

Programa
Conversa Periódica
Tratamento de Água

Água

Química
3ª Série | Ensino Médio

Coordenação Didático-Pedagógica

Stella M. Peixoto de Azevedo Pedrosa

Redação

Gabriel Neves

Tito Tortori

Revisão

Camila Welikson

Projeto Gráfico

Eduardo Dantas

Diagramação

Isabela La Croix

Revisão Técnica

Nadia Suzana Henriques Schneider

Produção

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro

Realização

Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação

Ministério da Ciência e Tecnologia

Ministério da Educação

Vídeo (Audiovisual)

Programa: Conversa Periódica

Episódio: Tratamento de Água

Duração: 13 minutos

Área de aprendizagem: Química

Conteúdo: Água

Conceitos envolvidos: água potável, cloração, coagulação, coloides, correção de pH, efeito Tyndall, floculação, fluoretação, mistura homogênea, potabilidade, tratamento de água.

Público-alvo: 3ª série do Ensino Médio

Objetivo geral:

Identificar o processo envolvido no tratamento da água.

Objetivos específicos:

Reconhecer a importância da água doce do planeta, assim como do processo de tratamento de água;

Citar as fontes de poluição da água;

Identificar as etapas do processo de tratamento de água;

Compreender os processos químicos envolvidos em cada etapa;

Definir coloides;

Identificar exemplos do efeito Tyndall.

Pré-requisitos:

Não há pré-requisitos.

Tempo previsto para a atividade:

Consideramos que uma aula (45 a 50 minutos cada) será suficiente para o desenvolvimento das atividades propostas.

Introdução

O *Tratamento de Água* é um episódio do programa *Conversa Periódica* e traz como tema principal a discussão sobre o processo de tratamento da água em grandes cidades. Adotando o formato de um programa de entrevistas, o apresentador conduz um professor, entrevistado por uma comparação bem humorada entre a limpeza de piscinas de clubes e o tratamento de água nos grandes reservatórios urbanos, levantando dúvidas e curiosidade sobre ambas as localidades.

Seria interessante iniciar a aula perguntando aos alunos como eles acham que a água presente nas suas casas chega tão limpa. Também seria produtivo perguntar se algum dos alunos sabe como é realizada a limpeza de uma piscina.

Promova um clima de confiança, liberdade e respeito durante a dinâmica para que os alunos se sintam suficientemente seguros para levantar hipóteses e propor explicações que levem a refletir sobre a relação entre o conhecimento químico, a tecnologia e a vida social. Traga também para o debate, sempre que possível, a discussão sobre o impacto desse tema no meio ambiente.

Verifique, com antecedência, a disponibilidade dos recursos necessários para a apresentação do vídeo no dia previsto: um computador ou um equipamento específico de DVD conectado a uma TV ou projetor multimídia.

professor

Tente criar um clima descontraído, permitindo que os alunos se sintam à vontade para trazer seus conhecimentos prévios.

I. Desenvolvimento

A apresentação de novos conhecimentos em química deve ser feita com cuidado, de maneira que as noções prévias dos alunos em relação ao assunto possam ser considerados.

Partindo do princípio de que a água é tratada longe do cotidiano dos alunos, é importante perceber que esse tema pode parecer distante. Lembre aos alunos que o tratamento de água da piscina é muito semelhante ao da **água potável** e que, por isso, as comparações e analogias são bem-vindas. Além disso, nas residências sempre há alguma etapa adicional de tratamento da água. Aproveite essas situações, comuns para os alunos, e discuta o tema usando exemplos do cotidiano para instigar ainda mais a curiosidade. Traga para o debate, sempre que possível, a questão sobre a importância desse tema em relação ao impacto no meio ambiente.

Com a sua experiência, você poderá fazer uso das informações trazidas pelos alunos para a aula, após a apresentação do vídeo, e aproveitá-las na aplicabilidade do tema, contextualizando mais os conhecimentos e tornando a aula mais palpável e interessante.

ÁGUA: BEM PRECIOSO

A água é um bem precioso. Custa caro o tratamento e a gente deve prestar atenção em não desperdiçar a água.

Entrevistado

Em uma grande capital urbana, como Rio de Janeiro ou São Paulo, será que as pessoas compreendem a importância do tratamento da água?

Pergunte aos alunos se eles, em suas residências, usam algum processo de **tratamento da água**, se filtram, fervem ou realizam qualquer outra forma de purificar a água. Em seguida, questione se eles sabem de onde vem a água que eles recebem em suas residências. Lembre-lhes que, questionando o nosso conhecimento sobre o cotidiano, podemos ampliar nosso saber.

Comece com um debate sobre a **importância da água**. Traga para eles a informação de que a superfície do nosso planeta é coberta por, aproximadamente, 70,8% de água. Lembre que a maior parte da água (97,6%) está concentrada nos oceanos e que apenas 0,02% encontra-se em rios e lagos, disponíveis como fonte de água fresca e potável. É bastante importante trabalhar com cuidado essa informação, pois o objetivo aqui é ressaltar a importância de tratarmos a água doce – e não criar uma turma cheia de alunos assustados. Diga a seus alunos, a fim de tranquilizá-los, que a quantidade de **água doce** se mantém praticamente invariável ao longo das últimas centenas de milhões de anos! Explique que os alertas comuns na mídia sobre o fim da água se referem à falta

de água potável para as necessidades básicas. Lembre que além do aumento da população no planeta, os processos de industrialização e a própria irrigação na agricultura demandam enormes quantidades de **água tratada**. Entretanto, a nossa capacidade de encontrar e tratar novas fontes de água é limitada. Explique para os alunos que não se trata de a água acabar, mas da população ser obrigada a fazer racionamento ou mesmo ficar sem acesso a água nas residências.

É interessante a turma saber que o Brasil é um dos países mais privilegiados na questão da água doce, devido à configuração da sua bacia hidrográfica e de suas inúmeras fontes naturais. É importante que eles saibam que 8% da reserva mundial de água doce estão no Brasil, mas, apesar disso, tal recurso tem disponibilidade limitada, pois a sua concentração está na Bacia Amazônica. Lembre aos alunos que por mais que haja o medo comum da água acabar, o único modo disso acontecer é através da poluição, contaminação e, também, do desperdício desse recurso. Cabe, então, ao cidadão, a consciência da responsabilidade de trabalhar na direção de criar uma relação mais racional com esse bem tão precioso.

Essa discussão visa preparar os alunos para a importância do processo de tratamento da água, assim como elevar o desejo de aprender sobre o tema.

UM ASPECTO ASSUSTADOR: O QUE ESTÁ NA ÁGUA SUJA?

Tenho uma tia que tem uma casa no interior: churrasqueira, piscina... bacana. Só que ninguém vai lá. A gente passa meses sem ir lá. Outro dia fui lá... Fiquei com medo da piscina.

Apresentador

Aproveite o clima coloquial criado pelo vídeo e proponha um debate com os alunos sobre a possibilidade de uma água límpida e cristalina ser imprópria ao consumo. Explique que a água pode tornar-se imprópria para o consumo por causa de um processo natural, como a mistura da água dos rios com grandes quantidades de lama, pela presença dos **coloides** – aspecto pantanoso citado no vídeo – e, principalmente, pela presença e proliferação de bactérias, protozoários e outros microorganismos patogênicos. Afirme, contudo, que a atividade humana é a maior responsável pelo agravamento da poluição hídrica.

Você pode perguntar aos alunos se é possível reutilizar a água suja dos esgotos. Provavelmente, os alunos irão achar a proposta absurda. Informe que essa possibilidade existe e que em alguns lugares da Europa as estações de tratamento conseguem limpar essa água de tal forma que a torna potável novamente! Explique que, através de estações de tratamento primário e secundário, é possível livrar a água dos resíduos presentes nas fezes e na urina. Destaque que essa realidade, adotada em muitos países, é necessária em locais onde as fontes de água são extremamente escassas. Informe que em algumas regiões é necessário, inclusive, adotar o processo de **dessalinização da água** como uma forma de aproveitar a água do mar.

dica!

Leia o artigo de MAIA, Alessandra de Souza; OLIVEIRA, Wanda de e OSÓRIO, Viktoria Klara Lakatos. *Da água turva à água clara: o papel do coagulante*, Química Nova Na Escola, N° 18, Novembro 2003, p. 49-51. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc18/A11.PDF>

E.T.A. – ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA

A água para ser tratada e chegar límpida, como a gente está habituado, passa por uma série de etapas.

Entrevistado

Pergunte aos alunos se eles já visitaram alguma estação de tratamento de água. Pergunte se entenderam as etapas apresentadas no vídeo.

Após ouvir os seus comentários, esclareça que as **sete etapas envolvidas no processo**, são as seguintes: coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção, fluoretação e correção de pH.

Explique que é importante entender que cada um desses momentos do tratamento de água envolve um fenômeno químico. Aproveite para, após a reprodução do vídeo, discutir cada um desses processos, lembrando que os aspectos macroscópicos podem e devem apoiar o entendimento dos fenômenos microscópicos. Nesse momento, a sua atuação como mediador da aprendizagem é fundamental.

Coagulação

Comece perguntando o que os alunos entendem por coagulação. Peça que eles façam associações com o termo. Provavelmente eles podem lembrar que o sangue coagula, que a saliva do morcego tem anticoagulante e que o leite pode coagular quando colocamos algumas gotas de suco de limão. Comente que a coagulação sanguínea é um processo fisiológico em que reações químicas ocorrem e transformam o sangue em uma fibra usada para cobrir danos causados ao vaso sanguíneo. Em termos simples, é uma conversão de líquido em sólido. Lembre que a coalhada é feita pela coagulação do leite, isto é, a parte sólida do leite (gordura, proteínas e lactose) se separa da parte líquida (soro).

Informe que no caso do tratamento da água é usado um reagente químico coagulante, chamado sulfato de alumínio – $Al_2(SO_4)_3$ – que atua nas cargas dos colóides, neutralizando-as. Explique que isso permite que as pequenas partículas do material em suspensão comecem a se aglomerar, formando pequenos coágulos ou flocúlos. Destaque a imagem no vídeo que mostra que os colóides tendem a se manter afastados por causa de suas cargas elétricas, impedindo que elas se depositem naturalmente. Informe aos alunos que o coagulante altera as cargas elétricas, permitindo a formação de grumos e consequentemente, a sua deposição.

Lembre que alguns desses termos podem ser novos para os alunos e que por isso é importante, no diálogo com eles, adotar um vocabulário mais corriqueiro para ajudar na aproximação com os conceitos.



Floculação

Nesta etapa, explique que, após a adição do sulfato de alumínio, a água é constantemente agitada por pás. Nesse processo há a aglomeração das partículas e, conseqüentemente, a formação de flocos maiores e mais densos. Explique que a adição de coagulante, feita na fase anterior, deve ser controlada diariamente para adequar as necessidades da água coletada. Lembre aos alunos que os testes de floculação são feitos continuamente para melhorar a eficiência do processo seguinte – a decantação.

Decantação

Para ajudar os alunos a entender o processo de decantação lembre que, quando o guardião está tratando uma piscina, há uma etapa em que a piscina deve ficar em descanso. Explique que, após a ação do coagulante, os grumos vão se formando e ficando maiores e mais pesados, passando a sofrer mais a ação da gravidade. Informe que os flocos, gerados pelas etapas anteriores, vão sendo depositados no fundo do tanque, caracterizando um processo de decantação. Esse tipo de fenômeno é de fácil reprodução e visualização em sala de aula, permitindo que os alunos realizem experimentos e percebam a relação entre os fenômenos macroscópicos e os eventos microscópicos.

Filtração

Lembre aos alunos que existem muitos métodos para filtrar a água – o processo que visa retirar substâncias sólidas de dentro de soluções líquidas. Trata-se de um processo muito antigo e alguns autores afirmam que os processos de filtração já eram usados em 2.000 a.C. pelos indianos. Destaque que as etapas anteriores retiram a maior parte das partículas, mas é comum persistirem alguns resíduos que são retidos pelo uso de filtros contendo uma mistura de pedras, cascalho, areia e carvão mineral.

Será que os alunos sabem como funcionam os filtros que temos em nossas residências? Lembre-lhes que tanto os filtros mais antigos quanto os mais modernos usam métodos semelhantes. Explique que um exemplo simples e que permite uma boa visualização do processo de filtração pode ser feita com um antigo filtro de cerâmica. Lembre que além da estrutura de cerâmica os filtros precisam de elementos de filtração, comumente denominados de “velas”. Informe aos alunos que a vela representa uma barreira física que impede que as partículas minúsculas passem para a água tratada.

Outro bom questionamento é sobre o uso do carvão tratado para a filtração da água. Dê um breve tempo para que eles possam criar hipóteses sobre o funcionamento do carvão como elemento de filtração. Explique que, devido ao processo de combustão incompleta, os carvões são altamente porosos e que, portanto, são capazes de absorver partículas sólidas presentes em líquidos e gases também.



Desinfecção

Nem sempre a água límpida é água potável.

Entrevistado

Pergunte aos alunos como é possível que uma água límpida possa não ser potável. Explique que, mesmo após a água ter passado por repetidos processos químicos e físicos para retirar os sedimentos, ainda é possível que bactérias e outros micro-organismos tenham permanecido na água. Visto que o cloro é muito conhecido por seu uso na limpeza de piscinas, seus alunos não deverão ter problemas em aceitar esta etapa, mas você pode perguntar a eles como é que o cloro desinfeta a água. Lembre que o gás cloro é uma substância tóxica que tem uma ação microbicida, atuando sobre bactérias, protozoários, fungos e outros micro-organismos patogênicos.

Lembre aos alunos que, apesar de ter aumentado em muito a qualidade de vida, através de sua ação de desinfecção, o cloro é uma substância perigosa, que se não for manipulada com segurança, pode ser perigosa para a saúde. Informe que o gás cloro foi uma das primeiras substâncias a serem usadas como arma química durante a Primeira Guerra Mundial. Aproveite esse tema para discutir como é possível que uma substância tóxica possa ser usada em nosso benefício.

Fluoretação

Destaque que essa etapa consiste em adicionar, em geral, ácido fluossilícico e fluossilicato de sódio ao reservatório de água. Como há uma grande quantidade de propagandas sobre produtos de higiene bucal usando flúor, é possível que a turma consiga supor o objetivo desse processo, que é a redução da incidência de cárie na população e fortalecimento dentário.

Lembre aos alunos que as fontes naturais de água já possuem uma certa quantidade de flúor, mas essa é insuficiente para o reforço dentário, gerando, por esse motivo, a necessidade da adição de flúor nos reservatórios de água.

Agora que seus alunos compreendem o porquê do uso do fluoreto nos reservatórios de água, é importante que eles compreendam também que há uma polêmica por trás dessa prática. Um exemplo é a Europa, onde muitos países não permitem a fluoretação das águas nos reservatórios, pois existe o risco de ocorrer a fluorose dentária e/ou a fluorose óssea – doenças que enfraquecem dentes e ossos, respectivamente. Isso ocorre por uma combinação de uso por um período muito longo (muitos anos) e uma quantidade de fluoreto acima do nível considerado seguro. Debata com seus alunos sobre as vantagens e desvantagens desse processo químico, que certamente aumenta a proteção contra doenças, mas deve sempre ser fiscalizado para um uso seguro.

Correção de pH

Resgate com os alunos o que eles aprenderam sobre pH (potencial hidrogeniônico, que é o logaritmo negativo da concentração em mol L⁻¹ de íons H₃O⁺). Lembre-lhes que a tabela de pH permite diferenciar substâncias ácidas, neutras e alcalinas. Explique que se o pH estiver menor que 7 (pH < 7), estará ácido; se estiver igual a 7 (pH = 7), estará neutro; se estiver acima de 7 (pH > 7), estará básico ou alcalino.

A água da chuva, assim como outras etapas do tratamento de água, modificam o pH da água, deixando-a ácida. Informe que, para contrabalancear ou corrigir esse excesso de acidez, devemos usar uma substância alcalina como a barrilha (carbonato de sódio - Na₂CO₃). Explique que, nesse caso, a barrilha, agindo com um efeito “tampão”, neutraliza a acidez da água. Informe que o objetivo dessa etapa é a preservação dos canos e dutos do sistema de distribuição da água, uma vez que a acidez pode corroê-los e criar outros danos que fariam a manutenção ficar mais cara.

COLOIDES: O QUE É ISSO?

Os coloides são pequenas partículas carregadas. E essa carga na superfície impede que elas se juntem, se aglutinem e sedimentem, precipitem, como a gente diz na química.

Entrevistado

Agora que o processo de limpeza na E.T.A. foi esclarecido, é possível dar uma atenção para os coloides, apontados no episódio como os responsáveis pelo aspecto pantanoso das águas não tratadas. É necessário explicar aos alunos que os coloides são elementos presentes em nosso dia a dia.

Siga explicando que os **coloides** são um tipo de mistura heterogênea, mas que visualmente parecem ser **misturas homogêneas**. Lembre que toda mistura heterogênea deve possuir pelo menos duas fases, mas que os coloides se caracterizam por terem uma fase dispersa formada por partículas de um tamanho muito pequeno no intervalo de 1 a 1000 nanômetros (1 nm = 10⁻⁹ metro). Informe que esse tamanho tão reduzido torna impossível perceber a mistura heterogênea sem o uso de microscópios ou lupas.

Você pode citar os aerossóis, a espuma do refrigerante, a maionese, as gelatinas, o chantilly, o leite, o queijo, o sangue, dentre outros exemplos de coloides em nosso cotidiano. Os coloides são bastante diversos, dependendo do tipo de fase dispersa e de fase de dispersão. Pense em oferecer uma tabela, como a seguir, para ajudar a turma a entender melhor a constituição dos coloides.

dica!

Saiba mais lendo o artigo de JAFELICCI JUNIOR, Miguel; VARANDA, Laudemir Carlos. *O mundo dos coloides*. Química Nova: NA ESCOLA, São Paulo, n. 9, p.9-13, 14 jun. 2010. Mensal. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnescog/quimsoc.pdf>



dica!

Sugira que seus alunos visitem a apresentação sob o tema “Colóides: A mistura certa” disponível em: <http://cftc.cii.fc.ul.pt/PRISMA/capitulos/capitulo3/modulo6/>

		FASE DISPERSA		
		Gás	Líquido	Sólido
MEIO CONTÍNUO	Gás	Não existe	Aerossol líquido	Aerossol sólido
	Líquido	Espuma líquida	Emulsão	Sol
	Sólido	Espuma sólida	Emulsão sólida	Sol sólido

Um bom detector de colóides é o **efeito Tyndall**, demonstrado no exemplo usado pelo professor Godoy para demonstrar os colóides dentro da água. A não propagação da luz do laser na água suja foi evidenciada pelo feixe luminoso que foi “barrado” pelas partículas coloidais em suspensão no meio.

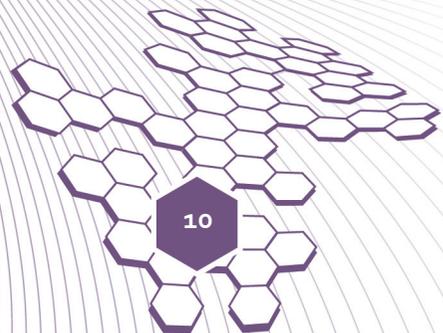
2. Atividades

- a) **Convide** seus alunos a **participar** de uma experiência. O material necessário é um apontador a laser de bolso e alguns pedaços de giz de lousa. Você pode realizar sozinho o experimento ou sugerir que sejam feitos pequenos grupos para realizar o experimento, dependendo da disponibilidade de material. O procedimento consiste em esfregar o giz, transformando-o em pó, jogando-o para cima e formando uma nuvem de giz. Acione o apontador a laser e mire o feixe para dentro da nuvem. O feixe do laser vai ser visível ao olho nu devido ao choque da luz com o material particulado, demonstrando uma dispersão coloidal.
- b) **Proponha** outro experimento, desta vez sobre filtração.

Material necessário: garrafa plástica de 2 litros; faca ou tesoura; pedras pequenas; algodão; areia; cascalho; carvão para filtro de aquário e um recipiente limpo.

Procedimento:

- Corte a garrafa em $\frac{3}{4}$ de seu tamanho, deixando o lado do gargalo com o menor pedaço. Guarde o lado do gargalo.
- Embaixo da base da garrafa faça pequenos furos. Eles não devem ser muito maiores do que o tamanho da cabeça de um prego. Esses furos ficarão embaixo da garrafa e permitirão que a água passe.
- Coloque, dentro da garrafa, os itens nesta exata ordem: pedras, algodão, areia e cascalho.



- Encaixe o lado do gargalho, removido anteriormente, na base da garrafa.
- Use um recipiente limpo embaixo do seu filtro caseiro para que receba a água “tratada”.
- Despeje a água turva no filtro e observe o processo.
- Observe junto à turma o efeito da filtragem e aproveite para fazer uma comparação com a etapa nas E.T.A.s que se propõe a realizar um feito semelhante.

c) **Organize** 3 ou 4 grupos de alunos na sua turma. Será feita aqui uma competição, na qual cada grupo será uma empresa que está disputando com os outros uma contratação pelo governo, que a tornará responsável pelo tratamento da água em uma cidade. Mas para ser aprovada, “a empresa” precisa apresentar suas soluções para o tratamento de água, assim como deve pensar também em uma campanha criativa que incentive o fim do desperdício de água tratada. Você, professor, será o juiz dessa disputa, lembrando que o importante é a competição divertida e que reforce os conhecimentos entre os alunos.

3. Avaliação

É interessante tentar adotar uma **avaliação formativa** durante o uso desses recursos pedagógicos para que possamos orientar nossa tomada de decisões em relação à dinâmica do processo de ensino-aprendizagem. A avaliação começa quando nos envolvemos com a **definição** de objetivos, a proposição de **critérios** e a atribuição de **parâmetros** geradores de conceitos e notas. Os momentos de avaliação do grupo constituem, também, excelentes oportunidades para **avaliar seu próprio trabalho** e os objetivos propostos inicialmente, reformulando e repensando ações futuras.

Os debates estabelecidos após as projeções, mesmo sendo livres, são momentos importantes para avaliar a construção de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais. Os questionamentos apresentados pelos alunos são importantes indicadores para determinar se os **objetivos** foram atingidos ou se haverá necessidade de se aprofundar mais algum conhecimento.

Questões baseadas no conteúdo apresentado no programa podem ser elaboradas e incluídas em **instrumentos formais** de avaliação como provas e testes.



VÍDEO - AUDIOVISUAL

EQUIPE PUC-RIO

Coordenação Geral do Projeto

Pércio Augusto Mardini Farias

Departamento de Química

Coordenação de Conteúdos

José Guerchon

Revisão Técnica

Nádia Suzana Henriques Schneider

Assistência

Camila Welikson

Produção de Conteúdos

José Guerchon

CCEAD - Coordenação Central de Educação a Distância

Coordenação Geral

Gilda Helena Bernardino de Campos

Coordenação de Audiovisual

Sergio Botelho do Amaral

Assistência de Coordenação de Audiovisual

Eduardo Quental Moraes

Coordenação de Avaliação e Acompanhamento

Gianna Oliveira Bogossian Roque

Coordenação de Produção dos Guias do Professor

Stella M. Peixoto de Azevedo Pedrosa

Assistência de Produção dos Guias do Professor

Tito Tortori

Redação

Alessandra Muylaert Archer

Camila Welikson

Gislaine Garcia

Design

Isabela La Croix

Romulo Freitas

Revisão

Alessandra Muylaert Archer

Camila Welikson