

Experimentos alternativos para determinação da qualidade da água a partir da utilização de filtros de garrafas de PET

Alternative experiments to determine water quality from the use of PET bottle filters

Aline Carvalho de Freitas

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
aline_freitas@ifam.edu.br

Resumo

A água é importante para as populações humanas, determinando o seu modo de vida. Providenciar água com qualidade para as necessidades das pessoas em todo o mundo é o grande desafio ao desenvolvimento sustentável de muitas áreas, seja qual for o seu grau de desenvolvimento. Ela é responsável pela variação climática, pela manutenção dos rios, lagos e oceanos e cria condições para o desenvolvimento de plantas e animais. O objetivo foi contribuir com a aprendizagem dos alunos a partir de experimentos alternativos sobre teste de qualidade e dureza da água. Através dos experimentos, os alunos obtiveram dados sobre a presença de sais de carbonatos dissolvidos na água e a possibilidade de tratamento adequado da mesma. Os conhecimentos prévios de 80 estudantes dos primeiros e segundos anos do Ensino Médio constituíram os dados do estudo, obtidos das respostas de questionários e entrevistas. Inicialmente os alunos não sabiam sobre a propriedade de dureza na água e depois conseguiram determinar a presença de sais de carbonatos que causam essa característica. Os filtros foram desenvolvidos a partir de garrafas de PET (politereftalato de etileno) e carvão do tipo vegetal, ativado e mineral. Verificou-se que os resultados das filtrações foram diferentes, sendo o carvão ativado foi mais eficiente. Os alunos se questionaram sobre o papel dos diferentes tipos de carvão na eficiência do filtro e pesquisaram as suas propriedades. Para obterem ao final uma amostra inodora e pura afirmaram que só foi possível quando usavam o filtro com carvão ativado por apresentar a capacidade de adsorção.

Palavras-chave: Experimentos alternativos. Filtração. Qualidade e dureza na água.

Abstract

Water is important to human populations, determining their way of life. Providing quality water to the needs of people around the world is a major challenge to the sustainable development of many areas, whatever their level of development. It is responsible for climatic variation, for the maintenance of rivers, lakes and oceans and creates conditions for the development of plants and animals. The objective was to contribute to students' learning from alternative experiments on water quality and hardness testing. Through the experiments, the students obtained data on the presence of salts of carbonates dissolved in the water and

the possibility of adequate treatment of the same. The previous knowledge of 80 students of the first and second years of High School were the study data, obtained from the answers of questionnaires and interviews. Initially the students did not know about the hardness property in the water and then were able to determine the presence of salts of carbonates that cause this characteristic. The filters were developed from PET (Polyethylene terephthalate) bottles and charcoal of the vegetable, activated and mineral type. It was found that the filtration results were different, with activated carbon being more efficient. Students questioned the role of different types of coal in filter efficiency and researched their properties. In order to obtain an odorless and pure sample at the end, they stated that it was only possible when they used the activated carbon filter because it had adsorption capacity.

Key words: Alternative experiments. Filtration. Quality and water hardness.

Introdução

A água é um dos mais importantes recursos ambientais e sua adequada gestão é componente fundamental da política ambiental. Quando as pessoas não têm acesso à água potável no lar, ou enquanto recurso produtivo, suas escolhas e liberdades são limitadas pela doença, pobreza e vulnerabilidade. A falta de acesso à água e ao saneamento configura uma forma de privação que ameaça a vida, limita as oportunidades e enfraquece a dignidade humana. A água está, portanto, intrinsecamente ligada à sobrevivência de todas as formas de vida que conhecemos e, da mesma forma, ao processo de desenvolvimento das sociedades e culturas. Ao mesmo tempo, esse desenvolvimento também gera intensa pressão sobre os recursos hídricos por meio da agricultura, da geração de energia, do uso industrial e do consumo direto (JACOBI, 2017).

Os sistemas de água do mundo enfrentam ameaças formidáveis. Mais de um bilhão de pessoas vivem atualmente em regiões com escassez de água, e até 3,5 bilhões poderão sofrer escassez de água até 2025. O aumento da poluição degrada os ecossistemas aquáticos de água doce e costeira. As mudanças climáticas estão mudando os padrões de precipitação e acelerando o degelo glacial, alteram o abastecimento de água e estão intensificando as enchentes e a seca (MARENGO, 2007). O mundo corre sobre a água, o seu suprimento confiável é vital para a indústria, a agricultura e a produção de energia. Toda comunidade e ecossistema na Terra depende da água para saneamento, higiene e sobrevivência diária.

No Brasil, o sistema de água é considerado satisfatório, somos um país privilegiado, pois contém cerca de 14% dos recursos hídricos disponíveis no mundo. Desse total, 11,6% correspondem à água doce superficial, ou seja, encontrada nos rios, lagos, pântanos etc. Da quantidade de água doce disponível para consumo, 80% estão disponíveis na região Amazônica, sendo os 20% restantes distribuídos pelo restante do país (FIBGE, 1991).

A água é o elo entre tudo que tem vida, conectando passado, presente e futuro. Nesse sentido, as gerações atuais também têm responsabilidades com as futuras gerações, às quais se deve legar condições de suprir suas necessidades de recursos naturais, principalmente de água. Portanto, parece haver razoável consenso, em escala planetária, sobre a necessidade de se reverter o atual quadro de degradação, adotando-se uma visão coletivista de propriedade e uma ética de compromisso e cuidado com a água (GOMES, 2004).

No Ensino Médio, os PCNEM, Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1999), sugerem estudos sobre a hidrosfera que abordam as diferentes águas naturais como recurso e fonte de materiais para a sobrevivência. As soluções aquosas são tratadas em um contexto que envolve situações problema genuínas e não como um conteúdo isolado, favorecendo assim, o desenvolvimento de competências. Sendo assim, esse estudo se propôs levar os estudantes a analisarem situações problemas relacionados à qualidade da água.

Referencial teórico

Paulo Freire afirma que a educação “bancária” pressupõe uma relação vertical entre o educador e educando. O educador é o sujeito que detém o conhecimento, pensa e prescreve, enquanto o educando é o objeto que recebe o conhecimento, é pensado e segue a prescrição. O educador “bancário” faz “depósitos” nos educandos e estes passivamente as recebe. Tal concepção de educação tem como propósito, intencional ou não, a formação de indivíduos acomodados, não questionadores e que se submetem à estrutura de poder vigente. É o rebanho que como uma massa homogênea, não projeta, não transforma, não almeja ser mais. Na educação bancária, Freire (2002), critica que os conteúdos abordados em sala de aula estão distantes da realidade dos educandos, selecionados exclusivamente pelo professor. Em seu método de alfabetização de adultos são identificadas as palavras geradoras, temas que fazem sentido para aquela comunidade, um “pensamento linguagem” que contenha sua visão de mundo (FREIRE, 1979b).

A experiência tem mostrado que o ensino que acontece pela transmissão da informação e sua recepção de forma passiva não somente é inadequado como também é infrutífero. Para Schroeder (2013), o desenvolvimento conceitual pressupõe o desenvolvimento de muitas funções mentais como a abstração, a memória lógica, a atenção, ou seja, implicam consciência e pensamento reflexivo, processos que encontram, na adolescência, as condições ideais denominadas generalização teórica.

“Não há ensino sem pesquisa e pesquisa sem ensino” (SCHROEDER, 2013, p.32). A pesquisa consiste em uma das exigências do ato de ensinar. Todo educador é um pesquisador ou deveria ser, pois a pesquisa é o ponto inicial para o conhecimento do novo, e através dela é que o educador pode alcançar um aprendizado eficaz. Desta forma, Freire adverte ao professor (a) a sempre exercer o hábito da pesquisa (capacitação profissional e promoção social para evitar tornar-se ultrapassado), para poder adquirir novos conhecimentos e comunicar as novidades aos alunos de modo que estes passem da ingenuidade

do senso comum à "curiosidade epistemológica" (FREIRE, 2003, p. 29), a qual é essencialmente criticidade.

Salvador (1994), referindo-se ao contexto da sala de aula, destaca que a unidade básica de análise deixa de ser a atividade individual do aluno e passa a ser a atividade articulada e conjunta do aluno e do professor em torno da realização de tarefas escolares. Constata-se, então, que os sujeitos, professor e aluno, são os atores dessa entrelaçada teia de relações que permeia a instituição escolar e que se apresenta como o fio da meada do processo educacional. Dessa forma, o papel do professor ganha relevância e importância, ao contribuir para que o estudante desenvolva seus conhecimentos prévios em direção aos científicos despertando o senso crítico. Desse modo, cabe ao professor colocar-se como ponte entre estudante e conhecimento e cabe ao estudante participar ativamente desse processo.

A medida que o professor interage com o aluno e esse por sua vez corresponde de modo que os conhecimentos prévios são fragmentados dando espaço a ideias mais formuladas, ocorre a aprendizagem que, de acordo com Assmann (2000), é um conceito amplo que aborda a dinâmica de apropriação do mundo pelo ser humano e envolve aspectos psicológicos, biológicos e sociais. Por isso, mais que a apropriação por meio de uma exposição organizada e a proposição de um conjunto de atividades, envolve a interação entre os homens e o seu meio, os quais vivenciam uma relação de interdependência. Assim, a aprendizagem não se resume em "aprender algo", como um processo cumulativo, semelhante a juntar coisas em um monte. Trata-se de um processo de construção de conhecimentos, por meio do estabelecimento de conexões e interações, que tornam significativas experiências vividas e informações apreendidas.

Desse modo, podemos distinguir dois tipos de aprendizagens: a aprendizagem mecânica (memorística) e a aprendizagem significativa (novo conteúdo é incorporado). Na primeira temos a aprendizagem de conteúdos de forma mecânica, por meio da memorização das informações de maneira arbitrária, sem termos a atribuição de sentidos e sem necessariamente estabelecer relações com os conhecimentos prévios, experiências e com a realidade cotidiana (AUSUBEL, 1963). A segunda, por sua vez, é o que ocorre quando um novo conhecimento se incorpora, por assim dizer, com ao conhecimento já existente na estrutura cognitiva, com o qual se relaciona e seja relevante em relação ao que já é conhecido.

Frente aos desafios presentes ao ensino de Ciências, um novo modelo de ensino se faz necessário, as metodologias ativas surgem como importantes recursos no processo de ensino e aprendizagem significativa, pois por meio delas os estudantes têm a oportunidade de participar ativamente de todo o processo de ensino. Incentivando os alunos para que aprendam de forma autônoma e participativa, a partir de problemas e situações reais. Essas metodologias estimulam a curiosidade, a autonomia e as tomadas de decisões (BORGES; ALENCAR, 2014).

Nesse contexto, as metodologias ativas atendem à Lei das Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB, 1996) e os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN, 1998), que orientam e incentivam as instituições de ensino a promoverem nesses

locais competências para o desenvolvimento do senso crítico dos alunos para que possam participar ativamente na sociedade de forma responsável e consciente.

Como tema incluído na LDB, a temática da água é apropriada para ser desenvolvida em sala de aula, pois abrange questões sociais, culturais e econômicas, possibilita romper com as ideias iniciais dos alunos (conhecimentos prévios) e a reconstrução dos conhecimentos fundamentados nos conhecimentos científicos sobre o tema em estudo. A utilização de materiais alternativos para realização de experimentos abordando essa temática foi desenvolvida com o objetivo de contribuir com a aprendizagem dos alunos na compreensão sobre a eficiência no tratamento da água para consumo e orientá-los quanto ao seu papel enquanto agentes transformadores do ambiente onde estão inseridos.

A maioria das cidades da Região Amazônica encontram-se as margens de grandes rios e as atividades econômicas desenvolvidas nestas cidades estão atreladas ao uso desses rios, que são importantes como exclusivo meio de transporte, contribuem para a agricultura e geram fonte de alimentos para os ribeirinhos, porém tais atividades antrópicas podem contribuir para um desequilíbrio dos ecossistemas presentes nessas regiões (FREIRE, 2009). Realizar trabalhos com os alunos envolvendo a comunidade poderá levá-los a compreender de forma mais aprofundada o seu papel no ambiente onde estão inseridos.

A água se faz necessária para o desenvolvimento econômico, social e político de um país. Entretanto, parte da população não se preocupa com o manejo correto de resíduos, ou o uso em excesso da mesma, desperdiçando, assim, este recurso. Devido ao ciclo hidrológico, a água é renovável, porém, ao ser demasiadamente contaminada em seus mananciais, esta passa por um processo de potabilidade, que muitas vezes pode requerer um alto investimento. O processo de clarificação de água consiste na manutenção de condições físico-químicas tais, que sólidos suspensos na água são removidos por uma sedimentação, sendo necessário trabalhar em conjunto com as cargas das partículas para se obter um resultado da sedimentação satisfatório (MACEDO, 2007).

Neste processo, que é compreendido pelas operações unitárias de coagulação, floculação, decantação e filtração, os parâmetros turbidez e cor da água são reduzidos através da remoção de partículas em suspensão, coloidais e dissolvidas com a finalidade de atender os padrões de potabilidade exigidos pela Portaria nº 518 de Março de 2004 (HELLER; PÁDUA, 2006; MACEDO, 2007). Nas estações de tratamento de água (ETAs), o tratamento convencional é compreendida por 5 etapas: coagulação, floculação, sedimentação, filtração e cloração. Uma das etapas que ocorre ao final do processo final é a filtração, responsável pela remoção de impurezas, logo, principal responsável pela produção de água com qualidade condizendo com o padrão de potabilidade (OMS, 2004). O uso do carvão ativado tem a função de remoção da cor e de redução do potencial de formação de subprodutos tóxicos por meio da adsorção desses compostos (BRITO; RANGEL, 2008).

Metodologia

O trabalho foi desenvolvido com duas turmas de ensino médio integrado, do primeiro ano (n=40) e do segundo ano (n=40), do curso de Edificações e Saneamento Ambiental, de uma Instituição Federal do Norte do país. A escolha das turmas aconteceu mediante a indicação da professora da escola pelo fato de estar iniciando a abordagem do conceito sobre recursos hídricos e propriedades físico-químicas da água. Ao total, foram realizadas oito horas de aulas, cada uma com duração média de 2 horas.

A pesquisa apresentou uma abordagem quali-quantitativa. A coleta de dados foi elaborada em três partes que compreendem (i) a aplicação de questionários, (ii) desenvolvimento das atividades experimentais e (iii) realização de entrevistas e debates sobre manchetes de jornais. Inicialmente, realizou-se uma discussão sobre a qualidade da água e possíveis interferentes presentes na mesma que pudessem torná-la inadequada para o consumo humano. Esta discussão teve como objetivo instigar os alunos para as próximas atividades.

(i) Questionários - constituído por cinco questões investigativas (gráficos 1-5) sobre a presença de dureza na água e o carreamento de microrganismos na mesma, antes (pré) e após (pós) a realização de atividades experimentais, os quais nos permitiram avaliar os conhecimentos prévios dos estudantes.

(ii) Atividades experimentais - analisou-se a dureza das amostras de água utilizando métodos alternativos e através da metodologia de colorimetria padronizada (teste químico). O teste químico padrão utiliza a colorimetria (kit de análise da potabilidade), que consiste na análise da concentração de sais de carbonatos presentes na amostra, avaliando a dureza total (CaCO_3 mg/L), através da intensidade na cor da solução formada (azul). Quanto maior a presença de sais, mais intensa a coloração azul, indicando dureza na água. O método alternativo envolve a mistura de diferentes substâncias, como por exemplo, a solução de água com cloreto de sódio ou com cloreto de cálcio e a adição de sabão líquido ou detergente, para avaliar a formação de espuma. As soluções com maior concentração de sais de cálcio formam pouca ou nenhuma espuma, indicando a dureza da água. Foi realizado ainda o processo de filtração da água através da utilização de filtros confeccionados de garrafas de PET, chumaço de algodão e carvão do tipo vegetal, mineral e ativado (FREITAS, 2018).

No procedimento inicialmente coloca-se o algodão para começar a filtração a partir dele se inicia a retenção das partículas menores, depois na sequência foi adicionado o carvão ativado. E outros filtros foram confeccionados utilizando o algodão e carvões do tipo vegetal e do tipo mineral.

(iii) Entrevistas - após a intervenção, foram feitas entrevistas com 10% (n=8) em cada turma, com o intuito de avaliar o ponto de vista deles a respeito do tratamento da água. Cada aluno a ser entrevistado saiu da sala de aula para a entrevista que durou em média cinco minutos, eles não sabiam sobre o teor das perguntas. A proposta foi realizada dessa forma para que os estudantes respondessem com a maior naturalidade possível aos questionamentos. Ao

realizar as entrevistas notou-se que os alunos apresentaram respostas abrangentes. Optou-se então, por trabalhar com um n reduzido.

Para o tratamento dos dados fez-se a categorização das respostas dos alunos dadas a partir dos resultados das análises dos pré e pós-testes, conforme a metodologia de análise de conteúdo de Bardin (2006), na qual as respostas são categorizadas de acordo com a frequência de ocorrência, com o objetivo de demonstrar as ideias representativas. A análise de conteúdo, enquanto método torna-se um conjunto de técnicas de análise das comunicações que utiliza procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens. As fases da análise de conteúdo organizam-se em torno de três pólos, conforme Bardin (2009): 1. A pré- análise; 2. A exploração do material; e, por fim, 3. O tratamento dos resultados: a inferência e a interpretação. Ao interpretar essas informações, as respostas similares ficaram disponibilizadas em categorias específicas.

Os experimentos desenvolvidos na proposta foram descritos abaixo. Foi empregada a técnica de colorimetria, que se trata da avaliação de mudança na coloração do sistema. Diferenças nas concentrações dos parâmetros a serem identificados são mensuradas a partir da alteração da coloração das soluções reagentes. Quanto maior é a intensidade da coloração formada pelos reagentes, maior é a presença (concentração) do parâmetro químico investigado. Na figura 1, apresentamos os testes da água realizados com kit colorimétrico alfakit de potabilidade. A determinação da dureza foi através da formação ou não de espuma, caracterizando esse parâmetro pela presença dos sais de carbonato de cálcio ou nitrato de sódio.

Figura 1 - Teste do pH



Fonte: Própria autora (2018).

Alguns questionamentos foram surgindo no decorrer do diálogo, como por exemplo: é importante realizar a filtração da água antes de bebê-la? A água que

chega a sua casa é previamente tratada? Qual o papel da filtração no tratamento da água? Além de filtrar, é necessário a adição de outras substâncias (reagentes químicos) na água? Após as discussões foram preparados os materiais para a confecção de filtros caseiros utilizando garrafas de PET, chumaços de algodão, areia e carvão vegetal e carvão ativado. Os filtros foram desenvolvidos de maneira alternativa a partir de questionamentos sobre a qualidade da água e possibilidades de tratamentos da mesma. As garrafas de PET foram cortadas de modo que a parte inferior ficasse maior, que corresponderia a um béquer, enquanto a parte superior, menor parte, seria usada como um funil para realizar a filtração das amostras de água.

Antes de começarem a desenvolver os filtros caseiros foi solicitado aos alunos que desenhassem esquemas das etapas do processo de filtração, sendo que ao iniciar os experimentos, eles ficaram a vontade para disponibilizar os materiais no filtro de acordo com o que achasse conveniente. Após a etapa de filtração, foi realizada a etapa de purificação da água e apresentação dos protótipos seguido da explicação sobre a funcionalidade e eficiência dos mesmos. Aplicou-se um questionário sobre a importância da água e sobre o papel do carvão vegetal e carvão ativado no tratamento para verificar quais deles seria mais eficiente.

Resultados e discussão

A partir da análise das respostas dos questionários e tabulação dos dados tornou-se possível realizar algumas inferências, tais como, os estudantes afirmaram que a água é um bem comum primordial para os seres vivos, a maioria não conheciam o parâmetro de dureza na água. Tiveram dificuldades ao responder as questões relacionadas a essa característica, responderam inicialmente, na sua grande maioria, que a dureza provavelmente poderia ser devido à presença de ferro e sais minerais diversos, reconheceram que a água pode vir a apresentar microrganismos, porém não souberam falar quais microrganismos são mais comumente encontrados.

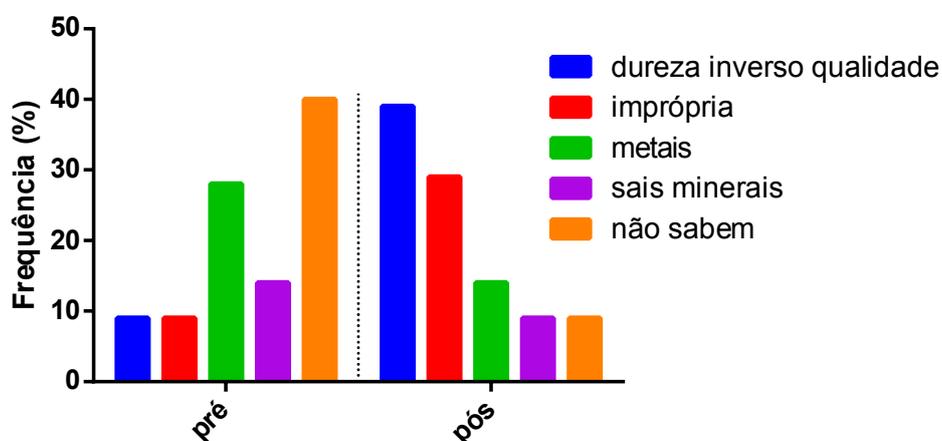
Ao realizar as misturas das soluções, os alunos tiveram de observar as reações que estavam ocorrendo. Eles identificaram quais das amostras de água apresentavam o caráter dureza através da comparação da espuma que se formava ou não, e a presença de formação de precipitados nos tubos de ensaio. Ao continuarem os procedimentos, utilizando o teste de análise da alfatit, eles confirmaram as conclusões prévias que haviam surgido inicialmente. Na realidade o que acontecia era que os cátions cálcio ou magnésio presentes na água reagiam com o sal orgânico dos sabões formando compostos pouco solúveis, diminuindo sua concentração e seu poder de espumar.

Nos testes químicos e também nos testes alternativos para detectar a dureza da água, observamos que os conhecimentos prévios dos alunos são oriundos de experiências, curiosidades e de suas vivências pessoais, conforme observamos abaixo nos gráficos 1-5.

Tendo avaliado as respostas dos pré e pós testes dos alunos, algumas inferências foram constatadas, inicialmente eles não entendiam sobre a dureza na água, conforme dados do gráfico da figura 1, afirmaram que a relação entre

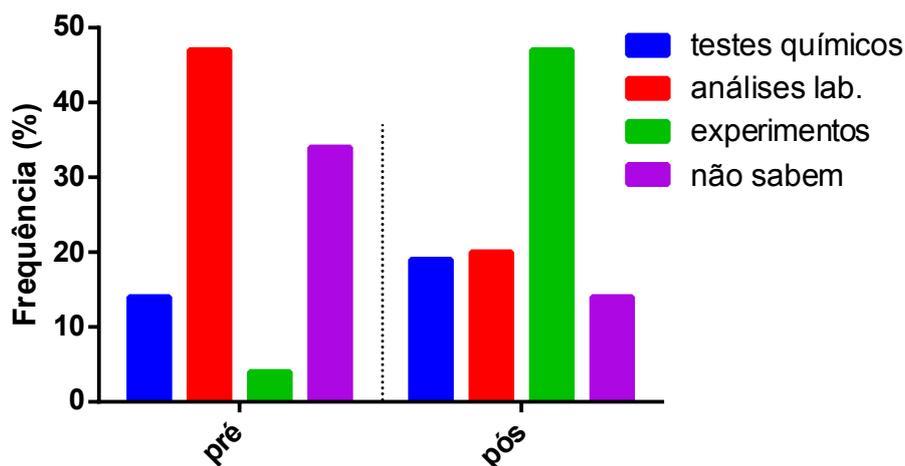
qualidade/dureza em água pode ficar comprometida, uma parte dos alunos 10% (n=8) no pré teste, enquanto que no pós teste 40% (n=80) afirmaram que a qualidade diminui a medida que a dureza aumenta. Para a determinação desse parâmetro de qualidade nos ecossistemas aquáticos, cerca de 30% dos alunos (n=24) afirmaram no pré teste que a determinação dos parâmetros pode ser realizada em laboratórios específicos, enquanto que 5% disseram que as determinações poderiam ser realizadas através de experimentos. No entanto, o pós teste dessa questão decresceu para 10% (n=8) alunos que responderam determinar as análises em laboratório e 50% deles afirmaram que é possível realizar experimentos para determinar a dureza das amostras de água (figuras 2 e 3) abaixo.

Figura 2 - Você sabe o que é a dureza na água?



Fonte: Própria autora (2018).

Figura 3 - Como encontrar a dureza em uma amostra de água?

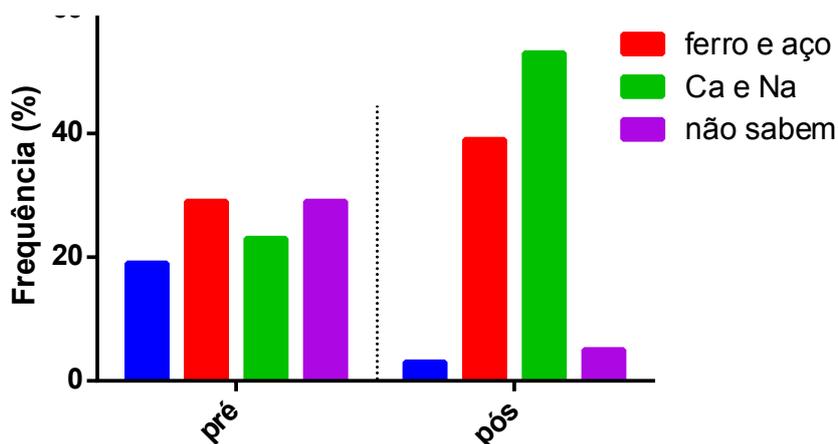


Fonte: Própria autora (2018).

A caracterização da propriedade de dureza está diretamente relacionada aos sais de alguns metais dissolvidos na água, analisando o gráfico da figura 4, ao questionar os estudantes sobre os metais que causavam dureza, inicialmente

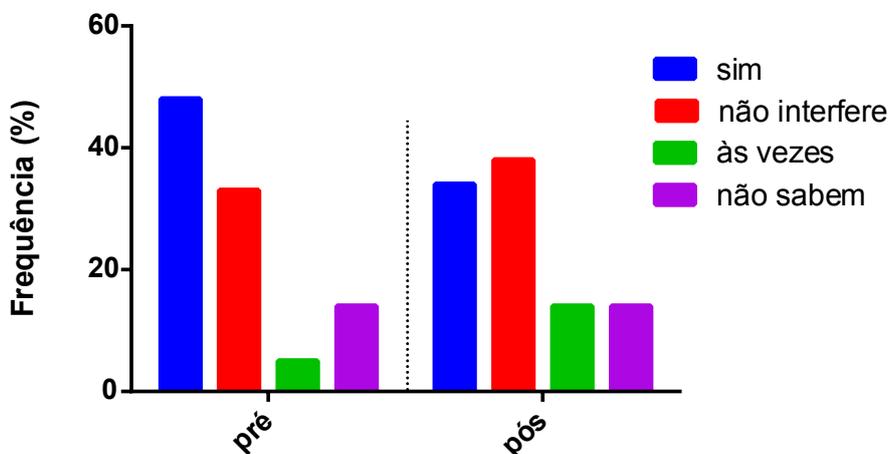
22% (pré teste) responderam que o cálcio (Ca^{2+}) e sódio (Na^+), enquanto que a mesma pergunta foi respondida 55% (pós teste), 30% deles afirmaram não saber a resposta inicialmente e no pós teste esse número decaiu para 5%. Outra resposta pertinente foi que os sais minerais determinavam essa propriedade, 20% ($n=16$) afirmaram no pré teste e ao final, no pós teste decresceu para 4%. Quando os alunos afirmaram que os sais minerais são responsáveis por alterar o parâmetro de dureza na água, consideramos que tiveram um ótimo desempenho cognitivo, pois os sais minerais contêm cátions e íons de metais, cuja presença em grande quantidade, podem vir alterar as suas propriedades da água. O pH tende a aumentar quando a água apresenta dureza elevada, caracterizando um meio alcalino. A pergunta correspondente ao gráfico da figura 5 estava relacionado ao cloreto de sódio interferindo no sistema. Os alunos concluíram que o cloreto de sódio (NaCl) não interfere na dureza da água, pois nos testes realizados em presença dessa sal, as soluções contendo detergentes em meio aquoso produziram espumas normalmente.

Figura 4 - Quais metais causam dureza na água?



Fonte: Própria autora (2018).

Figura 5 - O cloreto de sódio causa interferência na dureza da água?



Fonte: Própria autora (2018).

Nas etapas iniciais da proposta afirmaram que o sódio causava interferência na dureza da água e após desenvolver os experimentos mudaram suas respostas, pois haviam reagido outros sais de metais diferentes na água e realizado minuciosas análises. Ao testar as soluções contendo os sais de NaCl com detergentes e água, notaram que conseguiam lavar as mãos sem nenhum problema e que havia formação de bastante espuma e quando realizaram o mesmo teste com sais de cálcio não espumava e as mãos ficaram com um aspecto adstringente.

A qualidade da água, esse bem de uso comum e essencial a vida não se restringe a avaliação de parâmetros físicos e químicos apenas. Sendo assim, os alunos foram questionados sobre a presença de microorganismos na água. Esses seres vivos veiculados nas amostras de água correspondem aos parâmetros biológicos de análises. Ao analisar as perguntas do pós teste verificou-se que mais de 70% dos estudantes afirmaram que podem ser transportados microorganismos por veiculação hídrica e ao analisar os pontos de vista de alguns alunos que (após intervenção), surgiram as respostas referentes ao caráter dureza na água, conforme a quadro 1:

Quadro 1 - Relação entre qualidade e dureza da água

A1: "Porque ela dura é ruim para beber."
A5: "Dureza da água quer dizer que a água não esta própria para o uso de consumo, até mesmo para o uso doméstico, como: lavar roupa, tomar banho, etc."
A6: "Se existe metais na água, ela é uma água dura/ É quando a água contém grandes quantidades de minerais."
A20: "Está relacionado a qualidade da água, se está em condições favoráveis ou não para a utilização."

Fonte: Própria autora (2018).

Ao analisar as entrevistas foi possível concluir que os estudantes apresentavam pontos de vista distintos, opiniões já pré-estabelecidas e que foram expostas pelos mesmos com coerência. Eles ficaram desinibidos ao expor sua opinião. Foi possível averiguar a preocupação dos alunos com as questões ambientais e mais diretamente relacionadas à água. Apesar de muitas vezes não agirem ambientalmente correto para conservação da água, eles sabem da importância da mesma. Foram questionados sobre a importância de se trabalhar sobre a temática água em sala de aula, eles responderam que é importante estudar essa temática para que ocorra a preservação da mesma e por ser um componente essencial a sobrevivência. Afirmaram ainda que é fundamental trabalhar esse tema em todos níveis de escolaridade. Quanto a possibilidade de se propagar doenças através da água afirmaram que sim e as doenças seriam a amebíase, dengue e hepatites.

Os testes químicos realizados permitiram determinar a concentração de dureza nas amostras de água analisadas. Segundo o Ministério da Saúde, disposto na Portaria 2914/2011-Anexo X, o limite de dureza em água para abastecimento, no Brasil, é de no máximo 500 mg CaO₃/L. Valores acima desse valor permitido indicam que a água pode causar prejuízos nas indústrias e até mesmo no uso doméstico, pois o desperdício de sabão é grande, para cada um metro cúbico de água é desperdiçado cerca de 200 gramas de sabão quando a água apresenta dureza elevada.

Na proposta aplicada, tivemos o cuidado de não intimidar os alunos, desse modo formulamos questões apropriadas para que eles enriquecessem as discussões. Para desenvolver as atividades dividimos os alunos em grupos, para favorecer o bom relacionamento dos alunos entre si e com o tutor, ajudando a construir um ambiente de confiança para o aprendizado.

A valorização dos conhecimentos prévios dos alunos ao iniciar uma atividade despertou um maior interesse nas aulas. As atividades propostas permitiram o desenvolvimento de habilidades tais como: observar, testar, questionar, interagir e apresentar seus discursos. Ficou constatado que gostaram de realizar as atividades experimentais, demonstraram curiosidade e interesse durante o desenvolvimento das etapas do experimento.

Os alunos afirmaram que experimentos desenvolvidos com materiais alternativos podem ser utilizados também em outras disciplinas, acreditam que o sucesso do processo depende muito do professor/tutor responsável pela metodologia empregada.

No parâmetro de qualidade dureza da água relacionado a presença de sais dissolvidos no meio, observamos o ponto de vista de um grupo de alunos, que foram identificados como A2, A4, A5 e A7, respectivamente e consideram que:

A1-“é possível realizar os testes na água com poucos equipamentos, uma amostra considerada com a propriedade de dureza é o mesmo que não apresentar-se apropriada para o consumo e pode ser desprezada.”

A4-“através de materiais simples e de fácil acesso é possível determinar características na água, atestamos que quando uma amostra de água apresentar dureza significa dizer que quanto maior for essa dureza, pior é a qualidade dessa água”.

A5-“a presença de grandes quantidades de metais causa interferências resultando na dureza da água, vindo a alterar as suas propriedades”

A7-“A dureza da água significa ver se ela é de boa qualidade pra ver se ela está mais densa, mole ou dura” e quando dura, ao misturar com sabão quase não forma espuma.

Essas falas corroboram com a ideia de que se o professor proporciona condições que estimulem o pensamento e assume atitude interessada com a atividade de quem aprende, está incentivando o aprendizado do aluno, o resto é com o próprio aluno interessado (DEWEY, 1959).

Investigando ainda o parâmetro de dureza da água, uma equipe chegou a afirmar que moravam em um bairro novo da cidade e que geralmente a água para consumo próprio era proveniente de carros-pipa, pois a água dos poços das residências não se apresentava adequada para consumo humano, além do que ao lavar roupas com essa água notavam que as mesmas ficavam com aspecto de duras e pouco limpas.

Nos experimentos envolvendo os filtros caseiros, inicialmente ao receberem as amostras de água que deveriam ser tratadas, os alunos disseram que seria uma missão quase impossível, pois julgaram que as amostras apresentavam-se poluídas e com uma coloração escura e densa, que não parecia com uma

amostra de água que tivesse condições de ser utilizada nas casas, indústrias e na agricultura. Essa conclusão inicial foi importante, porque ao propor a atividade a ideia formulada sugeria que houvesse uma incomodação com o desafio lançado pelos professores.

Quando realizadas as discussões em sala de aula, ficou constatado que os alunos não sabiam o princípio da técnica de filtração, apesar de a julgarem importante no tratamento de água. Apresentavam dúvidas quanto à proveniência da água que ingeriam e poucos haviam lido as informações sobre os parâmetros da água na conta de casa. Comparando os filtros, observaram que as camadas diferenciavam pela afinidade que apresentavam em relação ao tamanho dos componentes impuros. Notaram que as sujeiras maiores ficaram retidas na parte de cima do filtro e as partículas menores passaram para as camadas inferiores até chegar nas camadas do carvão ativado e algodão, onde ocorreu a clarificação da água.

Durante a atividade foi solicitado aos alunos que fizessem anotações minuciosas sobre os procedimentos adotados para que posteriormente eles elaborassem um relatório. Ao final dos trabalhos a água barrenta foi se tornando límpida após passar pelas camadas do filtro. Os alunos afirmaram que a água filtrada com carvão mineral não era adequada para consumo, visto que apenas as partículas maiores foram filtradas, podendo haver substâncias que causariam danos à saúde e para tornar a água apropriada sugeriram utilizar o procedimento de fervura ou/e adição de água sanitária (de hipoclorito de sódio) em quantidades pequenas. Os filtros de carvão ativado foram mais eficientes, vindo a corroborar Brito e Rangel (2008), que afirmam que o carvão ativado atua removendo a cor e reduzindo o potencial de formação de subprodutos tóxicos por meio da adsorção desses compostos.

A avaliação das respostas dos alunos serviu de parâmetro para verificar a eficiência da atividade realizada, delas foram extraídas as ideias mais pertinentes obtidas a partir das categorizações. Por intermédio das informações obtidas abriu-se espaço levantamento de hipóteses e teste dessas hipóteses para uma posterior discussão. Esses passos tornaram a busca do conhecimento mais interessante para os alunos, favorecendo a aprendizagem significativa. Ausubel (1963) afirma que essa aprendizagem significativa ocorre quando um novo conhecimento se incorpora, por assim dizer, com ao conhecimento já existente na estrutura cognitiva, com o qual se relaciona e seja relevante em relação ao que já é conhecido.

No início do processo não havia um consenso em relação à presença de constituintes químicos da água, que se apresentando em grandes concentrações alteram as propriedades da mesma. Na intervenção realizada foi possível notarmos avanços no desempenho dos alunos, pois determinaram a presença de interferentes que causavam dureza na água e realizaram a filtração utilizando técnicas simples, que após realizados os testes se mostraram eficazes. Ao desenvolver uma proposta de ensino com metodologias ativas, estamos possibilitando aos estudantes realizar seus próprios experimentos, contribuimos com o desenvolvimento do senso crítico deles, pois segundo Borges, 2014,

essas metodologias estimulam a curiosidade, a autonomia e as tomadas de decisões.

Ao final da atividade confirmamos o que a OMS preconiza a respeito da filtração, como a responsável pela produção de água com qualidade, a partir dela padrões de potabilidade são seguidos, afim de evitar danos a população e ao meio ambiente.

Conclusão

Ao elaborar essa estratégia didática buscou-se despertar o interesse dos alunos no processo de ensino-aprendizagem, com o intuito de superar o modelo tradicional de ensino focado no professor enquanto responsável pela transmissão do conteúdo e o aluno, considerado apenas um mero aprendiz. Os experimentos realizados com materiais alternativos possibilitaram a interação dos alunos para a construção do conhecimento e contribuíram com a sua formação, enquanto sujeitos atuantes no meio ambiente. É fundamental que professores desenvolvam atividades que envolvam os alunos de maneira integrada. Portanto, existe a necessidade de se romper com os paradigmas tradicionais para que se alcancem objetivos propostos para a educação básica e para a educação profissional. Tornou-se corrente afirmar que o conhecimento é hoje o principal fator da produção. Aprender a aprender coloca-se, assim, como competência fundamental para inserção numa dinâmica social que se reestrutura continuamente. A perspectiva da educação deve ser, pois, desenvolver os meios para uma aprendizagem permanente, que permita uma formação continuada, tendo em vista a construção da cidadania.

A Educação Tecnológica é de extrema importância para o desenvolvimento de aptidões que possibilitem enfrentar novas situações, privilegiando a aplicação da teoria na prática e enriquecendo a vivência da ciência na tecnologia e destas no social, por seu significado no desenvolvimento da sociedade contemporânea. Ao utilizar novos recursos metodológicos estamos contribuindo com o fazer pedagógico do professor, pois ele tem o poder de dinamizar a sala de aula, saindo de um ambiente monótono, no qual um fala e todos escutam, para um ambiente acolhedor, dinâmico com possibilidades de discussões e debates.

Referências

- ASSMANN, H.; SUNG, J. **Competência e sensibilidade solidária: educar para a esperança**. Petrópolis: Vozes, 2000.
- AUSUBEL, David P. **The psychology of meaningful verbal learning**. New York: 1963.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Editora, 2006.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa, Portugal; Edições 70, LDA, 2009.
- BRASIL. **Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental**. Parâmetros Curriculares Nacionais: ciências naturais. Brasília, 1999.

BRASIL. Lei de **Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. n.º 9.394, de 20 de dezembro de 1998.

BORGES, T. S; ALENCAR, G. **Metodologias ativas na promoção da formação crítica do estudante: o uso das metodologias ativas como recurso didático na formação crítica do estudante do ensino superior**. Cairu em Revista; nº 04, p. 1 19-143, 2014.

BRITTO, J.M.; RANGEL, M.C. **Processos avançados de oxidação de compostos fenólicos em efluentes industriais**. Química Nova, v.31, n.1, p.114-122, 2008.

DEWEY, J. **Democracia e educação: introdução à filosofia da educação**. Tradução por Godofredo Rangel, Anísio Teixeira. 3. ed. São Paulo: Nacional, 1959.

FREIRE, M. C. B. **A criança indígena na escola urbana**. Manaus: EDUA, 2009.

FREIRE, P. **Conscientização: uma introdução ao pensamento de Paulo Freire**. São Paulo, Editora Cortez e Moraes, 1979.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa** - 21ª Edição- São Paulo. Editora Paz e Terra, 2002.

FREIRE, Paulo. **Política e Educação**. 7. ed. São Paulo: Cortez, 2003.

FREITAS, Aline. **Água: Temática integradora dos conteúdos curriculares aos temas transversais a partir de metodologias investigativas** título da **dissertação ou tese**. 2018. 165 f. Tese (Doutorado em Educação e Ensino de Ciências) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

FIBGE – **Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. *Censo demográfico de 1990*, 1991.

GOMES, J. L., BARBIERI, J. C. **Gerenciamento de Recursos Hídricos no Brasil e no Estado de São Paulo: um novo modelo de Política Pública**, 2004.

HELLER, L.; PÁDUA, V. L. **Abastecimento de água para consumo humano**. 1º Ed. Minas Gerais: UFMG, 2006.

JACOBI, P. R., GRANDISOLI, E. **Água e sustentabilidade: desafios, perspectivas e soluções**. São Paulo: IEE-USP e Reconnectta, 1ª Edição, 2017.

MACEDO, J. A. B. **Águas & Águas**. 3º Ed. Minas Gerais: CRQ – MG, 2007

MARENGO, J. A. **Caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente (MMA), 2007

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE – OMS. **Guidelines for Drinking-Water Quality**. Volume 1, Geneva, SW. 494p., 2004.

PORTARIA Nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde.

SALVADOR, C. C. **Aprendizagem escolar e construção de conhecimento**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

SCHROEDER, E. **Os conceitos espontâneos dos estudantes como referencial para o planejamento de aulas de ciências:** análise de uma experiência didática para o estudo dos répteis a partir da teoria histórico cultural do desenvolvimento. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 8, n. 1, 2013.

Submetido em 26/08/2018.
Aceito em 30/10/2018.

