

APLICAÇÃO DE UMA ATIVIDADE EXPERIMENTAL INVESTIGATIVA PARA O ENSINO DE TRATAMENTO DE ÁGUA

APPLICATION OF AN INVESTIGATIVE EXPERIMENTAL ACTIVITY FOR WATER TREATMENT EDUCATION

Isac da Silva

Universidade Cruzeiro do Sul

dasilvaisac@yahoo.com.br

Tomás Noel Herrera Vasconcelos

Universidade Cruzeiro do Sul

tomashv@yahoo.com.br

Carmem Lúcia Costa Amaral

Universidade Cruzeiro do Sul

carmem.amaral@cruzeirosul.edu.br

Resumo

Nesse artigo descrevemos uma atividade experimental investigativa envolvendo as etapas de tratamento de água. Os objetivos dessa atividade foram sensibilizar os estudantes quanto ao uso consciente da água e perceberem a importância dos conhecimentos químicos nessas etapas. Participaram dessa atividade quarenta estudantes do 3º ano do Ensino Técnico de Logística e Administração integrado ao Ensino Médio de uma escola pública situada na cidade de Barueri (SP). O desenvolvimento do experimento investigativo compreendeu os três momentos pedagógicos propostos por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011). Os resultados evidenciaram que essa atividade possibilitou um ambiente favorável a discussões, criação de hipóteses e comprovação das mesmas, levando ao envolvimento e motivação dos estudantes nas aulas de química, contribuindo assim para que percebessem a importância dos conhecimentos de química no seu cotidiano.

Palavras Chave: Atividade Experimental Investigativa. Tratamento de Água. Ensino de Química.

Abstract

This paper describes an investigative experimental activity involving the stages of water treatment aiming at raising students' awareness regarding the conscious use of water and the importance of knowing the chemistry of these stages. Forty students at the third year of the Technical Education of Logistics and Management integrated into the secondary school of a public school located in the town of Barueri (SP) took part in the survey. The development of the investigative experiment encompassed the three pedagogical steps proposed by Delizoicov, Angotti and Pernambuco (2011): Initial problematization, knowledge organization, and knowledge application. Our results demonstrated that the activity enabled an environment favorable to discussions, raising and corroboration of hypotheses as well as move and stimulate the students during chemistry classes, which benefits their awareness on the relevance of knowing the role of chemistry involved in their daily lives, and as citizens regarding the conscious use of water.

keywords: Investigative Experimental Activity. Water Treatment. Chemistry Teaching.

Introdução

Como descrevem Bacci e Pataca (2008) a relevância dos conhecimentos sobre a água, em suas diversas dimensões, está diretamente ligada a sobrevivência das espécies, da conservação e do equilíbrio da biodiversidade. Desta forma, nenhuma questão hoje é mais importante do que a da água.

A sobrevivência das espécies depende de uma pequena parcela de toda a água existente na superfície da terra, a água doce, que para ser usada para consumo precisa torna-se potável e para isso é necessária a adequação de suas características físicas, químicas e biológicas. Entretanto, essa potabilidade muitas vezes é ameaçada pelo crescimento econômico e populacional, uma vez que este leva o homem a se esquecer do ciclo natural da água e, em consequência, essa vai se degradando e se tornando imprópria para consumo (BARROS; AMIN, 2007).

Entre as ações que levam ao seu consumo impróprio estão o lançamento de esgoto doméstico, deposição inadequada do lixo e falta de tratamento de efluentes industriais. De acordo com Macêdo (2004), essas ações contribuem para agravar sua escassez e resulta na necessidade crescente do acompanhamento das alterações da sua qualidade.

Um dos instrumentos de controle da qualidade da água é a sensibilização da população quanto suas ações frente a esse recurso natural. E a escola não pode ficar fora da sua responsabilidade nessa sensibilização, uma vez que ela é o principal veículo para informar e formar cidadão conscientes. Na escola essa sensibilização, como descrevem Carvalho e Amaral (2016) inicia quando o professor parte de situações reais como as etapas de tratamento de água.

Conhecer as etapas de tratamento é importante para que os alunos possam compreender o quanto são fundamentais para a sua saúde e se sensibilizarem quanto ao seu uso consciente, pois só assim terão condições de exigir dos agentes públicos a gestão adequada dos recursos hídricos.

A água e seus processos de tratamento

A Terra possui em torno de 1,4 milhões/Km³ de água em sua superfície, entretanto, somente 2,6% dessa água corresponde à água doce. Essa água encontra-se distribuídas nas geleiras, atmosfera, rios, lagos, lagoas e água subterrâneas. O Brasil detém cerca de 12% dessa água doce de superfície sobretudo nas bacias do rio Amazonas (VICTORINO, 2007).

No Brasil, há uma distribuição heterogênea de água de superfície devido as características geográficas das regiões e essas características levam a diferentes regimes pluviométricos com períodos de secas acentuadas em algumas regiões e cheias intensas em outras. A gestão, administração e distribuição de água é responsabilidade, de acordo com a Constituição Federal de 1988, dos governos estaduais, embora o governo federal também atue fornecendo verbas públicas e obras interestaduais (PENA, 2015).

Como descreve Grassi (2001) tão ou mais importante que a questão envolvendo a quantidade de água disponível, há a questão da sua qualidade. Para que a água doce tenha uma qualidade boa para consumo, os estados brasileiros contam com estações de tratamentos de água (ETA). Em geral, as águas de superfície são as que mais necessitam de tratamento, porque se apresentam com qualidades impróprias para consumo devido a exposição contínua a agentes poluentes. Quanto mais poluída a água, mais complexo será o processo de tratamento e, portanto, maior será o custo desse tratamento.

Tratar a água é um processo caro porque necessita de um conjunto de procedimentos específicos que requerem substâncias químicas. As principais etapas do processo de tratamento convencional são: (SABESP, 2017)

- Pré-cloração – O cloro é adicionado assim que a água chega à ETA para facilitar a retirada de matéria orgânica e metais.
- Pré-alkalinização – Depois do cloro, a água recebe cal ou soda, que servem para ajustar o pH aos valores exigidos nas fases seguintes do tratamento.
- Coagulação – Nesta fase, é adicionado sulfato de alumínio, cloreto férrico ou outro coagulante, seguido de uma agitação violenta da água para que as partículas coloidais fiquem eletricamente desestabilizadas e mais fáceis de se agregarem.
- Floculação – Após a coagulação, há uma mistura lenta da água, que serve para provocar a formação de flocos com as partículas coloidais.
- Decantação – Neste processo, os flocos de sujeira formados na etapa anterior são depositados no fundo do tanque.

- Filtração – Logo depois, a água atravessa tanques formados por pedras, areia e carvão antracito. Eles são responsáveis por reter a sujeira que restou da fase de decantação.
- Desinfecção – É feita uma última adição de cloro no líquido antes de sua saída da ETA para garantir que a água fornecida chegue isenta de bactérias e vírus até a casa do consumidor.
- Fluoretação – O flúor também é adicionado à água para a prevenção de cáries.
- Pós-alkalinização – Em seguida, é feita a correção final do pH da água, para evitar a corrosão ou incrustação das tubulações. A Portaria 2914/11 (BRASIL, 2011) determina que no sistema de distribuição, o pH da água seja mantido na faixa de 6,0 e 9,5.

Em São Paulo, essas etapas são realizadas pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp) e o tempo de duração de cada etapa do tratamento varia de acordo com a qualidade da água recebida pela ETA.

De acordo com essa companhia, a qualidade da água que chega à população é garantida por monitoramentos diários e frequentes no processo de tratamento que são acompanhados pela Vigilância Sanitária.

Embora após esse tratamento, a Sabesp garanta que a água atende os padrões de potabilidade exigidos pela legislação, não é recomendável o seu consumo direto sem a utilização de filtros ou outros equipamentos de purificação porque as impurezas de tamanho reduzido que não ficaram retidas no processo de decantação durante o tratamento precisam passar por filtros (MENDA, 2011).

Entre os parâmetros de potabilidade da água segundo a portaria 2914/11 do Ministério da Saúde, tem-se os aspectos físicos (cor, cheiro e gosto), pH e a turbidez. A cor é o resultado dos processos de decomposição que ocorrem no meio ambiente, de substâncias metálicas, húmus, turfa, tanino, algas e protozoários ou, ainda, de despejos industriais. A cor varia de acordo com o pH (LEÃO; OLIVEIRA; DEL PINO, 2014).

Existem duas definições de cor para a água: cor verdadeira que é aquela observada quando a turbidez é removida e a cor aparente é a que apresenta turbidez. A cor verdadeira é medida em uH (unidade da escala Hazen – platina/cobalto) e a cor aparente em NTU (unidades nefelométricas de turbidez) (MACEDO, 2004).

A turbidez pode ser provocada por plâncton, bactérias, argilas e silte em suspensão. Para sua determinação, atualmente, utilizam-se métodos denominados nefelométricos, que consistem em equipamento com luz de tungstênio e detectores fotoelétricos, capazes de detectar a luz que é dispersa num ângulo de 90°C com a luz incidente. De acordo com a Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde, o valor máximo permissível de turbidez na água distribuída é de 5,0 NTU.

Nesse trabalho utilizamos uma amostra de uma água turva preparada a partir da bentonita para que os alunos adquirissem conhecimento dos processos químicos envolvidos nas etapas de tratamento. Para esse tratamento os alunos realizaram uma atividade experimental investigativa.

Há consenso entre vários pesquisadores de que a experimentação no ensino de química é uma estratégia capaz de motivar e levar os alunos à aprendizagem dos conceitos químicos, principalmente quando essa é de natureza investigativa. Uma atividade experimental investigativa deve partir de uma situação problema que seja interessante para o aluno, uma vez que isso leva-o a participar da resolução, suscitando a busca de informações, a proposição de hipóteses, o teste de suas hipóteses e a discussão dos resultados para a elaboração de conclusões acerca da situação problema (SOUZA et al., 2013).

Uma situação problema é segundo Batinga e Teixeira (2009) uma situação que para ser resolvida não dispõe de um caminho rápido e direto. Sua resolução envolve reflexão ou uma tomada de decisão sobre a estratégia a ser seguida para sua resolução.

Para a construção de uma situação problema é importante que o professor realize o diagnóstico dos conhecimentos prévios dos alunos adquiridos fora ou dentro da escola e assim na experimentação investigativa seu papel será de mediador, auxiliando os estudantes a organizarem estes conhecimentos, relacionando-os com o conteúdo que está sendo utilizado na resolução do problema, pois para que esse tipo de experimentação dê bons resultados é necessário desenvolver habilidades para perceber, ensinar, construir, (re)construir as percepções dos alunos (SILVA et al, 2015).

Para que a situação problema possa ser utilizada de maneira a contribuir para discussão e reflexão podemos utilizar os três momentos pedagógicos propostos por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011). Esses momentos que servem de alicerce para a organização das ideias e da aprendizagem do conteúdo, são: Problematização inicial (momento 1) onde, como o próprio nome sugere, apresenta-se uma situação problema aos estudantes. Pode ser uma situação real ou hipotética. O importante é que seja uma situação problema que estimule o aluno a querer adquirir novos conhecimentos para sua resolução. Nessa etapa os estudantes podem formular hipóteses para a resolução do problema.

Organização do conhecimento (momento 2) onde os estudantes procuram identificar quais são os conhecimentos necessários para testar suas hipóteses e resolver a situação problema. Aplicação do conhecimento (momento 3) onde os estudantes mobilizaram seus conhecimentos para a resolução da situação problema. Em nosso caso, a partir do desenvolvimento do experimento.

No ensino de química, Francisco Jr., Ferreira e Hartwig (2008) utilizaram esses momentos em uma atividade experimental problematizadora sobre deposição metálica. De acordo com esses autores, essa atividade promoveu a motivação dos alunos e o diálogo (oral e escrito) entre os envolvidos, além da mudança do papel do professor que passou a trocar saberes com os alunos que deixaram de ser passivos no processo educativo.

Silva et al. (2015) também utilizaram esses momentos para atividade experimental problematizadora de compostagem. Com essa atividade, segundo esses autores, os alunos foram capazes de trabalhar os conteúdos propostos, dinamizar as interações dentro e fora da sala de aula, além de desenvolverem aprendizagens relevantes e significativas.

Metodologia

Participaram dessa atividade experimental quarenta estudantes do 3º ano do Ensino Técnico de Logística e Administração integrado ao Ensino Médio de uma escola pública situada na cidade de Barueri (SP).

O estudo das etapas de tratamento de água foi realizado a partir de um experimento investigativo que compreendeu os três momentos pedagógicos propostos por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011). Porém antes de iniciar a aplicação desses momentos, realizamos uma discussão com o objetivo de diagnosticar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre as etapas de tratamento de água. A partir desse diagnóstico elaboramos a situação problema e iniciamos os momentos pedagógicos.

No primeiro momento apresentamos a seguinte situação problema envolvendo água turva: Em um determinado bairro utilizava-se água superficial que apresentava entre outras impurezas, sólidos em suspensão. Essas impurezas a deixavam com alta turbidez (turva). Que procedimentos podemos utilizar para tornar essa água clara?

Para a resolução desse problema não fornecemos nenhum tipo de roteiro contendo os passos para a realização da atividade. Os alunos formaram 8 grupos e durante um tempo de 20 minutos cada grupo discutiu como resolveria a situação problema. Nesse momento formularam suas hipóteses.

Na etapa de organização do conhecimento, enquanto os grupos discutiam como resolver a situação problema, colocamos na bancada do laboratório uma amostra de água turva preparada a partir do sobrenadante de uma suspensão obtida pela adição de 2,0 g/L de bentonita a água da torneira do laboratório, vidrarias, solução de sulfato de alumínio e de hidróxido de cálcio. A figura 1 mostra uma foto da bancada com essas soluções.



Figura 1 – Água turva, vidrarias e reagentes para a realização do experimento.

Em seguida fornecemos o artigo “da água turva a água clara: o papel do coagulante” (MAIA, OLIVEIRA, OSÓRIO, 2003) que descreve sobre o sistema de tratamento de água. Os estudantes leram o texto, destacaram as partes principais e em seguida iniciaram uma discussão em cada grupo. Colocar esses materiais na bancada e a discussão do texto foi importante para a resolução da situação problema proposto, uma vez que sem esses conhecimentos, seria praticamente impossível que eles apresentassem

qualquer proposta de etapas de tratamento. No terceiro momento os estudantes iniciaram seus experimentos para testarem suas hipóteses.

Resultados e Discussão

A situação-problema teve como objetivos possibilitar aos estudantes o conhecimento das etapas de tratamento de água e ao mesmo tempo motivá-los a sair da passividade. Observamos que esses objetivos foram alcançados, pois todos desenvolveram a atividade com entusiasmo e participaram ativamente das discussões nos grupos. Após discutirem entre si, sete grupos decidiram que utilizariam as etapas de coagulação e floculação para o clareamento da água. Um grupo optou por usar a filtração.

Nesse primeiro momento, o professor atuou como observador das discussões dos estudantes, intervindo apenas quando necessário, uma vez que seu papel como mediador não deve ser intenso para não bloquear o raciocínio dos estudantes, ou muito pouco pois, nesse caso, poderá levar a morosidade no trabalho e desvios na discussão.

Os estudantes explicaram porque tinham escolhido essas etapas. De acordo com eles, no processo de coagulação as impurezas ou substâncias presentes na água iam ser transformadas em partículas maiores (flocos) para posteriormente serem removidas. Mas, para isso era preciso adicionar um coagulante e um alcalinizante e realizar uma agitação rápida na solução e posteriormente uma agitação lenta.

Explicaram também que a agitação lenta era importante para a formação de flocos maiores para serem sedimentadas em seguida. O ajuste do pH foi realizado a partir do hidróxido de cálcio disponível na bancada. Apesar de saberem dessas etapas a partir do texto lido, definir a velocidade de agitação e ajustar o pH era um dos desafios que eles precisavam definir.

Em seguida os estudantes construíram uma tabela contendo dados como: quantidades do coagulante (sulfato de alumínio), alcalinizante (hidróxido de cálcio), tempos de mistura (lenta e rápida), tempo de sedimentação e a quantidade de amostra que seria utilizada para testar suas escolhas (momento 2). Nessa etapa eles formularam hipóteses sobre a eficiência das etapas escolhidas por eles.

Entretanto, definir as quantidades sulfato de alumínio e hidróxido de cálcio que seriam utilizadas não foi tarefa fácil. Para chegar a um valor considerado bom, ou seja, onde se observasse a clarificação total da água turva, os estudantes retiraram pequenas amostras de água e foram testando valores até chegarem ao que consideraram ideal. Quanto ao grupo que escolheu a filtração foi construído, no momento da aplicação do conhecimento, um filtro com garrafa PET com materiais filtrantes (pedregulhos, areia grossa, media e fina).

Em seguida, os grupos iniciaram a aplicação do conhecimento (momento 3), ou seja, iniciaram seus experimentos de acordo com os dados testados por eles. Durante o experimento, cada grupo observou e registrou a formação dos flocos, seu tamanho, suas características e, por fim a velocidade de sedimentação. Este momento foi importante porque eles iniciaram uma investigação e apropriaram-se do conhecimento.

Após a sedimentação dos flocos os grupos filtraram suas águas utilizando uma garrafa PET e um filtro formado por areia grossa e areia fina. O quadro 1 mostra a tabela construída pelos alunos com o resultado da clarificação da água. Os grupos utilizaram concentração de coagulante 1% e solução saturada de hidróxido de alumínio.

| Grupos | Tempo de mistura rápida (minutos) | Tempo de mistura lenta (minutos) | Tempo de sedimentação (minutos) | Resultado |
|--------|-----------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|
| 01 | 2 | 5 | 5 | Água clarificada |
| 02 | 5 | 10 | 5 | Água clarificada |
| 03 | 4 | 10 | 7 | Água clarificada |
| 04 | Filtração | Filtração | Filtração | Água turva |
| 05 | 2 | 5 | 10 | Água clarificada |
| 06 | 4 | 10 | 10 | Água clarificada |
| 07 | 5 | 10 | 5 | Água clarificada (melhor resultado) |
| 08 | 2 | 7 | 5 | Água clarificada |

Quadro 1 – Tempos de misturas rápida, lenta e de sedimentação observado por grupo.

Como pode ser observado nesse quadro, somente o grupo que optou pelo processo de filtração da água turva não conseguiu obter o clareamento da água, ou seja, as partículas em suspensão passaram pelo filtro.

O grupo 7 apesar de utilizar os mesmos parâmetros de tempo de mistura rápida e de mistura lenta que o grupo 2, apresentou resultado melhor porque realizou o experimento com mais cuidado. Iniciaram seus testes com tempos e quantidade de coagulante aleatória, até conseguirem obter resultados considerados por eles como satisfatórios e em seguida baseado nos seus testes puderam estreitar o tempo e a quantidade de coagulante para melhorar o resultado. Esse grupo também se preocupou em determinar o pH da água turva e da água tratada para verificação da faixa ótima de coagulação, enfatizando que o processo de desestabilização dos colóides e das impurezas se dá em uma condição melhor de pH na faixa de 5,0 a 8,0 para o coagulante utilizado por eles.

Após a sedimentação dos flocos, a água clarificada foi transferida para copos transparentes. Os grupos comparam e discutiram os resultados entre eles. Foram medidos um dos parâmetros principais da água que é o pH. O resultado ficou na faixa de 6,2 a 6,8. Nesse momento, os grupos discutiram a importância dos parâmetros de potabilidade da água e explicamos os parâmetros de potabilidade definidos pelo Ministério da Saúde e assim os estudantes compreenderam que por está clara, não significava que a água estivesse adequada para consumo, uma vez que apenas as partículas maiores foram filtradas, podendo haver bactérias patogênicas que naquele momento não tínhamos condição de verificar devido as condições do laboratório. Discutiram também como o seu uso no nosso cotidiano deve ser realizado de forma sustentável.

Considerações Finais

Desenvolver essa atividade experimental investigativa, tendo como foco os três momentos pedagógicos, possibilitou um ambiente favorável a discussões, criação de hipóteses e comprovação das mesmas. Possibilitou também a compreensão dos conceitos químicos e proporcionou envolvimento e motivação dos estudantes nas aulas de química, contribuindo assim para que percebessem não só a importância da química no seu cotidiano, mas também a importância do tratamento de água na sua saúde, além de sensibilizar os estudantes quanto ao seu uso consciente.

Referencias

BACCI, D. C.; PATACA, E.M. *Educação para a água*. **Estudos Avançados**, v.63, n.22, p.211-226, 2008.

BARROS, F.G.N.; AMIN, M.M. Água: um bem econômico de valor para o Brasil e o mundo. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**. v.4, n.1, p. 75-108, 2008.

BATINGA, V. T. S.; TEIXEIRA, F. M. **O que pensam os professores de química do ensino médio sobre o conceito de problema e exercício**. In: VII ENPEC - ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2009, Florianópolis. Anais do VII ENPEC. Florianópolis: ABRAPEC, 2009.

CARVALHO, C.A.; AMARAL, C.L.C. Desenvolvimento de uma atividade de educação ambiental para uso consciente da água. **Revista Educação Ambiental em Ação**, n. 57, ano XV, p.1-10, 2016.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P.; PERNAMBUCO, M. M. C. A. **Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos**. São Paulo: Cortez, 2011.

FRANCISCO JR., W.E.; FERREIRA, L.H.; HARTWIG, D.R. Experimentação problematizadora: fundamentos teórico e práticos para a aplicação em sala de aula de ciências. **Química Nova na Escola**, v. 30, p. 34-41, 2008.

GRASSI, M.T. As águas do planeta terra. **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola**. Edição especial – Maio, p. 31- 40, 2001.

LEÃO, M.F.; OLIVEIRA, E. C. DEL PINO, J.C. Análises de água: um estudo sobre os métodos e parâmetros que garantem a potabilidade dessa substância fundamental para a vida. **Revista Destaques Acadêmicos**, v.6, n.4, p. 40-47, 2014.

MACÊDO, J. A.B. **Águas & Águas**. Belo Horizonte: CRQ, 2004.

MAIA, A.S.; OLIVEIRA, W.; OSÓRIO, V.K.L. Da água turva a água clara: o papel do coagulante. **Química Nova na Escola** n.18, p. 49-51, 2003.

MENDA, M. **Química viva**. 2011. Disponível em: [http://www.crq4.org.br/quimicaviva tratamento agua](http://www.crq4.org.br/quimicaviva_tratamento_agua). Acesso: janeiro/2018.

PENA, R. F. A. "Escassez de água no Brasil"; Brasil Escola. Disponível em <<http://brasilecola.uol.com.br/geografia/escassez-agua-no-brasil.htm>>. Acesso em 29 de dezembro de 2017.

SABESP, Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo, 2017. Disponível em: <http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaold=47>. Acesso: janeiro/2018.

SILVA, M.A. Compostagem: experimentação problematizadora e recurso interdisciplinar no ensino de química. **Química Nova na Escola**, v.37, n.1, p.71-81, 2015.

SILVA, M.A. et al. Proposta de experimentação didática investigativa no ensino de ciências e a formação inicial de professores. **Revista Didática Sistemica**, v.17, n.1, p. 3-14, 2015.

SOUZA, F.L. et al. **Atividades experimentais no ensino de química**. Centro Paula Souza - Setec/MEC. 2013. Disponível em:

http://www.cpscetec.com.br/cpscetec/arquivos/quimica_atividades_experimentais.pdf.

Acesso: janeiro/2018.

VICTORINO, C.J.A. **Planeta água morrendo de sede**: uma visão analítica na metodologia do uso e abuso dos recursos hídricos. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2007.

Submissão: 18/01/2018

Aceite: 30/03/2018