

Universidade Federal de Minas Gerais
Faculdade de Educação
CECIMIG – Centro de Ensino de Ciências e Matemática de Minas Gerais
ENCI – Especialização em Ensino de Ciências por Investigação

A Eletroquímica em uma Abordagem Investigativa

Elisabeth Félix da Costa

Conselheiro Lafaiete
Março de 2013

Elisabeth Félix da Costa

A Eletroquímica em uma Abordagem Investigativa

Monografia apresentada ao Curso de Especialização ENCI-UAB do CECIMIG FaE/UFMG como requisito parcial para obtenção de título de Especialista em Ensino de Ciências por Investigação.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Penha Souza Silva

Conselheiro Lafaiete

Março de 2013

Dedico este trabalho a Deus, por ser o meu refúgio e, por ter proporcionado a caminhada menos difícil e mais prazerosa. A toda a minha família, em especial, à minha mãe, pelo apoio incondicional em todos os momentos da minha vida.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por estar sempre presente na minha vida e por permitir que mais um sonho esteja se realizando.

À minha mãe, por sempre me incentivar a lutar e nunca desistir frente aos obstáculos da vida.

À professora Penha, por ter aceitado orientar o meu trabalho.

À professora Nilma, por ter aceitado ser minha leitora crítica.

Aos tutores Arjuna e Luciana, por não pouparem esforços para nos auxiliar durante o curso.

Aos meus queridos alunos, por terem contribuído grandemente para a realização deste trabalho.

À minha colega Graciane, por doar os reagentes necessários para a realização da atividade experimental.

Aos colegas de curso, pelo trabalho em equipe e por compartilharem comigo suas experiências em sala de aula.

RESUMO

Este trabalho apresentará uma reflexão a respeito de duas atividades investigativas sobre o tema Eletroquímica, mais especificamente, sobre os conceitos envolvidos nas reações de oxidação e redução. Foi desenvolvido com 32 alunos da segunda série do ensino médio, em uma escola da rede pública estadual de Belo Horizonte. Antes da abordagem do conteúdo em uma perspectiva investigativa foi aplicado um pré-teste e no final um pós-teste. A análise dos resultados, realizada através da comparação entre as respostas do pré e pós-teste, revelou que a maioria dos alunos avançou em relação às suas ideias iniciais e ainda, foi possível perceber que os alunos ficaram bastante envolvidos e mais interessados em participar das aulas.

Palavras-chave: atividades investigativas, eletroquímica, reações de oxidação e redução.

SUMÁRIO

RESUMO.....	v
1 INTRODUÇÃO	7
1.1 Ensino de Ciências por Investigação: um curso voltado para docentes que almejam qualificação e atualização	7
1.2 Por que ensinar em uma perspectiva investigativa?	9
1.3 Justificativa.....	10
2 COMO O TRABALHO FOI DESENVOLVIDO	11
2.1 Metodologia	11
2.2 Critérios de Análise.....	13
2.3 Caracterização da Escola onde o Trabalho foi Desenvolvido	13
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
3.1 Aplicação do Pré-teste.....	15
3.2 Atividades Investigativas.....	15
3.3 Análise das Questões do Pré-teste	29
3.4 Comparação entre as respostas do pré e pós-teste	31
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	46

1 INTRODUÇÃO

É comum encontrar na literatura relatos de que boa parte dos professores de Química, frequentemente, aborda os conteúdos programáticos de maneira isolada, fragmentada e descontextualizada, tendo como suporte, em sua maioria, apenas o livro didático. Isto faz com que os alunos não tenham consciência do quanto a Química está presente e afeta o nosso cotidiano. Para eles a Química é uma matéria chata, rotineira, sem utilidade e impossível de ser compreendida, (TREVISAN e MARTINS, 2006).

Com o objetivo de inovar o ensino e, conseqüentemente, despertar o interesse dos alunos pela Química, este trabalho apresenta uma reflexão a respeito de duas atividades de caráter investigativo sobre o conteúdo reações de oxidação e redução. Para o planejamento das atividades foram consultados os textos dos Conteúdos Básicos Comuns – CBCs, PCN+, artigos da Química Nova na Escola (CASTILHO, SILVEIRA e MACHADO, 1999; FRAGAL et. al, 2011; SANJUAN, 2009) módulos didáticos do Centro de Referência Virtual do professor (DAVID e SILVA, 2010) e livros didáticos (MORTIMER e MACHADO, 2010; PEQUIS, 2005).

O trabalho está dividido em quatro partes, a primeira caracteriza o referencial teórico, em que são considerados alguns aspectos relacionados ao ensino de Ciências por Investigação. Na segunda parte são apresentadas as etapas de desenvolvimento das atividades. Na terceira são apresentados os resultados e discussão das atividades realizadas e, por último, algumas considerações e reflexões sobre a prática realizada.

1.1 Ensino de Ciências por Investigação: um curso voltado para docentes que almejam qualificação e atualização

Leciono a pouco mais de três anos na rede pública estadual e, neste curto período, trabalhei em quatro escolas nas quais encontrei alunos muito

desinteressados pelo ensino de Química. Apesar do meu esforço em fazer da sala de aula um ambiente harmonioso de ensino e aprendizagem, percebia que muitos estudantes ainda continuavam desmotivados. Na graduação tive a oportunidade de estudar sobre diferentes estratégias de ensino, mas na prática, ainda tinha receio em abordá-las em minhas aulas. Desafiada e inquieta com esta situação optei por dar continuidade aos estudos no curso de especialização em Ensino de Ciências por Investigação – ENCI - oferecido pelo Centro de Ensino de Ciências e Matemática – CECIMIG - da Universidade Federal de Minas Gerais. Nesse curso encontrei professores das disciplinas Biologia e Física que, como eu, vivenciavam o mesmo problema com seus alunos. Embora ministrássemos conteúdos diferentes, tínhamos um objetivo comum, que era a vontade de mudar a nossa prática pedagógica, esperando com isso, despertar o interesse dos nossos alunos pelas aulas de Ciências.

O ENCI é um curso semipresencial com duração de dois anos. Iniciou em 2005 e, atualmente, é ofertado em cinco Pólos nas cidades Confins, Conselheiro Lafaiete, Formiga, Governador Valadares e Pompéu. A proposta do curso é apresentar, aplicar e refletir sobre as estratégias de ensino de Ciências com vistas à melhoria do ensino na Educação Básica. Segundo Munford e Lima,

A fundamentação do ENCI reside no diagnóstico de que, de um modo geral, o ensino de ciências tem se realizado por meio de proposições científicas, apresentadas na forma de definições, leis e princípios e tomados como verdades de fato, sem maior problematização e sem que se promova um diálogo mais estreito entre teorias e evidências do mundo real. Em tal modelo de ensino, poucas são as oportunidades de se realizar investigações e de argumentar acerca dos temas e fenômenos em estudo. O resultado é que estudantes não aprendem conteúdos das Ciências e constroem representações inadequadas sobre a ciência como empreendimento cultural e social (MUNFORD e LIMA, 2007, pag. 2).

Outros autores também apontam o ensino por investigação como uma boa estratégia para o ensino de Ciências. Segundo Azevedo (2004), a utilização de atividades investigativas como ponto de partida para desenvolver a compreensão de conceitos é uma forma de levar o aluno a participar de seu processo de

aprendizagem. Desta forma, a função do professor deixa de ser a de um transmissor de informações para se tornar a de um facilitador e orientador do processo de ensino-aprendizagem.

Embora as pesquisas indiquem esta e outras estratégias de ensino como importantes no ensino de ciências, a maioria dos professores ainda não as utiliza. Uma das justificativas apresentada na literatura para este fato é a falta de domínio do professor em relação aos conceitos científicos e as lacunas que ficam durante a graduação que acabam por gerar insegurança no professor, impedindo o mesmo de tentar novos métodos e abordagens de ensino (SANJUAN, 2009). Acreditamos que para mudar essa realidade é necessário um contínuo aprimoramento profissional do educador, com reflexões críticas sobre sua prática pedagógica.

1.2 Por que ensinar em uma perspectiva investigativa?

Muitos educadores ainda têm a concepção de que para ensinar, basta dominar um pouco os conteúdos e utilizar algumas técnicas pedagógicas (SCHNETZLER e ARAGÃO, 1995). Essa visão simplista de pensar a atividade docente pode dar certo em alguns casos e em um curto período de tempo. Muitas vezes ao explicar determinado conceito, temos a impressão de que os alunos entenderam tudo, porém nas avaliações nos deparamos com resultados indesejáveis. De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN+ (BRASIL, 2002) a simples transmissão de informações não é suficiente para que os alunos elaborem suas ideias de forma significativa. Para uma aprendizagem significativa é imprescindível que o processo de ensino e aprendizagem seja realizado com atividades que possam contribuir para a construção e a utilização do conhecimento pelos alunos. É nesse contexto que as atividades de caráter investigativo se tornam uma importante estratégia de ensino e aprendizagem.

As atividades de caráter investigativo englobam quaisquer atividades que propiciam ao aluno o desenvolvimento da autonomia e da capacidade de tomar decisões, de avaliar e de resolver problemas. Nesse tipo de atividade, o professor

deve propor uma situação problema que irá orientar e acompanhar todo o processo de investigação. A partir das hipóteses levantadas pelos alunos, o docente poderá: auxiliar no estabelecimento de relações entre evidências e explicações teóricas, possibilitar a discussão e a argumentação entre os estudantes, introduzir conceitos e promover a sistematização do conhecimento (LIMA, MARTINS e MUNFORD, 2008a).

Essa estratégia de ensino pode ser abordada em diferentes atividades e com os mais variados assuntos e conteúdos de Química. O professor pode optar por práticas: experimentais, de campo e de laboratório, de demonstração, de pesquisa escolar, com filmes, de simulação em computador, com bancos de dados, de avaliação de evidências, de elaboração verbal e escrita de um plano de pesquisa, entre outros. Os alunos, geralmente, estranham e encontram muitas dificuldades ao realizar atividades investigativas pela primeira vez. Nesse sentido, Borges (2002) salienta que as primeiras atividades investigativas devem ser simples e realizadas em pequenos grupos e que, com o passar do tempo, deve-se aumentar o nível de investigação dos problemas.

Durante as atividades investigativas a interação do aluno com o professor é extremamente importante para o processo de ensino e aprendizagem (AZEVEDO, 2004). O educador deve ficar atento aos questionamentos e às hipóteses levantadas pelos alunos, propondo novas questões que possam orientá-los e ajudá-los a manter suas ideias coerentes. Dessa forma, o aluno se sente mais atraído a resolver as questões propostas, adota uma postura mais crítica, além de desenvolver seu poder de argumentação.

1.3 Justificativa

A escolha do tema eletroquímica deve-se à sua importância no entendimento do mundo físico, uma vez que é responsável pela explicação dos fenômenos que envolvem a transferência de elétrons. Por meio desses fenômenos obtém-se, por exemplo, as pilhas e as baterias, que a partir de uma reação química espontânea

produz energia elétrica. Com o avanço tecnológico, surgiu a necessidade de pilhas e baterias cada vez menores, mais leves e de melhor desempenho. Elas são utilizadas em diferentes aparelhos eletroeletrônicos portáteis, como por exemplo: relógios, lanternas, barbeadores, câmeras fotográficas, celulares, computadores etc.

Apesar de ter acesso a estes aparatos tecnológicos, a maioria dos estudantes não compreende a Química envolvida nos processos de funcionamento das pilhas e baterias. É perceptível que os estudantes apresentam muitas dificuldades para entender conceitos básicos ao estudar eletroquímica, entre os quais se destacam: oxidação, redução, agente oxidante, agente redutor etc. No ensino tradicional, os alunos acabam por decorar os processos envolvidos, reproduzindo nas avaliações apenas o que foi abordado pelo professor. Ao serem solicitados a aplicar esses conceitos em contextos diferentes e/ou mais complexos, os estudantes, geralmente, não conseguem empregá-los adequadamente. Diante dessa situação, achei que seria interessante abordar este tema na perspectiva do ensino por investigação, com o objetivo de proporcionar aos alunos uma aprendizagem mais significativa do conteúdo: Reações de oxidação e redução.

Assim, este trabalho pretende mostrar como foi desenvolvido um conjunto de atividades investigativas, sobre alguns conceitos da Eletroquímica, buscando compreender se os alunos tiveram algum avanço em relação às suas ideias iniciais.

2 COMO O TRABALHO FOI DESENVOLVIDO

2.1 Metodologia

Tendo como referência os textos dos Conteúdos Básicos Comuns – CBCs, PCN+, artigos da Química Nova na Escola (CASTILHO, SILVEIRA e MACHADO, 1999; FRAGAL et. al, 2011; SANJUAN, 2009) módulos didáticos do Centro de Referência Virtual do professor (DAVID e SILVA, 2010) e livros didáticos (MORTIMER e MACHADO, 2010; PEQUIS, 2005) foram planejadas duas atividades sobre reações de oxidação e redução para serem desenvolvidas com os alunos da

segunda série do ensino médio, do turno da manhã em uma escola da rede pública estadual. Inicialmente, foi aplicado um pré-teste para identificar a compreensão dos alunos sobre alguns conceitos como oxidação e redução, contendo cinco questões abertas que foram respondidas individualmente. O objetivo da pesquisadora não era classificar as respostas como certas ou erradas, mas conhecer as explicações dadas pelos estudantes e analisar se elas se aproximavam ou distanciavam daquelas propostas pela Ciência. Partindo dessa ideia, foram planejadas atividades investigativas que pudessem ajudar os estudantes a avançarem na compreensão dos conceitos.

Após a análise das respostas dos estudantes ao pré-teste, deu-se prosseguimento ao trabalho com a realização das atividades de caráter investigativo. Essas atividades foram adaptadas de forma que seus roteiros apresentassem um grau de abertura de uma investigação estruturada. Neste tipo de atividade, o professor propõe aos estudantes um problema experimental a ser investigado, fornece os materiais, indica os procedimentos a serem realizados e sugere questões para orientá-los (LIMA, MARTINS e MUNFORD, 2008b).

Após a realização das atividades foi aplicado um pós-teste também individual. Nele foram exploradas questões similares ao pré-teste com a finalidade de comparar as respostas dos estudantes e, dessa forma, analisar qualitativamente se ocorreram mudanças significativas na compreensão dos alunos, em relação aos conceitos de oxidação e redução, após a professora trabalhar o conteúdo em uma perspectiva investigativa.

Os resultados do pré e pós-teste foram organizados em cinco tabelas subdivididas em 3 colunas e 33 linhas. Sendo que a primeira coluna e as linhas pertencentes a ela identificam os alunos. As demais colunas correspondem às questões propostas no pré e pós-teste e as linhas pertencentes a elas, as respostas dadas pelos alunos.

As etapas do trabalho foram conduzidas de acordo com o progresso da turma, sem a preocupação de “correr” com o conteúdo. Para o desenvolvimento das atividades analisadas, foram usadas oito aulas de 50 minutos, numa sequência de três aulas semanais.

2.2 Critérios de Análise

Serão utilizados os seguintes critérios de análise:

- a) Envolvimento: os alunos demonstraram interesse em desenvolver as atividades? Fizeram anotações?
- b) Interação: houve diálogos entre os participantes do grupo? Entre os grupos e a professora?
- c) Curiosidade: os alunos demonstraram interesse diante do problema apresentado?

2.3 Caracterização da Escola onde o Trabalho foi Desenvolvido

A escola onde o trabalho foi desenvolvido está localizada na região nordeste de Belo Horizonte e é o local onde a autora leciona. É uma escola nova, sua fundação ocorreu em fevereiro de 2010, mas, apesar disso, já sofre com as depredações provocadas pelos alunos. Ela funciona em três turnos, sendo que: nos turnos manhã e tarde estudam alunos das três séries do Ensino Médio e, à noite, alunos do 3º ano regular e Educação de Jovens e Adultos – EJA, também do Ensino Médio. Em 2012, ano de realização das atividades do presente trabalho, havia quase 1200 alunos matriculados.

O quadro de funcionários da escola é constituído por um diretor, três vice-diretoras, duas supervisoras, sendo uma efetivada e a outra designada; um orientador designado, uma secretária, dois assistentes técnicos de educação básica efetivados e um nomeado, quatorze auxiliares de serviços de educação básica designados, trinta e cinco professores designados, sendo um para espanhol, um

para alunos de inclusão e três para uso da biblioteca, além de cinco professores nomeados e três efetivados.

Na maioria das salas de aula há televisores, além de duas salas exclusivas para vídeos, bastante utilizadas pelos professores. No laboratório de informática já existem computadores, porém o acesso aos alunos ainda não foi liberado por falta de senhas, as quais devem ser criadas por um técnico da Secretaria Estadual de Educação. Há espaços para os laboratórios de Biologia, Física e Química, porém eles ainda não possuem nenhum tipo de material. A quadra da escola é toda coberta, nela os alunos praticam diferentes esportes, como vôlei, futebol e basquete. Na cantina não há espaço para os alunos merendarem, porém no pátio há uma área coberta com mesas e bancos onde eles podem merendar confortavelmente.

A escola desenvolve diversos projetos com os alunos, entre os quais se destacam: o Programa Educacional de Atenção aos Jovens – PEAS Juventude, Circuito Cultural da Praça da Liberdade e o projeto Todos pela Paz. Este último teve início após um estudante de quinze anos ter atacado com várias facadas outro de dezoito anos, da mesma classe, no turno da tarde. Segundo informações da polícia, o aluno não teve um motivo para o ato, ele simplesmente confessou que estava com vontade de matar alguém. A escolha da vítima ocorreu por ela ter sido um alvo fácil no momento. Apesar da gravidade dos ferimentos o aluno sobreviveu para o alívio de toda a comunidade escolar. Embora tenha ocorrido este incidente, a escola é considerada tranquila por todos os funcionários, pais e alunos.

O trabalho foi realizado em uma turma com trinta e nove alunos matriculados, contudo, devido à infrequência e evasão, as atividades foram realizadas com trinta e dois discentes com idades entre 16 e 20 anos. A maioria deles, embora estude de manhã, trabalha nos períodos da tarde e noite. Tendo pouco tempo para se dedicar aos estudos, acabam por abandonar a escola.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Aplicação do Pré-teste

O pré-teste foi aplicado antes de qualquer discussão sobre reações de oxidação-redução, uma vez que seus resultados seriam utilizados para identificar o conhecimento prévio dos alunos. Durante a entrega do pré-teste foi solicitado aos alunos que respondessem as questões de acordo com o conhecimento deles sobre o assunto, sem se preocupar se as respostas estariam corretas ou não. Além disso, foi informado a eles que as respostas serviriam como ponto de partida para as futuras intervenções da professora. Acreditamos que conhecer e valorizar como os alunos explicam os fenômenos relacionados à química no cotidiano é importante, uma vez que isso possibilita o planejamento de atividades mais significativas para eles.

Após responderem as questões, alguns alunos chamavam a professora para certificarem se o que haviam escrito estava correto. A professora lia as respostas e questionava os alunos a partir das mesmas, sem dizer se estavam certas ou não. Isso, a princípio, os deixou um pouco agitados, mas com a insistência da professora em afirmar que o interesse dela era pela forma como eles explicavam e não se a resposta estava correta, eles ficaram mais tranquilos.

3.2 Atividades Investigativas

A primeira atividade foi realizada após uma aula introdutória ao estudo das reações de oxirredução, em que foram feitas aos alunos algumas questões sobre os conceitos fundamentais sobre esse tema.

Atividade 1

No cotidiano é comum observarmos uma mudança de coloração nas esponjas de lã de aço utilizadas, entre outros fins, para lavar utensílios domésticos.

1. Qual a substância presente na esponja de lã de aço que sofre essa mudança de coloração? Justifique.
2. Em que condições essa transformação ocorre mais rapidamente? Justifique todas as hipóteses levantadas pelo grupo.
3. Proponha uma experiência que possa evidenciar suas hipóteses.

Nessa atividade foi proposto aos alunos um fato relacionado ao cotidiano, com o intuito de fomentar a participação deles na elaboração das respostas e o questionamento sobre os aspectos relacionados a ele. A turma foi dividida em grupos de quatro alunos, totalizando oito grupos. As respostas foram recolhidas e analisadas para serem discutidas na aula seguinte.

O início da discussão foi um pouco tumultuado, uma vez que vários alunos falavam ao mesmo tempo, sendo assim, foi solicitado que deixassem um colega falar de cada vez. Entre uma questão e outra foi necessário fazer essa intervenção, sem, contudo, impedi-los de participar.

As respostas foram discutidas com a turma, de forma que os alunos optassem pela melhor resposta ou, se necessário, completassem a resposta de outro grupo. Para o fechamento da atividade foram anotadas no quadro as ideias dos alunos que conduziam à resposta certa.

Respostas dos Grupos às Questões da Atividade Proposta

Grupo 1

1. *Ferro que em contato com a água fica com uma coloração alaranjada e que recebe o nome de ferrugem.*

2. *Contato com a água e sal.*

Contato com sabão em barra.

3. Molhar o bombril e colocar pra secar, deixar substância de Brilho alumínio no bombril, a substância que contém no Brilho alumínio desfaz e enferruja a esponja de lã mais rapidamente. (Esse produto contém ácido e outros produtos; a cor é roxo escuro, que corta até o dedo).

Grupo 2

1. A substância que sofre mudança de coloração é o ferro que em contato com a água, fica enferrujado.

2. Quanto mais umidade no local em que se encontra a esponja de aço, mais rapidamente vai ocorrer a mudança da coloração.

3. Deixar ferro, por exemplo, em construções, se eles ficarem muito expostos à umidade, com o tempo ele sofrerá essas mudanças.

Grupo 3

1. É o ferro. Porque ele enferruja causando assim mudanças na coloração do ferro.

2. A esponja enferruja mais rápido quando sai do contato com a água (H_2O) e passa a ter contato com ar (O_2).

3. Pegar um bombril, molhar ele e deixar em cima de uma pedra, pegar outro bombril e deixar dentro da água. O bombril que está fora da água vai enferrujar mais rápido devido estar molhado e com o contato com o ar (O_2).

Grupo 4

1. A substância é o ferro, pois em contato com a água muda de cor porque enferruja.

2. Em cidades de litoral, por causa da maresia (água salgada, vapor).

3. Colocando o ferro em água salgada você pode perceber ele enferrujar com mais facilidade.

Grupo 5

- 1. As esponjas de lã de aço sofrem sim mudança de coloração, pois contém uma substância chamada ferro.*
- 2. Essa transformação ocorre mais rápido quando a substância citada na resposta 1 fica exposta a água por muito tempo e em ambiente úmido.*
- 3. A experiência proposta pelo grupo é a seguinte: deixe uma churrasqueira exposta ao calor e a chuva e em algumas semanas ficará evidente a mudança de coloração do objeto.*

Grupo 6

- 1. O enferrujamento acontece, pois a lã de aço (Bombril) entra em contato com a água e demais substâncias no ar, sendo assim ocorre a oxidação, enferrujando.*
- 2. Ocorre mais rápido se a lã de aço estiver úmida, sendo assim acelera o processo do enferrujamento (oxidação).*
- 3. Pegar o Bombril (lã de aço) lavar vasilhas com a lã e deixá-la em cima da pia úmida, sendo assim em menos de 1 ou 2 dias o Bombril estará enferrujado.*

Grupo 7

- 1. O ferro sofre mudança de coloração porque quando entra em contato com a água, a umidade e as substâncias presentes no ar ele se enferruja.*
- 2. Quando ela está molhada. Porque a água reage com agente oxidante.*
- 3. Quando utilizamos a esponja de aço lavando vasilhas, por exemplo, e depois deixamos ela fora da água no decorrer do tempo a água vai se secando e a umidade que permanece na esponja reage de uma maneira que causa a ferrugem.*

Grupo 8

- 1. O aço sofre mudança de coloração, pois o aço é uma mistura que possui ferro que pode enferrujar.*
- 2. A esponja enferruja mais rapidamente quando está em um local muito úmido, por exemplo, dentro da pia de louça.*
- 3. Manter uma esponja de aço dentro da água com sabão por um dia, retirar a esponja e colocar no sol, vai enferrujar mais rápido.*

A análise das respostas revelou que na questão 1 apenas o grupo 6 não identificou a substância presente na esponja de lã de aço, embora tenha justificado falando da oxidação. Isso causou surpresa, pois durante as conversas com os integrantes desse grupo, um deles concluiu que a substância era o ferro.

Ao responder a questão 2, a maioria dos alunos mencionou o contato com a água como uma das condições para que as esponjas de lã de aço mudassem de coloração com mais rapidez. A análise desta questão isoladamente poderia induzir a um entendimento equivocado das hipóteses apresentadas pelos alunos, uma vez que nas questões 1 e 3 foram constatadas ideias que a completavam. Além disso, seria possível verificar se as ideias dos alunos estavam coerentes, pelo menos, sob o seu próprio ponto de vista. Nesse sentido, uma análise das três questões revelou que apenas os grupos 3, 6 e 7 explicitaram que o enferrujamento depende, simultaneamente, do contato da esponja de lã de aço com água e ar.

A questão 3 foi elaborada com o intuito de avaliar se os alunos seriam capazes de propor uma experiência coerente com as suas suposições. A análise das respostas revelou que apenas o grupo 1 não levou em consideração as hipóteses apresentadas.

A segunda atividade investigativa é uma adaptação de uma prática que foi retirada do Centro de Referência Virtual do Professor – CRV (DAVID e SILVA,

2010). Ele é um portal educacional da Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais que oferece recursos de apoio ao professor para o planejamento, execução e avaliação das suas atividades de ensino na Educação Básica.

Atividade 2

Existe diferença de reatividade entre os metais quando eles são submetidos às mesmas condições?

Discuta com seus colegas a questão proposta e justifique as hipóteses levantadas por seu grupo.

Após o levantamento das hipóteses, os alunos fizeram o seguinte experimento.

Materiais

- ✓ Uma pinça de metal;
- ✓ Três recipientes largos transparentes.

Reagentes

- ✓ Um pedacinho de sódio metálico;
- ✓ Magnésio em pó;
- ✓ Ferro (esponja de lã de aço);
- ✓ Fenolftaleína.



Figura 1 – Materiais e alguns reagentes utilizados no experimento

Questões preliminares

1. O que você espera que aconteça com o sódio, com o magnésio e com o ferro em contato com a água?
2. Você sabe para que a fenolftaleína será usada neste experimento?

Como fazer

- ✓ Colocar água em um dos recipientes e acrescentar uma ou duas gotas de fenolftaleína. Com a pinça de metal, pegar o pedacinho de sódio e colocá-lo na água. Anotar as observações;
- ✓ Repetir o procedimento anterior utilizando o magnésio. Nesse caso, deixar em repouso e observar alguns minutos mais tarde. Anotar as observações.
- ✓ O mesmo procedimento deve se feito com o ferro. Nesse caso, deve-se esperar até o outro dia. Anotar as observações.

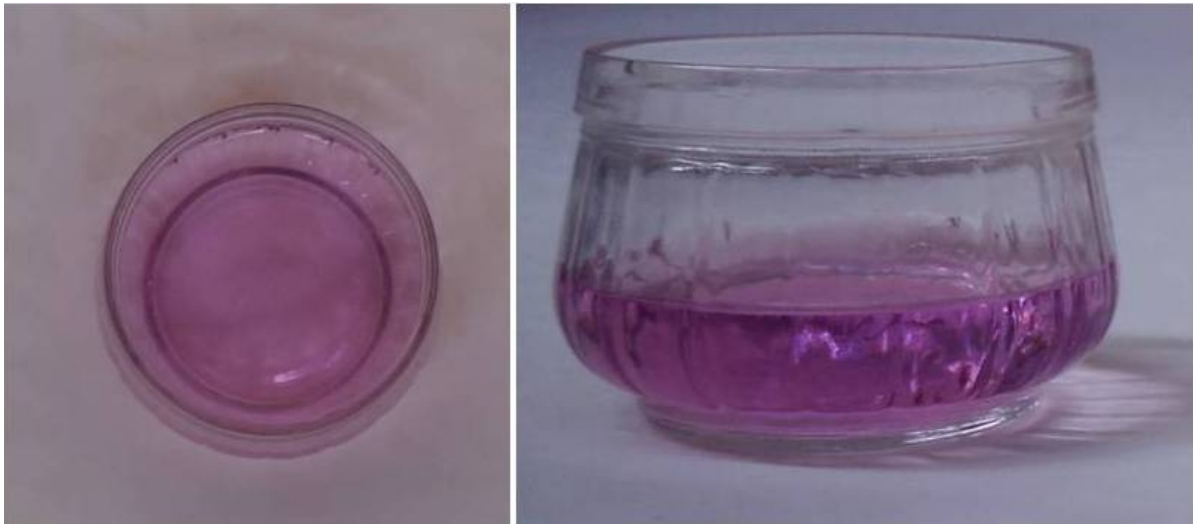


Figura 2 – Sódio metálico em água com fenolftaleína



Figura 3 – Ferro e magnésio, respectivamente, em água com fenolftaleína



Figura 4 – Ferro em água com fenolftaleína após 24 horas

Interpretando os Resultados

1. Discutam em grupo as observações que fizeram. A que conclusão vocês chegaram a respeito da reatividade dos metais?
2. Qual foi o metal que reagiu mais rapidamente com a água e o ar? Qual reagiu mais lentamente?
3. Por que foi utilizada a fenolftaleína nesse experimento?

Para que os alunos não fossem influenciados pelas questões da atividade, cada sequência de perguntas foi entregue a eles na seguinte ordem: questão-problema, questões preliminares e questões do interpretando os resultados.

A questão-problema foi discutida a partir das hipóteses levantadas pelos alunos. A maioria teve dificuldade para elaborar justificativas coerentes com as respostas dadas, as quais variavam entre sim, não e acho que sim.

Ao lerem a primeira questão preliminar, os alunos disseram que nunca haviam visto sódio e magnésio e, portanto, não saberiam responder a questão. Para contornar a situação a professora teve a ideia de mostrá-los esses metais. Como o sódio estava armazenado imerso em benzeno, alguns alunos chegaram a pensar

que o líquido fosse água. Para não induzi-los a conclusões incorretas, foi explicado que o líquido em questão não era a água, e sim outro solvente. Questionados sobre o porquê do seu uso, os alunos não souberam responder.

Ao percorrer os grupos, a professora notou que alguns alunos estavam escrevendo apenas (não sei) nas questões preliminares. Sendo assim, foi solicitado a eles que pensassem, novamente, na questão problema e nas condições em que o experimento seria realizado, antes de formular suas hipóteses. Além disso, foram levantadas outras questões com o intuito de estimular a classe. Essa postura da professora foi importante, uma vez que os alunos começaram a participar com mais interesse na elaboração das respostas e a refletir sobre o problema proposto.

Respostas dos Grupos às Questões Preliminares

Grupo 1

- 1. Que ocorra a oxidação.*
- 2. Para saber que elemento reage primeiro.*

Grupo 2

- 1. Achamos que um deles deve oxidar mais rápido do que o outro.*
- 2. O indicador de ácido-base.*

Grupo 3

- 1. O sódio vai desgastar.
O magnésio vai diluir e mudar de cor.
O ferro vai enferrujar com o tempo.*
- 2. Provavelmente para medir a acidez de algumas substâncias.*

Grupo 4

1. O ferro enferruja.

O sódio dissolve.

O magnésio muda de cor.

2. Serve para controlar a reação das substâncias e dar base.

Grupo 5

1. Nós esperamos que o contato se enferruje.

2. Não sabemos, estamos apenas curiosos.

Grupo 6

1. Cada um vai reagir de uma forma, ou talvez algum possa não ter nenhuma reação.

2. Para que haja alguma reação nos metais que estiverem na água.

Grupo 7

1. Nós esperamos que o ferro enferruje e o sódio e o magnésio tenham alguma reação.

2. Para entrar em contato com a água e o reagente.

Grupo 8

1. Sofram oxidação.

2. Não

Após a entrega das questões preliminares, os alunos receberam os reagentes (com exceção do sódio) e os materiais para o desenvolvimento da prática. Esse procedimento foi realizado para evitar acidentes, uma vez que o sódio é um metal muito reativo. Sua adição à água com fenolftaleína foi realizada pela professora para cada um dos grupos.

Respostas dos Grupos às Questões do Interpretando os Resultados

Grupo 1

Observações:

A água que está com Bombril ficou com a mesma cor e a do magnésio e sódio mudou de cor.

- 1. Que o sódio reage mais rápido do que o magnésio e o ferro.*
- 2. O mais rápido foi o sódio e o mais lento foi o ferro.*
- 3. Para saber qual elemento reage primeiro.*

Grupo 2

- 1. O sódio reagiu rapidamente, o magnésio mais lentamente e o ferro não reagiu.*
- 2. O sódio reagiu mais rapidamente e o ferro mais lentamente.*
- 3. Para indicar se é ácido ou base.*

Grupo 3

Observações:

O sódio reagiu mais rápido, os pedaços dele se locomoveram no recipiente, a água mudou de cor e formou algum tipo de gás.

O magnésio também causa a mudança de cor ao ser misturado na água com fenolftaleína.

O ferro só será percebido a mudança depois de um tempo. O que ocorrerá é que ele vai oxidar, enferrujar.

1. Chegamos a conclusão de que cada metal reage de uma forma diferente em contato com a água.

2. O que reagiu mais rápido foi o sódio e o mais lento será o ferro.

3. Porque ela que causou a reação ao nos mostrar a acidez dos metais.

Grupo 4

1. As reações foram diferentes. Os metais em contato com a água sofrem reações como mudança de cor, cheiro e liberação de gás.

2. O sódio reagiu rapidamente e o ferro reagirá mais lentamente.

3. Para indicar se o meio está ácido ou básico.

Grupo 5

1. Eles são muito reativos, sendo que um se destaca mais que o outro.

2. O sódio foi o que reagiu mais rápido e o mais lento foi o ferro.

3. Ela foi utilizada para causar a reação, pois ela indica o que está acontecendo e nos relata se o experimento é ácido ou básico.

Grupo 6

1. Cada um tem a sua maneira de reagir.

2. O sódio reagiu mais rápido seguido pelo magnésio. O ferro foi o mais lento.

3. Porque ele é um indicador ácido-base.

Grupo 7

1. Concluimos que o magnésio tem uma reação mais eficaz do que a da palha de aço.

2. O magnésio e a palha de aço demoraram mais para reagir.

3. Para que houvesse uma reação.

Grupo 8

1. O sódio reagiu mais rápido que os outros metais.

2. O sódio reagiu mais rápido e o ferro mais lentamente.

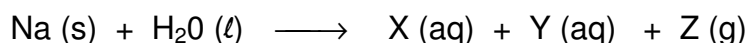
3. Para saber as reações dos elementos.

Os grupos 1, 2 e 8 concluíram, nas questões preliminares, que os metais iriam oxidar, porém apenas o grupo 2 sugeriu que poderia haver diferença de reatividade entre eles. O enferrujamento do ferro foi sugerido pelos grupos 3, 4, 5 e 7, porém para o sódio e magnésio as suposições deles foram diferentes. O grupo 6 ficou indeciso quanto a reatividade dos metais e, diferentemente dos outros grupos, não mencionou o tipo de reação que poderia ocorrer.

Os alunos tiveram dificuldades em explicar a finalidade do uso da fenolftaleína no experimento. Apenas dois grupos mencionaram corretamente sua utilidade, o grupo 2 escreveu que se tratava de um indicador ácido-base e o 3 que era para medir a acidez do meio. O grupo 4 escreveu que ela servia para controlar a reação e dar base, o que não está coerente com o conhecimento científico. A fenolftaleína é um indicador que continua incolor em soluções ácidas e torna-se cor de rosa em soluções básicas, ela não tem a finalidade de controlar a reação e tampouco formar base. Os grupos 1, 6 e 7 apresentaram concepções diferentes sem, contudo,

mencionar a acidez ou a basicidade do meio, já os grupos 5 e 8 escreveram apenas que não sabiam o motivo do uso.

Durante a atividade experimental os alunos observavam atentamente as transformações ocorridas no sistema, faziam comentários entre eles, anotações e alguns questionamentos à professora. Eles ficaram fascinados com a reação violenta entre o sódio e a água. A análise das respostas, às questões do interpretando os resultados, revelou que todos os grupos observaram corretamente a ordem de reatividade dos metais. Entretanto, apenas os grupos 1, 3 e 4 registraram a mudança de cor, contudo, apenas os dois últimos apontaram também a liberação de gás. Como os alunos não chegaram a um consenso sobre a utilização da fenolftaleína, de acordo com o conhecimento científico. Na aula seguinte, a professora reuniu, em uma tabela na lousa, as principais ideias apresentadas por eles. Além disso, foi equacionada a reação química a seguir, na qual eles deveriam prever, a partir dos reagentes, os produtos da reação.



Durante a discussão, a maioria concluiu que um dos produtos em solução era o (Na^+), já para o produto gasoso as opiniões se dividiram entre o H_2 e o O_2 . A professora, então, sistematizou as explicações dadas às transformações ocorridas no sistema, procurando ressaltar como a Ciência as descreve.

Nessa aula, os alunos também tiveram a oportunidade de observar as transformações ocorridas nas esponjas de lã de aço utilizadas por eles no dia anterior.

3.3 Análise das Questões do Pré-teste

Para identificar as concepções dos estudantes foi realizada uma análise das respostas dos alunos ao pré-teste. Uma análise geral será realizada no tópico – Comparação entre as Respostas do Pré e Pós-teste – após as intervenções realizadas.

A partir das respostas dos alunos à questão – **Você já observou que quando se corta uma maçã e a deixa exposta, ela escurece rapidamente. Como você explica esse fato?** – verificou-se que 34% dos estudantes citam a palavra oxidação em suas explicações, porém alguns destes acreditam que a oxidação envolva a perda de oxigênio. A maioria, 66%, citou explicações distintas como: a ação de fungos e bactérias, o contato com o ar, a perda de água e a perda de oxigênio. Pela análise das respostas pôde-se constatar que, a maioria das explicações dos estudantes não está coerente com o conhecimento científico.

Na Questão – **Qual a sua sugestão para evitar o escurecimento da maçã?** – 59% dos alunos sugeriram que a maçã deveria ser embrulhada em filme de PVC ou em alumínio. O restante, 41%, sugeriu diferentes procedimentos, entre eles: pingar gotas de limão ou vinagre, colocar sal, colocar em recipiente com água, guardar a vácuo, não cortar e colocar na geladeira. De acordo com as respostas apresentadas, percebe-se que a maioria dos estudantes conseguiu sugerir maneiras corretas de evitar o escurecimento da maçã.

As explicações à questão – **Objetos de prata perdem o brilho com o passar do tempo, adquirindo uma aparência embaçada e com coloração escura. Como você explica essa alteração de cor?** – foram bem diversificadas. Uma síntese das principais ideias apresentadas pelos alunos revelou o seguinte resultado: 22% acreditam que seja por causa do oxigênio, 19% por causa do suor e sujeira, 12% por causa de bactérias, 9% por causa de desgaste, 6% por causa da água e do ar, 6% por causa de produtos químicos, 6% por causa do tempo de uso, 6% por causa da oxidação, 6% por causa do enferrujamento do ferro, 3% por a prata enferrujar e 3% por fatores climáticos. A partir das respostas é possível constatar que essa questão não é, de forma alguma, simples para os alunos. Aos que citaram o oxigênio e a oxidação, as respostas foram diretas, sem detalhes do processo de escurecimento da prata.

Na questão – **Existe alguma relação entre o escurecimento da maçã e o da prata? Explique.** – 59% dos alunos responderam que não e 41% que sim. As

principais explicações para os alunos que responderam não foram: a maçã perde oxigênio e a prata ganha, a maçã escurece devido aos fungos e a prata ao desgaste e, por último, a maçã é uma fruta e a prata é um objeto. Aos que responderam sim, relacionaram o escurecimento da maçã e o da prata a diferentes fatores como: o ar, a oxidação e também à ação de bactérias.

Ao responderem a questão – **Você já observou que em cidades litorâneas a maioria das casas possui janelas e portões de madeira? Explique por quê?** – 41% dos alunos explicaram que era devido à maresia, uma vez que ela corrói e/ou enferruja o ferro, 19% argumentaram que se deve ao fato da densidade no litoral ser maior, o que facilitaria a corrosão dos metais e 16% acreditam que, por causa do calor, é preferível a madeira, pois ela esquenta menos do que o ferro. Além disso, 24% apresentaram diferentes explicações como: a madeira não corre o risco de enferrujar, existem substâncias vindas do mar que corroem os metais, o ferro sofre oxidação, a madeira absorve a umidade e, também, que a madeira contribui para a circulação do ar. As respostas evidenciaram que boa parte dos alunos sabe o porquê da maioria das casas possuírem janelas e portões de madeira, uma vez que citaram o problema da corrosão nos metais. Contudo, os resultados evidenciam que eles não compreendem o processo de transformação nos metais provocado pela maresia.

3.4 Comparação entre as respostas do pré e pós-teste

O pós-teste foi aplicado uma semana após o término das atividades. A avaliação de seus resultados foi feita a partir de uma comparação entre as respostas do pré-teste. O intuito era verificar se os alunos avançaram em relação às concepções, após as intervenções realizadas. A ordem em que os alunos aparecem no pré-teste foi mantida no pós-teste, tabelas 1 a 5, para facilitar a comparação.

TABELA 1. Respostas dos alunos à primeira questão do pré e pós-teste

(Continua)

Aluno	Pré-teste	Pós-teste
	Questão 1- Você já observou que quando se corta uma maçã e a deixa exposta, ela escurece rapidamente. Como você explica esse fato?	Questão 1- Você já observou que alguns alimentos como bananas, peras e batatas ao serem cortados e expostos, eles escurecem rapidamente. Como você explica esse fato?
	Respostas	Respostas
1	A maçã após cortada ela entra diretamente em contato com o oxigênio, então ela libera essa água que está dentro dela, fazendo com que ela murche e escureça.	Porque ao ser cortado e exposto ele entra em contato com o oxigênio e o modo de reagir é escurecendo.
2	A maçã escurece quando a cortamos, porque ela fica exposta para fungos e bactérias.	As frutas quando são cortadas, elas recebem uma oxidação no ambiente que deixam as frutas escuras.
3	É porque ela passa por um processo de oxidação, ou seja, suas células cortadas liberam enzimas que entram em contato com o oxigênio.	Isso acontece porque ficam expostos e ganham oxigênio. Ou seja, passa pelo processo de oxidação.
4	Isso ocorre por causa da oxidação, ela perde oxigênio para o meio externo.	Ocorre a oxidação da fruta. Ao entrar em contato com o oxigênio, ocorre uma reação.
5	A maçã ao ficar em contato com o oxigênio acontece a oxidação da fruta.	Isso acontece por causa da oxidação, o alimento ganha oxigênio.
6	Ela passa pelo processo de oxidação. (As enzimas da fruta entram em contato com o oxigênio presente no ar).	Escurecem porque entram em contato com o oxigênio.
7	Porque a maçã perde oxigênio para o meio externo, ou seja, a oxidação.	Os alimentos quando ficam expostos ganham oxigênio num processo chamado oxidação.
8	Oxidação da fruta.	Ele escurece por causa da oxidação, ganha oxigênio.
9	Isso ocorre por causa da oxidação, ela perde oxigênio para o meio externo.	Deve-se por eles ficarem expostos ao oxigênio.
10	Pode ser pela água que tem, ela se evapora e com isso ela se escurece, ou pode ser os fungos que entram em ação.	Ocorre a oxidação com eles, assim esses alimentos escurecem rapidamente.
11	Por causa do ar.	É porque ocorre a oxidação (ganho de O_2).
12	Esse fato ocorre por causa que a maçã perde oxigênio.	Porque ocorre oxidação nos alimentos depois que forem cortados.
13	Porque ela oxida com o O_2 .	Isso acontece por causa da oxidação.
14	Oxidação, pois com o corte ela fica exposta.	Acontece isso porque quando o alimento fica exposto ele sofre uma oxidação.
15	Que quando cortamos a maçã ela fica exposta aos fungos que estão no ar e começa a agir na maçã.	Eles sofrem oxidação.
16	Esse fato ocorre, pois a maçã sem a casca se desidrata e assim escurece e fica seca.	Ao serem cortados e expostos ao ar, ocorre a oxidação desses alimentos pela ação do oxigênio.
17	A maçã sem casca em contato com o ar ocorre oxidação da fruta, escurecendo-a.	Porque quando cortados os alimentos tem contato com o ambiente e quando estão inteiros não há esse contato.

TABELA 1. Respostas dos alunos à primeira questão do pré e pós-teste

(Continuação)

18	Porque o ar quente faz escurecer a maçã depois de aberta e também porque é sua casca que a protege.	É porque eles entram em contato com o ar.
19	A maçã sofre alguma reação com o ar e por isso escurece.	No meu modo de pensar, eles escurecem devido ao calor ou ambiente quente, e também por eles ficarem expostos ao oxigênio.
20	Ela escurece rapidamente por causa do ar.	Causa oxidação. Pelo contato dos alimentos com o oxigênio.
21	Oxidação.	Pois o alimento entra em fase de oxidação que é o contato do corte aberto com o ar.
22	Pois ocorre oxidação pelo acúmulo de substâncias no ar.	Esse fato ocorre porque o alimento entra em contato com o oxigênio.
23	Esse fato ocorre quando se libera o caldo da maçã, e ela fora da geladeira se perde oxigênio onde ocorre o escurecimento.	Esse fato é porque quando acontece o contato entre o alimento e o oxigênio, ocorre oxidação aí escurece o alimento.
24	Quando a maçã fica exposta ela escurece por causa que quando corta ela, ela tem que ser digerida, se ela não for comida, ela escurece, porque a sua proteção é a sua casca.	Porque os alimentos ao serem cortados e expostos ao oxigênio, eles escurecem.
25	Isso ocorre devido a maçã perder O ₂ para o ambiente.	Porque entra em contato com o oxigênio, sofrendo oxidação.
26	Pelo fato de ela ficar exposta, devido o seu desgaste e sem a sua casca acaba escurecendo.	Porque ocorre a oxidação e com esse processo o alimento acaba se escurecendo.
27	Isso acontece porque ela perde oxigênio.	Porque a fruta entra em um processo de oxidação.
28	A maçã perde carboidratos, ou seja, ela está perdendo água e se preparando para apodrecer.	Ocorre a oxidação com esses alimentos.
29	Por causa que a maçã contém água e quando ela entra em contato com o ar, a maçã perde os nutrientes e então fica escura.	Ocorre oxidação com tais alimentos porque eles entram em contato com o oxigênio.
30	Sim, quando uma pessoa corta a maçã e não come e a deixa descoberta os fungos que estão no nosso ambiente param na superfície da maçã e por isso o escurecimento, e acontece o desidratamento.	Porque eles expostos ao oxigênio ocorre a oxidação.
31	Devido ao contato com o ar a maçã fica podre.	Porque eles entram em contato com o oxigênio, causando a oxidação.
32	O fato é que a maçã contém uma substância, então ela entra em contato com oxigênio antes do composto químico da maçã que libera a enzima.	O alimento cortado tem mais contato com o ar do que o alimento inteiro.

Na questão – **Você já observou que alguns alimentos como bananas, peras e batatas ao serem cortados e expostos, eles escurecem rapidamente. Como você explica esse fato?** – a maioria dos alunos elaborou uma explicação

coerente baseada na oxidação dos alimentos, diferentemente do que ocorreu no pré-teste. Algumas concepções alternativas presentes no pré-teste não apareceram no pós-teste, entretanto, surgiram outras. O aluno (7) respondeu no pré-teste que a oxidação ocorria porque a fruta perdia oxigênio, já no pós-teste ele atribuiu o mesmo processo ao ganho de oxigênio. Embora não tenham apresentado essa ideia no pré-teste os alunos (3, 5, 8 e 11) também a consideraram no pós-teste. Provavelmente eles tenham adquirido essa ideia ao estudar as reações de oxirredução em que o oxigênio era um dos reagentes. Outra concepção observada foi a do aluno (2), ao responder que as frutas escurecem porque elas recebem uma oxidação do ambiente.

TABELA 2. Respostas dos alunos à segunda questão do pré e pós-teste

(Continua)

Aluno	Pré-teste	Pós-teste
	Questão 2- Qual a sua sugestão para evitar o escurecimento da maçã?	Questão 2- O que pode ser feito para evitar o escurecimento desses alimentos?
	Respostas	Respostas
1	Após cortar a maçã a melhor sugestão é colocá-la em um papel filme ou consumir totalmente.	Temos que vedar a parte cortada evitando qualquer tipo de contato com o ar.
2	Ao cortá-la evitar deixar ela exposta no ar, e embrulhá-la em um alumínio ou deixá-la em um recipiente fechado.	Guardá-las em um recipiente bem protegido evitando as frutas de entrar em contato com o oxigênio.
3	Pode-se pingar gotinhas de limão nas partes expostas, para que a acidez do limão impeçam o escurecimento da fruta.	O óbvio seria não deixá-los expostos, ou seja, quando for usado, cobri-los com papel filme.
4	Pode passar vinagre na maçã isso ajuda a evitar a oxidação e também pode embrulhar um plástico PVC.	Por exemplo, envolver a fruta em um plástico filme, que não vai deixá-la em contato com o oxigênio.
5	Envolvê-la em um papel filme, para que ela não entre em contato com o oxigênio.	Pode passar vinagre, açúcar por cima do alimento, isso evita a oxidação.
6	Cobrir a maçã com PVC para que a parte cortada não fique exposta ao ar.	Cobri-los com PVC para que a parte a qual foi cortada não fique exposta.
7	Colocar em um plástico PVC e colocá-la em um recipiente.	Colocá-lo em papel filme/PVC. Podemos também colocar vinagre e açúcar para inibir a oxidação.
8	Envolver a maçã em um plástico PVC.	Evitar o contato do alimento com o oxigênio, isolando-o.
9	Embrulhar em um plástico, ou passar vinagre.	Colocando esses alimentos no PVC.
10	Colocar sal eu acho que ela não fica preta mais fica murcha.	Guardar os alimentos em PVC, ele isola o oxigênio dos alimentos. Ou pode colocar vinagre ou açúcar para inibir a oxidação.
11	É só colocar na geladeira.	Isolar o alimento do oxigênio.

TABELA 2. Respostas dos alunos à segunda questão do pré e pós-teste

(Continua)

12	Usando PVC é só colocar o alimento dentro dele. Assim ele não ficará escuro.	Não descascar os alimentos se não for consumi-los, pois escurecem com muita rapidez. Ou enrolar os alimentos em plástico PVC.
13	Embrulhá-la com papel filme.	Se descascar é importante enrolar no PVC para que não escureça.
14	Não cortar ou perfurar ela.	Mantenha-os em um ambiente conservado, evitando o contato com o oxigênio.
15	Colocar ela num ambiente fresco e conservado.	Adicionar vitamina C.
16	Retirar a casca no momento em que vai comer assim evita a desidratação.	Pode-se cortar apenas no momento em que se vais utilizar ou se já tiver cortado, acondicionar numa vasilha com água, para evitar o contato direto com o ar.
17	Guardá-la a vácuo.	Quando cortar os alimentos, se possível, colocar plástico PVC para evitar o contato com o ambiente.
18	É só deixar a maçã dentro da geladeira em contato com ar gelado.	É só embrulhá-los em plásticos.
19	Não cortá-la ou envolvê-la com um papel guardando na geladeira.	Embrulhar os alimentos no PVC ou papel alumínio.
20	Para evitar o escurecimento da maçã é só colocar ela em lugar mais fresco, tipo geladeira.	Proteger do oxigênio. Por exemplo, colocar no plástico.
21	Embrulhar em um plástico.	Para interromper esse processo devemos colocar o alimento em vasilhas ou vedando a parte exposta ao ar.
22	Para evitar o escurecimento devemos vedar o lugar exposto ao ar.	Para evitar pode-se enrolar a fruta no PVC, colocar dentro de uma vasilha que contenha tampa e enrolar em papel alumínio.
23	Colocá-la em papel filme, ou em papel alumínio para evitar esse escurecimento, pode também depois desse processo colocá-la dentro de uma vasilha fechada.	Para evitar esses escurecimentos nós devemos tampar esses alimentos numa vasilha e colocar um pouco de água.
24	A minha sugestão para evitar o escurecimento da maçã é que quando ela for cortada, ela deve ser digerida (comida) de uma vez se não ela pode ficar escura.	Vedar a parte cortada dos alimentos para não ter contato com o oxigênio.
25	Cobri-la com PVC ou guardá-la em um recipiente.	Isolados com plástico.
26	Para mim pode-se evitar colocando a maçã em recipiente com água ao descascá-la.	Para que se possa evitar que esse alimento escureça é necessário que não o descasque se não for consumir e o enrolar em um papel de PVC.
27	Colocando-a em um papel filme (A maçã deve ficar em um ambiente sem o oxigênio, ou seja, á vácuo).	Isolar a fruta para que ela não tenha contato com o oxigênio.
28	Colocá-la em um recipiente fechado.	Pode-se colocar açúcar ou outra substância que vai inibir a oxidação.

TABELA 2. Respostas dos alunos à segunda questão do pré e pós-teste

(Continuação)

29	Enrolar a maçã em papel filme ou colocar em uma vasilha de plástico.	Pode usar vinagre e açúcar por cima do alimento para que assim evite a oxidação.
30	Para evitar o escurecimento da maçã devemos cobri-la com papel filme para evitar que as impurezas do ar impregnem na fruta.	Devemos colocar numa vasilha e tampá-la.
31	Por na geladeira quando partida.	Devemos embrulhar os alimentos cortados ou colocá-los em vasilhas, evitando o contato com o ar.
32	Para que não aconteça coloque em uma vasilha com água.	Manter os alimentos protegidos e dentro da geladeira.

A análise das respostas à questão – **O que pode ser feito para evitar o escurecimento desses alimentos?** – revela que houve um avanço no entendimento dos alunos quanto às formas de se evitar a oxidação. Os alunos (11 e 31) sugeriram no pré-teste que bastava colocar o alimento na geladeira, já no pós-teste eles escreveram que o alimento deveria ser isolado do oxigênio. Provavelmente, eles assimilaram que o simples fato de colocar o alimento cortado na geladeira não o impede de escurecer, uma vez que nela também há oxigênio. O aluno (15) sugeriu no pré-teste colocar a fruta num ambiente fresco e conservado e no pós-teste, ele sugeriu a adição de vitamina C. Esta nova sugestão surpreendeu, uma vez que as questões do pré-teste não foram discutidas com a turma. Provavelmente este aluno tenha ficado curioso com a questão e, por conta própria, pesquisou sobre ela.

TABELA 3. Respostas dos alunos à terceira questão do pré e pós-teste

(Continua)

Aluno	Pré-teste	Pós-teste
	Respostas	Respostas
	Questão 3- Objetos de prata perdem o brilho com o passar do tempo, adquirindo uma aparência embaçada e com coloração escura. Como você explica essa alteração de cor?	Questão 3- Objetos de prata perdem o brilho com o passar do tempo, adquirindo uma aparência embaçada e com coloração escura. Como você explica essa alteração de cor?
1	Quando a aliança entra em contato com o corpo, o corpo libera suor fazendo com que a aliança perca o brilho e escureça um pouco.	Pelo fato de a prata ser exposta ao oxigênio, ela vai perdendo o brilho.
2	Com o tempo a prata vai se desgastando, e com isso vai perdendo seu brilho e polimento.	Com o passar do tempo os objetos de prata começam a se desgastar, e com o desgaste ele vai perdendo seu brilho com isso precisando de um polimento.

TABELA 3. Respostas dos alunos à terceira questão do pré e pós-teste

(Continua)

3	É a intervenção do O_2 na matéria que compõe a prata.	Isso acontece por conta da oxidação do metal, pelo contato com oxigênio e com compostos de enxofre.
4	Ocorre devido ao tempo de uso, o acúmulo de bactérias, sujeira e o O_2 entram em contato com a matéria da prata.	Reação da prata ao contato com substâncias químicas.
5	É porque os objetos sofrem arranhões e estão em contato com produtos químicos que usamos no dia-a-dia.	Devido a oxidação do metal e do enxofre que está na prata que reage com as partículas encontradas no ar.
6	Quando o oxigênio se envolve com a matéria que compõe a prata.	As substâncias presentes na prata sofrem reação quando estão em contato com o ar. (Sofrem oxidação).
7	Devido ao uso, o acúmulo de bactérias. Intervenção de O_2 na matéria que compõe a prata.	Isso ocorre devido à oxidação do metal. A oxidação acontece por causa dos compostos de enxofre.
8	Pelo contato do O_2 com a matéria da prata.	Isso ocorre porque outras substâncias presentes na prata reagem com o ambiente, ar, e também por causa de bactérias.
9	O O_2 entra em contato com a prata e ela escurece.	Ficando em contato com o oxigênio. Assim eles se desgastam e causa perda de brilho.
10	Simplesmente ela fica suja e perde o brilho com o passar do tempo.	Por causa da oxidação do metal. A oxidação acontece por causa do composto de enxofre.
11	O ferro vai enferrujar.	A prata é um metal e reage com o O_2 do ambiente em que se encontra, perdendo seu brilho.
12	Por causa do uso excessivo e acúmulo de bactérias.	Ela perde o brilho por passar o tempo, ela vai acumulando bactérias.
13	Por causa da oxidação.	Porque com o tempo a prata vai desgastar.
14	Oxidação.	É porque a prata é um objeto que fica desgastado, quando entra em contato com algumas substâncias, como exemplo o enxofre.
15	Porque quando a prata tem muito contato com os objetos ela acaba sofrendo esse processo.	Com o tempo esses objetos em contato com o oxigênio se desgastam e perdem o brilho.
16	Essa alteração de cor ocorre, pois na maioria dos objetos de prata há uma cobertura de tinta que se perde com o tempo ou se escurece, devido a fatores climáticos.	É quase a mesma coisa que ocorre com os alimentos, pois o contato com o ar e suas gotículas de água, com o passar do tempo, faz a prata contrair essa aparência escura e fosca.
17	A água e o ar com o passar dos tempos corroem e destroem a prata.	A prata com o tempo também reage com o oxigênio, e assim adquire uma aparência embaçada e com coloração escura.
18	Porque a química da prata perde a força.	É porque eles também com o tempo vão ficar mais expostos ao ar.
19	Deve sofrer alguma reação química com o ar e com bactérias que fazem ela embaçar e escurecer.	É porque eles ficam expostos ao oxigênio.
20	O ferro vai enferrujar.	Contato com outra substância e acúmulo de bactérias.

TABELA 3. Respostas dos alunos à terceira questão do pré e pós-teste

(Continuação)

21	Pelo contato com outros resíduos.	Primeiramente porque a prata sofre reação por entrar em contato com ar, sendo assim ela escurece.
22	Pois ocorre o acúmulo de substâncias sobre a prata deixando a mais escura.	Ela entra em contato com o oxigênio. Passando pasta de dente, ela volta um pouco seu brilho.
23	Ocorre a alteração pelo tempo de uso onde a prata se molha e vai perdendo a cor, para o brilho voltar ao normal, precisa ser polida. E ela se escurece pelo acúmulo de bactérias e sujeiras.	O oxigênio entra em contato com a prata aí acontece a perda de brilho.
24	Eu explico com as minha palavras, essa alteração ocorre por causa que ao passar do tempo todas as pratas tem que receber um banho se não ao passar do tempo ela pode escurecer.	A prata também reage ao ter contato com o oxigênio, a reação que irá acontecer é que a prata irá mudar de cor.
25	É a intervenção do O_2 na matéria que compõe a prata.	É a consequência das partículas compostas no oxigênio em contato com a prata.
26	Pelo fato da prata ser bem fácil de desgastar ela corre o risco de perder a sua cor, pois a sua tintura se desgasta facilmente.	É pelo fato de se passar muito tempo, acaba se acumulando sujeira e ficando desgastado.
27	Com o uso contínuo e o acúmulo de sujeira ela fica desgastada também.	Porque as substâncias da prata reagem com o enxofre e como resultado ocorre o escurecimento da prata.
28	Ela perde o brilho e fica suja.	Isso ocorre pela oxidação do metal, porque contém compostos de enxofre.
29	O ar, a água e a poeira colaboram para que os objetos de prata fiquem embaçados e escureçam.	Porque ocorre a oxidação do metal, e também a questão do enxofre que fica na prata que reagem com partículas encontradas no ar.
30	Eu acho que a prata escurece, pois as pessoas devem usar a prata do jeito correto, não a deixando molhar muito e sempre estar limpando ela se não as bactérias vão ficar na aliança.	Porque ela sofre oxidação.
31	Com o passar do tempo devido ao contato com o ar, a prata começa a enferrujar.	Porque ela reage com as partículas do ar, causando a oxidação.
32	Pode ser que o material é exposto a poeira que arranha, embaçando, tirando a cor que seja um material não de qualidade.	A prata também reage em contato com o oxigênio, e a reação é que a prata vai mudar de cor.

Ao responderem a questão – **Objetos de prata perdem o brilho com o passar do tempo, adquirindo uma aparência embaçada e com coloração escura. Como você explica essa alteração de cor?** – alguns alunos apresentaram outra substância que também é responsável pela oxidação da prata. No pré-teste o aluno (3) citou apenas o oxigênio, já no pós-teste além deste, citou também os compostos de enxofre. Os alunos (5, 7, 10, 14, 27, 28 e 29) também consideraram o enxofre em suas explicações, contudo, suas respostas ficaram um pouco confusas.

É bem provável que estes alunos também tenham pesquisado sobre o assunto, pois em nenhum momento os compostos de enxofre foram citados pela professora. Isto pode ser uma evidência de que a curiosidade deles foi além da sala de aula. A comparação entre as respostas evidenciou que a maioria dos alunos formulou uma explicação mais aceita cientificamente no pós-teste, as exceções foram os alunos (12, 20 e 26) os quais não apresentaram uma evolução satisfatória em suas concepções.

TABELA 4. Respostas dos alunos à quarta questão do pré e pós-teste

(Continua)

Aluno	Pré-teste	Pós-teste
	Questão 4- Existe alguma relação entre o escurecimento da maçã e o da prata? Explique.	Questão 4- Existe alguma relação entre o escurecimento dos alimentos e o da prata? Explique.
	Respostas	Respostas
1	Não, porque o da maçã entra em contato com o oxigênio e a prata o corpo.	Sim, porque o oxigênio entrando em contato com alimentos e com a prata eles escurecem.
2	Não. A maçã escurece devido aos fungos e a prata pelo seu desgaste.	Existe uma relação entre os dois, pois ambos sofrem oxidação e escurecem.
3	Não, porque a prata sofre intervenção do O ₂ e componentes que habitam no ar. E a maçã, ela perde oxigênio pro ar.	Sim, porque os dois casos passam pelo mesmo processo de oxidação.
4	Não porque a maçã perde O ₂ e a prata ganha O ₂ .	Não. Um ocorre pelo contato com o oxigênio e o outro é pelo contato com outras substâncias.
5	Não. Um é pelo contato com oxigênio e o outro pelo contato com outros produtos.	Sim, os dois escurecem por causa da oxidação.
6	Não. A prata sofre intervenção do O ₂ e dos componentes do ar. A maçã perde O ₂ para o ar.	Quando em contato com o ar os dois sofrem oxidação.
7	Não, porque a maçã perde oxigênio e os objetos não. A maçã perde O ₂ e a prata ganha O ₂ .	Sim, porque ambas sofrem oxidação.
8	Não. A maçã perde O ₂ e a prata ganha O ₂ .	Os dois escurecem por causa da oxidação.
9	Não, pois a maçã perde O ₂ e a prata recebe O ₂ .	Os alimentos se escurecem rápido e a prata se escurece devagar.
10	Não, pois a maçã escurece por fungos ou pela água que tem nela que evapora. Como a prata fica suja e perdi o brilho se lavar ela volta como era antes.	Sim, os dois sofrem mudanças com oxigênio.
11	Sim, ambos escurecem devido ao ar.	Sim, os dois oxidam (ganho de oxigênio).
12	Acho que sim, porque na maçã ela não só perde o oxigênio e como várias bactérias entrará nela e assim também nos objetos de prata.	Sim, pois entra em contato com o oxigênio e isso causa oxidação.

TABELA 4. Respostas dos alunos à quarta questão do pré e pós-teste

(Continuação)

13	Por que a maçã perde O ₂ e a prata ganha O ₂ .	Não porque a prata é um metal e se escurece com o tempo e o alimento não escurece quando você não parte ele.
14	Sofre o mesmo processo, a oxidação.	Sim, porque os dois elementos escurecem devido a oxidação.
15	Não, porque a maçã escurece devido aos fungos e a prata devido ao seu desgaste.	Ambos sofrem o processo de oxidação.
16	Acredito que não, o da maçã é mais ligado a desidratação e a prata por causa do clima e do seu manuseio.	Em ambas o oxigênio tem um papel super importante nas reações que mudam as aparências desses exemplos dados, pois o contato prolongado com o oxigênio é que faz isso ocorrer.
17	Sim, em ambas ocorrem oxidação.	Sim, os dois em contato com o oxigênio ficam mais escuros e mudam sua aparência.
18	Não, para mim não tem nada a ver.	Os dois entram em contato com o ar.
19	Sim, pois parece ser o mesmo tipo de reação que acontece em ambos.	Existe sim, só que o alimento escurece de um dia para o outro e a prata demora algum tempo para escurecer.
20	Sim, ambas escurecem devido ao ar.	Sim, os dois são causados pela oxidação.
21	Não, porque a maçã escurece pelos fungos, e a prata devido ao seu desgaste.	Ambos em contato com ar e suas substâncias neles presente sofrem oxidação.
22	Sim, pois em ambos ocorrem oxidação.	Sim, os dois entram em contato com o oxigênio e escurecem.
23	Sim existe, pois as duas exercem bactérias que facilita o escurecimento.	Sim, porque o oxigênio entra em contato com a prata e os alimentos, assim ambos escurecem do mesmo jeito.
24	Não, por causa que a maçã é uma fruta e a prata é um objeto.	Sim, porque os dois sofrem reação ao entrar em contato com o oxigênio.
25	Não. A prata sofre intervenção do O ₂ e componentes que habitam no ar. E a maçã perde O ₂ para o ar.	Sim, ambos estão expostos ao oxigênio, a diferença é que os alimentos perdem água e a prata desgasta com o tempo.
26	Para mim eu acho que a maçã é uma fruta e a prata um objeto.	Não, pois a prata é um metal e o alimento não.
27	Sim, pois a maçã ganha bactérias que vem pelo ar e o objeto de prata também.	Sim, porque ambos resultam de substâncias que estão no ar.
28	Não porque a maçã perde água, apodrece com alguns fungos, mas com a prata não ocorre esse fato, ela perde o brilho e por isso fica a coloração escura.	Sim, pois ambos vão estar em contato com o oxigênio e vão oxidar.
29	Sim, porque a maçã escurece por causa da água e o ar. Já os objetos de prata se molharem ou não escurecem por causa do ar e poeira.	É pelo simples fato dos dois oxidarem.
30	Acho que sim, pois eu acredito que são as impurezas que estão no ar que ficam junto na aliança ou na maçã.	Sim, porque os dois oxidam.
31	Sim, ambas escurecem devido o contato com o ar.	Sim, ambos escurecem devido ao contato com o oxigênio.
32	Não, porque o escurecimento da maçã é químico em relação ao oxigênio e o escurecimento da prata é físico.	Sim os dois sofrem oxidação em contato com o ambiente.

O resultado das respostas à questão – **Existe alguma relação entre o escurecimento dos alimentos e o da prata? Explique.** – evidencia que a maioria dos alunos assimilou que a oxidação é uma transformação comum entre alguns alimentos e a prata, diferentemente do que ocorreu no pré-teste. Apenas os alunos (4, 13 e 26) não conseguiram fazer essa relação.

TABELA 5. Respostas dos alunos à quinta questão do pré e pós-teste

(Continua)

Aluno	Pré-teste	Pós-teste
	Respostas	Respostas
	Questão 5- Você já observou que em cidades litorâneas a maioria das casas possui janelas e portões de madeira? Explique por quê?	Questão 5- Os carros vendidos em cidades litorâneas, geralmente, têm um preço inferior em relação aos de outras cidades, como por exemplo, Belo Horizonte. Aponte uma explicação para esse fato.
1	Porque nessas regiões existem maresias que corroem o ferro, por isso existem apenas portas de madeira.	Pelo fato do ar conter gotículas de água, com isso os carros entrando em contato com este ar a sua tintura enferruja mais rápido. Em cidades não litorâneas não existe isso.
2	Por causa do calor, o lugar é muito quente, e a madeira que dá proteção.	Em cidades litorâneas os carros sofrem muito por conta da maresia, que faz com eles estraguem e fiquem enferrujados rapidamente.
3	Porque a densidade perto do litoral é mais densa e corroem com facilidade portão e painéis de metal.	Isso acontece por conta da maresia que corrói o metal fazendo com que ele estrague mais rápido, e assim os carros dessa região não podem ser caros por conta da pouca durabilidade.
4	Por causa da maresia que vem do mar e enferruja o ferro e não tem efeito nenhum sobre a madeira.	Por causa da maresia. Danifica o carro mais rápido, pode causar ferrugens etc. Por isso ele é mais barato.
5	Isso é porque a madeira é mais fria. Se os portões e janelas fossem de ferro o lugar esquentaria ainda mais.	Por causa da maresia que enferruja os carros, começam a corroer o metal.
6	A densidade perto do litoral é mais densa e corrói com facilidade portas e janelas de metal.	O sal presente no ar faz com que o metal enferruje mais rápido.
7	A densidade no litoral é mais forte.	Por causa da maresia que corrói o metal fazendo com que ele estrague mais rápido. Assim eles são mais baratos, pois a durabilidade do carro é menor.
8	Por causa da maresia, ela faz com que os materiais de metal enferrujem.	O alto nível de sal presente no litoral, a maresia, com o tempo enferrujam o ferro dos automóveis fazendo com que percam o valor.
9	Isso ocorre, pois nas praias é muito alto o nível de sal a maresia corrói o ferro.	Por causa da maresia.

TABELA 5. Respostas dos alunos à quinta questão do pré e pós-teste

(Continua)

10	Pois o sal do mar come o metal de aço, e com isso o de madeira não e ela não vai precisar trocar sempre como o de aço.	Por causa da maresia. Ela vai corroendo o metal do carro e isso o carro não valerá por muitos anos. Por isso o preço dos carros, em cidades litorâneas, é mais barato.
11	Eles se enferrujam com a maresia.	Porque a maresia oxida a lataria do carro diminuindo a durabilidade do mesmo, assim diminuindo seu preço.
12	Porque no litoral é mais denso e assim corroem mais fácil portas e janelas de metal.	Depende do país e da classe, pois alguns vendem caro e outros barato.
13	Para evitar os efeitos da maresia.	Por causa da qualidade e tem cidade que vende mais barato e tem lucro e às vezes nem todo carro significa que tem boa qualidade.
14	Porque o ferro oxida naquela região.	Porque nas cidades litorâneas os carros sofrem um desgaste maior por causa da maresia, assim faz com que os carros fiquem enferrujados.
15	Por causa do calor excessivo que tem nas cidades litorâneas.	Em cidades litorâneas o ar é carregado com sal, assim o metal presente no carro se oxida de forma mais rápida.
16	Em cidades litorâneas o ar contém substâncias vindas do mar que corroem metais, essa substância não corrói madeira.	É porque em cidades litorâneas, o ar tem partículas mais salgadas, o que favorece mais na corrosão dos carros. E daí serem os preços baixos.
17	Servem para retardar esse processo.	Por causa da maresia, por isso os carros enferrujam e assim perdem valor em relação a outros lugares.
18	Pois as de ferro enferrujam com a maresia.	Porque nas cidades litorâneas os carros ficam mais expostos à maresia e enferrujam mais rápido, por causa do sal contido no ar.
19	Porque se fossem de ferro iriam enferrujar por causa da maresia.	Eu acho que é por causa da maresia.
20	As portas de ferro enferrujam com a maresia.	Por causa da maresia que faz os carros estragar mais rápido.
21	Por causa do calor.	Pois os carros litorâneos sofrem um processo interno de oxidação e maresia, sendo assim são mais baratos, pelo fato de durarem menos que o normal.
22	Pois com a maresia ocorre oxidação, sendo assim, enferruja o portão de ferro.	Cada cidade tem seu preço, de país para país ocorre a diferença de preço.
23	Por causa da densidade e porque o calor não se iguala as madeiras, e a densidade perto do litoral é mais densa e corrói com mais facilidade.	Porque nas cidades litorâneas tem mar, lá o ar (oxigênio) contém sal, então os carros enferrujam mais rápido.
24	Porque a janela de ferro enferruja com a maresia e a madeira não.	Porque o ar contém gotículas de água salgada, que em contato com o carro o enferruja mais rápido.
25	Porque a densidade perto do litoral é mais densa e corrói com facilidade portas e janelas de metal.	É por causa da maresia que ao contato com o carro desgasta seu metal.

TABELA 5. Respostas dos alunos à quinta questão do pré e pós-teste

(Continuação)

26	Eu acho que pelo fato do ferro ou os metais não serem muito usados, eles acham melhor usarem portões de madeira que ai eles não correm o risco de enferrujar.	Porque tem países que vende mais barato e outros que vende caro, porque eles olham a qualidade do carro e do que esse é composto.
27	Pela densidade, o calor não é igual na madeira. Nesses locais se é mais denso e não corrói a madeira.	Porque a maresia oxida o metal do carro, danificando a pintura do mesmo.
28	Para melhor absorção da umidade.	Por causa da maresia que com o tempo vai corroer o metal do carro, fazendo com que as peças metálicas do carro se desgastem. Por isso, nessas cidades o preço é menor, pois a durabilidade será menor.
29	Sim, porque eu acho que a madeira faz o ar circular mais, quando passa por ela.	Porque nas cidades litorâneas, geralmente, o preço dos veículos é inferior porque a maresia com o tempo vai acabando com o carro.
30	Sim, pois nesses lugares existem substâncias no ar que corroem o metal.	Os carros do litoral são mais baratos porque eles se corroem mais rápido por causa da maresia.
31	Devido a maresia entrar em contato com as portas e janelas de ferro, o sal as enferruja.	Por causa da maresia, os carros das cidades litorâneas enferrujam causando danos.
32	Sim, porque com portões e janelas de madeira evita de enferrujamento e uma coloração falhada.	Isso acontece por causa da maresia, e isso acaba enferrujando os carros que perdem o valor.

A questão – **Os carros vendidos em cidades litorâneas, geralmente, têm um preço inferior em relação aos de outras cidades, como por exemplo, Belo Horizonte. Aponte uma explicação para esse fato.** – foi elaborada com o intuito de avaliar como os alunos iriam aplicar o conhecimento apreendido em uma situação que também abordasse a maresia, porém com características diferentes das apresentadas no pré-teste. Os resultados mostram que a maioria dos alunos não teve dificuldade em relacionar a situação descrita com a maresia e, conseqüentemente, com a desvalorização dos carros, devido à oxidação de suas peças metálicas. Esses resultados evidenciam ainda, que houve um bom desempenho dos alunos (2, 3, 5, 6, 7, 12, 14, 15, 17, 21, 23, 25, 28 e 29) que na quinta questão do pré-teste, não conseguiram elaborar uma explicação aceita, cientificamente. Os alunos (13, 22, e 26) embora tenham apresentado ideias coerentes no pré-teste, não o fizeram no pós-teste. Como as questões do pós-teste também não foram discutidas com a turma, não é possível apontar uma explicação para esta discrepância.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao desenvolver o tema reações de óxido e redução em uma perspectiva investigativa notei que, aos poucos, os alunos foram ficando cada vez mais envolvidos e interessados em participar das aulas. As conversas paralelas que antes atrapalhavam a aula deram lugar à curiosidade, questionamentos e às discussões a respeito das atividades desenvolvidas.

É importante ressaltar que o início das atividades não foi uma tarefa simples, uma vez que os alunos estavam acostumados com a passividade proporcionada pelo ensino por transmissão de conhecimentos. Confesso que também tive grandes dificuldades para adaptar a essa nova estratégia de ensino, apesar de conhecer os principais aspectos que a fundamenta. Para minimizá-las, optei por iniciar o trabalho com atividades investigativas mais simples e realizadas em pequenos grupos, conforme sugerido por (BORGES, 2002).

Na medida em que o trabalho era desenvolvido, fui mudando a minha postura em sala de aula. Comecei a questionar mais os alunos e a não dar respostas prontas para suas perguntas. Pelo contrário, a partir delas, passei a formular outras de maneira que eles tivessem a oportunidade de expor suas ideias, elaborar hipóteses e defender seus pontos de vista.

Consciente de que as atividades investigativas não precisam ser, necessariamente, atividades experimentais, optei por trabalhar pelo menos uma, que apesar de ser de simples execução, gerou importantes discussões e relações da Química com o cotidiano. Além disso, é interessante que o professor inove suas aulas com diferentes práticas investigativas.

A comparação entre as respostas do pré e pós-teste evidenciou que houve um avanço nas ideias iniciais da maioria dos alunos em relação às reações de óxido-redução. Boa parte das concepções prévias que apareceu nas respostas do pré-teste não foi observada no pós-teste. Como as respostas do pré-teste não

foram discutidas com os alunos, isso pode ser uma evidência de que eles foram construindo seus conhecimentos, de acordo com o conhecimento científico, ao longo do processo de ensino-aprendizagem.

Ao avaliar o trabalho desenvolvido, estou convencida de que é possível fazer a diferença no desenvolvimento da aprendizagem dos alunos, mesmo com as limitações, que por ventura, encontramos no dia a dia. Sei que ainda tenho muito a aprender e que este é apenas o início de um longo caminho.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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: Thomson, 2004, 154 p.

BORGES, A. T. **Novos rumos para o laboratório escolar de Ciências.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 9, n. 3, p. 291-313, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação – MEC, Secretaria de Educação Média e Tecnológica Semtec. **PCN + Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias.** Brasília: MEC/Semtec, 2002.

CASTILHO, D. L.; SILVEIRA, K. P.; MACHADO, A. H. **As aulas de Química como espaço de investigação e reflexão.** Química Nova na Escola. São Paulo. N. 9, mai. 1999. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc09/relatos.pdf>> Acesso em: 05 jun. 2012.

DAVID, M. A; SILVA, P. S. **Tópico 1: Metais: Características, Transformações e Reciclagem.** Módulos Didáticos de Química. Disponível em: <http://crv.educacao.mg.gov.br/sistema_crv/documentos/md/em/quimica/2010-08/md-em-qu-02.pdf> Acesso em: 12 out. 2012.

FRAGAL, V. H. et. al. **Uma proposta alternativa para o ensino de eletroquímica sobre a reatividade de metais.** Química Nova na Escola. São Paulo. N. 4, nov. 2011. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc33_4/216-RSA-8910.pdf> Acesso em: 26 jun. 2012.

LIMA, M. E. C. C; MARTINS, C. M. C; MUNFORD, D. **Ensino de Ciências por Investigação – ENCI: Módulo I.** Belo Horizonte, 2008a, 109 p. Apostila do Curso Especialização em Ensino de Ciências por Investigação – UFMG/FaE/CECIMIG.

LIMA, M. E. C. C; MARTINS, C. M. C; MUNFORD, D. **Ensino de Ciências por Investigação – ENCI: Volume II.** Belo Horizonte, 2008b, 130 p. Apostila do Curso Especialização em Ensino de Ciências por Investigação – UFMG/FaE/CECIMIG.

MINAS GERAIS. Secretaria do Estado de Educação – SEE, Conteúdos Básicos Comuns, Proposta Curricular, Química, Ensino Médio. Belo Horizonte, 2007.

MORTIMER, E. F; MACHADO, A. H. **Química, 2: Ensino médio.** São Paulo: Scipione, 2010.

MUNFORD, D; LIMA, M. E. C. C. **Ensinar ciências por investigação: em que estamos de acordo?** Ensaio. v.9, n.1, dez; 2007. Disponível em <<http://www.cecimig.fae.ufmg.br/ensaio/volumes/volume-9-1>>. Acesso em: 13 jun. 2012.

PEQUIS – **Projeto de Ensino de Química e Sociedade.** São Paulo: Nova Geração, 2005.

SANJUAN, M. E. C. et al. **Maresia: uma proposta para o ensino de eletroquímica.** Química Nova na Escola. São Paulo, n. 31, ago. 2009. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc31_3/07-RSA-2008.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2012.

SCHNETZLER, R. P; ARAGÃO, R. M. R. **Importância, Sentido e Contribuições de Pesquisas para o Ensino de Química.** Química Nova na Escola. São Paulo. N.1, mai. 1995. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc01/pesquisa.pdf>> Acesso em : 01 nov. 2012.

TREVISAN, T. S; MARTINS, P. L. O. **A Prática Pedagógica do Professor de Química: possibilidades e limites.** UNIrevista. Vol.1. N.2, abr. 2006. Disponível em: <http://www.unirevista.unisinos.br/_pdf/UNIrev_Trevisan_e_Martins.pdf> Acesso em: 22 dez. 2012.