

Atividades experimentais na abordagem do tema poluição e tratamento da água

Barbara Lina de Medeiros Foleis¹(IC)*, Laice Silva de Souza¹(IC)*, Sara Aparecida Lopes¹(IC)*, Pedro Miranda Junior¹(PQ), Amanda Cristina Teagno Lopes Marques¹(PQ)

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP) - São Paulo (SP)

*bls.pibid@gmail.com

Palavras-Chave: experimentação, tratamento de água, ensino de química.

RESUMO

Este trabalho, desenvolvido no âmbito do projeto PIBID, foi realizado com uma turma do 2º ano do ensino médio de uma escola pública da região leste de São Paulo. Teve como uma das estratégias de ensino a realização de uma atividade investigativa para resolução de um problema, que constitui um recurso pedagógico importante para construção de conceitos científicos. Para motivar e despertar o interesse nas aulas, partimos da problemática ambiental “poluição da água”, estimulando que os alunos discutir a situação-problema apresentada, pesquisassem, propusessem e desenvolvessem experimentos para testar diferentes hipóteses por eles formuladas. Foram construídos e testados filtros para resolução do problema. Também foi realizada uma segunda atividade experimental para simulação dos processos básicos de uma estação de tratamento. A construção do conhecimento científico através de um posicionamento ativo dos alunos proporcionado por essas atividades mostrou-se produtiva. Consideramos a experiência aqui relatada positiva e gratificante, colaborando para a formação de alunos mais críticos e argumentativos, possibilitando o compartilhamento de ideias e a valorização do trabalho em grupo.

INTRODUÇÃO

Muitos professores trabalham a experimentação no Ensino de Química para motivar os alunos, demonstrar, comprovar teorias e ilustrar atividades e conceitos abordados em sala de aula. No entanto, por vezes o modo como a atividade experimental é empregada não promove o entendimento e uma ligação clara entre a teoria e a prática. A experimentação não seria marcada pelo desenvolvimento das habilidades cognitivas e argumentativas, mas figuraria apenas como método de verificação no qual o professor identifica o problema e conduz a demonstração, com instruções diretas. (SUART, MARCONDES e LAMAS, 2010).

Geralmente as atividades de laboratório são orientadas por roteiros predeterminados do tipo “receita”, sendo que para a realização dos experimentos os alunos devem seguir exatamente o que fazer, e como fazer, passo a passo, conforme as instruções determinadas pelo docente ou pelo texto (FERREIRA et al., 2010). As atividades investigativas, por sua vez, são realizadas por meio de etapas que têm por objetivo o desenvolvimento de habilidades cognitivas, a realização de procedimentos, as capacidades de argumentação e de formulação de questionamentos (ZÔMPERO e LABURU, 2011).

A atividade investigativa deve ser um meio para explorar habilidades e ideias dos alunos, tendo como sustentação uma base teórica apresentada previamente que auxilia o aluno na análise de resultados. A atividade experimental deve ser planejada pelo aluno para proporcionar o controle de sua aprendizagem, ultrapassando suas dificuldades e refletindo sobre o porquê das ações (SUART, MARCONDES e LAMAS, 2010).

Hodson (1998) aponta que qualquer método didático que faça com que o aprendiz seja ativo, mais do que passivo, está de acordo com a ideia de que os alunos aprendem melhor pela experiência direta. Escolhemos, portanto, a experimentação investigativa na elaboração e desenvolvimento dos experimentos presentes neste trabalho, pressupondo que os alunos discutissem a situação-problema apresentada, chegando a diferentes hipóteses que devem ser questionadas e debatidas com os colegas.

O presente trabalho foi desenvolvido no âmbito do projeto PIBID – Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência. Para realização das atividades, foi utilizada como estratégia de ensino a experimentação investigativa, que constitui um recurso pedagógico importante para construção de conceitos científicos. Giordan (1999) afirma que a experimentação desperta um forte interesse nos alunos, e pode possibilitar uma melhor compreensão dos temas trabalhados.

Para motivar e despertar o interesse dos estudantes pela química, buscamos a partir da problemática ambiental “poluição da água”, vivenciada pelos moradores da nossa cidade, promover situações de investigação nas quais o aluno procura a solução de um problema utilizando-se de conhecimentos químicos e da pesquisa.

DESENVOLVIMENTO

Este trabalho descreve as atividades realizadas com uma turma de 30 alunos do 2º ano do ensino médio de uma escola pública da região leste de São Paulo. As atividades foram realizadas durante 6 semanas, no 1º semestre de 2015.

A pesquisa foi realizada em uma abordagem qualitativa e os instrumentos de coleta de dados foram a observação das aulas, questionários e outros registros produzidos pelos alunos. Sobre a abordagem qualitativa, assim apontam Lüdke e André (1986):

O “significado” que as pessoas dão às coisas e a sua vida são focos de atenção especial pelo pesquisador. Nesses estudos há sempre uma tentativa de capturar a “perspectiva dos participantes”, isto é, a maneira como os informantes encaram as questões que estão sendo focalizadas. Ao considerar os diferentes pontos de vista dos participantes, os estudos qualitativos permitem iluminar o dinamismo interno das situações, geralmente inacessível ao observador externo. (LÜDKE & ANDRÉ, 1986, p.12)

Inicialmente solicitamos aos alunos que escrevessem algumas palavras relacionadas ao tema “Tratamento de água”, como proposta de *brainstorming* (tempestade de ideias) e respondesse ainda a três questões: O que é tratamento de água? Quais os tipos de tratamentos de água? Por que tratar a água? Em seguida, foi projetado um vídeo de aproximadamente 15 minutos sobre tratamento de água.

Na sequência, houve uma aula expositivo-dialogada para discutir o tema “água e seus principais poluentes”, utilizando exemplos de poluição em rios da região onde a escola está localizada e o tratamento para consumo humano. Ainda neste momento, discutimos as respostas para as questões levantadas anteriormente.

Para realização da atividade investigativa, os alunos receberam uma situação-problema envolvendo uma represa que continha uma grande quantidade de sedimentos em sua água e, organizados em grupos, deveriam pesquisar uma forma possível para o tratamento dessa água. Foi estabelecido um prazo de quinze dias para que cada grupo apresentasse propostas, incluindo listagem de materiais e procedimentos. Durante esse período os alunos puderam esclarecer dúvidas com os professores, acessar a biblioteca e utilizar o laboratório de informática, um ambiente pouco frequentado pelos estudantes da escola na qual foi desenvolvida a pesquisa.

Após a entrega das propostas apresentadas pelos alunos, os professores analisaram os roteiros e a viabilidade da realização dos experimentos, inclusive a disponibilidade de materiais e reagentes. No laboratório de ciências da escola os grupos de alunos testaram então a eficácia de seus respectivos procedimentos na purificação de água barrenta, previamente preparada.

Na aula seguinte, os alunos realizaram uma segunda atividade experimental que simulava algumas etapas de uma estação de tratamento de água, desta vez utilizando um procedimento disponibilizado pelos professores. A atividade consistiu das seguintes etapas: pré-filtração; pré-cloração - adição de água sanitária; floculação - adição de sulfato de alumínio e de hidróxido de cálcio; filtração; verificação do pH e teste de cloro residual.

A verificação do pH da água foi feita utilizando papel indicador universal. Para realização do teste de cloro residual, foram transferidos cerca de 2 mL de água para um tubo de ensaio; em seguida foram adicionadas gotas de vinagre e de solução de iodeto de potássio e uma pequena quantidade de amido. Após agitação, a cor da solução foi comparada com uma escala de cloro residual. Em cada etapa do experimento os alunos tiveram a tarefa de analisar e relatar o que foi observado.

No final, os alunos responderam a um questionário que tinha como propósito avaliar a aprendizagem e a percepção dos alunos frente à estratégia de ensino utilizada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No *brainstorming*, os alunos utilizaram palavras para responder a três questões. O quadro 1 apresenta os termos mais recorrentes para cada questão proposta no início da intervenção didática. Foi possível a captação de diversas ideias e palpites nessa fase. A análise destas respostas indica-nos os conhecimentos prévios sobre tratamento de água apresentados pelos estudantes.

Quadro 1: Termos mais utilizados pelos alunos

O que é tratamento de água?	Quais os tipos de tratamento de água?	Por que tratar a água?
Limpeza da água	Não sei	Para evitar doenças
Purificação da água	Máquinas de limpar	Porque o tratamento da água é uma das formas de preservar o meio ambiente já que a água doce é finita
Preparo para o consumo humano	Hidratação	Sustentabilidade da água do planeta
Produtos químicos para deixar a água limpa	Cloro	Eliminar bactérias
Retirar bactérias e micro-organismos	Filtração	Para ser utilizada

Os grupos de alunos apresentaram hipóteses para solucionar o problema proposto, sendo filtração a técnica indicada por todos, mas com variações nos tipos de materiais e métodos.

Um dos grupos (Grupo A) apresentou dois roteiros para filtração da água, sendo um deles indicado na figura 1. O grupo optou por se dividir para testar os dois roteiros.



Figura 1: Um dos roteiros proposto pelo Grupo A. (extraído de Nova Escola, 2016)

O Grupo B também apresentou dois roteiros: um com o título “filtro Caseiro - Construção de um filtro caseiro com garrafa pet”, e outra proposta sobre purificação da água. O próprio grupo descartou consensualmente o segundo roteiro, já que o mesmo não solucionava o problema, sendo que uma das etapas era a exposição do sistema à luz solar, inviabilizando o seu desenvolvimento.

O Grupo C apresentou um roteiro por escrito com o título “Filtro Sustentável”.

O Grupo D não apresentou nenhum material, e para possibilitar a participação deste grupo, indicamos a realização de uma prática afim, situação de aprendizagem 4, presente no caderno do aluno da 2ª série volume 1 do Estado de São Paulo, material utilizado nas escolas da rede estadual (SÃO PAULO, 2014).

Os grupos produziram seus experimentos conforme previsto e mostraram-se interessados e participativos durante o processo. A figura 2 mostra a sequência de filtração realizada por um dos grupos.

Alguns filtros produziram uma água visivelmente mais clara que outros, embora todos tenham atingido o objetivo idealizado. Surgiram então questionamentos referentes ao consumo da amostra obtida, o que nos indicou a necessidade de prosseguir com o assunto e motivou o desenvolvimento da atividade seguinte, o experimento da simulação de algumas etapas de tratamento de água.



Figura 2: Filtros construídos pelos alunos e água já filtrada

No segundo experimento, os alunos anotaram no próprio roteiro suas observações sobre cada etapa da simulação realizada. A figura 3 mostra o aspecto da água nos diferentes estágios do processo.

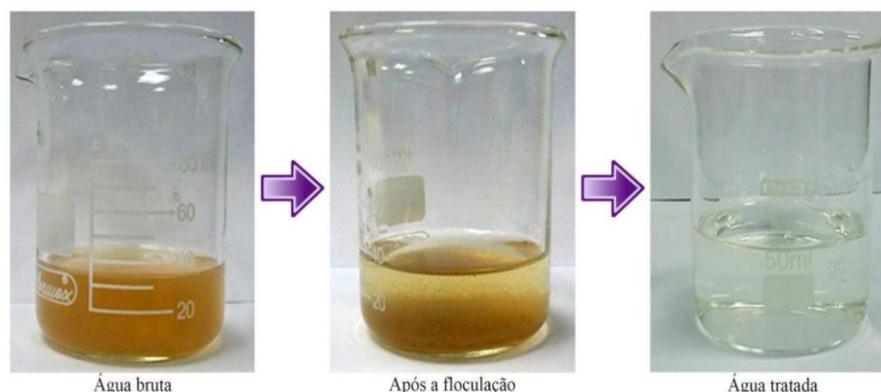


Figura 3: Diferentes aspectos da água nas etapas da simulação

Durante o estudo da faixa de potabilidade, para o teste de cloro, cada grupo chegou a um padrão colorimétrico diferente. Na figura 4 são apresentados os testes de cada grupo, e na figura 5 é mostrada a escala de padrão de cloro residual. Os diferentes resultados geraram muita curiosidade, o que mobilizou a discussão sobre a necessidade de se garantir a presença de cloro residual para evitar que a água seja contaminada nas redes de distribuição até chegar às residências, e que a variação da coloração poderia ser oriunda de erros experimentais ocorridos ao longo do procedimento.



Figura 4: Teste de cloro

PADRÕES DE CLORO						
CLORO RESIDUAL (g/L)	0,0024	0,0017	0,0012	0,0010	0,0008	0,0006
				POTÁVEL		

Figura 5: Escala de padrão de cloro residual (Adaptado do vídeo GEPEQ IQ-USP)

O fechamento da aula ocorreu através da realização de um debate sobre o tema poluição da água, revisando e reforçando a temática do projeto e aproveitando o momento participativo gerado pela prática. Ao falar sobre poluição, procuramos abordar algo próximo dos alunos, utilizando como exemplo o Córrego Verde situado na Zona Leste, ilustrando a causa de enchentes por acúmulo de lixo nos rios e córregos da cidade.

No final das atividades, os alunos responderam um questionário composto por quatro perguntas abertas sobre as atividades realizadas em sala de aula no decorrer do projeto. As respostas foram analisadas a partir dos pressupostos da análise de conteúdo por categorização apresentada por Bardin (1995). Trata-se de:

Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens. (BARDIN, 1995, p. 42)

Na figura 6 são apresentadas as 4 categorias das respostas dos alunos para a primeira questão e suas frequências.

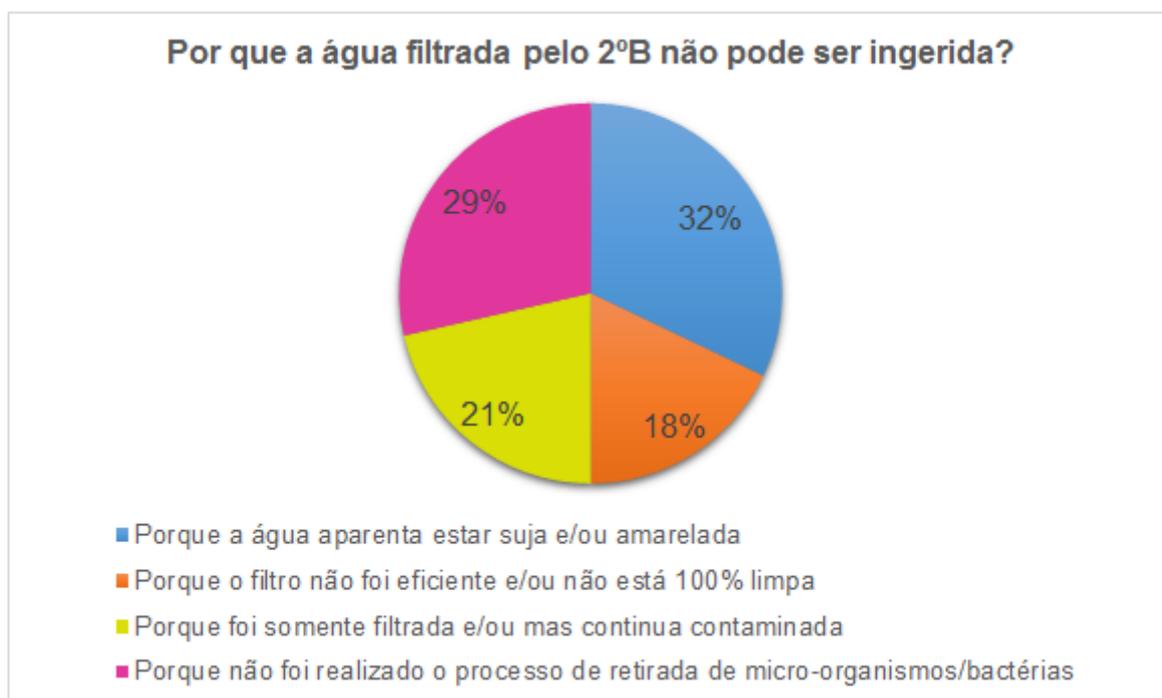


Figura 6: Gráfico representativo das respostas sobre a questão 1

Esta primeira questão referia-se ao quesito potabilidade da água. Os alunos responderam que a água pós-filtrada do experimento não poderia ser ingerida, como observamos em algumas respostas:

Categoria 1: “porque a água aparenta estar suja e/ou amarelada”:

Não pode ser ingerida, porque as características dela não estavam estáveis e ela se encontrava com a tonalidade amarelada. (Aluno 5, 2ºB)

Categoria 2: “porque o filtro não foi eficiente e/ou não está 100% limpa”:

Não poderia ser bebida por que a água estava amarela, o filtro não foi tão eficiente. (Aluno 4, 2ºB)

Categoria 3: “por que foi somente filtrada e/ou mas continua contaminada”:

Não pode ser ingerida porque está contaminada. (Aluno 18, 2ºB)

Categoria 4: “porque não foi realizado o processo de retirada de micro-organismos/bactérias”:

Não, pois não passou pelos mesmos processos da Sabesp e não passou pelo processo para tirar as bactérias. (Aluno 13, 2ºB)

A análise das respostas da segunda questão resultou em 3 categorias, apresentadas no gráfico da figura 7. Esta questão referia-se à qualidade da água após o tratamento em sala de aula, que obteve resultados diferentes por conta do teste de cloro residual.

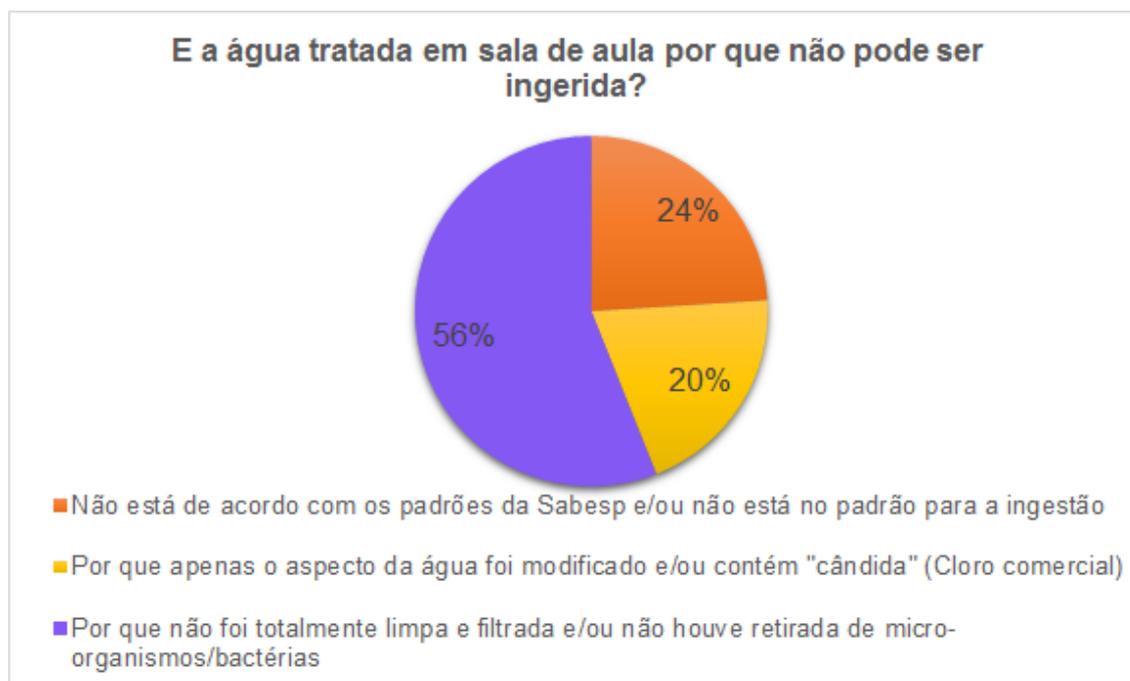


Figura 7: Gráfico representativo das respostas sobre a questão 2

Verificamos que a maioria dos estudantes respondeu que a água não poderia ser ingerida, conforme observamos nas respostas de alguns alunos:

Categoria 1: “não está de acordo com os padrões da Sabesp e/ou não está no padrão para a ingestão”:

Não, pois ela ainda não está no padrão de ser ingerida e nem dos padrões da Sabesp. (Aluno 5, 2ºB)

Categoria 2: “por que apenas o aspecto da água foi modificado e/ou contém “cândida””:
Não, porque contém, cândida e outros conteúdos que não podem ser ingeridos e não retiramos os micro-organismos. (Aluno 8, 2ºB)

Categoria 3: “por que não foi totalmente limpa e filtrada e/ou não houve retirada de micro-organismos”:
Não. A água aparentemente é potável mas para ser ingerida não seria possível pois os micro-organismos não foram totalmente retirados. (Aluno 11, 2º B)

Na terceira questão o desafio foi argumentar sobre o uso consciente da água. As respostas foram agrupadas em 3 categorias. O gráfico da figura 8 nos mostra que, embora todos tenham apresentado algum tipo de conhecimento, as respostas da maioria dos alunos foram superficiais, considerando que trabalhamos ao longo das aulas muitos argumentos que poderiam ter sido utilizados como resposta.



Figura 8: Gráfico representativo das respostas sobre a questão 3

Dentre os elementos citados, a reutilização de água, economia e o desperdício estiveram presentes em maior número. Nas categorias temos:

Categoria 1: “consciência no consumo e/ou reutilização da água”:

O uso consciente é quando você economiza a água sabendo que ela pode faltar e reutiliza a água da chuva, máquina de lavar a roupa, etc., para outras finalidades. Se as pessoas reutilizarem, além de não deixar faltar, ainda vão economizar na hora de pagar as contas. (Aluno 10, 2ºB)

As pessoas deviam ter consciência e economizar para a água não acabar. O tratamento para a água se tornar potável é muito trabalhoso. (Aluno 11, 2ºB)

Categoria 2: “multas pelo desperdício de água”:

Governo e Sabesp deveriam entrar em um acordo para que se a conta de água vier maior que um valor x por família haveria multa. (Aluno 5, 2ºB)

Categoria 3: “valorizar e cuidar de um recurso hídrico finito”:

Eu acho que é um processo muito complicado o tratamento de água e deveriam existir mais recursos de tratamento. O ser humano deveria valorizar e cuidar mais da água porque a água está acabando. #cuidadaaguapovo. (Aluno 19, 2ºB)

Quando questionados, na quarta questão, sobre as atividades realizadas pelo PIBID e sobre a temática água, o parecer dos alunos presentes foi favorável, conforme observamos nas categorias indicadas no gráfico na figura 9.

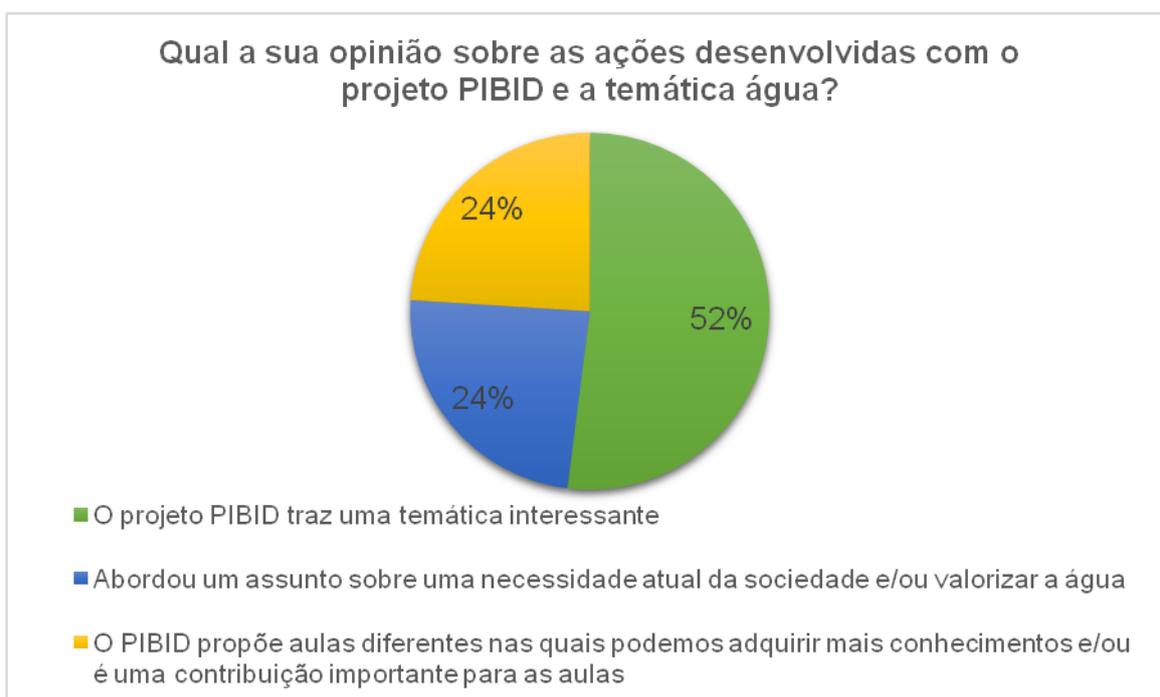


Figura 9: Gráfico representativo das respostas sobre a questão 4.

A escolha do tema “água” deveu-se ao fato de se tratar de um assunto da atualidade, lembrando a situação de crise hídrica presente em várias cidades no momento do desenvolvimento do projeto. Houve elogios e relatos de interesse pelas aulas por parte dos discentes. Boa parte dos alunos afirma ter se apropriado de novos conhecimentos sobre o tratamento de água e conscientização. Em relação às categorias inferidas na questão 4, temos os seguintes exemplos:

Categoria 1: “o projeto PIBID traz uma temática interessante”:

Podemos dizer que foi bastante interessante pois tivemos um conhecimento que com certeza não teríamos em sala de aula. Adorei ser uma pré-aprendiz de filtradora de água e essas experiências foram inesquecíveis; espero que tenha sido inesquecível para as professoras também. (Aluno 13, 2ºB)

Categoria 2: “abordou um assunto sobre uma necessidade atual da sociedade e/ ou valorizar a água”:

Na minha opinião o projeto PIBID traz uma temática interessante e abordou um assunto sobre uma necessidade da sociedade atual. (Aluno 1, 2ºB)

Categoria 3: “o PIBID propõe aulas diferentes nas quais podemos adquirir mais conhecimentos e/ou é uma contribuição importante para as aulas”:

É muito bom para nós, para aprendermos e adquirirmos mais conhecimento e é uma aula diferente das outras. (Aluno 14, 2ºB)

Não houve críticas ou comentários negativos em relação à abordagem utilizada nas atividades; no entanto, a turma foi orientada para que as respostas fossem colocadas da forma mais conveniente e sincera possível, visto que colaborariam com os próximos projetos, porém o questionário contava com o pedido de identificação, o que pode ter provocado certo receio dos alunos ao responder à questão 4 de forma mais crítica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A construção do conhecimento científico através de um posicionamento ativo dos estudantes proporcionado pela estratégia de ensino abordada foi produtiva e teve boa aceitação da turma, inclusive do grupo de alunos que não realizou a pesquisa solicitada para o teste das hipóteses formuladas, mas que por fim teve uma postura participativa nas discussões e na proposta alternativa ofertada. Os alunos se mostraram mais interessados à medida que eram desafiados e perceberam as atividades investigativas como uma forma de integrar-se às aulas, participando com questionamentos e opiniões de modo crescente.

As aulas do projeto geraram reflexos positivos no quesito frequência, já que muitos alunos do período noturno desta escola pública costumam ser ausentes às aulas. Ao longo do projeto a frequência, inicialmente baixa, teve melhora e se manteve estável. Durante a última aula e no questionário final, tivemos relatos de alunos afirmando que o projeto PIBID os motivava a comparecer semanalmente às aulas de química para acompanhar as etapas propostas. A escola mostrou-se acolhedora ao proporcionar a abertura de espaços da unidade escolar que costumeiramente tinham pouca ou nenhuma utilização pelos alunos, como no caso dos laboratórios. A aceitação das atividades demonstrou a necessidade de adequação do cronograma das aulas, com inclusão de uma atividade sequencial para sanar as questões que surgiram ao longo do caminho, o que mostra a necessidade de o professor buscar constantemente a incorporação de estratégias de trabalho diversificadas.

Consideramos a experiência aqui relatada positiva e gratificante, colaborando para a formação do aluno com maior senso crítico, curioso, sociável e responsável, aprendendo a dividir e compartilhar ideias com seus pares e a considerar a importância de cada colega para a realização de um trabalho em grupo. Além disso, a atividade contribuiu para a apropriação de conhecimentos científicos em diálogo com questões sociais relevantes, auxiliando no processo de leitura da realidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1995.

GEPEQ IQ-USP. **Experimento de química - tratamento de água**. São Paulo: 2013. (7 min.), son. color. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=ba6skAs0f4w>>. Acesso em: 21 mar. 2016.

FERREIRA, L. H; HARTWING, D. R; OLIVEIRA, R. C. de. **Ensino experimental de química: uma abordagem investigativa contextualizada**. Quím. Nova na Escola. Vol. 32, n. 2, 2010. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc32_2/08-PE-5207.pdf. Acesso em: 04 mar. 2016.

GIORDAN, M. **O papel da experimentação no ensino de ciências**. Quím. Nova na Escola. Experimentação e Ensino de Ciências. n. 10, 1999. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc10/pesquisa.pdf>>. Acesso em: 04 mar. 2016.

HODSON, D. **Experimentos na ciência e no ensino de ciências. Educational philosophy and theory**. Tradução de Paulo A. Porto, 20, p. 53-66, 1988. Disponível em: <<http://www.iq.usp.br/palporto/TextoHodsonExperimentacao.pdf>>. Acesso em: 04 fev. 2016.

LÜDKE, M. ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: E.P.U., 1986.

NOVA ESCOLA. **Métodos para tornar a água potável**. Disponível em: <<http://rede.novaescolaclub.org.br/planos-de-aula/metodos-para-tornar-agua-potavel>>. Acesso em: 21 mar. 2016.

SÃO PAULO. SEE: **Proposta Curricular do Estado de São Paulo - Química**. Caderno do Aluno: Ensino Médio, 2º ano, vol.1.São Paulo. 2014.

SUART, R. de C; MARCONDES, M. E. R.; LAMA, M. F. P. **A estratégia “laboratório aberto” para construção do conceito de temperatura de ebulição e a manifestação de habilidades cognitivas**. Química Nova na Escola. Vol. 32. n. 3, 2010.

ZÔMPERO, A. F.; LABURU, C. E. **Atividade investigativa no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens**. Ver. Ensaio. Belo Horizonte, v.13, n.03. p 67-80, set/dez 2011.