

ANAIS

2018
EREC



EREC 2018

***II ENCONTRO REGIONAL
DE ENSINO DE CIÊNCIAS***



Porto Alegre
Maio de 2018



Anais do II Encontro Regional de Ensino de Ciências

Formação do Professor e o Ensino de Ciências

Resumos e artigos completos

Dra. Maria do Rocio Fontoura Teixeira
Dr. Edson Lindner
Me. Caroline Martello
Me. Isadora Oliveira Turcatel
Me. Joice Abramowicz
Me. Juliana Carvalho Pereira
Me. Ketlen Stueber
Me. Rodrigo Couto Corrêa da Silva
(Organizadores)



Porto Alegre / RS
2018

COMISSÃO ORGANIZADORA

Maria do Rocio Fontoura Teixeira
Edson Lindner
Caroline Martello
Isadora Oliveira Turcatel
Joice Abramowicz
Juliana Carvalho Pereira
Ketlen Stueber
Rodrigo Couto Corrêa da Silva

E56a Encontro Regional de Ensino de Ciências (2.: 2018: Porto Alegre).
Anais do II Encontro Regional de Ensino de Ciências [recurso eletrônico] / Encontro Regional de Ensino de Ciências;
Organizadores: Maria do Rocio Fontoura Teixeira ... [et al.].
– Dados eletrônicos. – Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2018.
544 p.

ISBN 978-85-9489-171-6

1. Ensino de Ciências - eventos. I. Título. II. Teixeira, Maria do Rocio Fontoura.

Catálogo na publicação: Biblioteca Setorial do Instituto de Ciências Básicas da Saúde UFRGS

O conteúdo dos resumos e trabalhos completos, seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos seus respectivos autores.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Reitor: Rui Vicente Oppermann
Vice-Reitora: Jane Fraga Tutikian

INSTITUTO DE CIÊNCIAS BÁSICAS DA SAÚDE (ICBS)

Direção: Ilma Simoni Brum da Silva
Vice-Direção: Marcelo Lazzaron Lamers
Gerencia administrativa: Carmen Rejane da Silva Farias Sarate

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS: QUÍMICA DA
VIDA E SAÚDE – associação ampla

Coordenação Geral

Maria do Rocio Fontoura Teixeira

Coordenação – UFRGS

Maria do Rocio Fontoura Teixeira
Edson Luiz Lindner (adjunto)

Coordenação – FURG

Lavínia Schwantes
Sheyla Costa Rodrigues (adjunta)

Coordenação – UFSM

Cristiane Muenchen
Luiz Caldeira Brant de Tolentino Neto (adjunto)

Coordenação – UNIPAMPA (Campus Uruguaiana)

Jaqueline Copetti
Vanderlei Folmer (adjunto)

Representação Discente – UFRGS

Juliana Carvalho Pereira
Joice Abramowicz

Realização:



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
Programa de Pós-Graduação Educação em Ciências Química da Vida e Saúde
PPGEC/UFRGS

Apoio:



FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE
FEDERAL DO RIO GRANDE



UNIVERSIDADE FEDERAL
DE SANTA MARIA



UNIVERSIDADE FEDERAL
DO PAMPA

Programas de Pós-Graduação Educação em Ciências Química da Vida e Saúde



II Encontro Regional de Ensino de Ciências (IIEREC) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

EREC 2018



**II ENCONTRO REGIONAL
DE ENSINO DE CIÊNCIAS**

11 E 12 DE MAIO - UFRGS - PORTO ALEGRE

CLARIFICAÇÃO DA ÁGUA: FENÔMENOS FÍSICO QUÍMICOS ENVOLVIDOS NA POTABILIZAÇÃO DA ÁGUA

**Gabriela Luisa Schmitz, Luana Ehle Joras, Aline Carvalho de Freitas, João
Batista Teixeira da Rocha**

Universidade Federal de Santa Maria -UFSM
Universidade Federal do Rio Grande do Sul-UFRGS

RESUMO: Os conhecimentos envolvendo os sistemas de dispersões coloidais, principalmente no que se refere à sua estabilidade são de extrema importância para muitos processos do dia a dia. Um exemplo desses processos é a potabilização da água, no qual a etapa de clarificação baseia-se nos fenômenos físico-químicos de coagulação, floculação e decantação do sistema de dispersão coloidal composto por água (dispersante) e argilominerais (dispersos), para tornar a água turva em insípida. Neste trabalho buscamos realizar num laboratório escolar do ensino médio um experimento de paralelismo com a clarificação da água em uma estação de tratamento de água (ETA), utilizando reagentes normatizados e utilizados nas ETA brasileiras. Foi utilizada a metodologia Três Momentos Pedagógicos e questionários iniciais e finais como indicadores de aprendizagem. No momento da problematização inicial os alunos foram convidados a pensar em como as águas turvas dos rios se tornam a água insípida que recebem em casa. Na organização do conhecimento, os conceitos físico-químicos foram apresentados e discutidos e por fim, na aplicação do conhecimento, a simulação da ETA foi realizada. Com base nos resultados obtidos através dos questionários, podemos observar que esta proposta contribuiu para o aprendizado sobre os sistemas coloidais e sua aplicação no cotidiano, tornando os conhecimentos em físico-química mais próximos da realidade dos estudantes e permitindo a visualização de fenômenos como o Efeito Tyndal, a coagulação, a floculação e sedimentação dos coloides (argilominerais), tirando-os da abstração para a realidade concreta, facilitando a sua aprendizagem e relacionando-os com processos que cercam a vida dos estudantes.

Palavras-chave: Teste do jarro. Dispersão coloidal. Experimentação. Tratamento de água. Três momentos pedagógicos.

Introdução e Referencial Teórico

A água potável é um bem precioso e deve ser disponibilizado a população, garantindo mínima qualidade de vida às pessoas e o seu acesso é direito de todos os cidadãos. Para que a água doce seja considerada potável, precisa passar pelo processo de potabilização. As normas de qualidade para as águas de abastecimento humano são conhecidas no Brasil como Padrões de Potabilidade. O governo Federal regulamentou

estes Padrões de Potabilidade na Portaria 2914 de 12 de dezembro de 2011 (BRASIL, 2011), na qual estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Portanto, no Brasil toda a água destinada a consumo humano deve obedecer este padrão.

Sendo a potabilização da água um processo importante no dia a dia dos estudantes, este trabalho buscou proporcionar aos alunos o desenvolvimento de competências e habilidades que os auxiliem na contextualização dos conteúdos de Química e Físico-Química em aspectos do seu cotidiano, seja econômico ou tecnológico, despertando uma maior curiosidade e interesse nos alunos a respeito dos conceitos abordados neste assunto. Além disso, a água é um dos temas previstos nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (BRASIL, 1998) e na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2017).

O objetivo deste trabalho foi utilizar um experimento de paralelismo com uma Estação de Tratamento de Água (ETA) para contextualizar conteúdos físico-químicos para a aprendizagem dos mesmos.

Numa ETA, muitos processos são realizados para a tornar as águas superficiais em potáveis, dentre os quais, muitos fenômenos químicos e físicos governam essa transformação (WAGNER; PEDROSO, 2014). Os fenômenos que mais chamam a atenção são aqueles que envolvem o processo de clarificação da água.

A clarificação da água é um processo de extrema importância pois as águas superficiais contêm sólidos suspensos que formam suspensões coloidais (SANTOS FILHO; RITA, 2002). Estes sólidos são oriundos da erosão do solo, decomposição da vegetação, micro-organismos e compostos produtores de cor. Estes materiais são simples, mas devem ser quimicamente coagulados para produzirem flocos, os quais são removidos na decantação e filtração posteriores. Esses processos constituem o que a indústria de tratamento de água denomina de CLARIFICAÇÃO (SANTOS FILHO; RITA, 2002). As partículas sólidas que envolvem materiais da decomposição vegetal e sedimentação são chamados argilominerais e são partículas coloidais que formam um sistema de dispersão coloidal com a água.

No processo de clarificação da água ocorrem a coagulação e floculação do sistema água-argilominerais (SILVA JUNIOR et al., 2014) e para entendermos estes dois processos, é necessário primeiro definir um Sistema de dispersão coloidal.

Coloides foi o termo utilizado por Thomas Graham em 1849 para se referir a sistemas de goma arábica, sendo este termo, coloide, derivado do grego *cola* (SHAW, 1975). Por coloides entende-se os sistemas nos quais um ou mais componentes possuam dimensões no intervalo de 1nm a 1µm. Nestes sistemas aplicam-se as mesmas leis físicas e químicas que governam toda a matéria, como por exemplo a dimensão das partículas; a forma e flexibilidade das partículas; as propriedades superficiais (elétricas, inclusive); as interações entre partículas; as interações entre as partículas e o solvente (SHAW, 1975).

Os sistemas coloidais podem ser classificados em Soluções e Dispersões. Soluções constituem sistemas homogêneos e monofásicos de macromoléculas que podem ser naturais ou sintéticas (SHAW, 1975). Estes sistemas são termodinamicamente estáveis e são reversíveis enquanto as dispersões são sistemas heterogêneos termodinamicamente instáveis e irreversíveis. O sistema coloidal água- argilominerais classifica-se como uma dispersão coloidal (SHAW, 1975), e por isso estas recebem maior destaque neste trabalho.

Porém, a classificação dos sistemas coloidais de maior importância está relacionada à sua afinidade com a fase dispersante:

- a) *Coloides liofílicos*: as partículas do disperso interagem (são solvatadas) com a fase dispersante, por ligações de Hidrogênio, por exemplo. É obtido pela simples dispersão do disperso no dispersante. Estes coloides são termodinamicamente estáveis e dificilmente floculam. Ocorre solvatação instantânea da fase dispersa devido à interação com a fase dispersante.
- b) *Coloides liofóbicos*: caracterizam-se pela ausência de interação (solvatação) do disperso com o meio dispersante. Estes sistemas podem facilmente coagular e são termodinamicamente instáveis. São obtidos por meio de processos físicos (mecânicos) ou químicos. Estes sistemas são sensíveis à presença de sais/eletrólitos, os quais provocam a coagulação do sistema.

As partículas presentes numa dispersão são suficientemente grandes para que se permita a existência de superfícies de separação bem definidas entre as mesmas e o meio onde estão dispersas (SHAW, 1975). Nesses sistemas um dos componentes está numa forma finamente dividida, podendo ser sólida, líquida ou gasosa, denominada de fase dispersa, em uma fase contínua, que também pode ser sólida, líquida ou gasosa, denominada de meio dispersante.

Os coloides têm, em geral, características específicas como: possuir massa elevada, serem relativamente grandes e apresentarem elevada relação área/volume de partícula. Nas superfícies de separação (interfaces) entre fase dispersa e meio de dispersão, manifestam-se fenômenos de superfície característicos, tais como efeitos de adsorção e dupla camada elétrica, fenômenos esses de grande importância na determinação de propriedades físico-químicas do sistema como um todo (SHAW, 1975).

Devido ao tamanho das partículas coloidais, o fenômeno conhecido como Efeito Tyndall pode ser observado nesses sistemas. O efeito Tyndall consiste no espalhamento da luz devido à turbidez de um sistema. À medida que um feixe de luz atinge uma dispersão coloidal, parte da luz poderá ser absorvida, parte sofrerá espalhamento e o restante será transmitido através do sistema sem demais perturbações (SHAW, 1975).

Como a área da superfície entre as fases é elevada, são as propriedades desta interface que determinarão o comportamento dos diferentes sistemas coloidais. Assim como as características químicas e físicas das fases – dispersa e dispersante – controlam as interações entre as mesmas.

No processo de coagulação, as partículas coloidais podem agregar-se irreversivelmente na presença de eletrólitos e resultar em agregados grandes e compactos (SHAW, 1975). Por outro lado, as partículas também podem agregar-se reversivelmente na presença de eletrólitos e resultar na formação de agregados menos densos que podem ser facilmente rompidos fazendo com que as partículas tornem a se dispersar por agitação vigorosa (SHAW, 1975). Este processo denomina-se floculação e é utilizado no tratamento de clarificação de águas naturais para água potável (CARVALHO, 2008).

São as interações entre as fases dispersa e dispersante que governam as propriedades dos sistemas coloidais. Essas interações dependem da distância e da quantidade de partículas dispersas. Nas dispersões aquosas essas interações podem ser de cinco tipos, a saber (SHAW, 1975): Interações repulsivas entre partículas carregadas; Interações atrativas de Van der Waals; Interações repulsivas de polímeros adsorvidos na superfície dos coloides (efeito estérico); Interações atrativas de polímeros adsorvidos na superfície dos coloides; Interações hidrofóbicas.

A estabilidade de dispersões coloidais liofóbicas é determinada pela interação atrativa ou repulsiva durante as colisões que ocorrem devido ao Movimento Browniano (SHAW, 1975). Assim, duas situações são possíveis: A) Processo de Agregação: que

ocorre devido às forças de atração de Van der Waals entre as partículas neutras; ou B) Estabilidade das partículas devido a interações de repulsão entre as duplas camadas elétricas das próprias partículas coloidais, aos efeitos de solvatação e aos efeitos estéricos.

A explicação atual para a estabilidade dos colóides foi desenvolvida por Derjaguin, Landau, Verwey e Overbeek e ficou conhecida como Teoria DLVO (LINS; ADAMIAN, 2000). Segundo esta teoria, a estabilidade do colóide é tratada em termos da variação da energia potencial que ocorre quando as partículas coloidais se aproximam. Assim, estima-se a energia de atração (V_a) e de repulsão (V_r) em termos da distância entre as partículas (LINS; ADAMIAN, 2000).

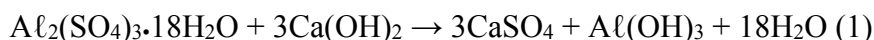
A V_r é uma função exponencial da distância que separa as partículas coloidais com alcance equivalente ao da espessura da dupla camada elétrica. A V_a vai decrescer inversamente com o aumento da distância entre as partículas. Portanto, para distâncias pequenas e grandes, as forças predominantes serão as forças de atração de Van der Waals (MOREIRA, 2007).

Os colóides liofóbicos são bastante sensíveis à adição de eletrólitos em pequenas quantidades. A presença do eletrólito irá provocar a compressão da dupla camada elétrica e também, pode ser adsorvido dentro da camada de Stern. Já os colóides liofílicos, principalmente os hidrofílicos, são relativamente estáveis à presença de eletrólitos, sendo a quantidade dos mesmos moderada, devido a sua alta afinidade com a água. Entretanto, quando elevadas as quantidades de eletrólitos adicionados na dispersão, pode ocorrer a desestabilização, levando à floculação do sistema. Isso acontece porque o íon desidrata o colóide hidrofílico, competindo com ele pela água de hidratação (SHAW, 1975).

Quando a ETA recebe a água diretamente dos reservatórios, ela passa por uma bacia de tranquilização, onde a velocidade e força da água serão reduzidas (FERREIRA, 2003). Na bacia de tranquilização, a água ainda passa por um processo inicial de limpeza, passando por grades que têm como função reter os detritos sólidos maiores. Em seguida, na terceira etapa deste processo, a água passa pela etapa de coagulação. A coagulação, que no Brasil é feita com sulfato de alumínio [$Al_2(SO_4)_3$] devido à excelente formação do floco e baixo custo (BRASIL, 2011), resulta de dois fenômenos: o primeiro, químico, que consiste nas reações do coagulante com a água e na formação de espécies hidrolisadas com carga positiva e depende da concentração do metal e pH final da mistura; e o segundo, físico, consiste no transporte das espécies hidrolisadas para que tenha contato com as impurezas na água (CARVALHO, 2008). Este processo deve ser rápido e é realizado em uma estação de tratamento de água, na unidade de mistura rápida. A unidade de mistura rápida é uma parte importante para a etapa de coagulação pois ela é responsável por dispersar rápida e uniformemente o coagulante por todo o meio líquido.

A partir daí, é necessária uma agitação lenta para que ocorram colisões entre as partículas suspensas, os coágulos, que se aglomeram formando partículas cada vez maiores, denominadas flocos, que são removidas por sedimentação. Esta etapa é chamada floculação (DI BERNARDO, 1993). Ou seja, a coagulação é um processo de desestabilização de colóides e a floculação é um processo de agregação desses colóides.

Neste trabalho utilizamos o $Al_2(SO_4)_3$ como coagulante. Os sais de Al^{3+} são os mais utilizados e esses sais reagem com a alcalinidade propiciada pelo hidróxido de cálcio formando hidróxidos que desestabilizam os colóides conforme a Equação 1 abaixo (FILHO; FILHO, 1996; SANTOS FILHO; RITA, 2002):



Após os processos de coagulação e floculação das partículas, a água vai para os tanques de decantação, onde os flocos formados sedimentarão, depositando-se ao fundo do tanque, fazendo com que a água antes turva esteja clarificada (DI BERNARDO, 1993). Feita a decantação, a água passará por filtros onde serão removidas possíveis impurezas remanescentes. Os filtros são feitos com areia, pedregulhos e pedras. Eventualmente podem conter também carvão mineral.

É depois da filtração que é realizado o processo de desinfecção da água com cloro com o objetivo de manter a água livre de microrganismos patogênicos até que seja consumida (FERREIRA, 2003). Ao final da desinfecção é adicionado à água o Flúor, para prevenir a cárie na população.

Metodologia

Neste trabalho buscamos procurar tratar o conhecimento físico-químico dos coloides de forma inter-relacionada e contextualizada, envolvendo o conteúdo de aplicação importante para a sociedade procurando provocar nos alunos um processo de construção de conhecimento (MARCONDES, 2008). Nessa perspectiva, são elaboradas atividades seguindo a metodologia dos três momentos pedagógicos propostos por DELIZOICOV, ANGOTTI e PERNAMBUCO (2007).

Segundo esta metodologia, inicialmente é proposta uma situação problema, a qual é responsável pela realização do primeiro momento pedagógico, a Problematização inicial (PI). Neste momento os alunos foram convidados a pensar em como a água natural, presente nos rios, lagos e represas torna-se a água insípida que recebem em casa.

Posteriormente são discutidos e trabalhados os conteúdos na etapa responsável pelo segundo momento pedagógico: organização do conhecimento (OC). É neste momento em que são trabalhadas as propriedades dos coloides com ênfase na sua estabilidade.

Para o terceiro momento pedagógico, a aplicação do conhecimento (AC), é discutido o assunto central da proposta: a estabilidade dos coloides no processo de tratamento da água e realizada a atividade experimental, que tem como objetivo simular o processo de clarificação da água, o qual é realizado nas ETA.

Materiais

Béqueres de 1000 mL, Bastões de vidro, Funis de vidro, Papeis filtro qualitativos, Pipetas de Pasteur, Provetas de 50 mL, Algodão; Retroprojektor; Água de torneira; Terra ou areia; Solução de Ca(OH)_2 (Hidróxido de Cálcio) $0,02 \text{ mol.L}^{-1}$; Solução de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (Sulfato de Alumínio) $0,9 \text{ mol de Al.L}^{-1}$; Dispersão de areia em água.

Procedimento

- Para simular a passagem da água das represas pelas grades que retiram os materiais maiores, passar a água preparada pelo funil com o algodão, transferindo para dois béqueres de 1000 mL, até cerca de 500 mL. Neste passo, o algodão faz o papel das grades da ETA;
- Dispor os dois béqueres sobre o retroprojektor, que os ilumina de baixo para cima para observação do Efeito Tyndall;. Reservar um dos béqueres para comparação;

- No bquer restante, adicionar 1 mL do coagulante $Al_2(SO_4)_3$ e agitar suavemente;
- Adicionar 50 mL de $Ca(OH)_2$ e agitar brandamente com o bastão de vidro. A agitação com o bastão de vidro neste ponto simula os floculadores na ETA;
- Deixar os dois sistemas em repouso, e eventualmente observar e comparar ambos os sistemas;
- Passados 15 minutos, filtrar o conteúdo dos dois bqueres separadamente.
- Comparar os dois filtrados, iluminados no retroprojctor, para a observação da ocorrência do Efeito Tyndal na água não clarificada em comparação com a água clarificada.

Participantes:

Foram participantes deste trabalho 15 alunos matriculados no primeiro ano do ensino médio de uma instituição pública da cidade de Santa Maria-RS.

Resultados e Discussões

O procedimento é uma simulação do processo de clarificação da água que é realizado nas estações de tratamento. Para a preparação da dispersão coloidal, areia foi dispersa em água potável (Figura 1). Esta dispersão foi utilizada para a realização do processo de clarificação posterior.

Figura 1: Preparação da dispersão coloidal de areia em água



Fonte: Autores(2018).

A água após ser filtrada (Figura 2), em etapa que simula as grades que retiram os materiais maiores presentes na água que vêm da represa até a estação de tratamento, recebe o $Al_2(SO_4)_3$. A dispersão formada por argilomineirais e a água com o $Al_2(SO_4)_3$ foi agitada suavemente para ocorrer a homogeneização do sulfato.

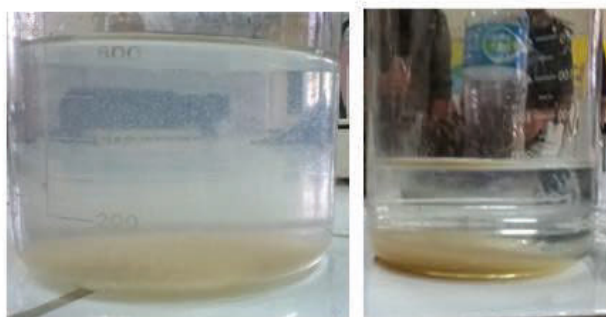
Figura 2: Filtração inicial do sistema coloidal para a remoção de impurezas maiores.



Fonte: Autores (2018).

O $\text{Ca}(\text{OH})_2$, adicionado posteriormente, faz o papel da solução de cal utilizada nas estações de tratamento, reagindo com o sulfato de alumínio conforme a equação 1. Sabe-se que o hidróxido de alumínio é gelatinoso e pouco solúvel, formando uma rede gelatinosa que interage com as impurezas coloidais – os argilominerais – formando pequenos coágulos. Ao utilizar o bastão de vidro para provocar uma agitação branda na dispersão, está sendo reproduzida a etapa de floculação em uma estação de tratamento. Nesta etapa a interação entre os pequenos coágulos forma flocos cada vez maiores, capazes de serem decantados (Figura 3). Assim, após o tempo de repouso (15 minutos nesse experimento), os flocos decantam e podem ser removidos por meio de filtração com papel de filtro qualitativo.

Figura 3: Formação dos flocos após a adição do coagulante e a sua decantação.



Fonte: Autores(2018).

Por fim, a água foi filtrada (Figura 4) para a remoção dos sedimentos e colocada sobre um retroprojektor para a visualização do Efeito Tyndal (Figura 5). Nesta Etapa, um béquer contendo água não clarificada foi colocado ao lado para a comparação do comportamento da luz nos dois sistemas.

Figura 4: Filtração do sistema clarificação para a remoção dos flocos sedimentados.



Fonte: Autores(2018).

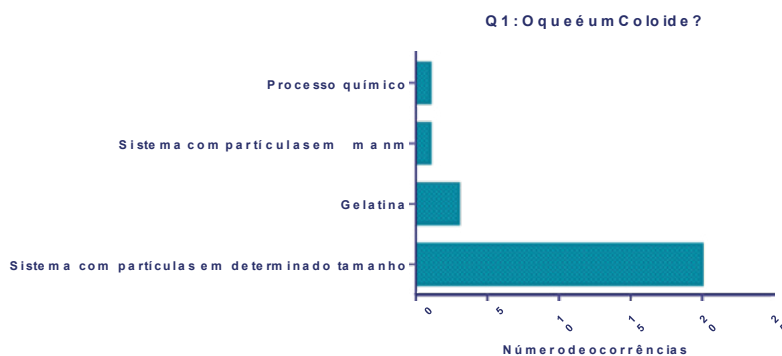
Figura 5: A água clarificada (à esquerda) e a água não clarificada (à direita) sobre o retroprojetor para a comparação do comportamento da luz nos dois sistemas. Note que na água não tratada ocorre o Efeito Tyndall.



Fonte: Autores(2018).

As demais etapas de desinfecção e fluoreação das águas em uma estação de tratamento não foram reproduzidas neste ensaio, pois não fazem parte do objetivo deste. Através da análise dos questionários inicial e final, realizou-se a avaliação na evolução dos conhecimentos acerca conceitos abordados durante as atividades. Na Figura 6, podemos observar que após o experimento, os estudantes souberam classificar colóide como sendo um sistema no qual partículas estão num determinado tamanho. Apenas um estudante mencionou as unidades μm e nm como sendo o tamanho que classifica colóide. Esse resultado está relacionado com o fato de que μm e nm são tamanhos sobre os quais os estudantes não haviam tido contato até então, e principalmente, são bastante abstratos e difíceis de mensurar. Porém, apesar de não fazerem a classificação exata, os estudantes souberam indicar que para ser um colóide, a partícula deve possuir dimensões determinadas.

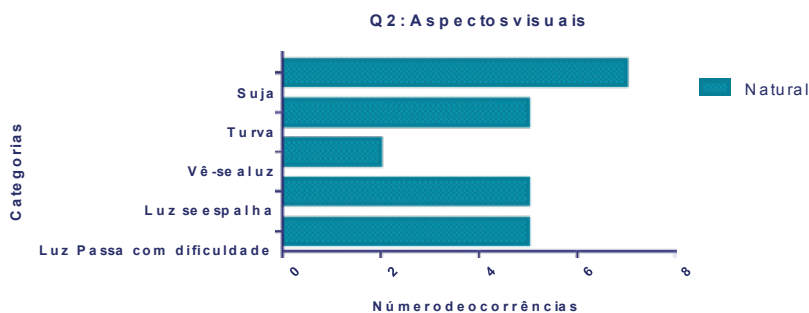
Figura 6: Respostas dos estudantes para a pergunta: O que é um colóide?



Fonte: Autores (2018).

Os estudantes também responderam a respeito dos aspectos visuais da água natural e clarificada. As respostas para os aspectos visuais da água natural podem ser observadas na Figura 7, abaixo.

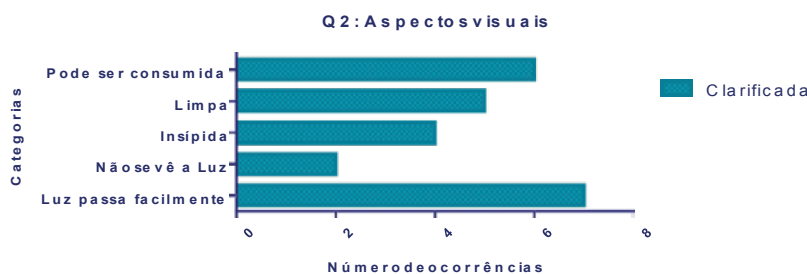
Figura 7: Aspectos visuais das águas naturais indicados pelos estudantes



Fonte: Autores (2018).

Na Figura 8 estão os aspectos visuais da água clarificada indicados pelos estudantes:

Figura 8: Aspectos visuais da água clarificada indicados pelos estudantes.

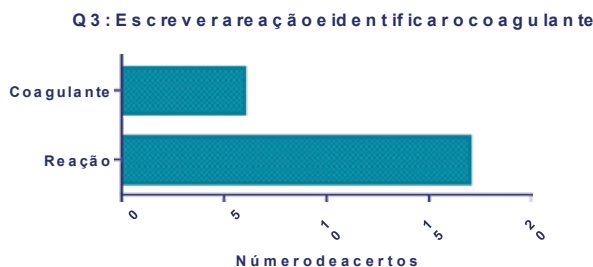


Fonte: Autores (2018).

Podemos observar que para os estudantes as águas naturais apresentam visual sujo e turvo. Enquanto isso, as águas clarificadas apresentam aparência límpida e insípida, além de poder ser consumida. É importante ressaltar que os alunos chamaram atenção ao fato de como a luz se comporta em ambas as situações: nas águas naturais a luz é espalhada, passa com dificuldade e é possível observar o caminho da luz, ou seja, ocorre o Efeito Tyndall. Por outro lado, nas águas clarificadas não é possível ver o caminho da luz e a mesma passa sem dificuldades pelo sistema, ou seja, não ocorre o Efeito Tyndall. Essas respostas estão relacionadas com o teste feito aos dois sistemas (Figura 5), os quais foram colocados sobre um retroprojetor para verificação da ocorrência do Efeito Tyndall em sistemas coloidais (água natural).

Aos estudantes foi solicitado também que escrevessem a reação química (Equação 1) envolvida no processo de clarificação da água e que identificassem o coagulante. Na Figura 9 podemos observar que os estudantes souberam escrever a reação porém tiveram dificuldades em indicar o coagulante, demonstrando que esse ponto pode não ter sido plenamente entendido por eles.

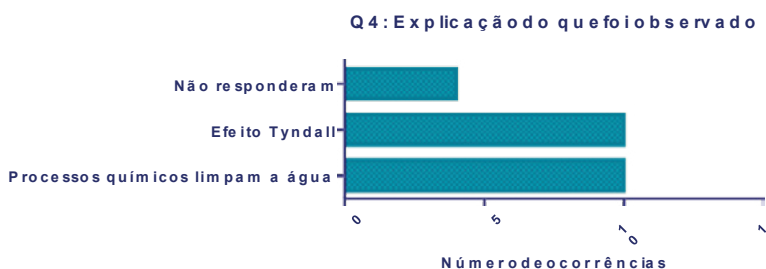
Figura 9: Número de acertos dos estudantes a respeito da reação química envolvida no processo de clarificação da água e identificação do coagulante



Fonte: Autores(2018).

Por fim, foi solicitado para os estudantes explicarem, em suas palavras, o fenômeno observado. Na Figura 9, podemos ver as categorias de respostas observadas nas explicações dos estudantes. A maioria dos estudantes explicou que o processo de tratamento da água é realizado através de reações químicas. Também explicaram o Efeito Tyndall como fenômeno que diferencia os dois sistemas (água natural e água clarificada). Mais uma vez o Efeito Tyndall foi lembrado pelos estudantes, indicando que a visualização deste fenômeno chamou bastante a atenção dos estudantes e também demonstrando a importância de observar a ocorrência do fenômeno.

Figura 10: Categorias de respostas observadas nas explicações dos estudantes a respeito de suas explicações sobre os fenômenos observados.



Fonte: Autores (2018).

Considerações finais

Após a aplicação da atividade didática, é possível concluir que a escolha do tema possibilitou discussões e um novo conhecimento sobre conceitos químicos até então desconhecidos pelos alunos, pois não haviam sido ainda trabalhados no âmbito escolar. As discussões sobre os processos do tratamento da água e o uso de conceitos químicos foi um bom caminho para contextualizar os sistemas coloidais e sua estabilidade com o cotidiano dos alunos.

Sobre a atividade experimental realizada, podemos considerar positiva a sua utilização, levando em consideração que com ela os alunos puderam visualizar os processos de agregação, decantação e efeito Tyndal no sistema coloidal (água e impurezas). Ainda, os alunos tiveram a oportunidade de conhecer um pouco o laboratório de química e alguns materiais usados no mesmo, que nunca havia sido usado por estes alunos. Demonstrando assim, que esta atividade é eficiente para a aprendizagem dos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais envolvidos no processo de clarificação da água potável, pois os mesmos são importantes, uma vez que além de conhecimentos conceituais e procedimentais, as atitudes são importantes para o

aprendizado (SCHMITZ e ROCHA, 2018).

Referências

BRASIL, Ministério da Educação e Cultura. **Base Nacional Comum Curricular: Ciências da Natureza**, Ensino Fundamental. Brasília: MEC, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/a-base>

BRASIL. Ministério da Educação. In: Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: terceiro e quarto ciclos: apresentação dos temas transversais**. Brasília: MEC/SEF, 1998. p. 436.

BRASIL. Portaria nº 2914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde. **Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade**. Disponível em: http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html.

CARVALHO, M. J. H., **Uso de Coagulantes Naturais no Processo de Obtenção de Água Potável**, Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, 2008.

DELIZOICOV, D; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M.: **Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos**. 2.ed. Colaboração: Antônio Fernando Gouvêa da Silva. São Paulo/BR: Cortez, 2007. p. 366.

DI BERNARDO, L. **Métodos e técnicas de tratamento de água**. Rio de Janeiro: ABES, v. 1, 1993.

FERREIRA, C. F. A importância da água e sua utilização em ranários comerciais. *Revista Panorama da Aquicultura*, São Paulo, v. 13, n. 79, p. 15-17, 2003.

FILHO, S. S. F., FILHO, F. A. L.. **Comportamento químico do alumínio e do ferro em meio aquoso e implicações no tratamento de água**. – *Revista Sanare* 6, 50-58, 1996.
LINS FAF; ADAMIAN, R. , **Minerais coloidais, teoria DLVO estendida e forças estruturais**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2000. p. 29.

MARCONDES, Maria Eunice R.; **Proposições metodológicas para o ensino de química: oficinas temáticas para a aprendizagem da ciência e o desenvolvimento da cidadania. EM EXTENSÃO**. Uberlândia, v 7. 2008.

MOREIRA, L.A. **Cálculo de propriedades físico-químicas de sistemas coloidais via equação de Poisson-Boltzmann: efeito da inclusão de potenciais não-eletrostáticos**, 2007. Dissertação de Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos, Escola de Química/UFRJ, Rio de Janeiro-rj.

SANTOS FILHO, J. D., RITA, E. S. S., **Gerenciamento do Resíduo Gerado na Clarificação de Água da RLAM**, Monografia de Pós-Graduação, Escola Politécnica, Departamento de Hidráulica e Saneamento, Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA, 2002.

SCHMITZ, G. L.; ROCHA, J. B. T. Environmental education as a tool to improve children's environmental attitudes and knowledge. **Education (ROSEMEAD)**, v. 8, n.2. 2018.

SHAW, D. J. **Introdução à química dos coloides e de superfícies**; tradução: Juergen Heinrich Maar. São Paulo: Edgard Blücher, Ed. da Universidade de São Paulo, 1975. p. 185.

SILVA JUNIOR, I. C; UCKER, F. E; HARAGUCHI, M. T; SANTOS, F. C. V; KEMERICH, P. D. C; BORBA, W. F. **Avaliação dos sistemas de reutilização da água de lavagem dos filtros de uma estação de tratamento de água: estudo de caso**. Revista Monografias Ambientais – REMOA, Revista do Centro do Ciências Naturais e Exatas, Santa Maria – RS, v. 13, n. 5, p. 3713-3717, Edição Especial LPMA/UFSM 2014.

WAGNER, L. F; PEDROSO, K. Disposição de resíduos das estações de tratamento de água. **Revista Techno Eng**. Ponta Grossa, v. 1, n. 9. jul/dez. 2014. ISSN: 2358-2669.