dados pela confiança.

À professora Flávia Vasconcelos pela contribuição para o trabalho.

Enfim, agradeço a todos que contribuíram direto ou indiretamente na realização do mesmo.

RESUMO

O presente trabalho buscou identificar como a experimentação investigativa pode contribuir para a compreensão do conceito de Reações Químicas. A pesquisa foi realizada com 39 alunos do 1º ano do Ensino Médio de uma escola da rede pública, situada no município de Bezerros - PE. A experimentação tem sido utilizada para promover a aprendizagem de conceitos químicos, no entanto, muitas vezes os alunos realizam os experimentos sem entender o que estão fazendo e sem saber explicar os fenômenos observados. Além disso, o uso do roteiro nas aulas experimentais pode contribuir para a falta de reflexão durante a realização dos experimentos, pois atua como um guia, no qual os alunos apenas seguem o que está escrito, prejudicando a associação da teoria com o fenômeno que ocorre na prática experimental. Assim, a questão problema da pesquisa se norteou em identificar se os alunos do Ensino Médio sentem dificuldades em associar a teoria com a prática e investigar como a experimentação investigativa pode contribuir para esta associação. Para que os objetivos fossem alcançados, os alunos realizaram experimentos dentro de uma perspectiva investigativa sendo gravadas as discussões surgidas durante a atividade. Além disso, foram analisados os pré-relatórios e aplicados dois questionários um antes e o outro após a realização do experimento, sendo utilizado a Análise de Conteúdo como método de análise. Os resultados mostram que a maioria dos alunos participantes nesta pesquisa nem sempre conseguem associar a teoria com a prática e que a experimentação por investigação contribuiu para a compreensão do conteúdo de Reações Químicas. Apontam também para o desenvolvimento de práticas cognitivas, pois foi identificada não apenas a aprendizagem conceitual, mas também a procedimental e atitudinal, que só foi possível devido à possibilidade de construção e reconstrução do conhecimento, que foi permitida pelas etapas envolvidas neste tipo de abordagem. Apesar dos alunos afirmarem gostar da experimentação sem roteiro, preferem ainda a experimentação com roteiro, por esta representar a zona de conforto dos mesmos.

Palavras Chaves: Ensino de química. Experimentação investigativa. Reações químicas.

ABSTRACT

This work aimed to identify how the investigative experimentation can contribute to comprehension of the concept of the Chemical Reactions. The search was made with 39 students of 1^o degree of high school of a public school system, located in the town of Bezerros-PE. The experimentation have been used to promote the learn of chemistry concepts, but several times the students do the experiments without understand what they are doing and without knowing explain the observed phenomena. Furthermore, the use of script in the experimentals classes can contribute to the lack of reflexions during the experiments, because act like a guide, and they only follow what is wrote, damaging the association of theory and the phenomena that occurs in the experimental practice. Thus, the search problem question was guided to identify if the high school students feel difficulties in association between theory and practice and to understand how the investigative experimentation can contribute to this association. So that the objectives were achieved, the students made experiments in a investigate perspective. It was recorded the discussions emerged during the activity, furthermore were analyzed the pre-report, and applied two questionnaires: the first before and the other after the experimentation – for this was used the Content Analysis as the analysis method. The results show that the majority of the participant students in the search not always get association between theory and practice and the experimentation by investigation contribute for the content comprehension of Chemical Reactions. They also point to the development of cognitive practices, because was identified not only the conceptual learning, but procedural and attitudinal too, that only was possible due to the possibility of construction and reconstruction of knowledge, that was permitted by the step involved in this kind of approach. Although the students have stated like of experimentation without script they still prefer with script, since it represents their comfort zone.

Key-words: Chemistry teaching. Investigative experimentation. Chemical reactions.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Descrição das aulas de laboratório segundo os alunos.	36
Gráfico 2	Argumentos dos alunos para justificar o gosto pelas aulas experimentais.	39
Gráfico 3	Concepções dos alunos sobre a influência dos roteiros na compreensão dos conceitos químicos.	43
Gráfico 4	Concepção dos alunos sobre a relação entre teoria e prática experimental.	44
Gráfico 5	Opinião dos alunos sobre a experimentação investigativa.	66
Gráfico 6	Dificuldades na elaboração do plano de ação.	69
Gráfico 7	Preferência dos alunos: experimentação com ou sem roteiro.	72
Gráfico 8	Contribuição da associação da teoria com a prática segundo as respostas dos alunos.	76

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Níveis de abertura de atividades experimentais	23
----------	------------------------------------------------------	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

GEPEQ – Grupo de Pesquisa em Educação Química.

A1 à A39 – Identificação dos alunos nas análises dos questionários.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	12
2.	OBJETIVOS	14
2.1	Objetivo Geral.....	14
2.2	Objetivos Específicos.....	14
3.	REVISÃO DA LITERATURA	15
3.1	Dificuldades associadas ao ensino e aprendizagem de Química.....	15
3.2	Função pedagógica da experimentação.....	16
3.3	Contribuições do Ensino por Investigação ao processo de ensino e aprendizagem.....	19
3.3.1	Experimentação por investigação.....	22
3.4	Reações Químicas e dificuldades no processo de ensino e aprendizagem.....	24
3.4.1	Reações Químicas.....	25
3.4.2	Dificuldades do processo de ensino e aprendizagem do conceito de reações químicas.....	27
4.	METODOLOGIA	30
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
5.1	Análise dos pré-relatórios dos experimentos realizados pela professora da disciplina antes da intervenção.....	33
5.2	Análise do questionário antes da intervenção.....	36
5.3	Análise da Intervenção.....	46
5.4	Análise do questionário aplicado pós-intervenção.....	65
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	78
	REFERÊNCIAS	80
	APÊNDICE	85

1. INTRODUÇÃO

O Ensino de Química concentrado apenas nos conceitos científicos, sem relacionar o sociocultural dos alunos com o que vem sendo trabalhado em sala de aula, tem acarretado em estudantes cada vez mais desmotivados (VIEIRA, 2012).

Uma forma de despertar o interesse dos alunos pelas aulas de Química é utilizar a experimentação envolvendo questões do cotidiano. Geralmente, esse recurso contribui para tornar as aulas mais atrativas e dinâmicas.

A falta de experimentação ou o uso da experimentação de forma inadequada é um dos problemas enfrentados no Ensino de Química, pois dependendo de como o professor conduz as aulas experimentais, nos casos em que se tem, esta pode não cumprir o seu papel de auxiliar no processo educativo dos conceitos químicos. De maneira geral, as aulas experimentais seguem a tendência pedagógica tradicional, e observa-se que, em muitos casos, os alunos não conseguem associar a teoria com a prática e, como resultado, muitos alunos não conseguem explicar os fenômenos que observam.

É pensando nessa conjuntura de problemas envolvendo a utilização da experimentação, que se norteia a questão problema desta pesquisa. Buscamos investigar se é de senso comum, entre os alunos, que durante os experimentos não há compreensão da teoria com o que está acontecendo na prática e como o uso do laboratório com um viés investigativo contribui para a melhor compreensão de práticas experimentais no Ensino Médio. Assim, a partir da análise dos dados obtidos, foi traçado uma real situação dessa questão problema e pôde-se confirmar ou refutar as nossas hipóteses.

A possível hipótese para a questão problema acredita-se estar no emprego do Laboratório Tradicional e para mudar tal situação imaginada, julga-se que a utilização da experimentação investigativa possa contribuir para uma aprendizagem efetiva através da experimentação.

A escolha do tema partiu de uma inquietação e dificuldade minha e de outros alunos nas disciplinas experimentais no decorrer do curso de Química Licenciatura, pois diversas vezes fazíamos as práticas experimentais não entendendo o porquê de realizar certas etapas, além das muitas dificuldades em explicar os fenômenos observados. Por isso, decidi investigar, nesta pesquisa, se o mesmo ocorria com os alunos do Ensino Médio, qual a razão e como poderia mudar esta situação. Assim, esta pesquisa justifica-se pela falta de associação

da teoria com a prática existente nas maiorias das aulas experimentais, tendo como público alvo da pesquisa os alunos do Ensino Médio.

Sendo assim, a importância desta pesquisa se reflete em conhecer o panorama real das aulas experimentais, entendendo para como a experimentação investigativa pode contribuir para a associação da teoria com a prática, as dificuldades em seu uso e em que situação o roteiro pode interferir no objetivo da experimentação, sendo apresentados aspectos da experimentação e concepções dos alunos do Ensino Médio acerca do tema.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Investigar como a utilização de experimentos baseados em um Ensino por Investigação pode contribuir para o entendimento do conceito de Reações Químicas no Ensino Médio.

2.2 Objetivos Específicos

- Investigar o entendimento dos alunos sobre a relação da teoria com a prática durante as aulas experimentais.
- Compreender como o desenvolvimento de práticas experimentais baseadas em um Ensino por Investigação pode contribuir para o entendimento dos conceitos químicos.

3. REVISÃO DE LITERATURA

A seguir apresentaremos uma breve explanação sobre algumas questões presentes no Ensino de Química, destacando o papel, as dificuldades e como se dá a experimentação no Ensino Médio, além de estender a discussão para o Ensino por Investigação realçando a sua contribuição para o ensino e a aprendizagem, para então introduzir a experimentação por investigação que é a base da intervenção proposta.

3.1 Dificuldades associadas ao ensino e aprendizagem de Química

O Ensino de Química, na maioria das vezes, é tratado de forma desvinculada da realidade do aluno, acarretando na memorização e, conseqüentemente, em uma não compreensão dos conceitos químicos, estas são características presentes no Ensino Tradicional.

Nesta concepção de ensino, o professor adota a postura de ser um transmissor do conhecimento e o aluno um mero receptor, além disso, há um grande número de informações que o estudante tem que memorizar (SCHNETZLER, 2004). Assim, como consequência do Ensino Tradicional, normalmente não se tem uma aprendizagem significativa, mas uma aprendizagem mecânica, sem reflexão e sentido para os alunos.

Segundo Schnetzler (2004), professores que seguem essa tendência pedagógica, geralmente, atribuem a baixa aprendizagem dos alunos a fatores como: péssimas condições de trabalho, desinteresse e a deficiente base dos alunos, não pressupondo ou admitindo, que o problema possa estar no ensino e não na aprendizagem.

Outra dificuldade no processo de ensino e aprendizagem da Química está associada à falta de contextualização, de acordo com alguns educadores brasileiros em uma pesquisa realizada por Santos e Schnetzler (1996), a falta de contextualização é considerada um problema, devido à relevância da mesma para o ensino, pois, segundo Leite et al. (2011), a importância da contextualização está em poder ajudar os estudantes a relacionar o que se vê na escola com seus conhecimentos prévios e acontecimentos do cotidiano, além da criação de um elo entre a teoria e a prática, desenvolvendo a significação do que é estudado.

Algumas dificuldades também estão associadas ao fato do conteúdo de Química envolver esferas macroscópicas e microscópicas, as quais os professores que lecionam esta disciplina dizem ser importantes na sua abordagem (SANTOS; SCHNETZLER, 1996). Nesse caso, a dificuldade está nos alunos atribuírem aspectos macroscópicos ao nível microscópico da matéria, por não associarem a teoria à prática, assim, tentam explicar os fenômenos através do que é observável a olho nu (ROSA; SCHNETZLER, 1998). Logo, para tentar afastar esta concepção dos alunos, é necessário estabelecer a relação entre teoria e prática, porque se o aluno conseguir relacionar o conceitual com a prática experimental, por exemplo, ele poderá explicar, quimicamente, o fenômeno observado, e não explicar apenas ao nível macroscópico da matéria.

Marcondes e Peixoto (2012) destacam também que alguns problemas encontrados no Ensino de Química estão relacionados ao fato de que, este está “[...] centrado quase que exclusivamente no professor com aulas essencialmente expositivas, ausência de experimentação e a falta de relação do conteúdo com o cotidiano.” (MARCONDES; PEIXOTO, 2012, p. 43). Assim, alguns problemas enfrentados no Ensino de Química, apontam para o uso do Ensino Tradicional, a falta de experimentação e de relação entre teoria e prática.

Portanto, para proporcionar um Ensino de Química com sentido para os alunos, é que se justifica a busca por recursos e metodologias que contribuam para auxiliar no entendimento dos conceitos, sendo a experimentação um recurso que pode facilitar o processo de ensino e de aprendizagem desta ciência.

3.2 Função pedagógica da experimentação

A experimentação é considerada um dos recursos alternativos que está a serviço do processo de ensino e aprendizagem. Muitos professores estão convencidos de que a atividade experimental é uma das soluções para a melhoria do Ensino de Química (SCHWAHN; OAIGEN, 2009). Acredita-se que a experimentação possa trazer resultados significativos, no entanto, isso irá depender da forma como é abordada pelos professores.

As aulas experimentais, geralmente, ocorrem na perspectiva do Laboratório Tradicional. Neste, as práticas experimentais são realizadas pelos próprios alunos que se dividem em grupos (ao contrário do Laboratório de Demonstração, em que o professor realiza

o experimento e os alunos apenas observam) e as mesmas são guiadas por roteiros que são disponibilizados aos alunos. Apesar de supostamente ser promovida a socialização e participação (pois a atividade é desenvolvida pelo grupo) a liberdade da ação dos alunos é prejudicada pelos seguintes motivos: o tempo, a falta de poder de decisão e a inflexibilidade dos roteiros, não havendo liberdade para mudar a prática experimental (ALVES FILHO, 2000). Assim, o Laboratório Tradicional pode causar o não entendimento de algumas etapas experimentais, constituindo-se como única preocupação a entrega de relatório, ao invés, da compreensão e da relação com a teoria que a prática exigiria.

Apesar dos professores concordarem que a experimentação é um importante recurso didático, eles observam que muitas vezes este recurso não tem sido eficaz para a aprendizagem e, quando questionados sobre o porquê disto, os mesmos mencionam diversos problemas associados aos alunos, como por exemplo,

[...] dificuldades de manipulação dos materiais do laboratório pelos alunos; baixo nível de compreensão dos fenômenos pelos discentes; tempo inadequado para a realização das atividades; dificuldade que os alunos têm de relacionar teoria e prática, conhecimentos teóricos insuficientes para o acompanhamento das aulas pelos alunos, entre outros (LOBÔ, 2012, p. 430).

Porém, todas as dificuldades enfrentadas na realização de atividades experimentais não são de exclusiva responsabilidade dos alunos. Segundo Schwahn e Oaigen (2009), um dos problemas está relacionado com a falta de contextualização nas aulas experimentais, que pode explicar a falta de interesse dos alunos e dos próprios professores sobre o uso da experimentação. Deste modo, cabe ao professor planejar e reestruturar as práticas experimentais relacionando-as com o cotidiano.

Outras dificuldades sobre a utilização da prática experimental é apresentada por Machado e Mol (2008), que salientam o déficit da formação inicial dos professores, pois na graduação, as atividades experimentais, geralmente, são voltadas para a comprovação de teorias, não desenvolvendo o domínio do laboratório, além da preocupação com o meio ambiente que necessita de um cuidado para com o gerenciamento e o tratamento de resíduos gerados das práticas experimentais, fundamentando mais uma dificuldade.

Sobre a experimentação para a comprovação da teoria, muitos professores compartilham desta ideia e com isso surge a ordem de primeiro vim a teoria e em seguida os experimentos, como mostra a pesquisa realizada por Reginaldo et al.:

A compreensão de que experimentação é um momento de comprovação da teoria previamente estudada é decorrente, especialmente, de aulas que em geral são inicialmente teóricas e posteriormente são aplicados experimentos que levam a

entender que comprovam a existência de tais conceitos/teorias que são trabalhados na aula antes da execução do experimento (2012, p.6).

E a razão para que este tipo de abordagem ainda seja muito utilizada está nas vantagens vistas na mesma pelos professores, como é apresentado por Oliveira (2010):

[...] os estudantes podem aprender técnicas e a manusear equipamentos; aprendem a seguir direções; requer pouco tempo para preparar e executar; mais fácil de supervisionar e avaliar o resultado final obtido pelos alunos; mais fácil de solucionar problemas que possam surgir durante a execução do experimento; maior probabilidade de acerto etc. (p. 149)

Sendo assim, verifica-se que parte dessas vantagens facilita o trabalho dos professores, porém para o processo de ensino e aprendizagem pode ser que não sejam tão benéficas.

Outro motivo frequentemente alegado pelos professores para a falta de experimentação é a falta de recursos (SILVA et al., 2009). Porém, para Silva et al. (2009), isto não é empecilho para realizar práticas experimentais, pois há muitos experimentos de baixo custo que abordam diversos conteúdos na literatura, bem como revistas voltadas para o Ensino de Ciências. Para os autores, o maior problema para a falta de experimentação, não está na falta de recursos, mas na formação dos docentes.

Apesar das dificuldades relatadas sobre o uso da experimentação no Ensino de Química, segundo Lobô (2012), existe quase que uma concordância de que as atividades experimentais são fortes ferramentas didáticas para o Ensino, isso porque apresentam direções que podem facilitar o processo de ensino e aprendizagem.

Segundo Silva (2010) apud Cunha e Santos (2015), um dos desafios que as práticas pedagógicas enfrentam é a dificuldade dos alunos em compreender determinados conteúdos das disciplinas em geral, o que desmotiva os mesmos. Assim, a experimentação no Ensino de Química aparece como um forte recurso para estabelecer relação entre a teoria e a prática, motivando e ainda aproximando os conceitos químicos da realidade dos alunos.

Além disso, a experimentação pode contribuir para que os alunos compreendam como funciona a construção do conhecimento científico, através de questionamentos, discussão e validação de argumentos por meio da escrita ou da oralidade, além da aprendizagem dos conceitos científicos, nos quais os da Química também estão inseridos (SILVA et al., 2009).

Outro elemento importante que a experimentação pode trazer, segundo Giordan (1999), é a motivação. Porém, para que a experimentação consiga atrair a atenção dos alunos é preciso que o professor faça uso de algumas táticas durante o experimento, como resolução de problemas, relatos dos fenômenos observados e procurar questionar os alunos durante a

experimentação, pois apenas a realização da experimentação pode não aguçar tanto a curiosidade dos alunos a ponto de despertá-los o interesse (OLIVEIRA, 2010).

Ainda, de acordo com Oliveira (2010), a experimentação é uma atividade que desenvolve a aptidão de trabalhar em grupo, devido à “[...] divisão de tarefas, responsabilidade individual e com o grupo, negociação de ideias e diretrizes para a solução dos problemas” (p. 142).

Além disso, práticas cognitivas também são desenvolvidas com a experimentação, como relatam Costa et al. (2014), tais como a melhora na aquisição do conhecimento, exercita a organização, a criatividade, manipulação, comunicação e ainda é uma forma de fortalecer e reforçar um conteúdo visto teoricamente em sala de aula.

Logo, a experimentação é de fundamental importância para o processo de ensino e aprendizagem, pois, segundo Saldego e Laburú,

[...] o ensino de Química deve conter experimentos porque eles auxiliam na compreensão de fenômenos químicos. Desse modo, por fazer parte do currículo para o ensino de Química, cabe ao professor a tarefa de prepará-los e aplicá-los adequadamente, com o intuito de ajudar os alunos a aprender por meio do estabelecimento de inter-relações entre teoria e prática, inerentes ao processo do conhecimento escolar das ciências e da Química (SALVADEGO; LABURÚ, 2009, p. 216).

Então, para que a experimentação auxilie o processo de ensino e aprendizagem, é preciso que esta seja abordada de maneira contextualizada através da proposição de problemas reais, na qual o aluno terá que tomar decisão, para resolver a questão em estudo, levantando, investigando possíveis hipóteses, forçando-o a pensar e refletir sobre seus próprios questionamentos e relacionando com a teoria, assumindo assim, caráter investigativo.

3.3 Contribuições do Ensino por Investigação ao processo de ensino e aprendizagem

Nas últimas décadas tem crescido o debate sobre o Ensino por Investigação em discussões e pesquisas na área de Educação em Ciências. No entanto, apesar desse crescente interesse ainda são poucos os trabalhos nacionais publicados que abordam este tipo de ensino (SÁ et al., 2011).

São muitas as contribuições que o Ensino por Investigação pode trazer para o processo de ensino e aprendizagem. Além de promover a aprendizagem conceitual, pode promover a aprendizagem procedimental, em que os alunos desenvolvem habilidades e conhecimentos

sobre a prática, e a aprendizagem atitudinal, que possibilita aos mesmos se posicionarem criticamente diante dos conhecimentos científicos e na sala de aula (AZEVEDO, 2004; CARVALHO, 2009 apud SOUZA JR.; COELHO, 2013).

Essas contribuições estão de acordo com os objetivos atuais do Ensino por Investigação, pois, segundo Zômpero e Laburú (2011), as finalidades do ensino em questão são “[...] o desenvolvimento de habilidades cognitivas nos alunos, a realização de procedimentos como elaboração de hipóteses, anotação e análise de dados e o desenvolvimento da capacidade de argumentação” (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011, p. 73).

Mas qual seria a definição para o termo investigação? De acordo com Hofstein e Lunetta (2004) seria “[...] capacidade de entendimento, na qual os estudantes têm a oportunidade de construir conceitos e padrões, e criar significado sobre uma ideia para explicar suas experiências” (HOFSTEIN; LUNETTA, 2004 *apud* SUART; MARCONDES, 2009).

Conforme a definição exposta, podemos notar que a mesma vai de encontro com as contribuições e objetivos do Ensino por Investigação descritos, pois é através da construção de conceitos e significação destes pelos próprios estudantes, que eles poderão associar os conteúdos com os fenômenos do cotidiano, despertando o interesse, desenvolvendo habilidades cognitivas e promovendo a aprendizagem.

Segundo Zuliani (2006), em uma atividade investigativa é importante que os alunos não vejam o erro como algo negativo, mas que reflitam e aprendam sobre e com o erro, pois assim é possível a construção e reconstrução de concepções.

Contudo, algumas ideias erradas sobre o Ensino por Investigação, podem trazer dificuldades quanto aos professores adotarem este Ensino na sala de aula. Munford e Lima (2007) apontam algumas concepções que julgam equivocadas sobre o Ensino de Ciências por Investigação, a primeira é a ideia de que apenas atividades práticas ou experimentais são investigativas, porém atividades experimentais podem não ter caráter investigativo e atividades não práticas podem possuir este caráter. A segunda questão é que as atividades investigativas devem ser atividades “abertas”. Entretanto, atividades investigativas podem ser um pouco restritivas quanto à liberdade do aluno, pois, mesmo sendo uma atividade investigativa, o professor pode determinar quais questões serão trabalhadas, assim como os métodos que serão utilizados pelos alunos para responder as questões propostas e o que vai determinar isso será a abordagem do professor.

Munford e Lima (2007) salientam ainda que muitos acreditam que se pode e deve trabalhar todo e qualquer conteúdo por abordagem investigativa. No entanto, elas defendem a

posição de que nem todos os conteúdos devem ser trabalhados por investigação, que é melhor trabalhar certos conteúdos por meio de outras abordagens. Assim, cabe ao professor analisar quais conteúdos são melhores para serem abordados através de uma abordagem investigativa, planejar quais e como vai se dá a condução dessas atividades, verificar o desempenho dos alunos durante as mesmas e fazer uma análise do todo, pois dependendo da formação que o professor tenha, vai encontrar dificuldades no processo.

Segundo Silva (2016), o ponto de partida para as atividades investigativas é a proposição de uma situação problema, a qual deve envolver etapas como análise do problema proposto, um planejamento que permita os alunos obter dados para a resolução do problema, a interpretação desses dados coletados durante a execução das ações planejadas, estimular os alunos a explicarem a questão inicial de acordo com as evidências, a comunicação e discussão das mesmas.

Todas as etapas contempladas em uma atividade investigativa tem por finalidade a resolução de problemas pelos alunos.

Segundo Batinga (2010), a resolução de problemas pode ser encarada como um artifício de ensino e aprendizagem, que envolve, tanto na apresentação como no próprio processo de resolução, o meio no qual os alunos estão inseridos, o que pode possibilitar a associação do que é estudado em sala de aula com o cotidiano dos alunos.

No entanto, os problemas não podem ser escolhidos aleatoriamente, pois, de acordo com Freire, Junior e Silva (2011), devesse considerar o caráter motivacional e observar se o problema escolhido vai de encontro com os conteúdos da disciplina.

A principal diferença entre problemas e exercícios está no uso de técnicas mecânicas, que não estimulam o raciocínio, pois a resolução de problema exige a tomada de decisão e a reflexão, sendo uma proposição de uma situação diferente do que se aprendeu, nas quais os alunos devem fazer uso dos procedimentos que conhecem para a sua resolução (ECHEVERRÍA; POZO, 1998 apud JUNIOR; FERREIRA; HARTWIG, 2008).

Desta forma, esta metodologia pode possibilitar a aprendizagem procedimental e fazer com que os alunos trabalhem com o conhecimento que detém de suas próprias vivências, o que pode acarretar na significação do que se estuda.

A resolução de problemas atrelada à experimentação pode ajudar na construção e compreensão de conceitos e é com este intuito que a experimentação investigativa utiliza a resolução de problemas, para que através do levantamento de hipóteses, planejamento dos procedimentos e sua execução, seja promovida a aprendizagem conceitual, procedimental e atitudinal.

3. 3. 1 Experimentação por investigação

A experimentação pode ser uma ferramenta que possibilita a contextualização e estimula a investigação. Mas, para isso, não se pode adotar uma metodologia baseada em “receita de bolo” na qual os alunos são guiados por roteiros e devem obter resultados esperados pelos professores, concebendo que a aprendizagem se dá apenas pela observação (GUIMARÃES, 2009).

Entretanto, apesar desse forte discurso sobre metodologia baseada em “receita de bolo”, segundo Suart e Marcondes (2009), a experimentação, ainda é abordada em muitas escolas e universidades sem problematizar e de maneira acrítica. Geralmente, os alunos são passivos durante as atividades experimentais, preocupando-se apenas na entrega de relatórios, esperando que seus resultados estejam de acordo com os quais seus professores esperam, atribuindo ao professor toda a detenção do conhecimento.

Assim, para que a experimentação auxilie no processo de ensino e aprendizagem de Química é preciso mudar a concepção experimental tradicionalista para a experimentação investigativa, permitindo que o aluno passe de passivo para ativo, analisando, discutindo, levantando hipóteses, averiguando e se posicionando criticamente.

Desta forma, o objetivo da experimentação por investigação segundo Silva, Machado e Tunes (2010) é fazer com que os alunos proponham uma solução para uma questão problema, através do uso da experimentação.

Segundo Sá et al. (2011), a experimentação por investigação pode se dar através de três abordagens. Na primeira é de responsabilidade do professor apresentar a questão problema e os métodos para desenvolver a experimentação para que os alunos respondam a questão proposta. Na segunda abordagem, caberia ao professor criar e apresentar a questão problema, porém seriam os alunos que iriam propor um método experimental, assim como verificar se o método proposto estaria adequado para a questão problema. E em um nível mais avançado, é de responsabilidade dos alunos propor a questão, o método e a avaliação do método proposto.

Desta forma, o que diferencia a experimentação por investigação da concepção tradicionalista são as posturas adotadas pelo professor e pelos alunos, pois no tradicionalismo o professor é o detentor do conhecimento, sendo responsável por transmitir o conhecimento, e o aluno é o receptor e agente passivo no processo de ensino e aprendizagem, enquanto que na

investigativa os alunos assumem postura ativa diante do que é proposto e o professor tem a missão de mediar esse processo auxiliando os alunos na construção do saber.

O quadro 1 sintetiza e faz uma comparação entre as diferentes abordagens investigativas e a abordagem tradicional.

Quadro 1 – Níveis de abertura de atividades experimentais.

	TRADICIONAL	INVESTIGATIVA		
		NÍVEL 1	NÍVEL 2	NÍVEL 3
Elaboração do Problema	Não há	Professor	Professor	Aluno
Elaboração da hipótese	Não há	Não há, ou professor	Aluno	Aluno
Elaboração dos procedimentos	Professor	Professor	Aluno	Aluno
Coleta de dados	Aluno	Aluno	Aluno	Aluno
Análise dos dados	Professor	Aluno	Aluno	Aluno
Elaboração da conclusão	Aluno/Professor	Aluno	Aluno	Aluno

Fonte: Pella (1961) apud GEPEQ (2009)¹.

De acordo com o quadro, a única parte da experimentação, na qual as quatro perspectivas apresentadas coincidem é na coleta de dados. Tanto nos três níveis, quanto na abordagem tradicional a coleta de dados deve ser realizada pelos alunos. Sobre o Laboratório Tradicional, a única etapa experimental que o aluno participa é na coleta de dados, podendo participar da elaboração da conclusão, porém o professor também participa neste momento. Assim, o aluno realiza a prática experimental, observa o que acontece e coleta os dados, passando a ideia de que apenas a observação basta para promover a aprendizagem e de que o professor é o detentor de todo conhecimento. E mesmo em uma atividade experimental investigativa o professor pode determinar o problema e o método, dependendo, é claro, do nível de abordagem que o professor seguirá.

No Ensino Experimental Investigativo é importante que sejam contempladas as seguintes etapas: proposição de um problema, identificação e exploração das ideias dos alunos, elaboração de planos de ação, execução do experimento planejado, análise dos dados anotados durante os experimentos, respondendo à pergunta inicial (SILVA; MACHADO; TUNES, 2010).

¹ Disponível em: << <http://gepeqiusp.wix.com/gepeq#!publicaes/cvp5>>> Acessado em 22/04/2016.

Com relação à questão problema, um aspecto importante a pensar no momento de elaborá-la e propô-la é o autor se perguntar se a questão proposta está estimulando, motivando a curiosidade dos alunos (CARVALHO, 2004 apud SILVA; MACHADO; TUNES, 2010). Para que a questão proposta desempenhe o papel de motivar os alunos é preciso que a mesma se relacione com o cotidiano dos alunos.

Quanto às hipóteses, terão como função possibilitar ao professor a identificação das possíveis ideias prévias que podem surgir dos alunos e a partir da análise e da discussão haverá a exploração dessas ideias. O professor terá como missão motivar e reformular as ideias que poderão funcionar como empecilho para próxima etapa (SILVA; MACHADO; TUNES, 2010).

Sendo assim, os conhecimentos prévios dos alunos são importantes na experimentação por investigação. De acordo com Machado e Mortimer (2012), estes podem não ir de acordo com os conhecimentos aceitos pela comunidade científica e podem influenciar na compreensão dos modelos que servem de base para explicar os conteúdos científicos e na forma como os alunos aplicam esses modelos. Assim, é importante considerar o conhecimento prévio do aluno, para que se possa entender como o aluno está pensando e para que eles próprios promovam um conflito entre as ideias prévias e o conhecimento científico, sendo esse conflito fundamental para a reconstrução do conhecimento. Assim, a construção do novo conhecimento tem como ponto de partida o que o aluno conhece, mesmo que esse conhecimento seja provindo de experiências cotidianas, pois, segundo Moraes, Ramos e Galiuzzi (2012), para aprender é necessário a reconstrução do conhecimento existente. Logo, a partir do que conhecem é que os alunos vão levantar as hipóteses, que servirão de base para a elaboração de um plano de ação.

Desse modo, a experimentação por investigação constitui uma abordagem diferenciada da qual normalmente é utilizada nas salas de aula, pois segundo Suart e Marcondes (2009) contribuem para o desenvolvimento das habilidades cognitivas, desde que seja garantida a participação dos alunos no processo de ensino e aprendizagem.

3.4 Reações Químicas e dificuldades no processo de ensino e aprendizagem

O conteúdo de Reações Químicas geralmente é abordado no 1º ano do Ensino Médio. No entanto, algumas dificuldades na compreensão do mesmo são enfrentadas pelos alunos.

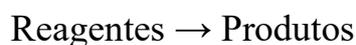
Assim, apresentaremos a seguir uma breve discussão sobre o conceito de Reações Químicas e algumas dificuldades encontradas na sua compreensão.

3.4.1 Reações Químicas

Reações químicas são processos de reorganização das entidades divisíveis que constituem a matéria, ou seja, é a reorganização dos átomos, sendo conservado a identidade e o número dos mesmos. Para que esse processo ocorra, as ligações das substâncias que reagem são quebradas e outras são formadas, resultando na formação de novas substâncias que são denominadas como produtos (MENDES, 2011).

As reações químicas são representadas por equações químicas. Um elemento importante em uma equação química é a flecha (ATKINS; JONES, 2012) que serve para separar as substâncias antes de a reação acontecer (reagentes), das novas substâncias que são formadas (produtos), podem indicar ainda se a reação é reversível ou irreversível e indicar o equilíbrio.

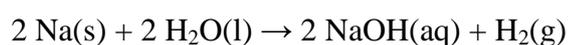
De modo geral uma equação química pode ser escrita da seguinte forma:



Segundo Mendes (2011), outro ponto relevante está na conservação da massa, pois as substâncias são constituídas por átomos que não são criados e nem destruídos, assim a quantidade de um elemento químico antes da reação acontecer deve ser igual após a reação acontecer. A quantidade de cada substância pode ser representada pela proporção entre os reagentes através dos coeficientes estequiométricos.

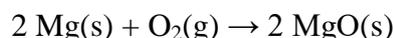
Uma equação química também apresenta os estados físicos das substâncias que podem ser representados pelas seguintes abreviações: (s) sólido, (l) líquido, (g) gasoso e (aq) aquoso (solução em água) (ATKINS; JONES, 2012).

Para dar um exemplo real, temos a seguir a escrita da equação química da reação entre sódio e água, que são os reagentes (lado esquerdo) formando hidróxido de sódio e gás hidrogênio, como os produtos (lado direito), que está de acordo com a forma genérica apresentada acima.



Em geral, as reações químicas podem ser classificadas em:

- **Combinação:** são aquelas que ocorrem com duas ou mais substâncias nos reagentes, mas se obtém apenas uma substância nos produtos, como por exemplo, na formação do óxido de magnésio:

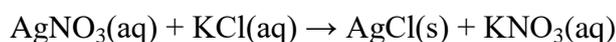


- **Decomposição:** São as reações que ocorrem com apenas um reagente, mas se tem a formação de mais de uma substância como produto. Como exemplo, podemos citar a decomposição do carbonato de cálcio:

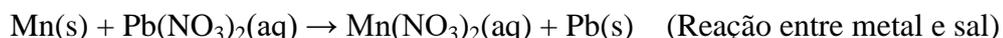
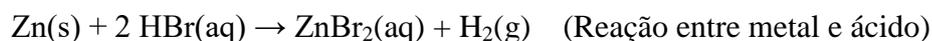


A letra grega Δ (delta) em cima da flecha simboliza a necessidade de temperatura alta para que a reação química correspondente aconteça.

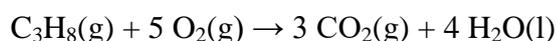
- **Metátese ou dupla troca:** São reações que ocorrem com duas substâncias compostas nos reagentes e que também formam duas substâncias compostas diferentes nos produtos, havendo a troca de íons.



- **Deslocamento:** São as reações, nas quais ocorre a substituição do íon da solução e podem ocorrer entre um metal e um ácido ou sal. Como por exemplo:

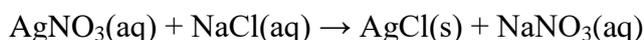


- **Combustão:** São reações que envolvem o oxigênio como um reagente e produz chama, como por exemplo, na reação de combustão do hidrocarboneto propano (BRONW et al., 2015).

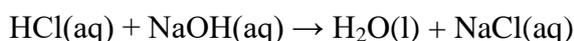


As reações químicas podem ainda ser de precipitação, neutralização de ácido e base e redox.

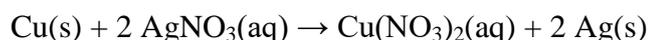
Uma reação é de precipitação quando se observa a formação de um sólido insolúvel devido a reação entre duas soluções eletrolíticas (ATKINS; JONES, 2012). Como por exemplo, na reação entre o cloreto de sódio e o nitrato de prata, na qual é formado o cloreto de prata como sólido insolúvel, como mostra a equação a seguir:



A reação de neutralização ocorre quando um ácido e uma base reagem e como produtos, se obtém água e sal (BRONW et al., 2015). A equação a seguir, exemplifica este tipo de reação:



Enquanto que a reação redox é a junção das reações de oxidação com a de redução, nas quais envolvem transferências de elétrons (ATKINS; JONES, 2012).



3.4.2 Dificuldades do processo de ensino e aprendizagem do conceito de Reações Químicas

Sabe-se que é de extrema importância a compreensão do conteúdo Reações Químicas por parte dos alunos, pois o mesmo representa a base estruturante para o entendimento do comportamento da matéria. Sendo assim, a má compreensão deste conteúdo acarreta em dificuldades no entendimento da Química no geral (MACEDO; PENHA, 2014).

Além da importância mencionada, o conteúdo de Reações Químicas pode ajudar também na compreensão dos assuntos sociais e dos fenômenos do cotidiano, como nas questões ambientais, possibilitando conhecimento, conscientização e reflexão sobre as temáticas, como é enfatizado por Rosa e Schnetzler (1998):

[...] por exemplo, o conjunto de problemas gerados pelo lixo produzido pela sociedade capitalista moderna. O estudo das transformações químicas que ocorrem no lixo pode auxiliar a compreender porque, neste caso, os plásticos se transformaram em um problema ambiental, provocando a necessidade de os químicos começarem a produzir plásticos biodegradáveis. [...] o metabolismo, a ação de medicamentos, o cozimento de alimentos, entre tantos outros exemplos (p. 31).

Santos e Arroio (2013) salientam que o fato dos alunos apresentarem dificuldades na compreensão da Química é devido aos conceitos e explicações dos fenômenos denotarem caráter muito abstrato, necessitando do uso das dimensões macroscópica, submicroscópica e simbólica para o seu entendimento conceitual.

Wu, Krajcik e Soloway (2001) definem cada dimensão como:

- Macroscópica: o que é observável no fenômeno químico;
- Microscópica: remete ao movimento e como estão arrançados as moléculas, átomos ou subpartículas.
- Simbólica: é a forma de representar os fenômenos, através dos símbolos, números, fórmulas, equações e estruturas.

Neste sentido, o conteúdo de Reações Químicas também necessita da relação das três dimensões em que é necessário explicar os fenômenos observáveis (o macro), de acordo com o conceitual (micro), através da representação simbólica. Entretanto, muitas vezes as explicações ficam apenas ao nível macroscópico, resultando, segundo Rosa e Schnetzler (1998), em dificuldades na compreensão deste conteúdo pelos alunos.

Outra dificuldade no entendimento do conteúdo de Reações Químicas está na mudança que o conhecimento científico sofre quando é trabalhado em sala de aula, pois geralmente o conhecimento científico é simplificado, o que algumas vezes acarreta em interpretações errôneas (MENDES, 2011).

O Ensino Tradicional também contribui para mais uma dificuldade, pois nesta concepção a aprendizagem se resume a mera mecanização e memorização dos conceitos. Para Nery, Liegel e Fernandez (2007), aprender um conceito é saber aplicá-lo para explicar diferentes situações e não apenas defini-lo mecanicamente, mas com a concepção de Ensino Tradicional, que ainda é predominante nas escolas e levando para o lado do conteúdo de Reações Químicas ocorre que “o aluno representa uma equação química, cujo significado acaba por se transformar em mero algoritmo” (NERY, LIEGEL E FERNANDEZ, 2007, p. 591), ou seja, os alunos não conseguem interpretar o significado de uma equação química.

De acordo com uma pesquisa realizada por Puggian, Filho e Lopes (2012), o conteúdo de Reações Químicas é trabalhado pelos professores tanto nas salas de aula (aulas teóricas) como nos laboratórios (fazendo uso da experimentação), porém a abordagem metodológica adotada é a Tradicional, na qual é frisado apenas o básico do conteúdo como o conceito, classificações e balanceamento.

Desta maneira, a assimilação das três dimensões pelos alunos e conseqüentemente a relação entre teoria e prática pode ser prejudicada, devido à falta de reflexão durante as aulas experimentais por possuírem caráter Tradicional, podendo resultar na dificuldade de atribuir significado, o que acaba influenciando na motivação dos alunos em estudar o conteúdo ou até mesmo a disciplina.

Assim, espera-se que com a experimentação investigativa a relação entre as três dimensões possa ser facilitada e que os alunos consigam atribuir significados ao conteúdo através das etapas da metodologia em questão.

4. METODOLOGIA

A presente pesquisa apresenta caráter qualitativo, objetivando compreender como o uso do laboratório com um viés investigativo pode contribuir para a melhor compreensão do conceito de Reações Químicas pelos alunos no Ensino Médio.

Esta pesquisa foi realizada com 39 alunos, de uma turma do 1º ano do Ensino Médio de uma Escola de autarquia pública Estadual, situada na cidade de Bezerros – PE.

A escola na qual ocorreu a intervenção apresenta ótima estrutura física, contendo salas grandes e climatizadas que acomodam perfeitamente os alunos, biblioteca, laboratório de Química, Biologia, Matemática, Informática e Administração, rampas para a acessibilidade, refeitório, quadra esportiva, auditório, diretoria, sala de professores, secretaria, coordenação de estágio e pedagógica.

No que diz respeito à parte pedagógica, os professores lecionam as disciplinas para quais foram formados. Os profissionais dos setores da coordenação pedagógica, diretoria, secretaria e da limpeza são muito proativas e competentes, mantendo sempre a escola limpa e organizada, o que reflete nas atitudes dos estudantes, que são bastante ativos, envolvem-se em atividades extraescolares e possuem uma visão de futuro.

A escolha dos alunos que estavam cursando o 1º ano do Ensino Médio justifica-se pelo uso das aulas para a intervenção não interferir muito no calendário escolar, pois nas outras séries (2º e 3º ano) os professores tiveram que ceder aulas para atividades extras de estagiários e para preparação do ENEM e vestibulares, o que atrasou de certa forma o andamento dos conteúdos e atividades planejadas pelo professor para estas séries.

A intervenção aconteceu na seguinte ordem:

Primeiro, foi aplicado um questionário (APÊNDICE A), depois se realizou a atividade experimental da intervenção proposta (sequência didática, APÊNDICE C) e por fim foi aplicado outro questionário (APÊNDICE B).

A atividade proposta na intervenção foi a realização de experimentos investigativos sem roteiro, que teve por objetivo identificar como a experimentação investigativa pode contribuir para a aquisição do conteúdo de Reações Químicas no Ensino Médio.

A experimentação investigativa sem roteiro realizada se encaixa no nível 2 (quadro 1), no qual apresentamos a cada grupo uma questão base e eles propuseram hipóteses, planos de ação, analisaram os dados e resolveram a questão inicial.

As questões problemas propostas foram:

- Por que a maçã escurece quando cortada?
- Por que a lâ de aço enferruja?
- Por que quando colocamos água oxigenada em fermentos notamos a formação de bolhas?
- Por que bebemos bicarbonato de sódio quando sentimos azia?

Um dos instrumentos que usamos para a coleta de dados foi o questionário, que é definido “como a técnica de investigação composta por um número mais ou menos elevado de questões apresentadas por escrito às pessoas, tendo por objetivo o conhecimento de opiniões, crenças, sentimentos, interesses, expectativas, situações vivenciadas etc.” (GIL, 1999, p.128 apud CHAER; DINIZ; RIBEIRO, 2011, p. 260), este instrumento foi utilizado com o intuito de conhecer as concepções dos alunos sobre o tema. Dentre os vários tipos de questionários que existem, foi escolhido para esse trabalho o questionário constituído de questões abertas, pois este permite maior liberdade aos alunos no momento de respondê-lo.

Como foi mencionado, aplicamos dois questionários (APÊNDICE A e B), um antes da intervenção e outro depois da intervenção. A aplicação do questionário constituído por 4 questões abertas antes da intervenção (APÊNDICE A) teve como objetivo verificar se os alunos participantes compartilhavam da ideia de que muitas vezes realizavam os experimentos sem entender o que estava acontecendo (relação teoria e prática) e também identificar o que eles achavam das aulas experimentais. Com o fim da intervenção, foi aplicado outro questionário (APÊNDICE B), contendo 4 questões abertas, para verificar se existe e qual influência do roteiro no processo de ensino e aprendizagem.

Também foram utilizados os seguintes instrumentos: observação e análise documental. O uso da observação caracteriza-se por esta possibilitar a obtenção de informações, fazendo uso dos sentidos para tal (MARCONI; LAKATOS, 2007). Na observação, o comportamento do sujeito é o que vai permitir a coleta dos dados pelo observador, que, segundo Danna e Matos, pode ser:

[...] contatos físicos com objetos e pessoas, vocalizações, expressões faciais, movimentações no espaço, posturas e posições do corpo etc. Os dados referem-se também à situação ambiental, isto é, às características do meio físico e social em que o sujeito se encontra, bem como às mudanças que ocorrem no mesmo (DANNA; MATOS, 2006, p.14).

Outro instrumento utilizado foi a análise documental que possibilita a obtenção de informações em documentos. Sua importância se dá em poder consultar os dados sempre que for preciso, conhecer o contexto ao qual se refere o documento e adquirir informações quando

não é possível entrar em contato com o sujeito (ZUIN BRUNO; ZUIN SOARES, 2010). Os documentos analisados nesta pesquisa foram os pré-relatórios das atividades experimentais, que são realizados a partir dos roteiros que a professora da escola utiliza em suas aulas e as anotações realizadas pelos alunos durante o experimento investigativo.

Para análise da compreensão do conteúdo pelos alunos, utilizou-se as anotações realizadas pelos estudantes durante a realização da atividade experimental investigativa, assim como a resposta final que cada grupo produziu para a respectiva questão problema.

Para o tratamento dos dados coletados a metodologia adotada foi análise de conteúdo. Segundo Bardin (1977, p. 38), a análise de conteúdo é “um conjunto de técnicas de análise das comunicações, que utiliza procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens” e, de acordo com Oliveira et al. (2003), esta metodologia tem por objetivo final viabilizar fatores que poderão contribuir com os objetivos da pesquisa e que juntos possibilitarão a interpretação dos resultados interligando com o próprio instrumento de coleta de dados e com os objetivos pretendidos na pesquisa.

Assim, a escolha desta se deu por acreditar que através das etapas da análise de conteúdo conseguiremos atribuir significado as respostas dadas pelos alunos, buscando sempre que no final seja diagnosticada a real contribuição do Ensino Experimental por Investigação para o processo de ensino e aprendizagem.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados descritos a seguir foram obtidos através da análise dos pré-relatórios dos experimentos realizados pela professora da disciplina anteriormente a intervenção, dos questionários aplicados antes e depois da intervenção, da gravação do áudio realizada durante os experimentos investigativos e das anotações feitas pelos alunos no decorrer do experimento. A partir deles serão atribuídos significados as respostas dos alunos em relação a real contribuição do Ensino Experimental por Investigação para a aprendizagem dos mesmos.

5.1 Análise dos pré-relatórios dos experimentos realizados pela professora da disciplina antes da intervenção

Nesta etapa da pesquisa foi analisado o caderno de um dos alunos da turma, pois não foi possível acompanhar nenhuma aula experimental realizada pela professora responsável pela disciplina. Assim, esta análise possibilitou conhecer mais um pouco como eram as aulas, os roteiros e conseqüentemente os experimentos, pois os pré-relatórios são praticamente uma cópia dos roteiros.

Os alunos possuíam um caderno exclusivo para as aulas experimentais, nos quais eles realizavam uma espécie de pré-relatório a partir do roteiro recebido por e-mail em que descreviam o número do experimento, título da prática, introdução, o objetivo da prática experimental, materiais e vidrarias utilizados, procedimentos experimentais e, por fim, algumas questões que só seriam respondidas depois da realização do experimento. Todas essas etapas eram descritas no roteiro, os alunos apenas copiavam no caderno. Acredito que a intenção da realização do pré-relatório era de fazer com que os alunos lessem o roteiro e chegassem ao laboratório com certo conhecimento sobre a prática. Os experimentos programados eram:

- 1º - Determinação da densidade de um sólido;
- 2º - Determinação do ferro na esponja de aço;
- 3º - Determinação de poluentes em amostras de água;
- 4º - Determinação do teor de álcool na gasolina;
- 5º - Reação de metais com ácido e decomposição;

- 6° - Identificação de cátions por meio do teste de chama;
- 7° - Atividade de Regência;
- 8° - Separando componentes de tintas de canetas por meio da cromatografia;
- 9° - Propriedades de detergentes e de sabões;
- 10° - Utilização do extrato de repolho roxo como indicador ácido-base de pH.

A introdução de cada pré-relatório abordava os conceitos e definições que seriam trabalhados no respectivo experimento, como por exemplo: “Cromatografia é uma técnica quantitativa, tem por finalidade geral duas utilizações, a de identificação de substâncias e de separação, purificação de misturas.” (Experimento 8) e trazia também uma relação com o cotidiano, como por exemplo: “Soluções ácidas e básicas estão presentes no cotidiano de todos nós. As bases podem ser exemplificadas por frutas verdes que possuem sabor adstringente como a banana e o caqui verde” (Experimento 10).

Outro trecho que mostra aos alunos como o conteúdo está inserido no seu contexto é o seguinte:

“No Brasil, além dos carros movidos a álcool, é comum a adição de álcool a gasolina, conteúdo percentual dessa adição tem sido alterado diversas vezes pelo CNP (Conselho Nacional de Petróleo) em função dos argumentos que vão desde econômicos (redução do nível de poluição) variando de valores tão baixos quanto 18% até 0,5% [...] lembrando-se que o limite recomendado para que o motor a gasolina + álcool sem nenhuma modificação no motor é o percentual de 25% de álcool. Teor esse que acarretará redução da potência, redução do torque, aumento ao consumo de combustível, aumento da erosão sobre as partes metálicas e de deterioração das partes metálicas e [...] das borrachas” (Experimento 4).

Outro exemplo, diz respeito às aplicações desses conceitos, que podemos notar pelos seguintes trechos: “O cloro é um dos agentes sanitizantes [sic] mais utilizados nas operações de tratamento e potabilização [sic] de água. A adição de derivados clorados tem contribuído para o controle de muitas doenças de origem hídrica” (Experimento 3).

Os trechos acima citados foram retirados de roteiros de experimentos diferentes e demonstram para os alunos como esses conceitos estão presentes em nossas vidas, suas aplicações e importância, o que pode fazer com que eles entendam o porquê de conhecer e estudar os mesmos, é o que Leite et al. (2011), chama de desenvolver a significação do que é estudado.

Sobre os objetivos, observou-se que em alguns experimentos houve o intuito de desenvolver mais a parte conceitual, como no caso do experimento 1 “Reconhecer as principais unidades de medidas da matéria. Executar cálculos envolvendo massa, volume e densidade” no qual os alunos também fizeram uso de operações matemáticas simples.

Além da parte conceitual, a questão do cotidiano também foi um aspecto relevante que ficou evidenciado no objetivo da prática experimental 2: “Com este experimento propõe-se discutir a constituição da matéria e a formação de substâncias a partir de reação de oxidação, introduzindo aspectos relativos ao cotidiano”.

Quanto aos materiais e vidrarias utilizadas, apesar de alguns experimentos como “Determinação de poluentes em amostras de água” fazerem uso de algumas substâncias químicas que não são comumente usadas no cotidiano dos alunos, como por exemplo, tiocianato de amônia, acetato de chumbo, iodeto de potássio e nitrato de prata, há outros experimentos que fazem uso de materiais caseiros e que, caso a escola não tivesse Laboratório de Química e nem vidrarias, daria perfeitamente para substituir por objetos caseiros e realizar o experimento em sala de aula.

A forma como eram constituídos os pré-relatórios, e conseqüentemente os roteiros, é um indício de que as aulas experimentais aconteciam de acordo com a concepção tradicionalista, pois uma das características das aulas experimentais tradicionais, segundo Alves Filho (2000), é que são guiadas por roteiros que são disponibilizados aos alunos, restringindo a liberdade de ação dos estudantes pela inflexibilidade dos mesmos.

No caderno haviam descritos 10 pré-relatórios, ou seja, a professora havia programado a realização de 10 experimentos para todo ano letivo, porém, desses 10, apenas 3 experimentos foram realizados. O fato de a professora ter entrado de licença maternidade pode ter contribuído para que isso acontecesse.

Um aspecto observado foi o fato dos alunos terem realizado todos os pré-relatórios no início do ano. E como se acredita que a intenção dos pré-relatórios seriam de fazer com que os alunos estivessem familiarizados com a prática experimental a ser realizada, imagina-se que cada pré-relatório deveria ser realizado próximo da realização do experimento correspondente, e não distante como foi observado.

Um dos aspectos positivo desses experimentos é a relação com o meio em que os estudantes estão inseridos, por exemplo, no experimento “Determinação do teor de álcool na gasolina” os alunos teriam que trazer amostras de gasolina dos postos da cidade; No experimento “Determinação de poluentes em amostras de água”, eles poderiam levar a água coletada da torneira de suas casas, do rio ou da própria escola.

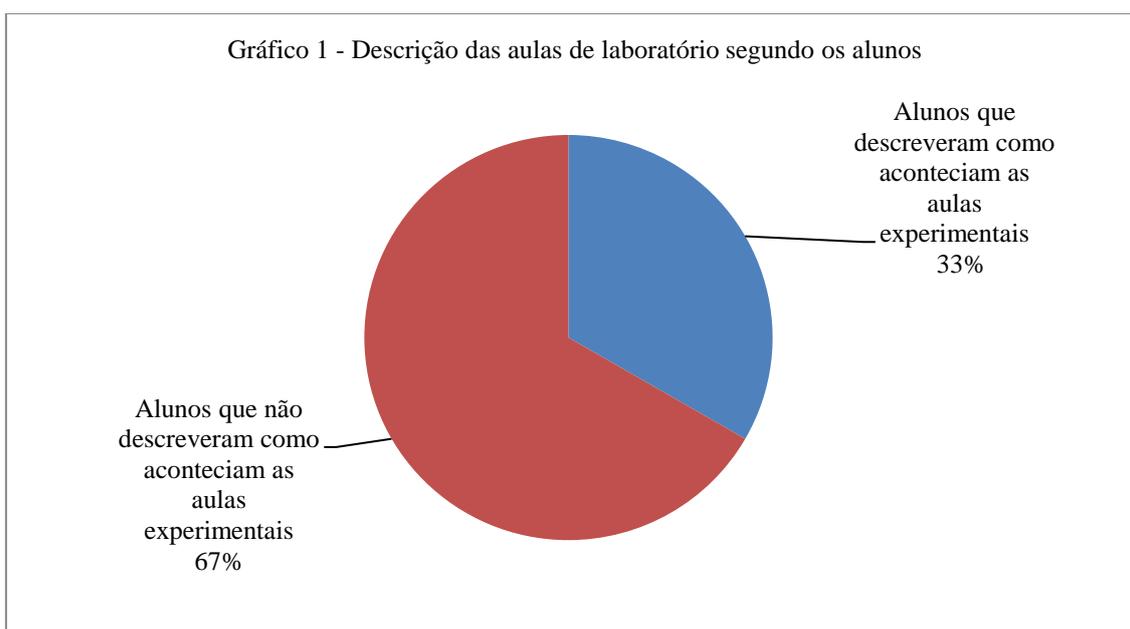
Na atividade experimental “Utilização do extrato de repolho roxo como indicador ácido-base de pH” os alunos poderiam classificar como ácida, básica ou neutra substâncias ou misturas do seu cotidiano como vinagre, bicarbonato de sódio, água sanitária, água com sal, suco de limão, água com detergente, refrigerante incolor e etc.

Além da significação que Leite et al. (2011) ressaltam, este tipo de experimentação que aproxima o que é estudado em sala de aula com o cotidiano do aluno, resulta no despertar o interesse dos alunos para a Química, o que pode contribuir para uma aprendizagem com sentido.

5.2 Análise do questionário antes da intervenção

Antes da realização do experimento foi aplicado um questionário (APÊNDICE A) com o objetivo de compreender a visão dos alunos sobre a experimentação e de identificar se os mesmos compartilham da ideia de que muitas vezes não se vê relação entre a teoria e o fenômeno observado durante o experimento. Participaram desta atividade 39, do total de 41 alunos da turma.

Na primeira questão foi solicitado aos alunos que descrevessem como eram as aulas experimentais, o intuito desta questão foi conhecer mais sobre a sistematização das aulas experimentais que aconteciam na escola. No gráfico 1, verifica-se que apenas 33% dos alunos responderam como ocorriam as aulas experimentais.



Fonte: Do próprio autor.

As respostas a seguir, representam o grupo de alunos que descreveram como ocorriam as aulas experimentais:

“Com grupos de 5 pessoas para cada bancada, com todos os materiais necessários para fazer o experimento. Havendo também, o acompanhamento da professora, nos auxiliando e tirando as dúvidas no decorrer do experimento.” (A1)

“Com a supervisão da professora, realizamos o experimento proposto, relatamos o decorrer do experimento e respondíamos algumas questões sobre o assunto.” (A2)

“São muito interessantes, seguimos os roteiros e de acordo com eles fazemos os experimentos e anotamos, é legal ver a teoria na prática.” (A3)

“Elas são feitas de acordo com o conteúdo que está se aprendendo em sala de aula, alguns outros não.” (A4)

De acordo com essas respostas (principalmente as dos alunos A1 e A2) e com a análise dos pré-relatórios, percebe-se aspectos que vão de encontro com o Laboratório Tradicional, pois os alunos recebiam o roteiro, realizavam o pré-relatório, em grupos realizavam as práticas experimentais seguindo o roteiro que lhes foi disponibilizado, havia a supervisão da professora, os alunos anotavam tudo o que observavam durante o experimento e por fim respondiam as questões propostas no final do roteiro.

Apesar de não existir a preocupação com a entrega de relatório, pois a professora não exigia a entrega do mesmo devido à quantidade de atividades que os alunos desempenhavam na escola, os demais aspectos da estruturação das aulas experimentais estão de acordo com o que caracteriza um Laboratório Tradicional, segundo Alves Filho (2000).

Na resposta do aluno A3 aparece *“seguimos os roteiros e de acordo com eles”*. Pode-se suspeitar que o aluno concebesse o roteiro como um guia, é o que Guimarães (2009) chama de *“receita de bolo”* no qual o aluno deve seguir fielmente todas as etapas para chegar aos resultados esperados pela professora, mesmo que não entenda o porquê de realizar cada etapa do experimento descrita no roteiro, tornando o aluno um agente passivo no processo de aprendizagem.

Outra parte da resposta do aluno A3 que merece destaque é a seguinte *“legal ver a teoria na prática”*, que foi interpretada como se o aluno concebesse a experimentação voltada

para a comprovação de teoria. Na resposta seguinte também se identifica a ideia de experimentação como comprovação de teoria:

“Quando executamos a teoria podemos observar como é a validade do assunto, são aulas muito interessantes.” (A10)

E esta concepção de experimentação como comprovação de teoria vem da ordem, primeiro se estuda a teoria e depois se realiza um experimento com a finalidade de que o experimento comprove o que foi estudado na teoria, como afirma Reginaldo et al. (2012).

No entanto, um experimento pode ser utilizado para introduzir um conteúdo ou depois da explanação teórica do mesmo, o que vai definir a ordem é a abordagem adotada pelo professor. A fala do aluno A4 relata que, em alguns dos experimentos realizados, os alunos não teriam tido a aula teórica correspondente aos conceitos envolvidos no experimento. A ausência da aula teórica antes do experimento pode prejudicar o aprendizado, pois como foi discutido, as aulas são tradicionais para verificação de teorias e por isso necessitam da parte teórica, porque sem os conceitos teóricos os alunos estariam tentando comprovar algo, que não conheciam, dificultando a compreensão dos fenômenos observados no experimento e assim, prejudicando a compreensão dos conceitos químicos dentro desta abordagem.

A outra parte da amostragem de 67% respondeu a questão sem descrever como ocorriam as aulas, como por exemplo:

“São boas” (A14)

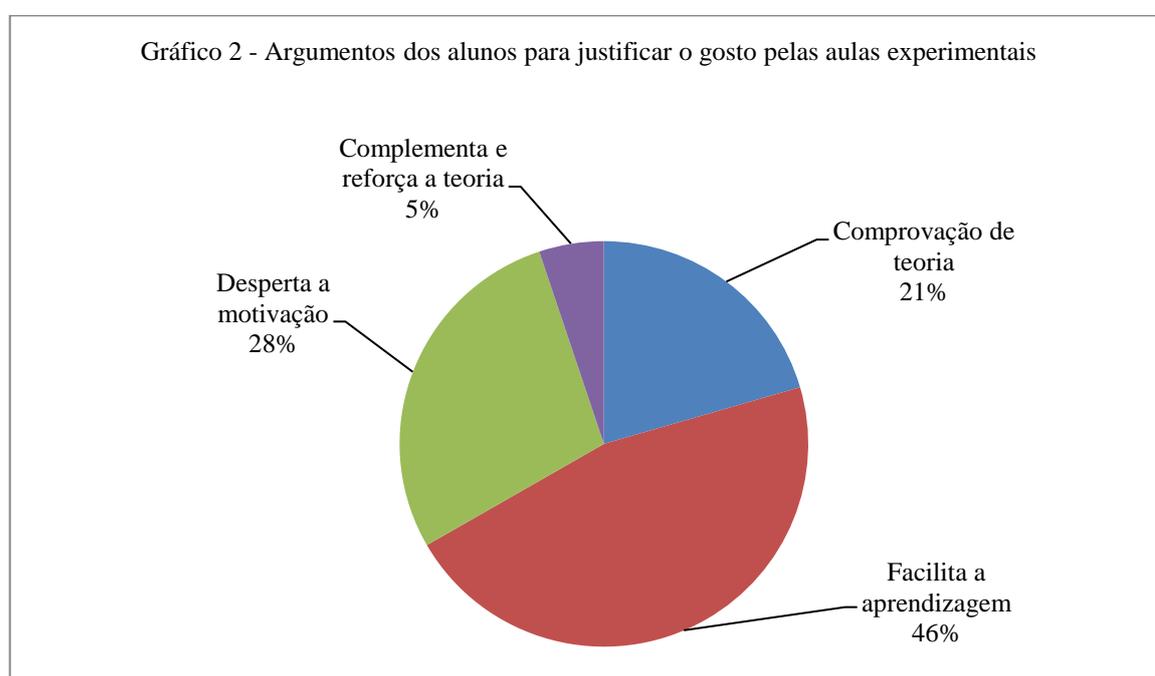
“São aulas bastante interessantes” (A26)

Na segunda questão foi perguntado aos alunos se eles gostavam das aulas experimentais e nas respostas, como se esperava, eles expuseram o que achavam das mesmas. Todos os alunos que responderam o questionário afirmaram gostar muito das aulas experimentais, a seguir algumas respostas dos alunos:

“Sim, porque fica mais fácil entender o assunto, com a prática.” (A5)

“Sim. Porque quando tem as aulas experimentais fica mais fácil entender o conteúdo, e ajuda saber como o assunto estudado teoricamente, é na prática.” (A1)

Nessas respostas fica evidente a importância da experimentação como ferramenta didática para o ensino e principalmente para a aprendizagem dos conteúdos químicos, apesar dos alunos verem a experimentação como comprovação da teoria. Facilitar este processo é a principal função pedagógica da experimentação e apesar da grande maioria dessas aulas possuírem caráter tradicional, elas cumprem em parte sua função que, neste caso, é de facilitar a compreensão da teoria, pois, como afirmam Silva (2010) apud Cunha e Santos (2015) o principal desafio das práticas pedagógicas é a dificuldade dos alunos em compreender certos conceitos. Os alunos justificaram a afirmação de gostar das aulas experimentais apresentando alguns argumentos que estão organizados no gráfico 2.



Fonte: O próprio autor.

Outra função pedagógica da experimentação é de tornar as aulas mais dinâmicas, atrativas e despertar o interesse do aluno para a Química, sendo este um dos motivos alegado por alguns alunos para explicar o gosto pelas aulas experimentais, como se pode observar, nas respostas a seguir:

“Sim, a dinâmica atrai a nossa atenção, alunos. Fazendo com que a maioria se interesse pela matéria” (A6)

“Muito, porque além de aprendermos na prática, é uma aula diferenciada e estimulante para nós alunos” (A7)

“Sim, as aulas em laboratório trazem mais atenção e dedicação por ser uma atividade dinâmica.” (A8)

Mesmo que as aulas experimentais em análise possuíssem aspectos estruturais que se caracterizam na concepção de Laboratório Tradicional, os experimentos despertavam o interesse e prendiam a atenção dos alunos, pois existia a relação entre o próprio experimento com o cotidiano dos alunos, como discutido na análise dos pré-relatórios, o que acarretava em uma relação dos conceitos com o meio em que vivem os alunos, como se pode notar na seguinte resposta:

“Sim, são aulas dinâmicas e podemos associar o conteúdo” (A10)

Com isso, pode-se dizer que a contextualização é um aspecto importante que não deve ser pensado apenas para as aulas expositivas, mas a ser pensado também no momento em que o professor for elaborar a aula experimental, pois, segundo Schwahn e Oaigen (2009), a falta de interesse que muitas vezes se verifica tanto nos alunos como nos próprios professores está na falta de contextualização.

Pelo gráfico 2, observa-se que 5% da amostragem afirmam gostar das aulas experimentais por estas servir como complemento e reforço para a teoria:

“Sim, porque complementa os assuntos das aulas” (A37)

“Sim, porque aprofunda mais o nosso conhecimento, sobre o assunto dado em sala de aula” (A23)

O fato de a experimentação possibilitar o reforço e fortalecimento do conteúdo visto em sala de aula, como citado pelos alunos, é ressaltado por Costa et al. (2014) como sendo uma das práticas cognitivas desenvolvida pelo uso da experimentação. Em 21% da amostragem, identificou-se novamente a experimentação como comprovação de teoria.

Na terceira pergunta, questionamos se os alunos achavam que os roteiros ajudavam na compreensão dos conceitos envolvidos na prática. 18% dos alunos responderam que os roteiros auxiliam na compreensão dos conceitos, porém analisando as suas justificativas, observa-se que na verdade o roteiro ajuda na compreensão das etapas do experimento e não na compreensão dos conceitos como foi questionado, pode-se ver isso nas seguintes respostas:

“Sim. Pois lá tem todas as informações e também uma explicação para você entender o experimento” (A15)

“Sim, porque o roteiro sempre nos ajuda quando temos alguma dúvida relacionada ao experimento” (A1)

Nas respostas dos alunos podemos identificar que o objetivo do roteiro nas aulas experimentais é facilitar o entendimento das etapas dos experimentos, uma característica do Laboratório Tradicional na perspectiva de comprovação de teoria. Nesse sentido, Oliveira (2010) cita algumas vantagens apresentadas pelos professores sobre o uso da experimentação tradicional para comprovação de teoria e algumas delas relacionamos com o uso dos roteiros. Como por exemplo, aprender a seguir direções (em que essas direções podem ser os comandos dos roteiros), o tempo para preparar e principalmente executar os procedimentos é menor, pois estará tudo explicado no roteiro é só segui-lo, e é mais fácil de supervisionar e avaliar os resultados dos alunos, porque o professor conhece o experimento e o resultado final que os alunos devem obter, uma vez que os alunos não fugirão do previsto porque estarão seguindo o roteiro.

Em 40% das respostas, foi identificada a ideia do roteiro como “receita de bolo”, como denomina Guimarães (2009). Além disso, observou-se também que a ideia de receita a ser seguida está atrelada à certo conforto no uso do roteiro nas respostas dos alunos:

“Sim, pois nos guia.” (A10)

“Sim, pois você sabe o que vai fazer é só botar em prática.” (A21)

O que significa que para alguns alunos o roteiro representa sua zona de conforto nas aulas experimentais, pois sabem o que vão fazer como foi enfatizado na fala do A21. Essa zona de conforto pode estar associada a posição de agente passivo que o roteiro coloca o aluno, o que muitas vezes pode fazer com que os alunos não se achem capazes de propor mudanças no roteiro de sua prática experimental ou de propor o próprio experimento, como foi identificado em 13% das respostas e podemos notar nas seguintes falas:

“Sim, pois se não tivesse os roteiros seriam muito complicado.” (A17)

“Acho, pois sem os roteiros não saberíamos fazer os experimentos.” (A8)

“Sim, pois sem eles não seria possível a realização dos experimentos” (A12)

Alguns alunos acreditam que o roteiro contribui para compreender os conceitos envolvidos, pois estes ajudam a entender o experimento, que os ajuda a entender o conteúdo visto teoricamente em sala de aula. Como pode ser identificado na seguinte resposta:

“Ajudam muito, os roteiros nos direcionam para compreender o que o experimento quer nos ensinar e para que saibamos o que fazer durante a aula.” (A7)

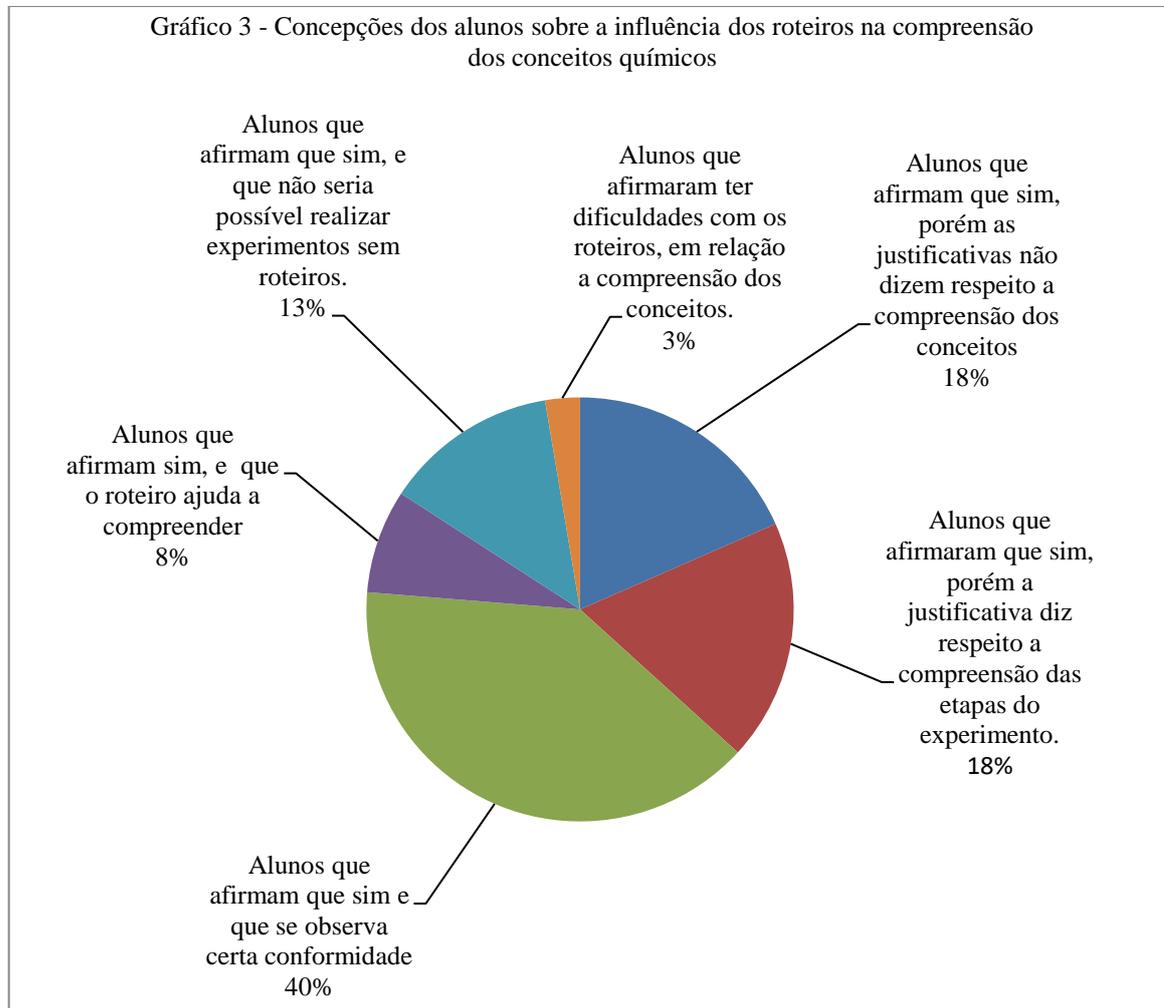
No entanto, o que acontece é que apesar dos roteiros explicarem como irá ocorrer a prática experimental, muitas vezes não há uma discussão sobre essas etapas antes ou até mesmo depois da realização do experimento. Apesar dos alunos saberem o que é pra fazer, não entendem o porquê e acabam por fazer o experimento mecanicamente, sem refletir, sobre, por exemplo, por que não se pode fazer tal procedimento experimental? Quais os resultados seriam obtidos se tomássemos outro caminho procedimental? Por que usar este reagente? E ainda, neste momento, poderia até mesmo trabalhar o impacto do descarte de resíduos indevidos no meio ambiente, alertando para suas consequências e para o uso de reagentes alternativos.

Da amostragem total que responderam este questionário, apenas 3% afirmou que às vezes o roteiro não ajuda muito na compreensão dos conceitos envolvidos na prática:

“As vezes sim outras vezes complicam um pouco.” (A18)

Acredita-se que o motivo para isso está no fato de que o roteiro é constituído por etapas e uma delas é a introdução, na qual muitas vezes é constituída por uma breve explanação conceitual dos conteúdos que serão abordados no experimento. Assim, os alunos vão para a aula prontamente sabendo quais conceitos trabalhados em sala de aula eles terão que associar com os fenômenos observados no experimento. Como foi mencionado, um dos experimentos aconteceu sem a aula teórica e acredita-se que o aluno (A18) referiu-se a este quando disse que *“outras vezes complicam um pouco”*, pois para os experimentos que visam comprovar teorias, faz-se necessário conhecer a lei em questão que se tenta comprovar e apenas a breve explanação do roteiro não é suficiente.

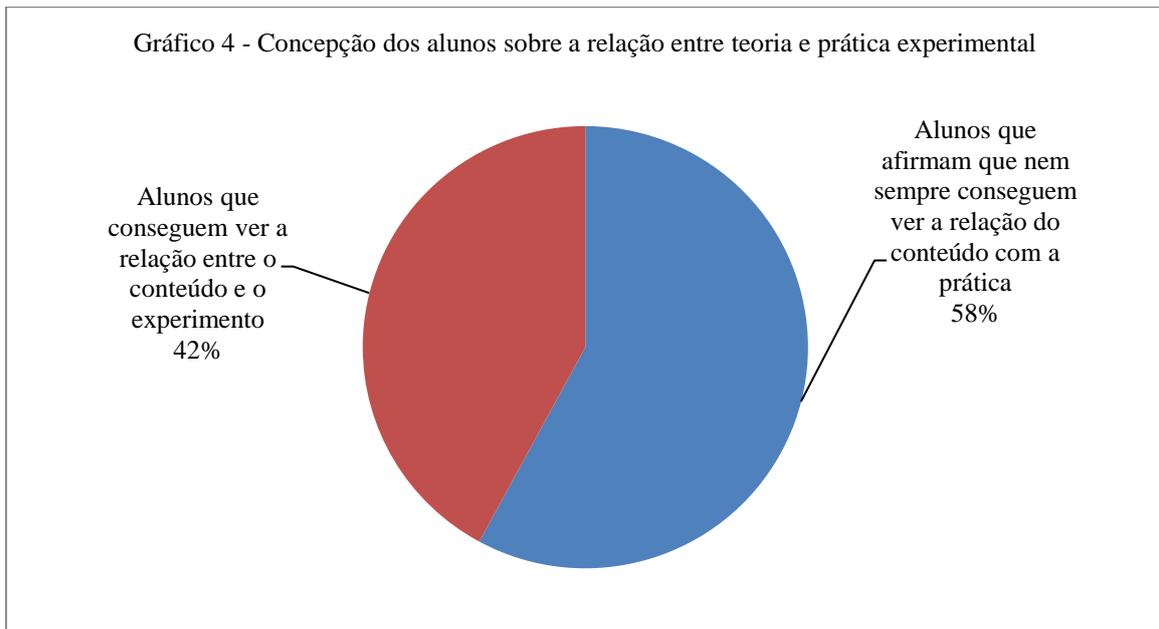
No gráfico 3, consta as categorias que foram expostas e discutidas com as respectivas porcentagens obtidas de acordo com as respostas dos alunos sobre a influência dos roteiros na compreensão dos conceitos químicos.



Fonte: O próprio autor.

Na quarta questão procuramos saber se os alunos compartilhavam ou não da ideia de que, há dificuldades em associar a teoria com a prática, para isso, perguntamos se eles conseguiam ver relação entre o que está sendo realizado no experimento e o que foi estudado na sala de aula e para que eles exemplificassem.

O gráfico 4 apresenta as concepções dos alunos sobre a relação entre teoria e prática experimental e as respectivas porcentagens. De acordo com os mesmos, mais da metade da amostragem dos alunos afirmam que nem sempre conseguem associar o conteúdo visto em sala de aula com o experimento fazendo uso do roteiro, como se pode observar no gráfico a seguir:



Fonte: O próprio autor.

A grande maioria dos alunos que fazem parte do grupo que afirmam conseguir associar teoria com a prática exemplificou o fato com o experimento de densidade, como se pode observar na resposta a seguir:

“Sim. Sempre que é passado um experimento, antes a professora explica o assunto para que fique claro quando formos fazer o experimento. Um exemplo foi quando estudamos a massa dos objetos, e fomos para o laboratório e realizamos como aprendemos em sala de aula.”

(A1)

Outros alunos não exemplificaram, porém afirmam conseguir associar a teoria com a prática:

“Sim porque vem a teoria depois a prática assim fica mais interessante as aulas de química.”

(A24)

Nas respostas dos alunos (A1) e (A24) fica nítido que os experimentos tinham função de comprovar teorias ou leis estudadas, principalmente na fala do aluno (A24) “vem a teoria depois a prática”, que também aparece na fala do A1 “antes a professora explica o assunto” essa ordem surge da função de verificação de teorias que às vezes a experimentação assume, como afirma Reginaldo et al. (2012).

O experimento mais citado pelos alunos como exemplo no qual conseguiram associar a teoria na prática foi o de densidade. Quando analisado o pré-relatório do experimento de densidade, observa-se, mais uma vez, a questão da verificação de leis. Na introdução do roteiro do experimento continha o conceito e a fórmula da densidade, no qual os alunos teriam que determinar o volume e a densidade de alguns objetos, como moedas e um pedaço de madeira, sendo que antes da prática teriam visto o conteúdo em sala de aula. Logo, eles só poderiam associar ao conceito de densidade, pois era o que eles iriam identificar na prática, como se observa na resposta do seguinte aluno:

“Sim, porque cada experimento é relacionado ao que estudamos. Ex: O assunto estudado sobre densidade, na aula de laboratório, a gente tirou as medidas das coisas e fez o cálculo com o assunto de densidade” (A23)

No entanto, 58% dos alunos apesar de confirmar que conseguem ver a teoria durante a prática, não generalizam:

“Nem todas às vezes, pois alguns experimentos não estavam relacionados com o assunto estudado, como o experimento sobre a cor das chamas produzidas pela queima de diferentes substâncias. Porém, alguns experimentos ajudaram na compreensão do assunto, como o experimento de densidade” (A2)

“Na maioria das vezes. Em apenas um experimento não consegui relacionar o experimento e a aula teórica.” (A12)

Para os alunos que afirmaram em alguns experimentos não conseguir associar a teoria com a prática, representados aqui pelas falas dos alunos (A2) e (A12), a causa para a não associação está no fato de não terem visto a teoria em sala de aula. Como os alunos estavam acostumados com a abordagem de verificação de leis ou teorias, a falta da aula teórica antes pode ter dificultado a compreensão dos conceitos envolvidos.

Acredita-se que todas as abordagens são válidas e que cabe ao professor analisar cada uma delas e de acordo com o conteúdo que se pretende trabalhar ver qual abordagem melhor se encaixa e favorece o entendimento dos conceitos, por exemplo, o experimento de teste de chama, segundo Silva (2016), se encaixa muito bem nas abordagens de demonstração e verificação de teorias:

Para Demonstração, assim como Verificação, o Experimento do Teste de Chama, para identificação de íons metálicos, se torna um Experimento de grande importância no Ensino de Química para as duas formas de abordagem da Experimentação. A diferença entre uma forma ou outra para o mesmo Experimento, é que na abordagem Demonstrativa, o experimento pode ser conduzido anterior à aula expositiva ou posterior, e já para uma atividade de Verificação, sempre após a aula expositiva sobre o assunto, que no caso é Modelo Atômico de Bohr. (p.34)

No entanto, a professora neste experimento não seguiu nem a abordagem da verificação de teorias, pois os alunos não tiveram a aula teórica antes, e nem a abordagem demonstrativa, pois nesta abordagem o experimento é realizado apenas pelo professor (ALVES FILHO, 2000). Logo, acredita-se que este fato foi o que contribuiu para que a maioria dos alunos apresentassem dificuldades em associar a teoria com a prática.

5.3 Análise da Intervenção

A intervenção proposta neste trabalho envolveu as seguintes etapas:

- Proposição de problemas;
- Levantamento de hipóteses pelos alunos;
- Breve discussão sobre as hipóteses;
- Elaboração de um plano de ação pelos alunos;
- Execução do experimento planejado;
- Discussão dos dados coletados e dos fenômenos observados;
- Resolução do problema inicial;

Que segundo Silva, Machado e Tunes (2010), são etapas importantes a serem consideradas em uma experimentação investigativa.

Dentro da experimentação investigativa, segundo Sá et al. (2011), existem três tipos de abordagens, que dizem respeito ao nível de abertura da atividade experimental investigativa. De acordo com o quadro 1 (PELLA, 1961, apud, GEPEQ, 2009) a intervenção em análise se classifica como nível 2, pois todas as etapas citadas acima foram propostas e realizadas pelos alunos, excluindo-se apenas a proposição das questões problemas.

Neste trabalho decidiu-se pelo nível 2 por ser um nível intermediário, no qual é possível que o aluno tenha autonomia para planejar quais procedimentos seriam realizados

para obter dados que pudessem ajudar na resolução da questão inicial, o que não seria possível no nível 1, pois neste o professor propõe os procedimentos. E para se classificar no nível 3, os alunos teriam que propor as questões problemas e, para isso, acredita-se que os estudantes precisariam ter maior maturidade sobre a experimentação investigativa, com a qual não estavam habituados.

No momento de propor as questões problemas se considerou alguns pontos como a relação com o cotidiano dos alunos, que, segundo Santos e Schnetzler (1996), em sua pesquisa constataram que a falta de contextualização é um dos problemas enfrentados no Ensino de Química. Outro ponto considerado foi o conteúdo escolhido a se trabalhar na atividade experimental que foi Reações Químicas, a escolha deste justifica-se por ser um conteúdo que, quando mal compreendido, interfere no entendimento de outros conteúdos, como salientam Macedo e Penha (2014).

A turma foi dividida em 8 grupos, assim, uma questão problema iria ser trabalhada por dois grupos, pois desta forma, poderíamos fazer uma comparação entre os grupos que ficassem com a mesma questão, porém no dia da intervenção alguns alunos faltaram e apenas 7 grupos puderam ser formados.

Logo que chegaram ao laboratório e se acomodaram foi explicado que aquela aula experimental envolveria algumas etapas diferentes das que eles estavam acostumados, porém os alunos só souberam quais seriam essas etapas no decorrer da atividade.

Em seguida, aconteceu o sorteio das questões problemas e foram entregues cadernetas, onde cada grupo anotou sua questão problema, suas hipóteses, o plano de ação proposto e a resposta final da questão inicial.

Conhecendo a questão problema foi solicitado aos grupos que propusessem hipóteses que explicassem a questão correspondente.

Neste momento, observou-se uma preocupação por parte dos alunos em ter que acertar as hipóteses:

Aluna do grupo 1 - *“É o que a gente acha?”*

Aluna do grupo 2 - *“Professora, e se a gente não souber?”*

Foi esclarecido que naquele momento, não importava o acerto ou o erro, o importante é que discutissem e que formulassem as suas hipóteses, pois, como destaca Silva, Machado e

Tunes (2010), a partir das hipóteses é possível identificar as ideias prévias dos alunos, explorando-as e reformulando-as quando necessário.

À medida que cada grupo concluísse, iriam apresentando as hipóteses que foram discutidas com o próprio grupo e descritas na caderneta:

Grupo 1: Por que a maçã escurece quando cortada?

Hipótese: *“Na maçã, há alguma substância que, quando cortada, e em contato com o meio externo, há uma reação provocando o efeito do escurecimento. E, quando em seu estado normal, não cortada, sua casca a protege de tal reação.”*

Observa-se que os alunos detinham certo conhecimento sobre o fenômeno, pois Reações Químicas foi conteúdo do bimestre anterior, não sendo realizada atividade prática experimental sobre o mesmo. Logo, os alunos conseguiram identificar que ocorreria uma reação por causa do escurecimento, ou seja, caracterizaram a mudança de cor como indício de que uma reação teria acontecido, porém não identificaram qual seria a reação e apesar de não citarem o oxigênio, os alunos imaginaram que a reação aconteceria com o meio externo.

Entretanto, observou-se que o grupo utilizou-se do conhecimento do cotidiano, pois sabem que quando a maçã não está cortada, ela não escurece. Daí, chegaram à conclusão de que existe uma substância na mesma, não identificada pelo grupo, que reage com o meio externo quando a maçã é cortada.

Grupo 2: Por que bebemos bicarbonato de sódio quando sentimos azia?

Este grupo apresentou dificuldade para desenvolver uma possível hipótese para a questão-problema. Assim, tentou-se ajudar o grupo com a seguinte pergunta:

“Quando estamos com azia o que a gente toma?”

Aluna do grupo responde: *“Aqueles comprimidos de ácidos”*

A dificuldade do grupo estava em não compreender o fenômeno da azia, então, procurou-se associar com a gastrite, porém o grupo também não compreendia o que causava a

gastrite. Logo, foi explicada a causa dos dois fenômenos e, então, quando foi perguntado ao grupo qual seria a função do bicarbonato de sódio, uma aluna respondeu:

“Diminuir o ácido no estomago”

Foi solicitado que o grupo descrevesse sua hipótese na caderneta:

Hipótese: *“Porque é uma coisa ácida”*

Assim, verifica-se pela hipótese, que esse grupo não conseguiu associar que neste processo envolveria uma reação química. Porém, acreditava-se que, com a experimentação, o grupo pudesse envolver o conteúdo.

Grupo 3: Por que a lâ de aço enferruja?

Hipótese: *“Na nossa opinião, quando a lâ de aço entra em contato com a água, e ao ser retirado, ocorre uma reação química que o faz enferrujar com o tempo.”*

Mais uma vez os alunos conseguiram associar que acontecia uma reação química e usaram também o conhecimento do cotidiano, pois sabiam que se umedecesse a lâ de aço em água e depois a deixasse em um ambiente seco, iria enferrujar. Julga-se que o grupo associou com o uso doméstico da lâ de aço.

A partir disso, alguns questionamentos foram feitos ao grupo, como por exemplo: Como a gente poderia fazer pra evitar que isso acontecesse? Vários integrantes do grupo responderam ao mesmo tempo:

“Deixar ele (a lâ de aço) dentro de um pote d’água.”

Então, perguntou-se se havia outra forma de fazer isso? E os alunos responderam:

“Deixar ele em lugar úmido”

Outra integrante do grupo respondeu:

“Não deixar ele em contato com o sol”

A seguir, perguntou-se quais as substâncias que estariam envolvidas e uma das alunas respondeu:

“O componente da água?”

Sendo assim, enferrujar seria o que? Perguntou-se e um dos alunos respondeu:

“Estragar a matéria”

Em seguida foi perguntado: o que é oxidação? E se a gente colocasse a lâ de aço sem nada assim exposta, vocês acham que ela iria enferrujar? Um aluno respondeu que:

“Eu acho que não, porque não iria ter contato com a água.”

Questionou-se o seguinte, então vocês estão dizendo que só enferruja se estiver em contato com a água? Uma aluna respondeu:

“Não, mas o ferro também enferruja! Deve ser o elemento do ferro. É o elemento do ferro? Ou o elemento do aço? Num tem quando o prego está velho, enferruja também.”

Assim, os alunos puderam notar que a água não é o único componente que faz com que a lâ de aço enferruje. E chegaram a essa conclusão, com a associação do próprio cotidiano, com as suas experiências e conhecimentos como se pode observar em *“quando o prego está velho, enferruja também.”*

Após essa breve discussão, o grupo continuou discutindo entre si, quando foi retornado ao grupo teve-se outra discussão. Uma aluna explicou da seguinte forma o que o grupo havia discutido:

“Porque assim, agora a gente parou pra pensar no seguinte, a senhora falou em oxige... oxigenação, a gente lembra de que? De oxigênio, não é? Aí, a gente pensa no seguinte que quando entra em contato com os dois elementos e a água possui também o oxigênio... depois ela... ela vai enferrujar porque entra em contato tanto com o ar, quanto com a água. E pra

não acontecer é deixar ele no ambiente fechado, igual na sacolinha do Bombril®. Que nem ali, eles não tão entrando em contato com oxigênio e a água.”

Outra integrante do grupo disse o seguinte:

“Porque a gente pensou tipo o prego, quando ele tá novo, ele tá dentro de uma caixa, ele nunca enferruja. Aí, depois que a gente tira e começa a usar, com o tempo ele vai enferrujando... A mesma coisa é o Bombril®.”

Então, foi perguntado ao grupo: em casa o que é que a gente faz para o portão não enferrujar? E uma aluna respondeu:

“Pinta!”

Outra aluna:

“Ahhh... vai ser a proteção do ar. Verdade.”

Assim, após essa discussão os alunos reformularam a sua hipótese:

“Novamente ao analisarmos o primeiro questionamento, observamos que o oxigênio é o principal elemento que faz a matéria enferrujar.”

Grupo 4: Por que a maçã escurece quando cortada?

Hipótese: *“Ao ser cortada as substâncias presentes no interior da maçã reagem com o oxigênio presente no ar atmosférico. O oxigênio irá reagir com a glicose na maçã formando um óxido que escurece a maçã.”*

Este grupo conseguiu identificar que ocorreria uma reação química e inseriu o oxigênio em sua hipótese, porém se equivocaram sobre a formação do óxido, pois o motivo do escurecimento da maçã é a oxidação enzimática que produz a melanina, responsável pelo pigmento escuro da maçã.

O grupo foi questionado sobre o porquê da maçã inteira não escurecer e como resposta, obteve-se que:

“Por que o interior da maçã não vai estar em contato com o ar, vai ter a casca.”

O que reforça a hipótese do grupo de que são as substâncias do interior da maçã que reagem com o oxigênio, dando origem a mudança de cor.

Grupo 5: Por que bebemos bicarbonato de sódio quando sentimos azia?

Hipótese: *“Porque quando tomamos bicarbonato, que ele chega ao organismo ele detém os ácidos que causam a azia [...] aliviando o queimar.”*

Este grupo conseguiu formular a hipótese, em comparação com o grupo 2 que também ficou com esta questão apresentando dificuldade, presumindo assim que ao menos um integrante do grupo conhecia o fenômeno da azia, o que provavelmente ajudou e facilitou a formulação da hipótese. Porém, não falaram que aconteceria uma reação química para “deter” o ácido para aliviar a azia.

Grupo 6: Por que a lâ de aço enferruja?

Hipótese: *“Por conta de uma reação química, com a junção de H_2O com o aço, e também pelo desgaste do tempo.”*

Novamente, os alunos identificaram a ocorrência de uma reação química no fenômeno, mas não citam o oxigênio como um componente que participa do processo de ferrugem da lâ de aço. Por isso, foi questionado ao grupo, o que fazemos para evitar a ação da ferrugem em nossos portões e uma integrante do grupo respondeu:

Aluna: “Pinta!”

E indagou-se o grupo novamente: *“Por quê?”*

Resposta da aluna: *“Porque a tinta vai atrapalhar, que o oxigênio bata diretamente no alumínio, no caso o ferro e também na maresia faz com que enferruje também bastante, em Recife mesmo, a maioria das (inaudível) de ferro é tudo enferrujada por causa da maresia.”*

Fazendo uso de outra pergunta que é do convívio dos alunos, “o que se faz para retardar o processo de ferrugem nos portões”, o grupo conseguiu concluir que o oxigênio também é um elemento importante nesta reação (oxidação) e até mesmo associando com a maresia em Recife, levando o grupo a reorganizar a sua hipótese inicial, ficando da seguinte maneira:

“Por conta de reações químicas, provocadas pela junção com a água (H₂O), com o oxigênio do ar e também pelo desgaste do tempo, incluindo a maresia.”

GRUPO 7: Por que quando colocamos água oxigenada em ferimentos notamos a formação de bolhas?

Hipótese: *“Uma forma de não inflamar o ferimento e mantê-lo higienizado para livrar de bactérias e infecção.”*

Como a hipótese apresentada não respondia a questão base foi questionado ao grupo, Mas, por que forma bolhas? Uma aluna respondeu:

“Eu acho que é porque quando a água oxigenada entra em contato com as células, as células liberam uma substância.”

Em seguida, o grupo foi questionado se, quando passamos água oxigenada na pele sem ferimentos se observa a formação de bolhas. Uma das integrantes do grupo respondeu que achava que não iria formar bolhas e iriam ficar com a hipótese de que as células estariam expostas e haveria a liberação de alguma substância pelas células que provocaria o aparecimento das bolhas.

Quando perguntado o que teríamos em um ferimento, citaram sangue e a partir da observação dos materiais disponibilizados para a turma elaborarem seus experimentos, o grupo se empenhou em tentar elaborar um plano de ação.

Observou-se que os grupos que fizeram de alguma forma uso do conhecimento que detinham do cotidiano, mostraram maior facilidade em elaborar suas hipóteses como os grupos 1, 3 e 6, sendo perceptível que estes grupos, foram os que mais estavam interessados e empolgados na realização da atividade.

Acredita-se que quando o aluno consegue trazer exemplos do seu meio, como no caso do grupo 3, que trouxe o exemplo do prego, para descartar a ideia de que para enferrujar necessariamente a matéria teria que entrar em contato com água, faz com que o aluno construa o seu próprio conhecimento. E, para tal, é necessário que esse processo parta do que o aluno conhece, mesmo que esse conhecimento seja empírico e distorcido do que é aceito cientificamente, pois é a partir do conflito entre as suas experiências com o conhecimento científico que se constrói o novo conhecimento. Por isso que Machado e Mortimer (2012) afirmam ser importante considerar as ideias prévias dos alunos, pois identificando ideias prévias, o professor pode mediar o processo fazendo com que o aluno reorganize possíveis ideias erradas que possam interferir na construção do novo conhecimento.

Após as discussões realizadas sobre as hipóteses levantadas, dois grupos, 3 e 6, que ficaram com a mesma questão problema, reformularam as hipóteses iniciais. Daí, a importância da formulação das hipóteses, que é conhecer as ideias prévias dos alunos e a partir da discussão sobre as mesmas, os alunos terão a oportunidade de reformulá-las quando for preciso, o que consequentemente ajudará na próxima etapa da experimentação investigativa.

Os grupos 2 e 5 que ficaram com a questão problema “Por que bebemos bicarbonato de sódio quando sentimos azia?” e o grupo 7 (Por que quando colocamos água oxigenada em fermentos notamos a formação de bolhas?) em suas hipóteses e durante as discussões das mesmas não identificaram a ocorrência de reações químicas, no entanto, os grupos, 1 e 4 (Por que a maçã escurece quando cortada?) e 3 e 6 (Por que a lã de aço enferruja?), identificaram a ocorrência de reações químicas nos fenômenos em questão. Entende-se que o motivo para isso possa ser o fato das questões problemas dos grupos que conseguiram associar reações químicas possuir mudança de cor, enquanto que as questões problemas dos demais grupos envolvem liberação de gás. Logo, julga-se que os alunos associam mais a mudança de cor (aspecto macroscópico) como um indício de ocorrência de reação química do que a liberação de gás, que também é um aspecto macroscópico.

Rosa e Schnetzler (1998) apresentam que uma das dificuldades em compreender o conteúdo Reações Químicas está na relação das dimensões macroscópica, microscópica e simbólica que a mesmo exige, pois os alunos muitas vezes explicam os fenômenos apenas ao

nível macro. Porém, observou-se que até mesmo na dimensão macroscópica os alunos apresentam dificuldades e às vezes não conseguem explicar mesmo que seja solicitado apenas o nível macro.

Depois da discussão das hipóteses foi solicitado aos grupos que elaborassem um plano de ação, contendo os materiais que iriam utilizar e os procedimentos a serem realizados com a finalidade de testar as hipóteses.

Os alunos ficavam surpresos e sem acreditar que seriam capazes de elaborar um experimento:

“E como a gente vai fazer, aqui ou em casa?” (Integrante do grupo 1)

“Que experimento?!” (Integrante do grupo 2)

“A gente vai fazer hoje ou amanhã?” (Integrante do grupo 5)

“Como é que vou fazer? Eu não sei não! Inventar um experimento pra provar isso”
(Integrante do grupo 6)

Apesar da estranheza dos alunos, a respeito da elaboração do plano de ação, a partir das hipóteses levantadas e dos materiais disponíveis, os grupos conseguiram propor os procedimentos e selecionar quais materiais e substâncias iriam usar.

Todos os materiais utilizados na execução dos experimentos foram materiais caseiros, de fácil aquisição, que não causavam nenhum risco aos alunos e nem ao meio ambiente, podendo ser descartado na pia ou no lixo. Antes dos procedimentos foi solicitado que os alunos aferissem o pH das substâncias que fossem utilizar e anotassem, desta forma os alunos aferiram o pH de algumas substâncias do cotidiano o que poderia auxiliá-los durante as observações e em suas conclusões sobre os fenômenos.

A seguir são apresentados os planos elaborados pelos grupos:

Grupo 1:

“1. Cortar a maçã e esperar alguns minutos para que haja a reação do escurecimento.”

“2. Cortar o limão ao meio e aplicar diretamente na maçã para que a mesma retorne ao seu estado normal.”

Resultado: *“Após um determinado tempo a maçã escureceu e após passar o suco de limão na mesma ocorreu o clareamento da maçã.”*

Foi perguntada a razão para o clareamento:

Uma integrante do grupo responde: *“Por causa do ácido do limão que entra em contato com alguma substância que pode ser um ácido que tem na maçã.”*

Questionou-se ao grupo o que poderia ser feito para impedir o escurecimento da maçã e os alunos propuseram e realizaram outros experimentos. Em um deles colocaram o limão na maçã assim que ela foi cortada. No outro experimento, eles envolveram a maçã cortada em papel filme, porém observaram que a maçã ficou amarelada. Assim, concluíram que:

“Para evitar a oxidação da maçã pode ser passado um pouco do suco do limão diretamente na maçã”

Quando foi questionado do porquê o limão evitar o escurecimento da maçã os alunos responderam:

Uma integrante do grupo: *“A gente pensa o seguinte, que tem algum ácido na maçã ou alguma substância que quando a gente passa o limão é... tem a reação desse ácido da maçã com o limão e ela que meio cria uma proteção como a própria casca.”*

Outro integrante do grupo: *“Então, quer dizer que o limão colocado na maçã repõe o ácido perdido da maçã.”*

Foi discutido com os alunos que o limão pode ser considerado como uma proteção como eles pensaram, porém a reação que evita o escurecimento da maçã não é entre o ácido da maçã e o limão e foi dado mais tempo para que eles discutissem mais sobre.

Grupo 2:

1º) Experimento e resultados:

“50 mL de vinagre;

Meia colher de bicarbonato de sódio (que no caso foram 2 espátulas).

Colocamos tudo na placa petri, só que vimos que não ia dar certo lá, então trocamos e colocamos num béquer.

Assim que misturamos tudo, ficou borbulhando e a quantidade de vinagre ficou a mesma.

Colocamos menos de meia colher de bicarbonato com a espátula e aconteceu o mesmo procedimento, borbulhou novamente, e o cheiro forte do vinagre saiu.

pH 7.”

2º) Experimento e resultados

“50 mL de coca;

2 espátulas e meia de bicarbonato.

Assim, que colocamos a coca no béquer e em seguida o bicarbonato, a coca ficou sem o gás pH 7”

3º) Experimento e resultados

“60 mL de limão;

2 espátulas de bicarbonato.

Colocamos primeiro em um recipiente o bicarbonato e em seguida o limão formou uma grande espuma, e foi acabando a espuma aos poucos. Depois de 2 min. Cheiramos e o cheiro forte do limão não estava mais, tava mais suave e depois de todo processo baixou para 5 mL.

pH 7”

Foi atentado ao grupo para as quantidades que deveriam colocar, pois não poderia ser quantidades aleatórias. A diminuição de volume relatado pelo grupo foi porque o experimento com o limão foi realizado com 10 mL a mais em relação aos outros dois, como os béqueres utilizados eram do mesmo tamanho, após a adição do bicarbonato de sódio, houve derramamento pela formação da espuma, acredita-se também que os alunos podem ter se equivocado um pouco no momento de aferir o volume final. Apesar de o grupo ter identificado a liberação do gás, como podemos observar na seguinte fala “*a coca ficou sem o gás*”, o grupo não conseguiu associar com a ocorrência de uma reação química, pois provavelmente não considerou a “*espuma*” como um indício de reação, apesar de terem observado e identificado durante o experimento.

Grupo 3:

“1º Passo.

1- Béquer metade água, metade água sanitária.

1- Béquer metade água, metade coca cola.

2º Passo.

Um pedaço de lã de aço colocado em cada béquer por um minuto.

3º Passo.

Retirar do béquer a lã de aço e colocar em outro béquer vazio.

4º Passo.

Colocar um béquer maior com água, colocar a lã de aço que foi colocado na água sanitária dentro de um tubo de ensaio e virar de cabeça para baixo dentro do béquer com água.

5º Passo.

Colocar outro béquer maior com água e colocar a lã de aço que foi colocado na coca-cola dentro da água de cabeça para baixo.

6º Passo.

Esperar 20 min e ver o tempo necessário para acontecer o enferrujamento [sic].”

Resultados e conclusão:

“Coca-cola pH 3 ácido. Observamos que o processo de enferrujamento [sic] foi mais eficaz pelo fato de ter contato com oxigênio, e o pH ser mais baixo, ou seja, mais ácido.”

“Água sanitária pH 13 – base.

A quantidade do enferrujamento [sic] foi inferior ao da coca-cola pelo fato do pH ser mais alto se tornando uma base.”

Experimento com água oxigenada

“Colocamos a água oxigenada no béquer com a lã de aço. Retiramos e esperamos o processo em outro béquer seco.”

Resultado

“[...] a lã de aço misturada com a água oxigenada, podemos ver que o enferrujamento [sic] foi menor. Pois, não estava em contato direto com a água.”

O grupo fez o mesmo procedimento anterior, porém não utilizando apenas a água oxigenada, mas água e água oxigenada, misturadas.

Resultado

“Ao analisamos a lâ de aço com as duas substâncias (água oxigenada e água) podemos perceber o enferrujamento [sic] mais rápido, pelo o motivo de estar em contato com a água.”

O grupo conseguiu identificar que há ocorrência de reação química, que o principal elemento no processo de ferrugem é o oxigênio, sendo a água outro componente que pode participar deste processo, assim como a coca-cola, vinagre e água oxigenada associando com a acidez e basicidade destas substâncias. Mediante estas ideias do grupo, houve uma discussão, na qual foi explicada a reação de oxirredução e a partir disto os alunos concluíram que:

“Ocorre o enferrujamento [sic] pelo fato do ferro, substância do aço perder elétron. Acontecendo assim a oxidação.”

Grupo 4:

“Objetivo: Observar a reação química na maçã ao ser cortada.

Material utilizado:

3 Maçãs, 1 faca, 3 recipientes

Procedimento:

- 1 – Lave as maçãs.*
- 2 – Com a faca, corte as maçãs ao meio.*
- 3 – Coloque as metades de cada maçã em seu respectivo recipiente, mantendo aberto.*
- 4 – Observe o aspecto do interior de cada maçã no decorrer do tempo.*
- 5 – Anote os resultados.”*

Apesar do grupo não ter citado o limão, papel filme e água, estes foram utilizados no experimento que propuseram. Na descrição do plano elaborado por este grupo verificou-se a estruturação de um roteiro, estruturação essa que não ocorreu nos demais grupos, no qual se

observa o objetivo da prática e como uma das etapas “anotar os resultados”. Assim, imagine-se que a experiência de aulas experimentais com roteiros pode ter ajudado aos alunos a elaborarem os procedimentos.

Resultados

“A maçã em que foi colocado limão não apresentou escurecimento.”, pois segundo o grupo: *“O limão impediu o escurecimento da maçã.”*

“A maçã que não foi isolada apresentou escurecimento e proliferação de fungos”, a explicação dada pelo grupo foi que: *“A maçã que não foi isolada teve contato direto com o oxigênio.”*

“A maçã que foi isolada apareceu escurecimento parcial.”, o grupo justificou *“A maçã que foi isolada teve pouco contato com o oxigênio”*

“A maçã mergulhada em água apresentou maior escurecimento, apresentando coloração laranja.” e como explicação o grupo sugeriu que *“A maçã mergulhada em água teve contato com o oxigênio concentrado na água.”*

O fato dos alunos terem observado maior escurecimento na maçã quando ela estava submersa em água, está no tempo maior, pois os alunos a deixaram de um dia para outro. Este grupo desde a elaboração da hipótese identificou a ocorrência de reação química e foi o único grupo que também que citou o oxigênio como uma das substâncias reagentes. Com base nos resultados que obtiveram e uma breve explanação, concluíram que:

“A utilização de algum ácido sobre o interior da maçã inibe as reações químicas que ocorrem entre as substâncias da maçã e o oxigênio.”

Confirmando a hipótese do grupo de que substâncias do interior da maçã reagem com o oxigênio provocando o escurecimento da maçã.

Grupo 5:

“Materiais

Bicarbonato de sódio; 30 mL de água; 1 limão; 1 béquer; 1 faca.

Preparo

- 1- *Coloque os 30 mL de água no béquer.*
- 2- *Corte o limão ao meio.*
- 3- *Esprema o limão até sair o suco todo.*
- 4- *Misture bem os dois;*
- 5- *Coloque o bicarbonato de sódio;*

Os alunos aferiram o pH do limão e da mistura, obtendo 2 e 8 respectivamente. Apesar dos alunos terem sido alertados sobre a quantidade de bicarbonato, acredita-se que eles tenham exagerado um pouco no bicarbonato, tornando a solução básica. Os alunos repetiram o procedimento acrescentando o vinagre.

Em ambos os experimentos o grupo relatou que observou a formação de espuma e a partir do que eles observaram responderam que:

“Quando usamos bicarbonato, ele acaba com o ácido por isso que passa a azia.”

A partir dessa resposta iniciou-se uma discussão, na qual foi esclarecido que o bicarbonato não é uma base, mas um sal e que o objetivo do bicarbonato não é de “acabar” com o ácido, mas de elevar um pouco o pH sem que o neutralize, pois é preciso que o meio continue ácido.

Grupo 6:

Experimento 1: *“Colocamos palha de aço, submersa ao vinagre com água, após isso tirou a palha de aço e deixou em contato com o oxigênio depois submetendo a água.”*

Experimento 2: *“Colocamos palha de aço submersa ao vinagre com água, após isso tiramos a palha de aço e deixamos em contato com metade com oxigênio e metade com a água.”*

Experimento 3: *“Pegamos a palha de aço fizemos uma camada de proteção com o alumínio para evitar a entrada de oxigênio e água, sendo que uma delas foi colocada na água e a outra não.”*

Devido à falta de tempo, não foi possível discutir sobre os resultados obtidos com o grupo, porém foi solicitado que os alunos descrevessem na caderneta os resultados obtidos e com base nos resultados respondessem a questão inicial, no entanto, o grupo não realizou o que foi solicitado.

Grupo 7:

Experimento:

“Colocamos o pedaço do fígado em uma placa de petri e adicionamos água oxigenada aos poucos, observando a mudança de cor, ocasionada pela retirada do sangue. Com o surgimento de bolhas.

Colocamos outro pedaço de fígado em uma placa de petri e comparamos com o primeiro, para saber quais diferenças foram apresentadas.

Colocamos um pouco de água oxigenada na pele de um dos integrantes para observar a reação que seria apresentada.”

E a partir dos resultados o grupo fez a seguinte observação:

“Quando a água oxigenada entra em contato com a pele, não acontece nada. Mas, quando entra em contato com o ferimento borbulha reagindo ao tocar com o sangue sem a proteção do tecido epitelial. Fazendo com que limpe o ferimento, para melhor análise.”

Sobre a discussão dos resultados:

Integrante do grupo: *“Olha a gente botou ela ficou esbranquiçada. Aí, a gente botou pra comparar... E aí, que é como eu tô dizendo tipo limpou o sangue do fígado, meio que tirou o sangue porque ficou mais esbranquiçado, como se tirasse a coloração da carne.”*

A explicação para o que os alunos observaram *“tipo limpou o sangue do fígado”* é devido a água proveniente da decomposição da água oxigenada, no entanto, não explica o

porquê da formação de bolhas. Assim, foi solicitado ao grupo que pensassem mais um pouco sobre e analisando os resultados, então o grupo reformulou as ideias da seguinte forma:

“Por causa da substância que há no sangue, quando entra em contato com a água oxigenada provoca a reação, que são as bolhas.”

Nesta segunda interpretação o grupo consegue associar que a formação de bolhas é devido a uma reação entre o sangue e a água oxigenada e ainda indicam que as bolhas é o indício da reação.

Em seguida, foi explicada a reação química que acontece, ou seja, a decomposição da água oxigenada, e o grupo reformulou novamente a resposta:

“Por causa da substância que há no sangue, chamada catalase, quando entra em contato com a água oxigenada há a liberação do oxigênio, assim fazendo as bolhas.”

A elaboração do plano de ação contribuiu para que os alunos conhecessem os nomes das vidrarias, pois os grupos sempre perguntavam o nome das vidrarias, como do béquer, proveta, placa de Petri, pisseta. Além de possibilitar o conhecimento de qual vidraria seria mais apropriada para utilizar, como no caso do grupo 2 *“Colocamos tudo na placa petri, só que vimos que não iria dar certo lá, então trocamos e colocamos num béquer.”* Assim, pode-se confirmar o que Azevedo (2004); Carvalho (2009) apud Souza J.R; Coelho (2013) afirmam a respeito do Ensino por Investigação contribuir para o desenvolvimento procedimental.

A elaboração e execução do plano proporcionou maior liberdade e tomada de decisão aos alunos como, por exemplo, no caso do grupo 2, que mostraram dificuldades no momento de elaborar a hipótese e surpresa quando foi solicitado a elaboração do plano de ação, porém quando realizaram o experimento com o vinagre, o grupo por iniciativa própria, observou que outras substâncias poderiam utilizar e fizeram o experimento utilizando a coca cola e o limão. Observou-se que o grupo mostrou maior interesse nesta parte da atividade do que na etapa anterior, de levantamento das hipóteses, que pôde ser identificada pela fisionomia, pela iniciativa que o grupo estava tomando e pelas observações que foram descritas na cadernetas, como a formação de espumas, o volume antes e depois da adição do bicarbonato, indicando a atenção que os integrantes tiveram com o experimento.

A tomada de decisão foi identificada no grupo 3 também, quando o mesmo decidiu utilizar a água oxigenada pra ver se e o quanto a palha de aço enferrujaria.

No tradicionalismo essa liberdade e tomada de decisão é restrito pelo roteiro, como relata Alves Filho (2000), colocando os alunos na posição de agentes passivos no processo de aprendizagem. Mas, quando é dado aos alunos a liberdade de ação, como em uma atividade investigativa, os alunos passam a ser agentes ativos no processo de aprendizagem e essa passagem de passivo para ativo promove o que Azevedo (2004); Carvalho (2009) apud Souza J.R; Coelho (2013) chamam de aprendizagem atitudinal.

Esta atividade experimental investigativa facilitou a aprendizagem conceitual para alguns grupos, porém outros grupos demonstraram certa dificuldade a respeito dos conceitos envolvidos.

Apesar de o conteúdo trabalhado ser Reações Químicas, o conteúdo ácido e base acabou sendo abordado indiretamente, os alunos puderam identificar o caráter das substâncias do cotidiano como ácido, base ou neutro, usando o papel indicador e conhecendo a escala de pH, sendo que nenhum dos grupos apresentaram dificuldades na identificação da basicidade ou acidez das substâncias.

Sobre o conceito de reações químicas, o grupo 4 foi o que apresentou menos dificuldades em propor as hipóteses, o plano de ação e responder a questão inicial relacionando com o conteúdo em questão. Porém, observou-se que os grupos 3 e principalmente o grupo 7 demonstraram maior desenvolvimento em relação ao conteúdo. Os grupos 3, 4 e 6 apresentaram em suas hipóteses a ocorrência de reações químicas, sendo que apenas o grupo 4 cita o oxigênio como um componente importante para que a reação acontecesse. O grupo 7 não fez nenhuma referência nas hipóteses sobre o envolvimento de reação química. No entanto, através de questionamentos realizados aos grupos, foram realizadas discussões e reflexões que levaram, principalmente os grupos 3 e 7 a rever e reformular as suas ideias, conseguindo responder a questão inicial envolvendo o conteúdo de reação química.

As reformulações das ideias se dão quando os alunos se colocam como construtor do próprio conhecimento, aceitando e trabalhando em cima dos seus erros construindo e reconstruindo as suas concepções e conhecimentos, como afirma Zuliani (2006). Desta forma, as reconstruções das concepções se fazem muito importante, pois segundo Moraes, Ramos e Galiuzzi (2012) é através da reconstrução da concepção existente que ocorre a aprendizagem. No caso do grupo 7, por exemplo, que inicialmente não associou o fenômeno observado ao conceito de reações químicas, após alguns questionamentos, no final conseguiu-se que os alunos identificassem que ocorreria uma reação, que o indício da reação era a formação de

bolhas, que as bolhas eram causadas devido a liberação do gás (oxigênio) e quando se expôs as equações químicas envolvidas o grupo identificou a reação como uma de decomposição.

No entanto, houveram grupos que responderam a questão inicial, mas não conseguiram envolver o conteúdo de reações, como por exemplo, o grupo 5, que só veio a entender a relação entre o fenômeno e o conteúdo depois que foi realizada uma breve explanação sobre a questão problema, na qual foram expostas as equações químicas que simbolizam o fenômeno, isso era esperado, pois os alunos não estavam habituados à metodologia investigativa, que para promover a aprendizagem exige o processo de reflexão/construção/reflexão/reconstrução das concepções existentes, o que requer tempo e amadurecimento sobre a metodologia tanto da futura docente como dos alunos.

5.4 Análise do questionário aplicado pós-intervenção

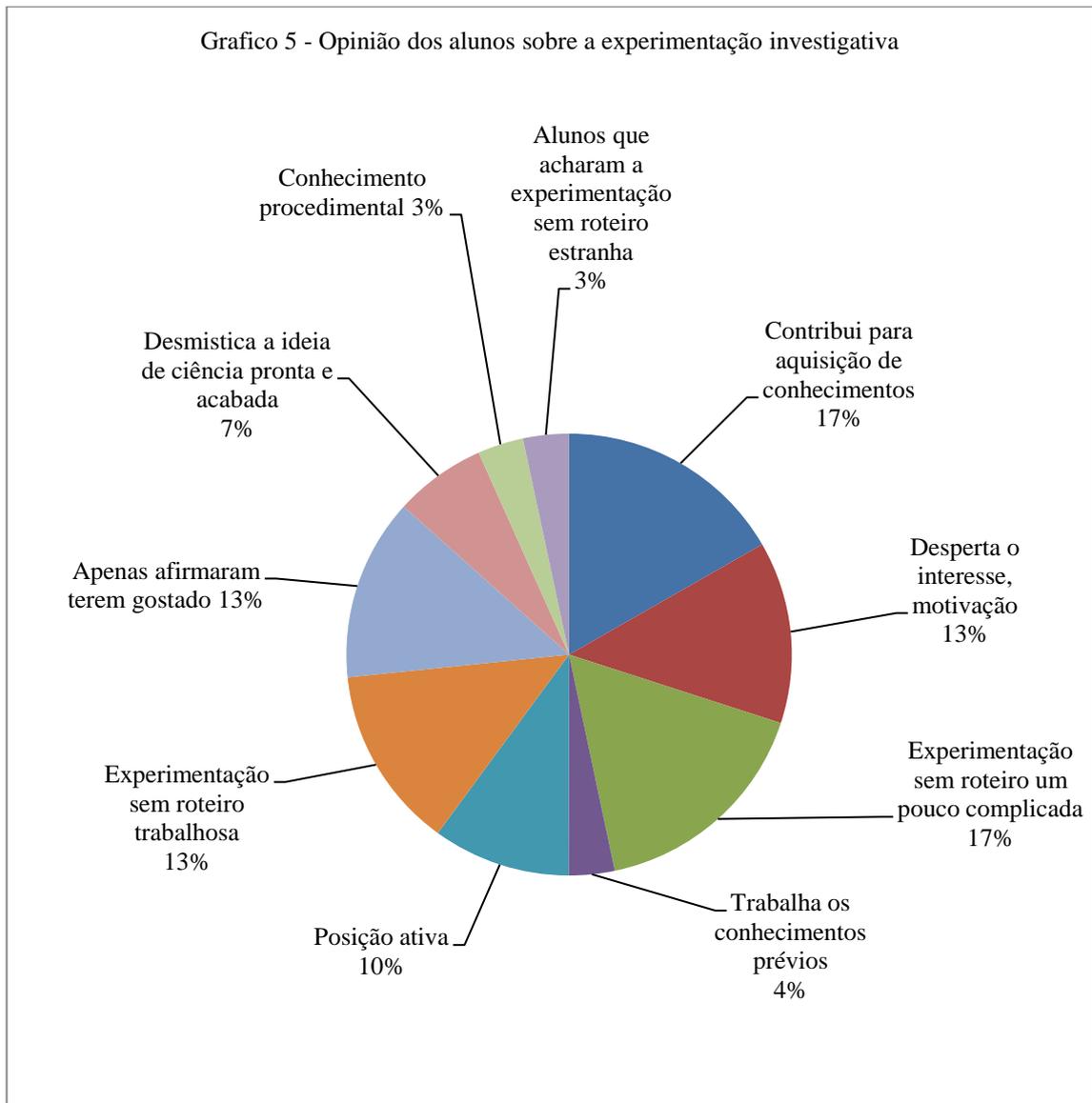
Os resultados descritos a seguir são referentes ao questionário aplicado após o término da intervenção (APÊDICE B), sendo que apenas 30 alunos o responderam.

Com a primeira questão se objetivou saber qual a impressão dos alunos sobre a experimentação investigativa e se haviam gostado ou não. Então, perguntou-se o que os alunos acharam da experimentação sem roteiro e a partir das respostas foram identificadas as concepções dos alunos, que estão organizadas no gráfico 5.

A experimentação sem roteiro, como podemos se ver no gráfico 5, conquistou boa parte dos alunos que responderam o questionário por contribuir na aquisição de conhecimento, por despertar o interesse, trabalhar com os conhecimentos prévios e pela posição ativa que esta possibilita aos alunos. Mesmo os alunos que alegaram que a experimentação investigativa é mais trabalhosa ou complicada, gostaram da mesma:

“É um pouco mais trabalhoso, mas ao mesmo tempo foi legal, porque a gente fez com os nossos conhecimentos.” (A35)

“Apesar da dificuldade, foi uma experiência boa.” (A29)



Fonte: Próprio autor.

Porém, alguns dos alunos que estão dentro dos 17% e 13% correspondentes aos grupos dos alunos que a acham complicada e trabalhosa, não afirmaram gostar da experimentação investigativa, como nas respostas seguintes:

“É um pouco mais complicado, pois em alguns aspectos não sabemos fazer o experimento.” (A7)

“O experimento sem roteiro é um pouco mais trabalhoso, por não saber exatamente o que vai acontecer. Mas no final aprende mais.” (A16)

Julga-se que a amostragem de 17% e 13% encontraram dificuldades por não estarem habituados com a metodologia em questão e por realmente esta metodologia ser mais trabalhosa devido às etapas intrínsecas da mesma.

Na fala do aluno A35, o mesmo justifica o adjetivo “legal” atribuído à experimentação investigativa por trabalhar com os conhecimentos que os alunos detinham o que caracteriza outra categoria, “Fazer uso dos conhecimentos prévios dos alunos”, que foi citado por 4% da amostragem.

“Muito ótimo, porque usamos o nosso conhecimento, e não precisamos de roteiros.” (A27)

Quando o aluno justifica “*porque usamos o nosso conhecimento*” entende-se que este conhecimento não é apenas o conhecimento teórico, visto em sala de aula, mas o conhecimento do dia-a-dia que os alunos detêm, ou seja, é trabalhar com as ideias prévias dos alunos e isso foi possível porque as questões problemas faziam parte do cotidiano dos mesmos. E como foi discutido, é importante trabalhar com essas ideias, pois é a partir delas que o próprio aluno constrói o novo conhecimento, desconstruindo concepções errôneas, que pode ser conseguido pela posição ativa que os alunos assumem nas aulas, como foi identificado por 10% dos alunos que responderam o questionário:

“Ótimo! Fomos o nosso próprio condutor.” (A28)

“Bom, pois nós que os desenvolvemos.” (A36)

As falas dos alunos (A28 e A36) demonstram o quanto os alunos estavam animados, por ter sido uma atividade experimental elaborada por eles. Essas são algumas das contribuições do Ensino Investigativo possibilitar a motivação e a construção do conhecimento através da tomada de decisão e liberdade de ação dada aos alunos.

A aquisição de conhecimentos foi apontada por 17% dos alunos como justificativa para terem gostado da metodologia:

“Foi interessante, pois nos fez pensar mais e adquirir conhecimentos.” (A26)

“Foi uma experiência nova, nós nos esforçamos e usamos o raciocínio, para buscar a resposta da nossa experiência.” (A8)

“Achei eficaz, e serviu muito para exercer nosso raciocínio lógico.” (A30)

Esta contribuição é provinda da reflexão que a metodologia investigativa exige dos alunos, pois ela é necessária para que passem de uma etapa para outra. Como por exemplo, para que os alunos partam para a ação, antes é necessário que eles elaborem o plano de ação, que faz necessário previamente à discussão e o levantamento de hipóteses. Uma etapa

depende da outra, exigindo reflexão, forçando os alunos a pensarem, discutindo e quando necessário, levando-os à reformulação das concepções. Isto, também se aplica ao conhecimento procedimental como destacado na resposta a seguir:

“A experimentação sem roteiro é mais interessante, pois nos faz refletir sobre o que fazer para explicar o fenômeno.” (A2)

Por a experimentação investigativa envolver algumas etapas diferentes das que os alunos estavam acostumados, 3% dos alunos considerou a metodologia estranha:

“Pouco diferente do que nós somos acostumados.” (A22)

Porém, 7% dos alunos acharam interessantes as etapas envolvidas:

“Gostei, porque nos dá a oportunidade de descobrir como que o experimento deve ser feito, questionando, testando, até conseguir fazer.” (A1)

“Achei bastante interessante, pois nós podemos ver até mesmo como é a realidade dos cientistas procurando e testando experimentos para provar uma teoria e responder a pergunta.” (A3)

Nestas respostas percebe-se que o Ensino por Investigação pode contribuir para desvendar a crença de ciência pronta e acabada, como pode ser compreendida pelos estudantes em um Ensino Tradicional. Isso pode ser permitido quando os alunos tem a liberdade de tomar decisões para a resolução das questões propostas.

Outros 13% dos alunos apenas afirmaram que gostaram da metodologia, como na resposta do aluno (A13):

“Ótimo, bem interessante.” (A13)

Em outros 13% identificou-se a motivação dos alunos em resolver as questões:

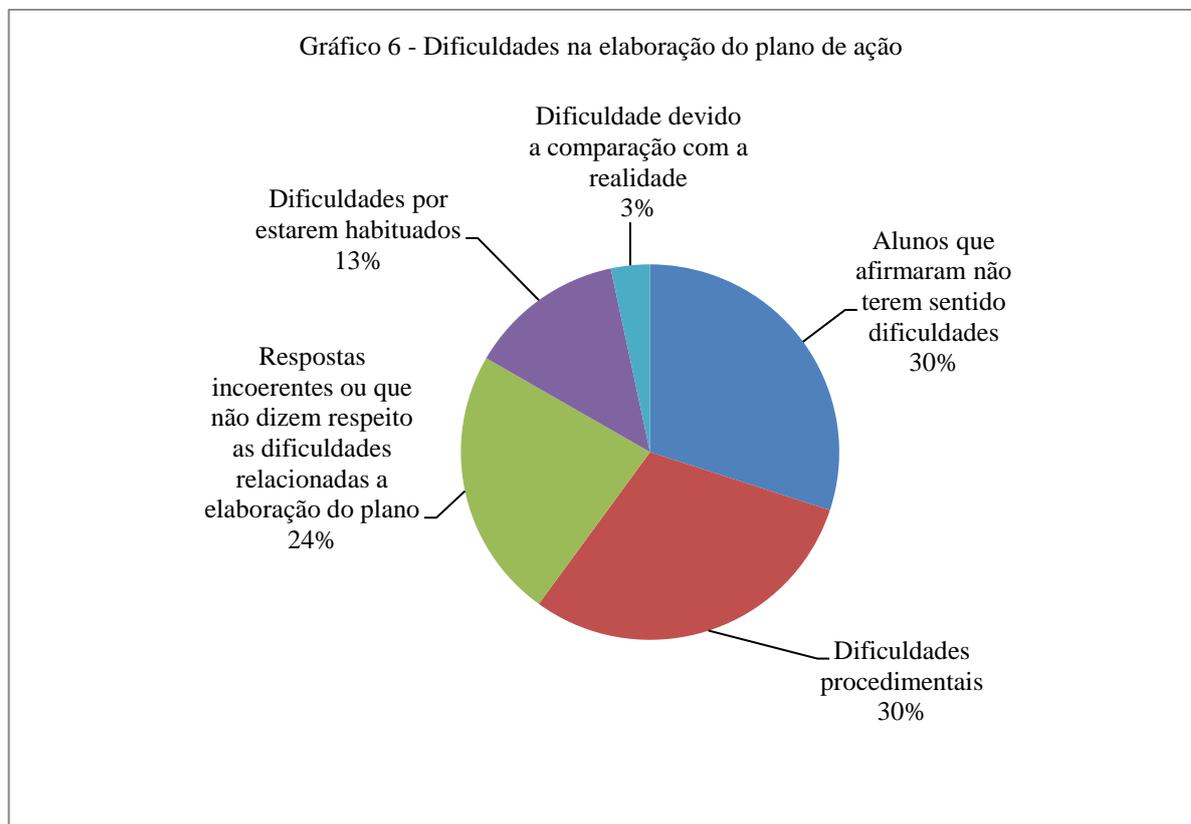
“Gostei bastante, pois acabou aumentando minha curiosidade em descobrir o resultado da pesquisa.” (A6)

“Interessante, porque nos estimulou a procurar como poderíamos provar nossa teoria.” (A27)

“Achei um modo mais de atenção, para vários procedimentos, para ver qual a reação.” (A15)

Sabe-se que a experimentação é vista como motivadora do interesse dos alunos, porém em uma abordagem investigativa este fator depende muito da questão problema que é proposta, pois se a questão não fizer parte do contexto que os alunos estão inseridos, o efeito pode ser contrário, ao invés de instigá-los pode acabar desmotivando-os o que consequentemente atrapalhará o andamento das demais etapas. Quando os alunos estão motivados e interessados, a atenção para a atividade é aumentada, o que pode favorecer a aprendizagem conceitual e procedimental.

Na segunda questão, buscou-se identificar quais as dificuldades encontradas pelos alunos no momento de propor um plano de ação, pois se esperava que eles encontrassem dificuldades pela ausência do roteiro. As respostas foram categorizadas e estão esquematizadas no gráfico 6.



Fonte: O próprio autor.

Observa-se que 30% dos estudantes afirmaram não sentir dificuldades no momento de elaborar o plano de ação.

“Não, logo identificamos qual experimento fazer e como dar continuidade.” (A6)

“Não, pois pensando um pouco no problema podemos ter uma ideia.” (A7)

“Não, apenas usamos nosso conhecimento.” (A9)

Logo, acredita-se que os alunos que não apresentaram dificuldades no momento da elaboração do plano de ação, foram os alunos dos grupos que fizeram uso das suas experiências do cotidiano, para elaborar as hipóteses como é identificado na fala do A9, assim como os grupos que reformularam as suas hipóteses, por causa das discussões realizadas que ajudaram no planejamento das ações.

Outros 30% dos alunos responderam sentir dificuldades na elaboração do plano de ação e essas dificuldades estavam relacionadas ao conhecimento procedimental de escolher as substâncias a serem utilizadas:

“Sim, encontrar alguma coisa que preserve a maçã.” (A14)

“Sim. Quais substâncias, teríamos que utilizar para conseguir fazer o experimento, da maneira que tinha proposto a situação.” (A1)

A dificuldade em relação ao uso de qual substância utilizar vem da facilidade que os alunos encontram quando seguem o roteiro, no qual está descrito as substâncias e suas quantidades. Essa dificuldade foi identificada durante a intervenção, em que o grupo 5 quando apresentou seu plano escolheu utilizar o vinagre com o bicarbonato, quando foi questionado ao grupo o porquê da escolha do vinagre, os alunos não souberam explicar, apesar dos alunos terem a ideia, não sabiam o porquê. A partir da verificação do pH do vinagre e da melhor compreensão da questão problema os alunos conseguiram entender que utilizariam o vinagre por este ter caráter ácido.

Cerca de 24% dos alunos apresentaram dificuldades que não estavam relacionadas a elaboração do plano, como nas respostas seguintes:

“Tive, pra encontrar a substância que continha na maçã.” (A28)

“Sim, na hora de descobrir o que tem na maçã que faz ela ficar escura.” (A26)

Nestas, as dificuldades estavam em interpretar os resultados obtidos dos experimentos e não em elaborar o plano de ação.

Outra categoria levantada com 13% dos alunos, atenta para a questão da estranheza que os alunos tiveram em relação à elaboração do plano:

“No começo sim, mas depois as coisas pareceram se encaixar e ficou fácil a resolução depois de aprimorarmos a conclusão.” (A8)

“No começo sim, mais depois quando fizemos os testes olhamos as diferenças.” (A15)

As discussões e reformulações das hipóteses contribuíram para facilitar na elaboração do plano de ação como identificado na fala do aluno A8 *“ficou fácil a resolução depois de aprimorarmos a conclusão.”* Isso porque as hipóteses provindas das ideias prévias serviram de base para a próxima etapa, que é justamente a elaboração do plano de ação. Os testes também facilitaram, pois quando os grupos realizaram vários testes puderam identificar qual seria o melhor procedimento e substância a ser utilizado.

E 3% da amostragem associaram as dificuldades enfrentadas, a comparação com a realidade:

“Um pouco, porque você tem que comparar a realidade.” (A37)

Ou seja, como as questões problemas eram fenômenos que faziam parte da realidade dos alunos, no momento de elaborar o plano, o aluno relacionava com a própria realidade e com o que tinha disponível, como por exemplo, para simular o ácido do estômago usaram o vinagre.

A terceira questão teve o intuito de saber qual a experimentação, com ou sem roteiro, os alunos preferiram. Com base nas respostas dadas pelos alunos, levantou-se as seguintes categorias, como é demonstrado no gráfico 7.

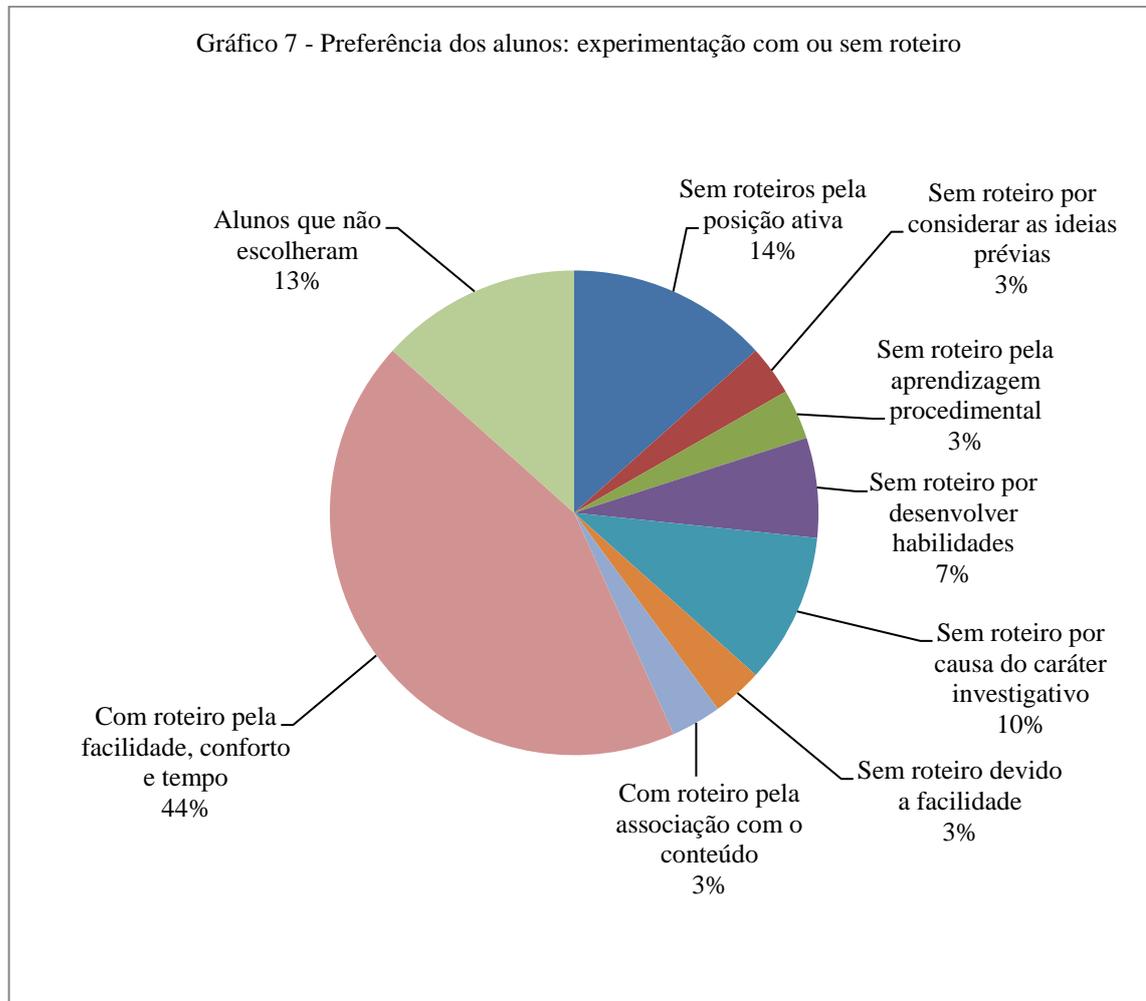
Boa parte dos alunos afirmaram que gostaram da experimentação sem roteiro, como foi discutido na primeira questão deste questionário, no entanto, pela análise do gráfico 7, verifica-se que 47% dos alunos preferem a experimentação com roteiro, 13% não escolheram uma específica, pois afirmam gostar das duas e 40% dos alunos preferem a experimentação sem roteiro.

Aponta-se que a razão para que a maioria prefira a experimentação com roteiro está na facilidade que os alunos encontram, pois recebem tudo pronto para a realização da prática, o que resulta na acomodação dos alunos, o tempo necessário para a realização da prática também é menor e os alunos sabem quais conteúdos serão trabalhados, pois no roteiro vem com um breve resumo sobre o conteúdo, o que pode ajudar os alunos no momento de responder as questões no final do roteiro. Como se pode observar nas respostas seguintes:

“A com roteiro, porque já sabemos o que fazer e do que se trata.” (A32)

“Com o roteiro, pois já é algo certo, fazemos sem pressa e o experimento dá certo.” (A7)

“Com roteiro, porque ganharia mais tempo nesse processo.” (A28)



Fonte: O próprio autor

Em suas respostas os alunos citaram o que, de acordo com Oliveira (2010), seria as vantagens do uso da experimentação com roteiro voltada para a comprovação de teorias, como o menor tempo para a realização da atividade e a quase certeza de que o experimento funcionará e dará certo. E ainda se tem a associação do conteúdo pelo uso do roteiro, como mencionado na resposta a seguir:

“Com roteiro, porque fica mais fácil de sabermos o que vamos saber.” (A22)

Outro motivo que não foi identificado nas respostas dos alunos, porém, pode ter influenciado, foi a pouca familiarização dos alunos com a abordagem investigativa.

Ainda assim, 40% dos alunos preferiram a experimentação investigativa e os motivos levantados foram, o aluno como agente ativo do processo, a consideração das ideias prévias dos alunos, aprendizagem procedimental, o maior desenvolvimento, o próprio caráter investigativo e a facilidade citada por alguns alunos, como explícito nas respostas a seguir:

“Sem o roteiro. Porque faz com quê a gente saia da zona de conforto, procurando descobrir como o experimento deve ser realizado.” (A1)

“Sem roteiro que em conjunto criamos um plano para a nossa experiência.” (A14)

Nessas respostas, evidencia-se o aluno como agente ativo, pois participam de todas as etapas, desde o planejamento da ação até a conclusão e resolução do problema inicial, além de proporcionar a tomada de decisão e iniciativa, pois como foi frisado pelo aluno (A1), a experimentação investigativa tira os alunos de sua zona de conforto.

A importância de se trabalhar com as ideias prévias dos alunos foi identificada mais uma vez:

“Sem roteiro. Pois podemos usar mais do nosso conhecimento e aprender mais.” (A31)

Foi identificada também, que a experimentação investigativa contribui para a aprendizagem procedimental, como é enfatizado por Azevedo (2004) e Carvalho (2009) apud Souza J.R e Coelho (2013). A aprendizagem procedimental envolve não apenas a manipulação de vidrarias e equipamentos, mas a reflexão sobre os procedimentos a serem realizados, os reagentes a serem utilizados, observações, anotações e a análise dos resultados obtidos, como se pode observar na resposta a seguir:

“Sem roteiro porque você dá mais atenção e conhecimento do roteiro.” (A15)

Na resposta deste aluno verifica-se a aprendizagem procedimental pelo termo *“conhecimento do roteiro”*, pois na elaboração do plano de ação os alunos têm que pensar em quais procedimentos deve realizar e quais substâncias utilizar para que consigam testar as suas hipóteses, além do outro termo *“você dá mais atenção”* que se julga referir a dar mais atenção

ao que se observa durante o experimento, assim como as anotações e resultados alcançados, que segundo Zômpero e Laburú (2011) também se encaixa na aprendizagem procedimental.

Sabe-se das contribuições que a experimentação pode trazer, dentro dessas está o desenvolvimento de algumas habilidades cognitivas e 7% dos alunos citaram que essas habilidades são melhores desenvolvidas na experimentação investigativa, como, por exemplo, a criatividade que também é citada por Costa et al. (2014) como uma habilidade cognitiva que é exercitada e desenvolvida através da experimentação.

“Sem roteiro, pois temos que usar mais a criatividade.” (A2)

O caráter investigativo também contribuiu para que 10% dos alunos preferissem a experimentação sem roteiro em relação a com roteiro:

“Sem roteiro, pois estimula mais a ideia de achar uma resposta e descobrir a resposta do experimento.” (A6)

“Apesar da experimentação com roteiro ser mais fácil prefiro a sem roteiro que me induz a procurar soluções para a questão em pauta.” (A8)

A possibilidade dos alunos construírem os próprios conhecimentos, concepções e significações para explicar as suas experiências e para responder as questões problemas é o que caracteriza a investigação, como foi definido por Hofstein e Lunetta, (2004) apud Suart e Marcondes (2009), que pôde ser identificada nas falas dos alunos (A6) e (A8), além de que a motivação por ter que descobrir a resposta do problema proposto pode despertar o interesse e a curiosidade dos mesmos.

Apesar da maioria dos alunos acharem a experimentação com roteiro mais fácil, 3% da amostragem afirmaram que a experimentação sem roteiro foi mais fácil:

“O experimento do vinagre e do bicarbonato porque foi muito mais fácil de chegar no ponto do resultado certo.” (A25)

E 13% dos alunos preferiram não escolher nenhuma das duas abordagens, mas escolheram ambas:

“As duas, porque em ambas colocamos nossos conhecimentos em prática.” (A35)

“Ambas são preferíveis.” (A29)

Nestas respostas, os alunos reconhecem que as duas abordagens experimentais apresentam vantagens e desvantagens. Logo, cabe ao professor analisar as vantagens e desvantagens de cada abordagem e ver qual melhor se adequa aos objetivos e conteúdos a serem trabalhados, pois como é salientado por Munford e Lima (2007) nem todos os conteúdos devem ser trabalhados pela abordagem investigativa.

A quarta questão teve o intuito de identificar se a experimentação sem roteiro favoreceu a relação entre a teoria e a prática. Para isto, questionou-se em qual experimentação, com ou sem roteiro, conseguiram associar a teoria com a prática.

Como se pode observar no gráfico 8, 70% dos alunos afirmaram que foi mais fácil associar a teoria com a prática, com a experimentação que faz uso do roteiro, como demonstrado nas respostas seguintes:

“O experimento de densidade, pois era uma coisa exata, porque refere-se a massa que um corpo ocupa no espaço.” (A8)

“Com roteiro é bem mais fácil de associar com o que aprendemos em sala de aula.” (A21)

O aluno (A6) e (A1) justificou que o fato de antes da prática experimental com roteiro, ter uma explicação sobre o conteúdo é o que facilita a associação:

“Com o roteiro, pois tivemos uma explicação do conteúdo antes de por em prática.” (A6)

“Com o roteiro. Porque além de vir dizendo como devemos fazer o experimento, vem também com um breve resumo do conteúdo que estamos colocando em prática.” (A1)

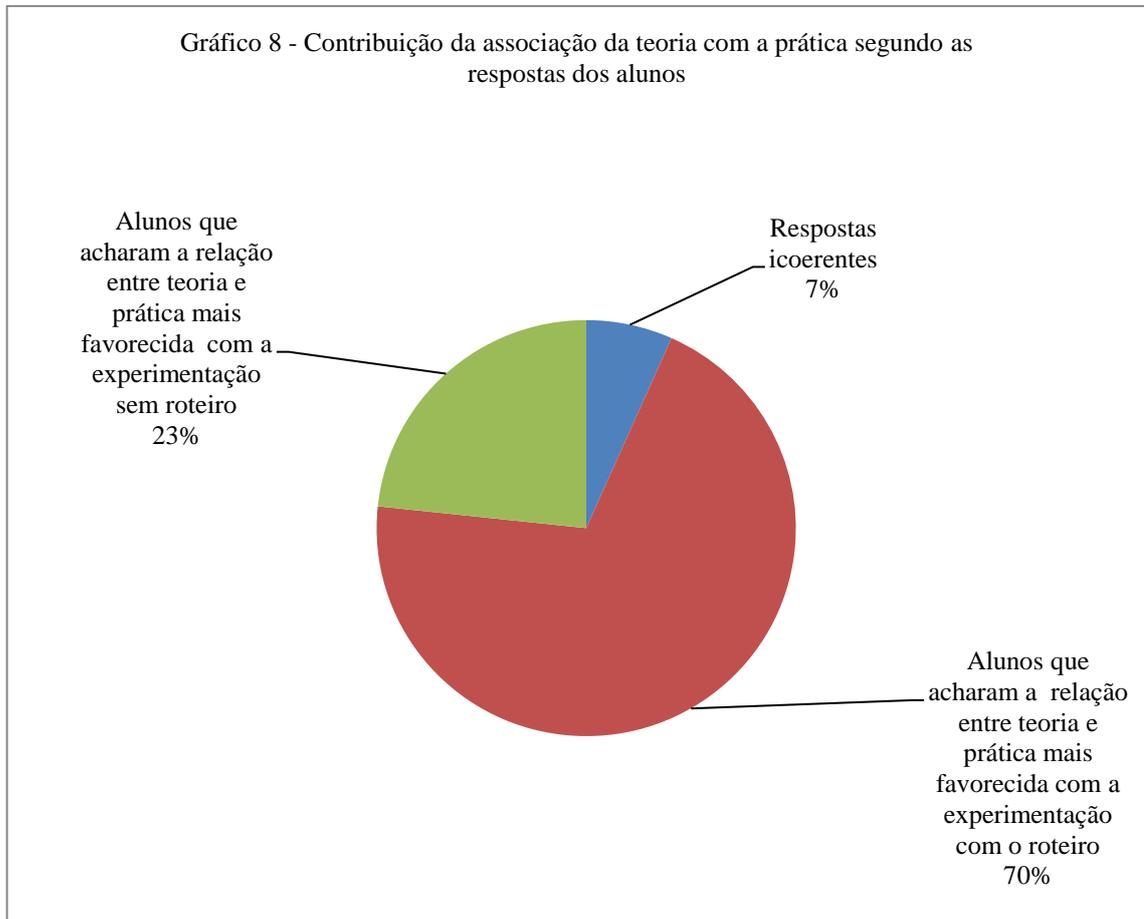
Porém, o conteúdo de Reações Químicas, também foi trabalhado antes da intervenção investigativa. No entanto, o fato do conteúdo ter sido trabalhado duas semanas antes da intervenção pode ter dificultado para que os alunos fizessem a associação.

No entanto, 23% dos alunos acharam que a experimentação sem roteiro contribuiu mais para a associação entre a teoria e a prática:

“No experimento da água oxigenada foi mais associada, porém todos eles foram possíveis associar com algum conteúdo.” (A3)

“O experimento de reações químicas.” (A28)

“Sem roteiro, pois ao desenvolver o experimento podemos ter uma melhor noção do conteúdo.” (A2)



Fonte: O próprio autor.

Apesar de em suas respostas os alunos não justificarem o porquê da associação entre a teoria e a prática ser mais eficiente na experimentação sem roteiro, pode-se julgar que esta contribuição se dá pelo fato de no momento do levantamento de hipóteses os alunos poderem, mas não necessariamente, fazer uso da teoria, para explicar previamente a sua questão problema e para elaborar o plano de ação. Assim, acredita-se que os alunos que conseguem fazer uso da teoria no momento de levantar as hipóteses e planejar as ações, adquirem a significação e a partir disso a construção e depois da realização dos procedimentos pode haver até mesmo a reconstrução de conceitos, através da associação da teoria com a prática, pois poderão explicar os fenômenos observados e resultados obtidos usando a teoria.

Pelo fato de na experimentação investigativa o aluno não receber algo que os induzam, como no caso de um roteiro, ao responderem as questões finais do experimento, pode ter

contribuído para que a minoria opinasse pela experimentação sem roteiro em relação à associação entre teoria e prática.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dado o que foi exposto, infere-se que a experimentação é uma forte ferramenta didática, pois facilita a aprendizagem, desperta o interesse nos estudantes e reforça a teoria, como foi relatado pelos próprios alunos participantes desta pesquisa.

A motivação para a realização deste trabalho se deu pela experiência própria durante as aulas experimentais, nas quais não se associava a teoria com a prática, resultando em dificuldades no entendimento dos fenômenos observados e julgou-se que a causa de tal, estaria no uso do Laboratório Tradicional. Com o questionário, verificou-se que 58% da amostragem de alunos do Ensino Médio também compartilham da ideia de que nem sempre conseguem associar a teoria com a prática. Com isso, buscou-se investigar qual a influência do roteiro para a compreensão dos conceitos químicos. Apesar da grande maioria dos alunos afirmarem que o roteiro ajuda na compreensão dos conceitos, analisando as respostas, identificou-se que, na verdade, o roteiro ajuda na compreensão do experimento e não dos conceitos envolvidos na prática. E concordamos que este seja o objetivo do roteiro: ajudar no entendimento da prática experimental.

A experimentação por investigação contribuiu para o processo de ensino e aprendizagem. Dentre as contribuições verificadas nesta pesquisa estão a motivação, a aprendizagem procedimental, atitudinal e conceitual. A aprendizagem conceitual não foi atingida por todos os grupos, a razão para isto, pode ser atribuída à falta de familiarização dos alunos com esta abordagem, que pode ser estendida também para a futura docente que ministrou a intervenção investigativa, pois apesar do embasamento teórico, no momento da realização do experimento, existiram algumas dificuldades, que foram: a grande quantidade de alunos, a fragmentação das aulas e o tempo, pois a experimentação investigativa necessita de um tempo maior para a sua realização, devido as etapas envolvidas.

Os alunos, em sua maioria gostaram da experimentação por investigação. No entanto, observou-se que a maioria prefere a experimentação com roteiro, devido ao conforto que o mesmo oferece.

Percebeu-se que a compreensão do conteúdo trabalhado não se deu em todos os grupos, acredita-se que seria necessária a realização de outras aulas experimentais investigativas para que os alunos se familiarizassem com a abordagem, mas tem-se a consciência de que mesmo com os alunos habituados com a abordagem, não teríamos a garantia de que todos os alunos iriam conseguir a compreensão dos conceitos, pois se lida

com sujeitos que respondem de formas diferentes. Por exemplo, possa ser que determinado grupo de alunos consiga aprender melhor com a experimentação voltada para a comprovação de teorias, desta forma, cabe ao professor avaliar o perfil da turma, o conteúdo a ser trabalhado e o tempo disponível para a realização da atividade.

Apesar de alguns grupos não conseguirem a associação, outros conseguiram, assim, a experimentação por investigação pode contribuir para a compreensão dos conceitos químicos, por despertar o aluno para a disciplina e possibilitar que o aluno construa o conhecimento e o reconstrua quando necessário, fazendo a relação entre o que se sabe com a prática experimental.

REFERÊNCIAS

ALVES FILHO, José. **Atividades experimentais: do método à prática ao construtivismo**. 2000. 303 f. Dissertação (Doutorado). Florianópolis – SC: Universidade Federal de Santa Catarina.

ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de Química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**. 5. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.

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.

BATINGA, V. T. S. A resolução de problemas nas aulas de química: concepções de professores de química no Ensino Médio sobre problema e exercício. In: **XV Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ)** – Brasília, DF, 2010.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.

BROWN, T. L.; LEMAY JR., H. E.; BURSTEN, B. E.; MURPHY, C. J.; WOODWARD, P. M.; STOLTZFUS, M. W. **Chemistry the central science**. 13. Ed. United States of America, 2015.

CARVALHO, A. M. P. Critérios estruturantes para o Ensino de Ciências. In: CARVALHO, A. M. P. (org.); **Ensino de Ciências, Unindo a Pesquisa e a Prática**. São Paulo: Editora Cengage Learning, 2009. p.1-17.

CHAER, G.; DINIZ, R. R. P.; RIBEIRO, E. A. A técnica do questionário na pesquisa educacional. **Evidência**, Araxá, vol. 7, n. 7, 2011, p. 251-266.

COSTA, L. M. E.; FARIAS, R. A. M. A.; LIMA, S. H. S. **Ciências nos anos iniciais do ensino fundamental: a experimentação como instrumento de prática pedagógica e sua realidade em sala de aula**. 2014. 62 f. Monografia (graduação). João Pessoa - PB: Universidade Federal da Paraíba.

CUNHA, A. L.; SANTOS, A. F. O Ensino de Química aliado a práticas envolvendo o cotidiano do discente. In: **Anais do Colóquio Internacional São Cristóvão**. São Cristóvão, SE, 2015.

DANNA, M. F.; MATOS, M. A. **Aprendendo a observar**. São Paulo: Edicon, 2006.
Echeverría, M.P.P.; Pozo, J.I. (1998). Aprender a resolver problemas e resolver problemas para aprender. Em: Pozo, J.I. (Ed.). **A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender** (p. 13-42). Porto Alegre: Artmed.

FREIRE, M. S.; JÚNIOR, G. A. S.; SILVA, M. G. L. Panorama sobre o tema resolução de problemas e suas aplicações no ensino de química. *Acta Scientiae*, V. 13, n. 1, p. 106-120, 2011.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999. _____.
Projetos de pesquisa. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1996.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Química Nova na Escola**, n.10, 1999, p.43-49.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. **Química Nova na Escola**, vol. 31, nº 03, 2009, p. 198 – 202.

HOFSTEIN, A.; LUNETTA, V. (2004). The laboratory in science education: foundations for twenty-first century. **Sci. Ed.**, 88, 28- 54.

JUNIOR, W. E. F; FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R. A dinâmica de resolução de problemas: analisando episódios em sala de aula. **Ciências & Cognição**, Vol 13 (3), p. 82-99, 2008.

LEITE, C.; FERNANDES, P.; MOURAZ, A.; MORGADO, J. C.; ESTEVES, M.; RODRIGUES, M. A.; COSTA, N.; FIGUEIREDO, C. Contextualizar o saber para a melhoria dos resultados dos alunos. In: **Anais do XI Congresso SPCE**, Guarda, Portugal, 2011.

LOBÔ, S. F. O trabalho experimental no Ensino de Química. **Química Nova**, vol. 35, No. 2, 2012, 430-434.

MACEDO, J. M., PENHA, M. R. Desmistificando a Química: investigação das definições dos estudantes do IFRO sobre o real conceito das Reações Químicas. **Educação Por Escrito**, v. 5, n. 1, 2014, p. 51-67.

MACHADO, A. H.; MORTIMER, E. F. Química para o Ensino Médio: Fundamentos, pressupostos e o fazer cotidiano. In: ZANON, L. B.; MALDANER, O. A. (Orgs) **Fundamentos e propostas de Ensino de Química para a Educação Básica no Brasil**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2012, p. 21 – 42.

MACHADO, P. F. L.; MÓL, G. S. Experimentando Química com segurança. **Química Nova na Escola**, nº 27, 2008, p. 57 – 60.

MARCONDES, M. E. R.; PEIXOTO, H. R. C.; Interações e transformações - Química para o Ensino Médio: uma contribuição para a melhoria do Ensino. In: ZANON, L. B.; MALDANER, O. A. (Orgs) **Fundamentos e propostas de Ensino de Química para a Educação Básica no Brasil**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2012, p.43 – 65.

MARCONI, M. A.; LAKATOS. E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. - São Paulo : Atlas 2003.

MENDES, M. P.L. **O conceito de reação química no nível médio: história, transposição didática e ensino**. 2011. 212 f. Dissertação (Mestrado). Salvador – BA: Universidade Federal da Bahia.

MORAES, R.; RAMOS, M. G.; GALIAZZI, M. C. Aprender Química: Promovendo excursões em discursos da Química. In: ZANON, L. B.; MALDANER, O. A. (Orgs) **Fundamentos e propostas de Ensino de Química para a Educação Básica no Brasil**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2012, p. 191- 209.

MUNFORD, D.; LIMA, M. E.C.C. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo? **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, vol. 9, nº 1, 2007.

NERY, Ana L. P. LIEGEL; Rodrigo M.; FERNANDEZ, Carmen. Um olhar crítico sobre o uso de algoritmos no Ensino de Química no Ensino Médio: a compreensão das transformações e representações das equações químicas. **Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias**, Vol. 6, No 3, 2007, p. 587-600.

OLIVEIRA, E.; Ens, R. T.; Freire Andrade, D. B. S.; Mussis, C. R. Análise de conteúdo e pesquisa na área da educação. **Revista Diálogo Educacional**, vol. 4, nº 9, 2003, p. 1-17.

OLIVEIRA, J. R. S. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de Ciências: reunindo elementos para a prática docente. **Acta Scientiae**, v.12, n.1, 2010, p. 139 – 156.

PUGGIAN, C.; FILHO, Z. B. M.; LOPES, C. V. N. B. Ensino de reações químicas em laboratório: articulando teoria e prática na formação e ação docente. **Investigações em Ensino de Ciências**, V. 17(3), p. 697-708, 2012.

REGINALDO, Carla Camargo, SHEID, Neusa John, GULLICH, Roque Ismael da Costa. **O ensino de ciência e a experimentação**. Disponível em:

<http://www.ucs.br/etc/conferencias/index.php/anpedsul/9anpedsul/paper/viewFile/2782/286>. Acesso em: 27 de setembro de 2016.

ROSA, M. I. F. P.; SCHNETZLER, R. P. Sobre a importância do conceito transformação química no processo de aquisição do conhecimento químico. **Química Nova na Escola**, nº 08, 1998, p. 31-35.

SÁ, E. F.; LIMA, M. E. C. C.; AGUIAR JR., O. A construção de sentidos para o termo Ensino por Investigação no contexto de um curso de formação. **Investigações em Ensino de Ciências**, vol. 16 (1), 2011, p. 79-102.

SALVADEGO, W. N. C.; LABURÚ, C. F. Uma análise das relações do saber profissional do professor do Ensino Médio com a atividade experimental no Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, vol. 31, nº 03, 2009, p. 216 – 223.

SANTOS, V, C.; ARROIO, A. A química nos modos macroscópico, microscópico e simbólico: Uma revisão sobre as contribuições para pesquisas em ensino de química. In: **Anais do VII Encontro Paulista de Pesquisa em Ensino de Química – VII EPPEQ**. São Paulo – SP, 2013, p. 1-3.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. Função Social o que significa ensino de química para formar o cidadão? **Química Nova na Escola**, nº 4, 1996, p. 28-34.

SCHNETZLER, R. P. A pesquisa no ensino de Química e a importância da Química Nova na Escola. **Química Nova na Escola**, v. 20, 2004, p. 49-54.

SCHWAHN, M. C. A.; OAIGEN, E. R. Objetivos para o uso da experimentação no ensino de química: a visão de um grupo de licenciandos. **Anais do VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, Florianópolis, SC, 2009, p. 12.

SILVA, F. C. V. Ensino de química: uma abordagem contextualizada da função álcool. In: **Anais da X Jornada de ensino, pesquisa e extensão - X JEPEX**. Recife – PE, 2010.

SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L.; TUNES, E. Experimentar sem medo de errar. In: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. (Orgs) **Ensino de química em foco**. Ijuí: Editora Unijuí, 2010, p. 232-261.

SILVA, R. T.; CURSINO, A. C. T.; AIRES, J. A.; GUMARÃES, O. M. Contextualização e experimentação uma análise dos artigos publicados na seção “experimentação no ensino de química” da revista química nova na escola 2000-2008. **Revista Ensaio**, v. 11, n. 2, 2009.

SILVA, Vinícius Gomes. **A importância da experimentação no ensino de Química e Ciências**. 2016. 42 folhas. Dissertação (Trabalho de Conclusão de curso). Bauru – SP: UNESP.

SOUZA JR, D. R.; COELHO, G. R. Ensino por Investigação: problematizando as aprendizagens em uma atividade sobre condutividade elétrica. **Anais do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, Águas de Lindóia, SP, 2013.

SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química. **Ciências & Cognição**, vol. 14 (1), 2009, p. 50-74.

VIEIRA, Fabiana. **Ensino por Investigação e Aprendizagem Significativa Crítica: análise fenomenológica do potencial de uma proposta de ensino**. 2012. 149 folhas. Tese (Doutorado). Bauru – São Paulo: Universidade de São Paulo.

ZUIN BRUNO, P.; ZUIN SOARES, L. F. Analisando documentos e outros materiais. In: Claudia R. Reyes, Hilda M. Monteiro (Orgs) **Um olhar crítico-reflexivo diante da realidade educacional**. São Carlos : EdUFSCar, 2010, p. 62-78.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Atividades Investigativas no Ensino de Ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Revista Ensaio**, v. 13, n. 3, p. 67-80, 2011.

ZULIANI, S. R. Q. A. **Prática de ensino em química e metodologia investigativa: uma leitura fenomenológica a partir da semiótica social**. 2006. 288 f. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2006.

WU, Ksin-Kai, Krajcik, J.S. e Soloway, E. (2001) Promoting Understanding of Chemical Representations: Students' use of a visualization tool in the classroom. **Journal of Research in Science Teaching**. V. 38, n. 7, p. 821-840.

APÊNDICE A

Questionário antes da intervenção

- 1) Descreva como são as suas aulas experimentais de Química.
- 2) Você gosta das aulas com experimentos? Justifique.
- 3) Você acha que os roteiros ajudam na compreensão dos conceitos envolvidos na prática? Justifique.
- 4) Quando você realiza um experimento consegue ver relação entre o que está sendo realizado e o que estudou na sala de aula? Exemplifique.

APÊNDICE B**QUESTIONÁRIO PÓS A INTERVENÇÃO**

- 1) O que você achou da experimentação sem roteiro?
- 2) Você teve alguma dificuldade em propor um plano de ação para responder a situação problema? No caso afirmativo, quais foram essas dificuldades?
- 3) Após a experiência com a experimentação com e sem roteiro, qual delas você prefere e por quê?
- 4) Em qual experimento com ou sem roteiro, foi mais fácil associar o que estava sendo realizado no laboratório com o conteúdo visto em sala de aula.

APÊNDICE C

SEQUÊNCIA DIDÁTICA DA INTERVENÇÃO

Série: 1º ano

Conteúdo: Reações Químicas	
Objetivos	
Geral: Explorar fenômenos do cotidiano para compreender o conteúdo de reações químicas.	
Específicos:	
<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer os tipos de reações químicas envolvidas nos fenômenos que serão abordados; • Compreender como o conteúdo está inserido no cotidiano; • Adquirir conhecimentos básicos procedimentais; • Desenvolver habilidades atitudinais. 	
ATIVIDADE: Experimentos investigativos.	
Tempo	Divisão da atividade
2 aulas de 50 minutos Data: 20/10/2016	Divulgação e sorteio das questões problemas entre os grupos; Levantamento de hipóteses e discussão das mesmas; Elaboração do plano de ação; Início da execução do plano;
1 aula de 50 minutos Data: 21/10/2016	Término da execução do plano; Conclusão da atividade: Resolução do problema inicial.
Recursos didáticos utilizados	<ul style="list-style-type: none"> • Vidrarias de laboratório; • Cadernetas (para anotação dos alunos); • Materiais do cotidiano (frutas, vinagre, palha de aço etc.) e Reagentes do laboratório.
Espaço físico	Laboratório de Química da escola.

Organização dos alunos	Durante toda a atividade os alunos estarão organizados em grupos.
Planejamento de avaliação	
Quando e como avaliar os alunos	A avaliação será feita durante o decorrer da atividade, através da participação e posicionamento dos alunos.
Qual instrumento de avaliação será utilizado	<ul style="list-style-type: none"> • Observação: no qual, será atentado o posicionamento dos alunos durante toda a atividade, principalmente, nos momentos de discussão; • Anotações dos alunos: permitirá a avaliação do desenvolvimento dos mesmos, através do acesso à construção e reconstrução das hipóteses, planos de ação e das respostas finais.