



PRÊMIO  
JOVEM  
CIENTISTA

**ÁGUA**  
DESAFIOS DA SOCIEDADE

{ PLANOS  
DE AULA }

## Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)

Presidente

Glaucius Oliva

Diretores

Manoel Barral Netto

Paulo Sergio Lacerda Beirão

Guilherme Sales Soares de Azevedo Melo

Ernesto Costa de Paula

Serviço de Prêmios

Rita de Cássia da Silva

## Gerdau

Diretor-Presidente (CEO)

André B. Gerdau Johannpeter

Presidente do Instituto Gerdau

Klaus Gerdau Johannpeter

Vice-Presidente do Instituto Gerdau

Beatriz Gerdau Johannpeter

Diretor do Instituto Gerdau

José Paulo Soares Martins

## GE

Presidente e CEO da GE América Latina

Reinaldo Garcia

Líder do Centro de Pesquisas Global da GE no Brasil

Kenneth Herd

Diretor de Marketing da GE América Latina

Marcos Leal

Gerente de Relações Públicas da GE Brasil

Ieda Passos

Líder de Marca e Publicidade da GE América Latina

Graziella Ferrari

## Fundação Roberto Marinho

Presidente

José Roberto Marinho

Secretário-Geral

Hugo Barreto

Superintendente Executivo

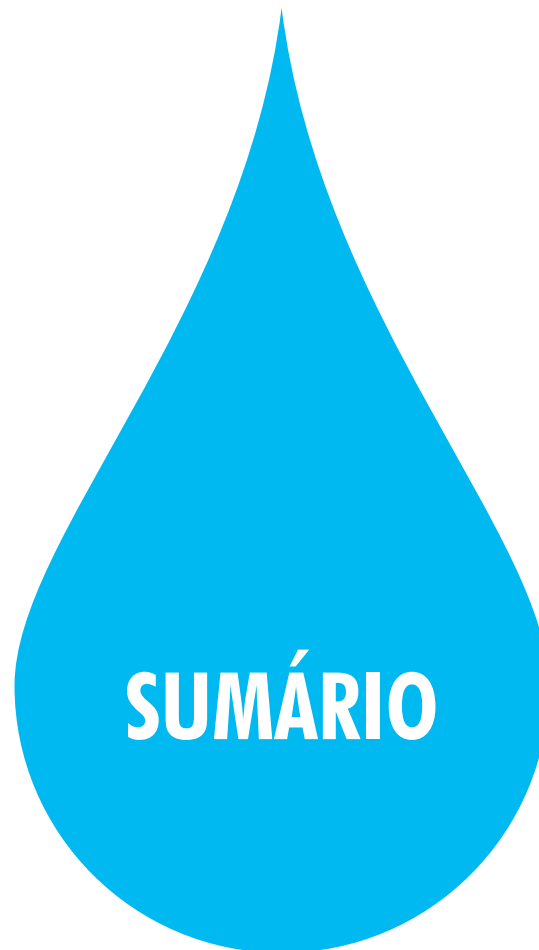
Nelson Savioli

Gerente de Desenvolvimento Institucional

Flávia Constant

Gerente de Meio Ambiente

Andrea Margit



# SUMÁRIO

## { PLANOS DE AULA }

<b>ABERTURA</b>	~ 5
<b>COMO PARTICIPAR</b>	~ 7
<b>PLANO DE AULA 1</b> O VALOR DA ÁGUA	~ 11
<b>PLANO DE AULA 2</b> ÁGUA E CÓLERA	~ 19
<b>PLANO DE AULA 3</b> TRATAMENTO ALTERNATIVO DE ÁGUAS SERVIDAS	~ 27
<b>PLANO DE AULA 4</b> MEMBRANAS PARA A DESSALINIZAÇÃO DA ÁGUA	~ 36
<b>PLANO DE AULA 5</b> ENERGIA HIDRELÉTRICA	~ 44



## Cara Professora, Caro Professor

Elaboramos um conjunto de materiais – composto por 5 propostas de planos de aula e 12 fichas de atividades – para facilitar seu trabalho com os estudantes de Ensino Médio na elaboração de trabalhos de pesquisa para o XXVII Prêmio Jovem Cientista, cuja temática é **Água: Desafios da Sociedade**.

Os materiais não se esgotam em si mesmos e têm por objetivo favorecer o aprendizado em rede, provocando discussões e articulando grupos de estudos.

Os roteiros começam com sugestões de leitura e reflexão para você, professora ou professor, e seus colegas. Os educadores que aderem às atividades do Prêmio Jovem Cientista frequentemente preferem planejar em grupo, para ampliar a transversalidade e a colaboração entre as disciplinas.

Em seguida, os roteiros propõem atividades para os alunos, que podem ser realizadas em sala de aula, laboratórios ou em campo, por grupos ou individualmente. São debates ou experimentos, integrando pesquisas via internet e em bibliotecas com saídas a campo ou com o uso de laboratórios e demais instalações disponíveis na escola. A título de exemplo, ao final de cada roteiro há duas questões de vestibular ou Enem pertinentes ao tema tratado.

O conteúdo das fichas de atividades está relacionado aos roteiros de aula, e em ambos estão referenciadas fontes bibliográficas e sítios na internet para ajudar no levantamento de dados, seja em sua comunidade ou em órgãos governamentais de sua região ou em outras instituições acadêmicas. Alguns conteúdos podem ainda ser consultados no Caderno do Professor que integra este Kit Pedagógico.

O conjunto de materiais pretende auxiliar na preparação da pesquisa que será inscrita no Prêmio Jovem Cientista. Caso reste alguma dúvida sobre o processo de inscrição ou uso deste kit pedagógico, entre em contato conosco pelo e-mail [jovemcientista@frm.org.br](mailto:jovemcientista@frm.org.br)

Bom trabalho!



**DEIXE A ÁGUA  
RENOVAR  
SUAS IDEIAS**

**ÁGUA**  
DESAFIOS DA SOCIEDADE

**PARTICIPE DO  
XXVII PRÊMIO JOVEM CIENTISTA  
Inscrições até 30/08/2013**

[www.jovemcientista.cnpq.br](http://www.jovemcientista.cnpq.br)

## Como participar do Prêmio Jovem Cientista

### Categoria Ensino Médio

Estas instruções são para você, que tem a intenção de participar, mas não sabe exatamente por onde começar.

Os organizadores do XXVII Prêmio Jovem Cientista esperam reconhecer, nos projetos dos candidatos inscritos, o empenho, a capacidade de investigação e a criatividade dos estudantes de Ensino Médio. Os projetos devem propor soluções que promovam melhorias na qualidade e conservação das águas, na saúde pública, nos processos de tratamento de água ou esgotos, nos sistemas de dessalinização, na produção de energia, seja por meio de técnicas e tecnologias associadas ao uso e ao reúso da água ou por meio de inovações em produtos e equipamentos.

Os três estudantes vencedores ganharão laptops e bolsas de Iniciação Científica do CNPq. E receberão seu prêmio em Brasília, em cerimônia no Palácio do Planalto.

Os demais envolvidos no processo – tanto escolas como professores-orientadores dos vencedores – também serão agraciados com laptops e participarão das atividades relacionadas ao Prêmio Jovem Cientista, como cerimônias e visitas. E a instituição de ensino com maior número de inscritos será reconhecida com o Mérito Institucional.

Agora confira o processo de inscrição, passo a passo:

### **1º PASSO ABORDAGEM**

Pesquisar é um procedimento reflexivo e crítico de busca de respostas para problemas ainda não solucionados. Comece identificando um foco para sua pesquisa, respondendo à pergunta “O que pretendo abordar?”

Temos algumas sugestões, como: tecnologias sociais de gestão compartilhada; organização de atividades por microbacias; produtos para eliminar vetores ou hospedeiros de doenças de veiculação hídrica; novos processos de tratamento de água; saneamento descentralizado; módulos de tratamento de água em indústrias, condomínios ou comunidades isoladas; equipamentos e soluções arquitetônicas para reúso da água; dessalinizadores alternativos; usos para resíduos de estações de tratamento ou de sistemas de dessalinização; Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs), usinas de fio d’água, moinhos e rodas d’água para a produção de energia.

A definição da abordagem pode surgir da observação do cotidiano, da experiência profissional ou escolar, do contato e relacionamento com especialistas no tema, ou de outros programas de pesquisa.

### **2º PASSO ORIENTADOR**

O estudante deve ter um professor orientador, vinculado a sua instituição de ensino, para ajudá-lo a selecionar referências sobre o tema, ajustar a metodologia de pesquisa, indicar leituras e fontes para o esclarecimento de dúvidas.

### **3º PASSO REFERÊNCIAS**

O estudante deve apurar quem já pesquisou ou falou sobre o assunto escolhido. Pode pesquisar questões relativas a Água: Desafios da Sociedade em livros, jornais, revistas e filmes, na internet, e, sobretudo, na própria comunidade onde vive. A revisão dessas referências é fundamental, pois evita duplicidade, define os contornos da questão a ser estudada e enriquece a investigação com novos dados e informações.



#### 4º PASSO PROBLEMA, JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS

Nessa etapa, o estudante deve registrar suas ideias. O objetivo é elaborar o foco da pesquisa de forma simples e clara, evidenciando o problema. É preciso explicar porque seu projeto é relevante e quais as vantagens e os benefícios potenciais da pesquisa. Também deve sintetizar os objetivos que pretende alcançar e informar como a pesquisa poderá efetivamente ajudar a solucionar o problema.

Os itens **Problema**, **Justificativa** e **Objetivos** devem convencer os leitores da relevância do trabalho proposto. Por isso, é importante que o orientador e outras pessoas leiam o texto do estudante e façam críticas construtivas. Em contrapartida, o jovem cientista precisa escutar atentamente as observações e reformular o texto, se achar necessário.

#### 5º PASSO DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

O estudante começa a definir suas hipóteses, elaboradas a partir da observação do problema e das referências revisadas. Então, explica onde e como será realizada a pesquisa. Caso seja uma pesquisa de campo, é preciso especificar a população (universo da pesquisa), a amostragem, os instrumentos de coleta de dados e a forma como pretende tabular e analisar as informações. Ele pode optar por vários tipos de amostras; por fazer questionários, entrevistas, visitas ou simplesmente uma revisão bibliográfica. Todos esses elementos devem responder adequadamente ao problema, ao teste das hipóteses, e permitir a realização dos objetivos da pesquisa, propostos previamente.

Dois qualidades são fundamentais na coleta de dados e informações: a paciência e a persistência.

#### 6º PASSO ANÁLISE

O estudante deve analisar os dados e informações obtidos em sua pesquisa e, verificar se eles confirmam ou refutam as hipóteses. É importante discutir os resultados com o orientador e comparar com os resultados de outros trabalhos na mesma área.

## 7º PASSO SÍNTESE E CONCLUSÃO

Nesta etapa, o estudante deve explicitar se os objetivos da pesquisa foram atingidos, se as hipóteses ou os pressupostos foram confirmados ou rejeitados. E ainda deve ressaltar a contribuição de sua pesquisa para a solução do problema apresentado, para seu próprio aprendizado e para a sua comunidade, se for o caso.

Na categoria Ensino Médio do Prêmio Jovem Cientista, o resultado da pesquisa deve ser apresentado em um texto com três (3) páginas, no mínimo, a dez (10) páginas, no máximo. O tamanho da página é A4, a fonte a ser usada é Times New Roman, corpo 12, com espaçamento 1,5. O texto é composto por três partes:

- » Apresentação (Problema, Justificativa e Objetivos);
- » Desenvolvimento (Pesquisa e Análise);
- » Conclusão (resultados da pesquisa).

Uma das páginas deve conter as referências bibliográficas.

## 8º PASSO ENVIO DO TRABALHO

Ao terminar a pesquisa, o estudante deve se inscrever no Prêmio Jovem Cientista com a ajuda de seu professor. Ele poderá fazer isso pelo site [www.jovemcientista.cnpq.br](http://www.jovemcientista.cnpq.br) ou pelo correio, imprimindo e enviando a **Ficha de Inscrição** devidamente preenchida e anexando o trabalho de pesquisa e o comprovante de matrícula. A Ficha de Inscrição está disponível no website.

O prazo de inscrição é **30 de agosto de 2013**.

## MAIS INFORMAÇÕES:

email: [jovemcientista@frm.org.br](mailto:jovemcientista@frm.org.br)

Website: [www.jovemcientista.cnpq.br](http://www.jovemcientista.cnpq.br)

Facebook: [www.facebook.com/premiojovemcientista](http://www.facebook.com/premiojovemcientista)

Endereço postal:

Prêmio Jovem Cientista – Fundação Roberto Marinho

Rua Santa Alexandrina, 336 – 1º andar

20261-232 – Rio de Janeiro RJ



## PLANO DE AULA 1 **O VALOR DA ÁGUA**

A América Latina e o Caribe representam uma das regiões com maior riqueza, não só em sua biodiversidade e ecossistemas, mas também em sua diversidade sociocultural.

O modelo de desenvolvimento vem colocando essa riqueza em risco, pois em toda a região aparecem sinais preocupantes de uma grave degradação ambiental. Alguns dos problemas mais comuns incluem: a deterioração da diversidade biológica, a destruição maciça das bacias hidrográficas, a degradação acentuada das condições ambientais nas zonas costeiras e mares territoriais, o desmatamento, a contaminação das águas e do ar, a perda da identidade cultural e das tradições. Essa situação aumenta a vulnerabilidade da população frente às crises econômicas globais, às enfermidades epidêmicas e à ocorrência de catástrofes ambientais.

Ampliar a consciência de todas as pessoas sobre o valor de um ambiente saudável, seguro e ecologicamente equilibrado é o meio mais eficaz de impulsionar e manter as mudanças, no marco do desenvolvimento sustentável. Esse critério leva a educação a trabalhar pela democratização do saber ambiental, da construção coletiva de uma ética da ação humana e da formação de indivíduos e comunidades participativos, solidários e empoderados, que sejam capazes de construir sociedades sustentáveis baseadas em suas próprias experiências, capacidades, sonhos e particularidades culturais.

(Adaptado de Programa Latino-americano e Caribenho de Educação Ambiental, in Programa Nacional de Educação Ambiental – Pronea3 – Brasília – 2005, disponível em <http://portal.mec.gov.br/secad/arquivos/pdf/educacaoambiental/pronea3.pdf>)

## LEITURA E REFLEXÃO | CONTEXTUALIZAÇÃO

O tema “O valor da água” é uma oportunidade para trabalhar os conflitos pelo uso dos recursos hídricos de forma contextualizada. Mas o que significa contextualizar quando pensamos em situações de aprendizagem?

O conceito de contextualização, ou aprendizagem situada, entrou em discussão na reforma do ensino médio, a partir da Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), de 1996, que orienta para a compreensão dos conhecimentos para uso cotidiano. A contextualização, em associação com a interdisciplinaridade, vem sendo divulgada como princípio curricular central dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio pelo Ministério da Educação. A orientação é para o tratamento dos conteúdos dentro de um contexto que faça sentido para o agente da aprendizagem, aproveitando sempre as relações entre conteúdos e experiências, com o objetivo de estimular o protagonismo e a autonomia intelectual.

“Formar indivíduos que se realizem como pessoas, cidadãos e profissionais exige da escola muito mais do que a simples transmissão e acúmulo de informações. Exige experiências concretas e diversificadas, transpostas da vida cotidiana para as situações de aprendizagem. Educar para a vida requer a incorporação de vivências e a incorporação do aprendido em novas vivências.”

(PEREIRA, A.R.S. **Contextualização**. Disponível em: [www.mec.gov.br](http://www.mec.gov.br)).

Edgar Morin (**Os Sete Saberes Necessários à Educação do Futuro**. São Paulo: Cortez, 2002) também defende o conhecimento contextualizado, por ficar mais próximo da realidade dos estudantes, promovendo o envolvimento intelectual e afetivo com o que é aprendido.

## NA SALA DE PROFESSORES

As questões a seguir ajudarão você a refletir sobre uma abordagem contextualizada para o tema “O valor da água”. Utilize essas perguntas para promover um debate e estimular seus colegas da comunidade escolar a participar do projeto que será desenvolvido com os estudantes. Procure registrar essas reflexões para consulta posterior e para o planejamento de atividades.

- a) Uma escola situada em um local onde não há problemas de abastecimento de água decorrentes de conflitos pelo uso dos recursos

hídricos deve desenvolver um trabalho sobre essa questão? Como tornar este tema significativo para os alunos?

b) Em uma região onde o racionamento de água é frequente, devido às disputas entre a municipalidade e grandes usuários (hidrelétricas, indústrias, irrigação, mineração), de que modo os trabalhos de pesquisas, produzidos pelos estudantes, podem provocar mudanças na realidade local?

## EM SALA DE AULA

Professor(a), a atividade a seguir tem por objetivo motivar seus alunos a começar o trabalho de pesquisa para o Prêmio Jovem Cientista.

### 1. PROBLEMATIZAÇÃO

Informe à turma que estão iniciando uma série de discussões sobre a Água, que é um dos grandes desafios de gestão coletiva que a sociedade enfrenta nos dias de hoje.

Coloque, no centro da sala de aula, uma cartolina ou um quadro com a palavra-chave da atividade: “**água**”.

Então, convide os estudantes para escrever uma palavra ou ideia ao redor da palavra “água”, estabelecendo uma cadeia de ideias, desafios, sentimentos, percepções.

Explore o elenco de ideias propostas pelos estudantes. Peça que contextualizem, sucintamente, alguma ideia ou palavra que não seja, à primeira vista, bem compreendida pelo grupo.

Agora, proponha ao grupo assistir ao programa sugerido.

### 2. EXIBIÇÃO DO VÍDEO

Assista, com a turma, o vídeo do Globo Ecologia que mostra o caso do rio Tietê, em São Paulo, como um manancial vital para o funcionamento da cidade e da região. O vídeo também apresenta dados da Organização das Nações Unidas (ONU), que prevê que, em 2050, 45% da população mundial viverá sem a cota mínima diária de água. (vídeo disponível em <http://globov.globo.com/rede-globo/globo-ecologia/v/onu-preve-que-em-2050-45-da->

populacao-mundial-vivera-sem-a-cota-minima-diarica-de-agua/2551596/, acessado em 13 de maio de 2013).

### 3. LEITURA DE IMAGEM

Convide a turma a se manifestar sobre três aspectos do vídeo exibido:

- a. O QUE VOCÊ VIU? (explore cada um dos seguintes elementos: pessoas; lugares; ambientes; objetos; legendas)
- b. O QUE VOCÊ OUVIU? (falas dos entrevistados e dos apresentadores; sons, como músicas ou ruídos)
- c. O QUE VOCÊ SENTIU? (o sentimento dos personagens; os nossos sentimentos em relação ao que foi relatado)

O professor pode capturar no quadro as palavras-chave propostas pelos estudantes.

### 4. CONTEXTUALIZAÇÃO

Discuta com a turma os paralelos entre os desafios da gestão da água apresentados no vídeo e os desafios da gestão da água vivenciados por eles, nas localidades onde residem e/ou estudam.

Você pode dividir a turma em cinco grupos e atribuir uma questão a cada grupo:

Grupo 1: **Identificar os principais mananciais de água da região**, por exemplo: rios, lagos, represas e lençóis freáticos. Se possível, peça que desenhem um mapa, ilustrando esses mananciais.

Grupo 2: **Listar os principais usuários da água na região**, como: indústrias, residências, atividades agrícolas, etc. E discutir em que condições esses consumidores devolvem a água aos mananciais após o uso.

Grupo 3: **Identificar os principais problemas relativos ao abastecimento da água na região**, como: esgotamento e poluição das fontes de água, conflitos no uso dos recursos, dentre outros.

Grupo 4: **Indicar os investimentos necessários para manter a qualidade de água na região**, como o reflorestamento, a boa gestão dos resíduos, a tratamento de água e esgoto, por exemplo.

Grupo 5: **Indicar as entidades envolvidas na gestão da água na localidade, como órgãos governamentais**, empresas, comitês de bacia, associações civis.

Recomende que o debate seja ancorado em histórias e observações concretas dos problemas da gestão da água na região.

Ao final das discussões, os grupos devem sintetizar suas respostas e socializar as informações com toda a sala de aula.

## 5. LEITURA E SIMULAÇÃO

Distribua cópias do texto “Usos múltiplos e gestão participativa” (págs. 25 a 30 do Caderno do Professor). Após a leitura, proponha a simulação de uma reunião do comitê de sua bacia hidrográfica. Mas, em primeiro lugar, vamos entender o que são e o que fazem esses comitês.

“Os Comitês de Bacia Hidrográfica são organismos colegiados que fazem parte do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e existem no Brasil desde 1988. A composição diversificada e democrática dos Comitês contribui para que todos os setores da sociedade com interesse sobre a água na bacia tenham representação e poder de decisão sobre sua gestão. Os membros que compõem o colegiado são escolhidos entre seus pares, sejam eles dos diversos setores usuários de água, das organizações da sociedade civil ou dos poderes públicos. Suas principais competências são: aprovar o Plano de Recursos Hídricos da Bacia; arbitrar conflitos pelo uso da água, em primeira instância administrativa; estabelecer mecanismos e sugerir os valores da cobrança pelo uso da água; entre outros.”

Definição dos Comitês de Bacias Hidrográficas ([www.cbh.gov.br](http://www.cbh.gov.br))

O segundo passo é definir quem é quem no Comitê de Bacia. Em geral, os comitês são formados por: 40% representantes do poder público; 40% representantes de usuários da água e 20% representantes da sociedade civil organizada. Sabendo disso, a turma já pode se organizar, assumindo papéis de representação no comitê.

Proponha que o debate desta seção tenha foco em duas ou três questões, tais como:

- » a instalação de um conglomerado de empresas no território da bacia que vai fazer uso de um volume substancial de água (vocês podem adequar o segmento da empresa a uma situação real da região)
- » a estruturação de pagamentos por serviços ambientais na bacia;
- » a implantação de um projeto de monitoramento de qualidade da água.

Ao final do debate, um mediador da reunião deve fazer a síntese do que ficou acordado entre os membros do comitê.

## 6. AVALIAÇÃO

Ao final da aula, discuta com a turma o aproveitamento das atividades:

- » o que aprenderam hoje?
- » o que acharam dos materiais e dinâmicas propostos?
- » que ações pretendem tomar a partir do que discutimos e aprendemos?

**LEMBRE-SE:** Envie um relato das atividades inspiradas neste roteiro e realizadas com seus alunos para a Equipe do Prêmio Jovem Cientista. Ele poderá ser publicado como destaque no website [www.jovemcientista.cnpq.br](http://www.jovemcientista.cnpq.br) ou compartilhado no [www.facebook.com/premiojovemcientista](https://www.facebook.com/premiojovemcientista)

## PARA SABER MAIS

### NO MATERIAL DO PRÊMIO

**Caderno do Professor** Introdução – Água: um direito humano fundamental e um bem comum e Capítulo 1 – Gestão de bacias hidrográficas e **Fichas de Atividades** 1 e 2.

## NAVEGUE

**Cobrança pelo uso de recursos hídricos** – Agência Nacional de Águas:  
<http://www2.ana.gov.br/Paginas/servicos/cobrancaearrecadacao/cobrancaearrecadacao.aspx>

**Lei 9433/1997 – Política Nacional de Recursos Hídricos:**  
[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm)



### Contextualização:

<http://www.educabrasil.com.br/eb/dic/dicionario.asp?id=55>

## LEIA

**Tudo o que você queria saber sobre a cobrança pelo uso da água e não tinha para quem perguntar** – Conselho Estadual de Recursos Hídricos, DAEE, São Paulo, 2006 (disponível para download em [http://www.ciespbp.com.br/meio\\_ambiente/downloads/Carilha\\_Cobranca\\_out\\_06\\_2.pdf](http://www.ciespbp.com.br/meio_ambiente/downloads/Carilha_Cobranca_out_06_2.pdf))

**O valor da água: Primeiros resultados da cobrança nas bacias PCJ** – Liana John e Pyr Marcondes, Camirim Editorial Ltda, Campinas, 2010 (disponível para download gratuito em [http://www.comitepcj.sp.gov.br/download/Livro\\_OValorDaAgua.pdf](http://www.comitepcj.sp.gov.br/download/Livro_OValorDaAgua.pdf))

**O Movimento Ambientalista e o Pensamento Crítico: uma abordagem política** – Carlos Frederico Bernardo Loureiro, Ed. Quartet, Rio de Janeiro, 2006.

**Caminhos para o Desenvolvimento Sustentável** – Ignacy Sachs, Ed. Garamond, Rio de Janeiro, 2009.

## CAIU NO VESTIBULAR

### UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA - VESTIBULAR 2007

Para reduzir pela metade a população sem acesso à água de qualidade até 2015 e atingir a meta proposta pela ONU, bem como evitar um futuro colapso no abastecimento deste precioso líquido, é necessário:

- I. aderir à proposta do Banco Mundial de privatizar a água, colocando-a no mercado a preços bem mais altos.
- II. usar medidas como as já implantadas no Japão, de duplo sistema hidráulico, com a reutilização da água para atividades que não precisam de água potável.
- III. utilizar maciçamente a água do subsolo e das geleiras e investir na dessalinização das águas dos oceanos, por serem fontes inesgotáveis desse líquido.
- IV. investir na despoluição de rios e lagos e tomar medidas preventivas para evitar a poluição de mananciais ainda puros.

Estão corretas APENAS as proposições:

- a) II, III e IV
- b) III e IV
- c) I, II e III
- d) II e IV
- e) I, III e IV

Resposta correta: d

### ENEM 2007

O artigo 1º, da Lei Federal 9.433/1997 (Lei das Águas), estabelece, entre outros, os seguintes fundamentos:

- V. a água é um bem de domínio público;
- VI. a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;
- VII. em situações de escassez, os usos prioritários dos recursos hídricos são o consumo humano e a dessedentação de animais;
- VIII. a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas.

Considere que um rio nasça em uma fazenda cuja única atividade produtiva seja a lavoura irrigada de milho, e que a companhia de águas do município em que se encontra a fazenda colete água desse rio para abastecer a cidade. Considere, ainda, que, durante uma estiagem, o volume de água do rio tenha chegado ao nível crítico, tornando-se insuficiente para garantir o consumo humano e a atividade agrícola mencionada.

Nessa situação, qual das medidas abaixo estaria de acordo com o artigo 1º, da Lei das Águas?

- a. Manter a irrigação da lavoura, pois a água do rio pertence ao dono da fazenda.
- b. Interromper a irrigação da lavoura para se garantir o abastecimento de água para consumo humano.
- c. Manter o fornecimento de água apenas para aqueles que pagam mais, já que a água é um bem, dotado de valor econômico.
- d. Manter o fornecimento de água tanto para a lavoura quanto para o consumo humano, até o esgotamento do rio.
- e. Interromper o fornecimento de água para a lavoura e para o consumo humano, a fim de que a água seja transferida para outros rios.



## PLANO DE AULA 2 **ÁGUA E CÓLERA**

Cólera é uma infecção intestinal aguda, causada por uma bactéria – *Vibrio cholerae* – capaz de produzir uma enterotoxina que causa diarreia. A bactéria *Vibrio cholerae* é transmitida principalmente pela ingestão de água ou alimentos contaminados. Na maioria das vezes (mais de 90% das pessoas), a infecção é assintomática ou produz diarreia de pequena intensidade. Mas em algumas pessoas (menos de 10% dos infectados) pode provocar diarreia aquosa profusa e súbita, potencialmente fatal, com evolução rápida (em questão de horas) para desidratação grave e redução acentuada da pressão sanguínea.

Nos casos graves, o *Vibrio cholerae* vence a acidez do estômago e alcança o intestino delgado, onde o meio é alcalino. Ali, multiplica-se intensamente e produz a enterotoxina, causadora da diarreia. Uma pessoa infectada elimina a bactéria nas fezes por 7 a 14 dias, em média. A água e os alimentos podem ser contaminados por fezes de pessoas infectadas, com ou sem manifestações. A disseminação direta de uma pessoa para outra é pouco importante, uma vez que é necessária uma grande quantidade de bactérias para produzir infecção (acima de 1.000/ml em alimentos e de 100 mil/ml na água).

Em alimentos, a bactéria pode sobreviver por até cinco dias na temperatura ambiente (15 a 40°C) ou por até dez dias quando a temperatura se mantém entre 5 e 10°C. É resistente ao congelamento, embora a sua multiplicação fique mais lenta.

Não resiste a temperaturas acima de 80°C, portanto, os alimentos mais seguros são os preparados na hora, por fervura, e servidos ainda quentes. O maior risco está nos alimentos mal cozidos ou crus, como saladas, frutos do mar, preparados com ovos (como maionese caseira), molhos, sobremesas tipo mousse, bebidas não engarrafadas industrialmente, leite não pasteurizado, sucos, sorvetes e gelo.

Condições deficientes de saneamento, particularmente a falta de água tratada, são fatores essenciais para a disseminação da doença. Houve seis pandemias de cólera entre 1817 e 1923. A sétima começou na Indonésia, em 1961, e disseminou-se por outros países na Ásia, Oriente Médio, África e Europa, chegando à América do Sul em 1991, pelas cidades litorâneas do Peru. Em 1992, surgiu na Índia uma nova variante que rapidamente atingiu Paquistão, Bangladesh e China. No Brasil, a doença foi introduzida pelo Alto Solimões, na região Amazônica.

(Adaptado de **Cólera** – Luciana G. F. Pedro, Terezinha Marta P. P. Castiñeiras e Fernando S. V. Martins – Centro de Informação em Saúde para Viajantes – Cives – disponível em <http://www.cives.ufrj.br/informacao/colera/col-iv.html> acessado em 11/3/2013)

## LEITURA E REFLEXÃO | USO DE FILMES DE FICÇÃO NA SALA DE AULA

Uma aprendizagem significativa requer experiências cognitivas e afetivas. Não é alcançada apenas com a lógica intelectual, necessita também de um envolvimento emocional do aluno com o evento educacional.

Assim, dentre os recursos que podem tornar a aprendizagem uma experiência significativa, os filmes de ficção ganham destaque na preferência entre os jovens, pois permitem a associação da linguagem cotidiana (as situações mostradas nos filmes) com a linguagem do aprendizado formal (conteúdos estudados na escola).

De acordo com SERRA & ARROIO (2011), “a linguagem audiovisual apresenta-se como uma das numerosas possibilidades para construção e aquisição de conhecimentos. Ela possibilita integração entre indivíduo e meio porque aborda conceitos científicos ao mesmo tempo em que retrata personagens vivendo em um mundo que o espectador aprecia, reconhece e se identifica. (...) Através do filme, o educando compreende também de maneira sensitiva, além da cognitiva. Ocorre veiculação de conteúdos e vivências de todos os tipos: emoções, sensações, atitudes, ações, conhecimentos, etc.”.

## NA SALA DE PROFESSORES

A seguir, questões para reflexão. Utilize-as para promover um debate entre os colegas da comunidade escolar e estimular a participação deles nos trabalhos de pesquisa propostos pelos estudantes. Procure registrar essas reflexões para consulta posterior e para o planejamento de atividades.

a) Filmes de ficção são ótimos recursos para ensinar conceitos das diferentes disciplinas. Muitas vezes, porém, eles mostram situações impossíveis, como as barulhentas explosões que ocorrem no espaço, onde sabemos que o som não se propaga... Questione: será que apenas filmes com informações “cientificamente corretas” devem ser utilizados em sala de aula? Como utilizar, de forma adequada, os filmes com informações fantasiosas?

b) Além de aprofundar a compreensão de conceitos previamente trabalhados em sala de aula, os filmes de ficção servem também para despertar a curiosidade sobre temas nem sempre fáceis de abordar no ambiente escolar. Pense em exemplos de filmes de ficção que podem ser utilizados como ferramentas de reflexão e aprendizagem.

c) Reflita sobre a seguinte afirmação (GADOTTI, 1992): “A educação sendo essencialmente a transmissão de valores, necessita do testemunho de valores em presença. Por isso, os meios de comunicação e a tecnologia não podem substituir o professor”.

## EM SALA DE AULA

A atividade a seguir exemplifica como os filmes de ficção podem ser utilizados para dar significado à aprendizagem de novos conteúdos, proporcionando a integração entre o conhecimento científico, formal, e o cotidiano.

### 1. FICÇÃO E APRENDIZAGEM

Inicie a abordagem do tema “Água e Cólera” com a exibição do filme “O Despertar de uma Paixão” (EUA, 2007), disponível em locadoras. Baseado no romance de W. Somerset Maugham, o filme é uma história de amor ambientada na década de 1920. Um jovem bacteriologista de classe média se apaixona pela jovem rica Kitty, em Londres. Eles se casam e se mudam para Xangai, onde ele trabalha. Uma traição amorosa leva o jovem médico a se mudar para num pequeno povoado no interior da China, onde a epidemia de cólera está dizimando milhares de pessoas.

**IMPORTANTE:** Professor(a), assista ao filme previamente e elabore um roteiro para orientar sua exibição; anote os momentos em que sua intervenção será necessária para pedir mais atenção ao fato que está sendo exposto, ou até mesmo para interromper a projeção, quando houver a necessidade de uma discussão sobre o que está sendo exibido. Avalie também se há tempo para exibir o filme na íntegra ou apenas trechos selecionados. A exibição pode ser feita durante a aula ou em atividade extra, como sessão de cinema.

A seguir, sugestões de intervenções que poderão ser feitas para dinamizar a exibição.

Pergunte aos estudantes qual é a percepção deles sobre o surto da doença em uma localidade rural e o que eles estão percebendo sobre o contexto histórico apresentado no filme.

Destaque algumas situações do filme e peça aos alunos posterior pesquisa para verificar a real possibilidade de sua ocorrência. Chame a atenção dos alunos para os seguintes questionamentos:

- » É possível a ocorrência de um surto tão rápido de cólera?
- » A mudança de manancial para abastecimento da população pode contribuir para reduzir o número de novos infectados?
- » A contaminação do médico e a não contaminação da esposa têm fundamento?

Após a exibição, peça que busquem reportagens em jornais, revistas ou na internet, que mostrem a ocorrência de surtos de cólera. Por que ocorreram estes surtos se já existem tratamentos com químicos eficazes contra *Vibrio cholerae*? Como os surtos se transformaram em epidemias ou pandemias? As epidemias estão ligadas ao meio rural ou ao meio urbano? Podem ocorrer casos de cólera onde a água é limpa e está livre da bactéria? Como podemos reduzir as chances de ocorrência de novas pandemias?

Sugira que comparem as condições de combate à doença no início do Século XX e agora, no início do Século XXI. As informações sobre a cólera no passado podem ser obtidas no texto “Um século de cólera: Itinerário do Medo”, de Luiz Antonio de Castro Santos (disponível em <http://www.scielo.br/pdf/physis/v4n1/05.pdf> acessado em 11/3/2013).

## 2. LEITURA E CONTEXTUALIZAÇÃO

Divida a turma em três grupos e proponha a leitura de textos-base para a discussão:

Grupo 1: Ler o trecho “Doenças veiculadas pela água” (págs. 42 a 45 do Caderno do Professor). Após a leitura, o grupo deve sintetizar num quadro ou cartolina o seu entendimento do texto e apresentar exemplos das doenças que, eventualmente, tenham ocorrido em seu círculo de convivência. Como a pessoa contraiu a doença? Qual foi o tratamento? Que consequências trouxe?

Grupo 2: Ler o trecho “Contaminação química e metais pesados” (págs. 46 a 50 do Caderno do Professor). Após a leitura, o grupo deve sintetizar num quadro ou cartolina seu entendimento do texto e apresentar exemplos de produtos ou práticas que poluem os mananciais de água da região. Há casos de doença por poluição hídrica que possam ser relatados?

Grupo 3: Ler o trecho “Nutrientes demais ou de menos” (págs. 50 a 53 do Caderno do Professor). Após a leitura, o grupo deve sintetizar o conteúdo num quadro ou cartolina e apresentar aos demais colegas de turma exemplos de excesso de nutrientes que eventualmente atinjam os corpos d’água da região.

Dê oportunidade para a socialização das informações e casos pertinentes à realidade dos estudantes.

## 3. AVALIAÇÃO

Ao final da aula, pergunte aos estudantes:

- » o que acharam do uso do filme na aula? como a ficção pode ser melhor aproveitada na escola?
- » o que de novo aprenderam sobre a relação água e saúde?
- » existe alguma informação sobre a aula de hoje que possa ser compartilhada com a família ou a comunidade?
- » que ideias de pesquisa para o Prêmio Jovem Cientista essa aula gerou?

**LEMBRE-SE:** Envie um relato das atividades inspiradas neste roteiro e realizadas com seus alunos para a Equipe do Prêmio Jovem Cientista. Ele poderá ser publicado como destaque no website [www.jovemcientista.cnpq.br](http://www.jovemcientista.cnpq.br) ou compartilhado no [www.facebook.com/premiojovemcientista](https://www.facebook.com/premiojovemcientista)

## PARA SABER MAIS

### NO MATERIAL DO PRÊMIO

**Caderno do Professor** Capítulo 2 – Água e Saúde Pública e **Fichas de Atividades** 4, 5 e 6

### NAVEGUE

**Manual Integrado de Vigilância Epidemiológica de Cólera** – Ministério da Saúde

[http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/manual\\_integrado\\_vig\\_colera.pdf](http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/manual_integrado_vig_colera.pdf)

**Cólera** – Dr. Dráuzio Varella

<http://drauziovarella.com.br/corpo-humano/colera/>

**Ficção científica e ensino de ciências: para além do método de “encontrar erros em filmes”**

<http://www.scielo.br/pdf/ep/v35n3/08.pdf>

**Aprendizagem Significativa: Um Texto para a Formação de Professores para as Séries Iniciais do Ensino Fundamental**

<http://nutes2.nutes.ufrj.br/coordenacao/textosapoio/tap-si-19.pdf>

### LEIA

**Cólera, doença negligenciada**, Pedro Mendengo Filho, Fundação Conceição do Maracu, Viana (MA), 2008 (disponível em <http://bvs.per.paho.org/texcom/colera/PMendengo.pdf> acessado em 11/3/2013)

**Recife nos tempos do cólera**, Rosilene Gomes Farias, Revista de História, 1/7/2012

(disponível em <http://www.revistadehistoria.com.br/secao/artigos-revista/recife-nos-tempos-do-colera> acessado em 11/3/2013)

**Educação e compromisso**, Moacir Gadotti, Ed. Papyrus, São Paulo, 1992



## CAIU NO VESTIBULAR

### UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE (UFF) – VESTIBULAR 2005

A tabela abaixo apresenta a incidência (número de casos/100 mil habitantes) de três doenças em cinco regiões de um determinado país, no ano de 2001.

Doenças	Regiões				
	I	II	III	IV	V
Hepatite A	5	7	10	1.840	5
Cólera	0	8	11	253	4
Doenças de Chagas	15	1.156	25	22	14

a) Quais os agentes etiológicos das três doenças?

Resposta:

Hepatite A: Vírus

Cólera: vibrião colérico (*Vibrio cholerae*)

Doença de Chagas: *Trypanossoma cruzi*

b) Qual das cinco regiões possui o sistema de tratamento de águas e esgotos mais precário? Justifique sua resposta.

Resposta:

A região IV, pois possui o maior número de casos de cólera e hepatite A, ambas transmitidas por água contaminada com esgoto.

c) Considerando o mecanismo de transmissão pelo vetor, qual das cinco regiões possui maior extensão de área rural próxima a regiões silvestres? Justifique sua resposta.

Resposta:

A região II, pois, possui o maior número de casos de doença de Chagas, doença que tem como vetor o barbeiro contaminado pelo protozoário *T. cruzi*. O barbeiro contrai o protozoário de animais silvestres.

## UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS (UFG) – VESTIBULAR 2009

No dia 16 de janeiro de 1832, o Beagle chega a Tenerife, arquipélago espanhol das Canárias. Darwin teve de renunciar ao sonho de conhecer e explorar essas ilhas porque as autoridades locais proibiram o desembarque, temendo o cólera, que é uma doença causada por:

- a) bactérias, pelo consumo de água e alimentos contaminados.
- b) protozoários, pela picada do *Anopheles*.
- c) helmintos, por meio da higienização precária de alimentos.
- d) vírus, por meio do contato sexual.
- e) fungos, por meio do contágio aéreo.

Resposta correta: a



## PLANO DE AULA 3

### TRATAMENTO ALTERNATIVO DE ÁGUAS SERVIDAS

A utilização de *wetlands* construídas como sistemas de tratamento de águas residuais tem se intensificado nas últimas décadas. Esses sistemas têm sido matéria de muitas discussões, as quais apresentam um ponto positivo: o desenvolvimento de pesquisas e experimentos conduzindo para um maior conhecimento e experiências nessa área (HARBEL, 1997).

Segundo Kadlec & Knight (1996), o principal objetivo da utilização de sistemas de *wetlands* construídas é a melhoria da qualidade da água, seguido por objetivos secundários, tais como: produção fotossintética, produção de energia, podendo também ser utilizadas para fins de recreação, comércio e para educação.

Há muitos registros na literatura de estudos e experiências de utilização de *wetlands* naturais ou construídas na remoção de nutrientes e contaminantes de esgotos urbanos e industriais. Os resultados desses trabalhos são bastante variáveis em razão, basicamente, dos componentes químicos presentes nesses efluentes, da carga desses efluentes na área alagável e do tipo de *wetlands* construídas.

No Brasil, a primeira tentativa de utilização de sistemas de *wetlands* construídas para purificação de águas foi feita por Salati & Rodrigues (1982), com a criação de um lago artificial nas proximidades de um córrego altamente poluído (rio Piracicamirim), localizado em Piracicaba/SP. As experiências iniciais foram satisfatórias e os trabalhos foram continuados a partir de 1985, por uma empresa que desenvolveu novas tecnologias, procurando aumentar a eficiência do sistema e diminuir os investimentos.

(extraído de **Utilização de sistemas de Wetlands construídas para tratamento de águas**, Eneas Salati, Eneas Salati Filho e Eneida Salati, Instituto Terramax, Piracicaba, 2009)

## LEITURA E REFLEXÃO | ABORDAGEM TRANSDISCIPLINAR

A abordagem transdisciplinar de certos temas permite mostrar ao estudante que o desenvolvimento de estratégias para a solução dos grandes problemas da atualidade não pode estar limitado a uma única área do saber. O êxito das soluções propostas está intimamente amparado numa ampla investigação e reflexão acerca das questões-problemas, sob a ótica de seus diversos aspectos políticos, sociais, culturais, antropológicos, econômicos...

A pesquisa transdisciplinar não prescinde do conhecimento próprio de cada disciplina, mas pretende ultrapassar seus respectivos limites, conectando esses mesmos conhecimentos por meio de uma ampla teia, composta de diferentes referenciais, em igual posição de importância, cuja finalidade é a compreensão do mundo presente.

## NA SALA DE PROFESSORES

As questões a seguir ajudam a refletir sobre a abordagem transdisciplinar do tema Tratamento Alternativo de Águas Servidas. Utilize essas perguntas para promover um debate e estimular seus colegas da comunidade escolar a participar do projeto a ser desenvolvido com os estudantes. Procure registrar essas reflexões para consulta posterior e para o planejamento de atividades.

- a. Como a execução de um projeto transdisciplinar pode aprimorar a prática pedagógica em sua escola?
- b. Que entraves podem surgir durante a implantação do projeto transdisciplinar e como fazer para superá-los?
- c. Que aspectos devem ser abordados na elaboração de um projeto de gestão da água no ambiente escolar? De que maneira cada disciplina pode colaborar com o projeto, não esquecendo a abordagem integradora de sua realização?
- d. A transdisciplinaridade pressupõe a utilização de diversas linguagens. Que linguagens artísticas, por exemplo, podem integrar-se ao projeto?
- e. De que maneira uma abordagem transdisciplinar do tema **Tratamento Alternativo de Águas Servidas** pode enriquecer as práticas sociais de seus alunos, contribuindo para sua formação cidadã?

## EM SALA DE AULA

A atividade a seguir exemplifica como seus alunos podem utilizar diferentes recursos cognitivos para resolver uma situação problema e, assim, construir novos conhecimentos.

A proposta é criar um módulo funcional de tratamento de águas servidas. Com essa atividade, vai-se promover a integração de conteúdos normalmente trabalhados de forma isolada por diferentes disciplinas. O tema permite aplicar conceitos de Biologia, Química, Matemática e Sociologia, bem como desenvolver habilidades em Artes, Comunicação e Expressão, Desenho Técnico, Hidráulica e Engenharia, tendo o **Tratamento Alternativo de Águas Servidas** como tema gerador.

### 1. PROBLEMATIZAÇÃO

Leve para a sala de aula exemplos de águas cinzas, que são produzidas pelas atividades diárias da escola ou de uma residência. Você pode levar fotos ou recipientes translúcidos com as águas coletadas. As águas cinzas não contêm dejetos humanos. São produto da lavagem de roupas, das mãos, de louças e banho (exceto água residual de vasos sanitários, que é chamada de água negra). As águas cinzas podem ser recicladas no local e destinadas a usos secundários, como resfriamento de ambientes, irrigação de jardins e abastecimento das zonas úmidas (*wetlands*) construídas.

Após circular as fotos ou recipientes com as águas cinzas trazidas para a sala de aula, reflita com seus alunos sobre o tipo de problemas que as águas cinzas e negras da escola podem causar quando descartadas.

Quanto à contaminação biológica, liste os tipos de agentes potencialmente prejudiciais à saúde e ao meio ambiente que podem estar presentes nos efluentes, tais como bactérias, vírus e fungos. Levante também informações sobre a contaminação química por produtos de limpeza, solventes, tintas, derivados de petróleo, remédios e outras substâncias, eventualmente derramados no ralo e nos vasos sanitários. E não esqueça o excesso dos nutrientes fósforo e nitrogênio, que também cria problemas nos corpos d'água.

Reflita sobre a atitude dos estudantes, professores e funcionários da escola ao usar os banheiros ou fazer a lavagem de pátios e outras atividades relacionadas à água.

## 2. LEITURA E APRESENTAÇÃO DE CASOS

Divida a turma em quatro grupos e distribua uma experiência para cada grupo de estudo. Os estudantes devem ler e discutir o que entenderam. Na hora de socializar a experiência com os demais colegas de classe, vale desenhar ou improvisar pequenas maquetes para explicar o funcionamento do processo de tratamento da água.

Se quiser ampliar o debate, convide professores de várias disciplinas, bem como os outros membros da comunidade escolar, para conhecer as várias experiências alternativas de tratamento da água e para refletir sobre o uso na escola.

Grupo 1: Experiência com Banhados Artificiais realizada pela equipe de Marcelo Nolasco e Vitor Cano, na Universidade de São Paulo. (disponível em <http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=banhados-artificiais-tratamento-esgoto-tecnicas-naturais> acessado em 12/3/2013).

Grupo 2: Experimento realizado por Renata S. D. Castro e equipe, na Universidade Estadual Paulista (Unesp), campus de Botucatu, em 2011, utilizando cascas de banana picadas para tratar águas residuárias para filtrar os metais pesados cobre e chumbo. (disponível em [http://www.cetec.mg.gov.br/FilePublic/Noticias/Noticia-15\\_03\\_11.pdf](http://www.cetec.mg.gov.br/FilePublic/Noticias/Noticia-15_03_11.pdf) acessado em 12/3/2013)

Grupo 3: Experiência do engenheiro químico Adriano Luiz Tonetti, que criou um reator de areia e bambu para tratar esgotos na Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). O protótipo dele já funciona há 10 anos, sem precisar trocar os pedacinhos de bambu! (disponível em [http://www.unicamp.br/unicamp/unicamp\\_hoje/jornalPDF/ju389pag04.pdf](http://www.unicamp.br/unicamp/unicamp_hoje/jornalPDF/ju389pag04.pdf) acessado em 12/3/2013)

Grupo 4: Trabalho da família pioneira no tratamento de águas servidas com aguapés (*Eichhornia crassipes*), composta por Eneas Salati, Eneas Salati Filho e Eneida Salati. Eles resumem sua experiência no artigo **Utilização de sistemas de wetlands construídas para tratamento de águas**. (disponível em <http://www.ambiente.sp.gov.br/wp/pactodasaguas/files/2011/07/sistema-wetlands.pdf> acessado em 12/3/2013)

Após as apresentações, coloque em discussão a realidade observada no entorno imediato da escola, analisando as condições de cursos d'água próximos, o lixo da rua que acaba no sistema de águas pluviais quando chove e os focos potenciais de contaminação, como postos de gasolina, comércios

e indústrias que lidam com materiais poluentes, como pilhas e baterias, combustíveis, reagentes, etc. Avalie as possibilidades de reduzir a carga de poluição biológica e química das águas servidas e das águas pluviais, com mudanças de atitude e com opções de saneamento descentralizado.

### 3. PESQUISA E EXPERIMENTAÇÃO

Numa próxima etapa de aprofundamento, solicite aos alunos que façam uma pesquisa sobre saneamento descentralizado e busquem outras alternativas naturais de tratamento de esgotos e águas residuárias, além das apontadas nos casos.

- » Prepare com eles uma lista de plantas capazes de retirar contaminantes biológicos e químicos da água. Vocês, possivelmente, encontrarão algumas plantas nativas da região com essas propriedades.
- » Identifique que partes das plantas são utilizadas e com que frequência é preciso trocá-las. Ou, se são plantas vivas, de quanto em quanto tempo é preciso cortá-las e renovar o plantio. Vale estruturar um projeto com o(a) professor(a) de Biologia para entender como essas plantas retiram impurezas das águas servidas. Como é o processo biológico? Como as plantas podem eliminar bactérias e fungos?
- » Em conjunto com o(a) professor(a) de Química, por exemplo, vale rever os conceitos de absorção e adsorção. Pesquise: no caso de metais pesados ou poluentes químicos, qual é o processo que permite retirar os poluentes da água? Se as plantas absorvem metais pesados, como devem ser descartadas após o uso? Elas também estão contaminadas?
- » Avalie outros processos de filtragem que podem ser acrescentados ao módulo, como areia e carvão ativado. Como funcionam esses processos? E outras fases de tratamento, como aeração ou fervura, poderiam melhorar a qualidade da água?
- » Para que poderia ser usada uma água cinza ou negra, depois de tratada? Poderia ser utilizada na própria escola? Que economia esse reúso pode significar na conta d'água? E na vizinhança, haveria interesse em montar sistemas alternativos de tratamento de águas servidas. Quais mudanças o saneamento descentralizado poderia promover na comunidade?

Nesta etapa, construa com os estudantes tabelas e gráficos com as respostas, recomendações e observações do processo. As tabelas servirão para organizar e tabular os dados, enquanto os gráficos permitirão visualizar as informações de forma clara e objetiva.

Proponha também uma investigação sobre a existência de sistemas de tratamento de esgotos ou de águas residuárias em condomínios ou indústrias próximas à escola ou às residências dos alunos. Como são esses sistemas? Algum deles usa plantas vivas?

#### 4. CONSTRUÇÃO DO MÓDULO FUNCIONAL DE TRATAMENTO DE ÁGUAS SERVIDAS

- » Decida o tamanho do módulo a ser construído, que pode variar entre uma maquete feita com sucatas de plástico a um sistema de circulação em caixas d'água.
- » Calcule a vazão dos efluentes a serem tratados. A vazão é igual ao volume do recipiente dividido pelo tempo em que o recipiente é preenchido pelo líquido. A relação entre a vazão e o volume de águas a serem tratadas é de 1 para 20, ou seja, para cada litro de vazão é preciso ter 20 litros de água passando pelas raízes das plantas aquáticas flutuantes.
- » Recomenda-se trabalhar com águas cinzas para evitar o contato com esgotos, no caso de não se dispor de equipamentos de segurança individual. Sugere-se também trabalhar com aguapés (*Eichhornia crassipes*), que são fáceis de obter em represas, lagoas ou em lojas de aquarismo, e são muito resistentes a variações de pH da água e à concentração de nutrientes, toxinas e contaminantes. Mas, se a pesquisa apontou outras espécies de plantas com propriedade equivalentes, vá em frente. As raízes dos aguapés também são eficientes na retirada de poluentes presentes na água, de microrganismos a metais pesados.
- » Com uma mangueira, ligue a fonte de águas servidas a um canal onde ficarão as plantas aquáticas. Esse canal pode ser feito com uma sequência de canteiros plásticos compridos ou de pequenas caixas d'água, unidas também por mangueiras. A água deve fluir por gravidade, mas com controle de saída e entrada (boia, torneira ou comporta), de modo que a mesma água permaneça no sistema por 20 dias. O mais importante é que os recipientes sejam rasos e tenham uma grande superfície de água, a ser totalmente preenchida com aguapés.

Ao final da sequência de recipientes com aguapés, pode-se acrescentar um filtro de areia e carvão ativado, através do qual a água deve passar de baixo para cima. A sequência do filtro é brita, areia grossa, areia fina e carvão ativado. Alguns materiais locais têm potencial para substituir o carvão ativado comercial, tais como carvão de piaçava, coco babaçu ou talos de mamona.



Outras atividades de demonstração da filtragem podem ser desenvolvidas pelos alunos, como:

- » povoar a última caixa d'água com pequenos peixes para testar a qualidade da água;
- » montar um sistema para reúso da água tratada no jardim ou horta da escola;
- » retirar os aguapés em excesso do sistema e promover sua secagem ao sol para uso como adubo;
- » acrescentar uma fase de desinfecção da água por sistema solar;
- » promover palestras para os moradores vizinhos à escola sobre a importância de reduzir o despejo de contaminantes em pias e banheiros;
- » oferecer oficinas para orientar os vizinhos na montagem de seu próprio sistema de tratamento, especialmente se algum deles cria aves ou porcos e despeja os dejetos em cursos d'água.

## 5. AVALIAÇÃO

Peça que a turma se organize em duplas e faça registros referentes:

- » às aprendizagens significativas construídas sobre o sistema de tratamento de águas residuárias;
- » à dinâmica desenvolvida pelo professor nessas atividades;
- » às capacidades de pesquisar, desenvolvidas com as atividades.

Convide os estudantes a formar um grande círculo e a compartilhar suas reflexões. Anote os principais comentários para aprimorar o plano de aula.

**LEMBRE-SE:** Envie um relato das atividades inspiradas neste roteiro e realizadas com seus alunos para a Equipe do Prêmio Jovem Cientista. Ele poderá ser publicado como destaque no website [www.jovemcientista.cnpq.br](http://www.jovemcientista.cnpq.br) ou compartilhado no [www.facebook.com/premiojovemcientista](https://www.facebook.com/premiojovemcientista)

## PARA SABER MAIS

### NO MATERIAL DO PRÊMIO

**Caderno do Professor** Capítulo 3 – Tratamento e reúso da água e **Fichas Atividades** 4, 6 e 8

## NAVEGUE

### **Instituto de Permacultura e Ecovilas da Mata Atlântica:**

<http://www.ipemabrasil.org.br/institutoweb13.htm>

### **Arquitetura de Dejetos:**

[http://www.arq.ufsc.br/arq5661/trabalhos\\_2003-2/arquitetura\\_dos\\_dejetos/arquitetura\\_dejetos.htm](http://www.arq.ufsc.br/arq5661/trabalhos_2003-2/arquitetura_dos_dejetos/arquitetura_dejetos.htm)

### **Centro de Educação Transdisciplinar:**

<http://www.cetrans.com.br/>

## LEIA

**Manual prático de tratamento de águas residuárias**, Edson José de Arruda Leme, EdUfscar, São Carlos, 2007

**Eficiência de wetlands construídos**, Luciana Luna Costa *et al*, 2003:

<http://eduep.uepb.edu.br/rbct/sumarios/pdf/wetlands.pdf>

**Caminhos da Transdisciplinaridade: fugindo a injunções lineares**, Maria Lúcia Rodrigues: <http://www.pucsp.br/nemess/links/artigos/marialucia3.htm>

**Educação e Transdisciplinaridade:**

<http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001275/127511por.pdf>

## CAIU NO VESTIBULAR

### **UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ (UFC) – VESTIBULAR 2000**

Uma forma comum de poluição das águas é causada pelo lançamento de dejetos humanos nos rios, lagos e mares. Esses resíduos levam ao aumento da quantidade de nutrientes disponíveis no ambiente, fenômeno denominado eutroficação. Quando esses resíduos atingem uma massa de água, ocorre uma cadeia de eventos, que culminam com graves problemas. Sobre esses eventos e suas consequências, é correto afirmar que:

- a. os resíduos causam a proliferação de microrganismos, que levará à escassez de oxigênio, proporcionando a morte de organismos aeróbicos, tanto autótrofos quanto heterótrofos.
- b. os resíduos levarão à escassez de fósforo e nitrogênio, o que culminará com o desaparecimento das plantas e algas.

- c. as bactérias degradam os resíduos, liberando nitratos e fosfatos, que são tóxicos aos peixes, causando, assim, a morte desses animais.
- d. o excesso de fósforo e nitrogênio impedirá o crescimento das algas e, como consequência, haverá redução da fauna aquática que as consome.
- e. os resíduos levarão à proliferação de organismos fotossintetizantes, que serão responsáveis pela produção excessiva de oxigênio, causando intoxicação e morte nos organismos aeróbicos.

Resposta correta: a

## ENEM 2012

O tapete verde que se estende sob o Rio Poti, em Teresina, formado pelos aguapés, pode até ser visualmente bonito de se admirar. No entanto, revela um problema sério no equilíbrio daquele ecossistema. Com a chegada do período mais quente do ano, a mistura de esgoto aliada ao tempo seco cria um ambiente propício para o tapete verde e espesso formado por aguapés.

Segundo os ambientalistas, a proliferação da planta no rio é causada pelo excesso de poluição. Os aguapés em pequenas quantidades na verdade são até bem-vindos, pois funcionam como uma espécie de filtro natural que ajuda na limpeza de pequenos poluentes que circulam na água. O grande problema é quando eles se multiplicam muito rápido e esgotam os nutrientes da água, pois, ao morrerem, essas plantas liberam substâncias tóxicas.

Esse fenômeno, que se repete ano após ano em nosso sofrido Rio Poti, pode ser classificado como:

- a. eutrofização
- b. magnificação trófica
- c. bioacumulação
- d. biorremediação
- e. amonificação

Resposta correta: a



# PLANO DE AULA 4

## PLANO DE AULA 4

### **MEMBRANAS PARA A DESSALINIZAÇÃO DA ÁGUA**

No Brasil, até o final do século XIX não existia uma preocupação sistemática com a qualidade da água que se bebia nas residências. No Estado de São Paulo, principalmente no interior, a obtenção de água para beber dava-se por meio da ida a rios e riachos, poços ao lado das residências e manutenção de cisternas. Nas cidades maiores, incluindo a capital, São Paulo, a água para beber era obtida em bicas e chafarizes espalhados pela cidade.

A partir dos últimos anos do século XIX e princípios do XX, com o crescimento das cidades e o aumento do índice de urbanização, começaram a surgir diversos equipamentos e utensílios domésticos que tentavam filtrar e tornar potável a água que se consumia. Os chamados filtros de barro ou filtros de água (recipientes de cerâmica equipados com velas filtrantes) ganharam a aceitação dos consumidores e tornaram-se o equipamento para filtragem doméstica mais utilizado pela população.

Ao longo das décadas, com a instalação de empresas de filtros de água nas diversas regiões do Brasil, o produto difundiu-se por todo o país, tornando-se um bem de consumo presente na maioria das residências brasileiras.

As empresas cerâmicas tentavam desenvolver suas próprias fórmulas para as velas por meio de **pesquisas** e **experimentos** geralmente realizados pelos seus proprietários. A criação de uma nova fórmula ou uma nova combinação de componentes era tratada com absoluto segredo. Portanto, os componentes da vela e seu processo produtivo não seguiam um padrão único, variando de empresa para empresa.

Com o tempo, as cerâmicas foram aperfeiçoando as velas, tornando-as de melhor qualidade e mais baratas, de forma que passaram a tomar o lugar dos outros elementos filtrantes.

(Água de beber: a filtração doméstica e a difusão do filtro de água em São Paulo, Júlio Cesar Bellingieri, disponível em <http://www.scielo.br/pdf/anaismp/v12n1/17.pdf> acessado em 18/3/2013)

## LEITURA E REFLEXÃO | EXPERIMENTAÇÃO

“A experimentação faz parte da vida, na escola ou no cotidiano de todos nós. Assim, a ideia de experimentação como atividade exclusiva das aulas de laboratório, onde os alunos recebem uma receita a ser seguida nos mínimos detalhes e cujos resultados já são previamente conhecidos, não condiz com o ensino atual. As atividades experimentais devem partir de um problema, de uma questão a ser respondida. Cabe ao professor orientar os alunos na busca de respostas. As questões propostas devem propiciar oportunidade para que os alunos elaborem hipóteses, testem-nas, organizem os resultados obtidos, reflitam sobre o significado de resultados esperados e, sobretudo, o dos inesperados. E usem as conclusões para a construção do conceito pretendido. As habilidades necessárias para que se desenvolva o espírito investigativo nos alunos não estão associadas a laboratórios modernos, com equipamentos sofisticados. Muitas vezes, experimentos simples, que podem ser realizados em casa, no pátio da escola ou na sala de aula, com materiais do dia a dia, levam a descobertas importantes.”

(Fonte: **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias** – disponível em [http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book\\_volume\\_02\\_internet.pdf](http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf) acessado em 15/3/2013)

## NA SALA DE PROFESSORES

Procure registrar suas reflexões sobre as questões a seguir, para consultas posteriores e para o planejamento de atividades. Se você estiver trabalhando em grupo, utilize estas perguntas para realizar um debate.

- a. A experimentação é uma das etapas do processo investigativo que busca explicar fenômenos, geralmente associados ao campo das ciências naturais - Física, Química e Biologia. No entanto, a experimentação usada para a comprovação de hipóteses, pode e deve ser aplicada a diversas

áreas, incluindo sistemas e equipamentos domésticos de uso rotineiro. Sendo assim, que situações ligadas à filtração de água – e, em particular, filtração de águas salinas – podem ser investigadas segundo a metodologia científica de comprovação de hipóteses por meio da experimentação?

- b. Elabore hipóteses voltadas para a melhoria de materiais ou processos filtrantes que possam ser testadas, experimentalmente, pelos estudantes, como propor a investigação de diferentes filtros, de modo a estimular a obtenção de água de qualidade nas residências e na própria escola.
- c. Que conceitos de Química e de Física podem servir de instrumento para essas atividades de investigação?

## EM SALA DE AULA

Esta atividade é um exemplo de investigação a ser realizada em sala de aula ou em casa, com o uso de recursos tecnológicos de fácil acesso. Seu objetivo é verificar se é possível aprimorar os filtros comuns por meio da combinação de materiais de diferentes porosidades, ao ponto de promover a dessalinização. A proposta pode ser adaptada a um sistema caseiro de dessalinização solar, dependendo das instalações e equipamentos disponíveis na escola.

### 1. SENSIBILIZAÇÃO

Forme um grande círculo. Passe entre os alunos um copo d'água potável misturada com sal. Convide alguém para experimentar um gole e comentar as características do líquido. Agora, passe um copo de água doce potável. Solicite um voluntário para experimentar um gole e comentar suas características. Distribua uma cópia do texto “Doce, salobra ou salgada?” (pág. 76 do Caderno do Professor). Após a leitura, que pode ser feita no formato de círculo, o grupo deve construir coletivamente o entendimento das águas doce, salobra e salgada e discutir onde elas são encontradas.

### 2. INVESTIGAÇÃO

Peça que a turma faça uma pesquisa sobre os materiais empregados nos filtros domésticos, com ênfase em sua porosidade e nos tipos de impurezas retidas. Eles podem investigar também coadores de café (de pano e de papel), filtros de areia, filtros de ar de automóveis, carvão ativado e outros materiais eventualmente disponíveis. Como eles funcionam? Filtros são apenas barreiras

físicas? Como é possível saber o que foi retido e o que passou pelos poros? Como os filtros devem ser limpos? Como os filtros evoluíram? Solicite que os alunos tragam para a escola os filtros que encontraram.

Converse com os alunos sobre tamanhos de partículas. De que tamanho são os cristais dos sais presentes nas águas salobras de poços ou na água do mar? De que tamanho devem ser os poros do material filtrante para retê-los? Que materiais, encontrados facilmente na região, poderiam dar bons filtros? Como fazer a água passar por um material filtrante de poros tão pequenos? Só a gravidade é suficiente? Como produzir a pressão necessária para “empurrar” a água através do material filtrante?

Proponha a leitura do texto “Processos de dessalinização” (págs. 77 a 81 do Caderno do Professor). Também pode sugerir a leitura de reportagens sobre novas membranas de dessalinização, indicadas na seção PARA SABER MAIS > LEIA deste Plano de Aula. Chame a atenção para os processos de pesquisa científica a partir dos quais surgiram novos conhecimentos e novas tecnologias. Reflitam sobre a conexão entre essas novas tecnologias e o desenvolvimento de novos produtos no mercado e até a oportunidade para a criação de novos negócios.

### 3. EXPERIMENTAÇÃO

Após reunir os diversos materiais filtrantes disponíveis, monte uma bancada de experimentos com os alunos. Divida a turma em vários grupos. Coloque lado a lado os diversos filtros e oriente os estudantes a experimentar cada material filtrante individualmente, assim como o efeito dos filtros quando montados em série, como sistemas combinados de dois ou mais filtros. Use recipientes transparentes para coletar a água filtrada, de modo a facilitar as medições e a avaliação visual.

Se possível, use água de uma fonte natural: mar, mangue, poço, rio, lago, nascente. Se a escola não fica no litoral nem há água salobra por perto, acrescente sal para produzir uma boa quantidade de água salgada para os testes. A concentração de sal deve ser semelhante à da água do mar, ou seja, 35 gramas de sal para cada litro de água. Se for possível, é melhor usar o sal marinho, vendido em entrepostos de produtos naturais ou supermercados.

Despeje a mesma quantidade de água em todos os filtros e séries de filtros montados. Use água da mesma fonte para possibilitar comparações. Anote a

quantidade despejada nos filtros e as quantidades recolhidas após a filtração, pois a perda de água no processo é um dado importante. Prepare os alunos para cronometrar o tempo de filtração, que também é relevante. Guarde um pouco da água não filtrada para comparações posteriores às filtrações.

Oriente os estudantes na captura e organização dos dados, montando tabelas comparáveis entre os grupos. Lembre que todos os dados obtidos e detalhes observados devem ser registrados nas mesmas unidades.

Coloque os recipientes com a água filtrada ao lado do testemunho (o recipiente com água sem filtrar). Há diferenças quanto à cor da água? Turbidez? pH? Salinidade? Qual sistema retirou mais sal da água? Qual sistema perdeu menos água? Qual filtrou mais rápido?

De posse dos resultados, peça aos estudantes que escrevam uma avaliação, com o objetivo de propor um novo experimento para aperfeiçoar o sistema considerado mais promissor. A pesquisa realizada deve ser descrita nos moldes de um trabalho científico, contendo introdução, objetivo, metodologia, resultados e conclusão. A conclusão do projeto pode conter as novas hipóteses, que se formulam a partir dos resultados da experimentação: é possível acrescentar novos materiais? Vale a pena testar uma nova combinação de filtros que não foi pensada da primeira vez? Ou, quem sabe, melhorar a maneira de “empurrar” a água através dos filtros? Se a passagem da água de cima para baixo não funcionou, será que funcionaria de baixo para cima?

#### 4. AVALIAÇÃO

Ao concluir as atividades, reflita com a turma:

- » o que aprenderam de novo sobre a água;
- » o que gostaram e o que não gostaram nas dinâmicas de investigação e experimentação;
- » que capacidades desenvolveram para a gestão da água.

**LEMBRE-SE:** Envie um relato das atividades inspiradas neste roteiro e realizadas com seus alunos para a Equipe do Prêmio Jovem Cientista. Ele poderá ser publicado como destaque no website [www.jovemcientista.cnpq.br](http://www.jovemcientista.cnpq.br) ou compartilhado no [www.facebook.com/premiojovemcientista](https://www.facebook.com/premiojovemcientista)



## PARA SABER MAIS

### NO MATERIAL DO PRÊMIO

**Caderno do Professor** Capítulo 4 – Tecnologias para dessalinização da água e **Fichas de Atividades** 9 e 10

### NAVEGUE

#### **Aulas on line sobre filtração:**

[www.unicamp.br/fea/ortega/aulas/aula19\\_Filtracao.ppt](http://www.unicamp.br/fea/ortega/aulas/aula19_Filtracao.ppt)

[http://qinorgamaia.uepb.edu.br/Aula\\_Pr%Et..3.pdf](http://qinorgamaia.uepb.edu.br/Aula_Pr%Et..3.pdf)

<http://www.infoescola.com/quimica/filtros/>

#### **Processo de dessalinização:**

<http://www.sattamini.com.br/processo.html>

#### **Sites de empresas fabricantes de filtros industriais contendo informações sobre os materiais filtrantes:**

<http://www.beckins.com.br/filtros-para-agua.php?gclid=cpoynuhpi7ycfqmfnqodfnsaja>

<http://www.techfilter.com.br/>

<http://www.filtrabem.com/rokdownloads/produtos/filtros/filtro-agua-elementos-filtrantes.pdf>

#### **Sites de empresas especializadas em dessalinização contendo informações sobre os tipos de filtros:**

<http://www.unitekdo brasil.com.br/aplicacoes-aguadomar.php>

<http://www.dessal.com.br/?gclid=cotunijci7ycfqwxnqod7ryaja>

### LEIA

#### **Filtração por membrana:**

<http://www.eufic.org/article/pt/tecnologia-alimentar/processamento-alimentar/artid/Filtracao-membrana-solucao-eficaz-melhorar-qualidade-alimentos/>

#### **Notícias sobre pesquisas brasileiras com membranas e materiais filtrantes para dessalinizadores:**

<http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=tecnologia-importada-para-dessalinizacao-de-agua>

[http://www.ufcg.edu.br/prt\\_ufcg/assessoria\\_imprensa/mostra\\_noticia.php?codigo=602](http://www.ufcg.edu.br/prt_ufcg/assessoria_imprensa/mostra_noticia.php?codigo=602)

**Teses brasileiras sobre filtração e materiais filtrantes:**

<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/abes97/alternativa.pdf>

<http://www.dema.ufcg.edu.br/revista/index.php/REMAP/article/viewFile/79/106>

[http://www.portalabpg.org.br/PDPetro/4/resumos/4PDPETRO\\_2\\_2\\_0287-1.pdf](http://www.portalabpg.org.br/PDPetro/4/resumos/4PDPETRO_2_2_0287-1.pdf)

**Estudo e avaliação de um sistema de dessalinização piloto:**

<http://www.feq.unicamp.br/~cobeqic/tEa60.pdf>

**Notícias sobre pesquisas mundiais com membranas de alta performance:**

<http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=peneira-microfiltragem-autoconserta&id=010160120704>

<http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=010160060525>

<http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=bacterias-e-nanofiltros-produzem-agua-limpa-e-geram-combustivel&id=010125080218>

## CAIU NO VESTIBULAR

### CENTRO UNIVERSITÁRIO DA FUNDAÇÃO EDUCACIONAL MONSENHOR MESSIAS – UNIFEMM – VESTIBULAR 2011

Em nosso planeta, a quantidade de água está estimada em  $1,36 \times 10^6$  trilhões de toneladas. Desse total, calcula-se que cerca de 95% são de água salgada e, dos 5% restantes, quase a metade está retida nos polos e geleiras. O uso de água do mar para obtenção de água potável ainda não é realidade em larga escala. Isso porque, entre outras razões,

- a. o custo dos processos tecnológicos de dessalinização é muito alto.
- b. não se sabe como separar adequadamente os sais nela dissolvidos.
- c. comprometeria muito a vida aquática dos oceanos.
- d. a água do mar possui materiais irremovíveis.

Resposta correta: a

## PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO – PUCSP – VESTIBULAR 2007

A água encontra-se, neste início de século, em condições que exigem sérios cuidados. Além do volume existente desse recurso, é importante considerar sua distribuição geográfica e suas formas de uso para preservá-lo. Tendo como referência o Planeta, pode-se afirmar que:

- a. o consumo mundial de água doce é maior na agricultura (mais de 70%), mas esse índice tende a cair, pois a agricultura está se concentrando cada vez mais em áreas já úmidas.
- b. o maior estoque de água doce é subterrâneo, superando o volume de águas em estado sólido (calotas polares, geleiras e neves permanentes), em razão do derretimento provocado pelo efeito estufa.
- c. apenas  $\frac{1}{4}$  das águas do planeta não é de água salgada, e esse volume é insuficiente para as necessidades humanas, o que obriga ações de dessalinização das águas oceânicas.
- d. existe notória desigualdade na distribuição das águas continentais e, nesse aspecto, a América do Sul é um dos continentes mais abastecidos com esse recurso natural, em especial nas áreas tropicais.
- e. embora na área intertropical do planeta haja uma dominância de climas chuvosos, os estoques de água doce não são expressivos nessa área, pois essa também é uma área de grande evaporação.

Resposta correta: d



# PLANO DE AULA 5

## PLANO DE AULA 5 **ENERGIA HIDRELÉTRICA**

O debate sobre a questão energética é de uma estimulante complexidade, dada sua natureza, que permite a articulação de temas a partir de uma grande diversidade de campos de conhecimento.

Entretanto é preciso que esse exercício não se subordine aos vícios de uma visão economicista que – ao se servirem de categorias de análise como “oferta”, “demanda”, “recursos energéticos”, “consumo energético” – obscurecem processos que são físicos e biológicos, constituídos por longas cadeias contínuas de conversões de energia. A discussão da sustentabilidade, sob o ponto de vista energético, não pode correr o risco de reduzir a realidade a números, numa mera quantificação de evidências.

A questão energética abre também um campo para o debate político ao considerar os procedimentos que estruturam e sustentam o processo de decisão. É preciso que se abra uma discussão extremamente atual e oportuna para a natureza das decisões sobre empreendimentos energéticos que são tomadas, e legitimadas, pelo critério da decisão majoritária, pretensamente democrática, quando a natureza da questão energética deve levar necessariamente à construção de consensos.

O desafio ainda se constitui na transformação do esforço acadêmico num instrumento de contestação e de transformação para uma sociedade brasileira mais justa e sustentável. A ética da justiça, da equidade e da cooperação deve sobrepor-se à lógica de mercado.

(extraído de **Energia no Brasil: Para quê? Para quem?** Célio Bermann, Ed. Livraria da Física, São Paulo, 2002)

## LEITURA E REFLEXÃO | SEMINÁRIO

Seminário é uma técnica de apresentação oral que possibilita a exposição de diversos aspectos de um único tema. Nele, o estudante pesquisa e organiza sua apresentação sobre o assunto, tornando-se assim sujeito ativo de seu processo de aprendizagem. Ao professor cabe mediar a interação do aluno com o objeto de conhecimento.

A realização de seminários promove:

- » a associação entre o conteúdo teórico e fatos atuais;
- » o exercício do trabalho em grupo;
- » a atividade de pesquisa;
- » a comunicação oral em uma situação estruturada;
- » o aprendizado da aplicação de recursos de apresentação (cartazes, fotografias, *slides*, entre outros).

## NA SALA DE PROFESSORES

A seguir, propomos questões para refletir com seus colegas do corpo docente. Utilize-as para promover a participação de professores de várias disciplinas no trabalho a ser desenvolvido pelos estudantes. Procure registrar essas reflexões para consulta posterior e para o planejamento de atividades.

a) A escolha dos componentes para a formação de grupos de trabalho cria, muitas vezes, situações de conflito. Que formas de intervenção podem ser usadas para superar as diferenças e estimular o convívio entre estudantes que têm formas de agir e pensar diferentes?

b) Muitas vezes o trabalho de pesquisa limita-se à simples reunião de dados obtidos em livros e artigos na internet, não atingindo seu objetivo maior, que é o aprendizado de um novo conhecimento. Na sua escola, os professores costumam orientar o trabalho de pesquisa? Formulam uma questão-problema que desperte o interesse pela investigação e a criatividade? Indicam fontes confiáveis de consulta? Acompanham o aluno na produção do trabalho, onde ele irá reunir e interpretar os dados obtidos?

c) Nos dias de hoje, mesmo na escola, é difícil manter a atenção das pessoas por mais de três minutos. Os assuntos em discussão sempre compartilham o interesse dos ouvintes com os celulares, a poluição sonora, as preocupações

do dia. Os professores de sua escola instigam os alunos a praticar suas habilidades de comunicação (saber falar e saber ouvir)? Ajudam a planejar o roteiro de apresentação de um seminário? Apresentam atividades para desenvolver técnicas de contadores de histórias e de debates?

## EM SALA DE AULA

A atividade a seguir exemplifica como o tema sustentabilidade pode ser abordado de forma a estimular a capacidade de comunicação e de investigação de seus alunos.

### 1. ATIVIDADE INTEGRADORA

Selecione algumas imagens ou escreva tarjetas com palavras ligadas à vida em sociedade e aos recursos naturais que a sustentam, por exemplo: água, energia, alimentos, mar, árvores, roupas, carros, ônibus, barco, homem, mulher, crianças, casas, estrada, roça, lua cheia, chuva, seca, enchente, trabalho, dinheiro, amor, solidariedade, participação, Terra, entre outras. Busque criar uma tarjeta por estudante. Entre essas tarjetas, crie uma com a inscrição: ERA UMA VEZ...

Forme um grande círculo com a turma e entregue uma tarjeta para cada pessoa. Quem receber a tarjeta com a expressão ERA UMA VEZ... deve começar a contar uma história sobre a sustentabilidade da vida humana na Terra.

Quem estiver do lado esquerdo deve dar continuidade à história, incluindo o elemento que estiver na tarjeta recebida.

### 2. EXIBIÇÃO DO VÍDEO

Convide a turma a assistir ao vídeo “Consciente Coletivo – Episódio 1” (disponível no [www.futura.org.br](http://www.futura.org.br)). Após assistir ao vídeo, peça que a turma se divida em cinco ou seis grupos. Eles devem discutir os principais elementos da narrativa e extrair três palavras-chave. A partir das palavras-chave, devem montar uma frase que, na opinião do grupo, traduza o conceito de sustentabilidade. Após 10-15 minutos de discussões, socializem as frases construídas pelos grupos e comentem as definições propostas, ressaltando as eventuais divergências e convergências.

### 3. LEITURA DO TEXTOS E PESQUISA

Explique para a turma que a aula de hoje tem por objetivo discutir a geração de energia por meio da água, tomando por base os conceitos de sustentabilidade debatidos.

Organize a turma em quatro grupos. Cada grupo terá como texto base uma seção do Capítulo 5 do Caderno do Professor.

Grupo 1: Introdução – potencial hidrelétrico (págs. 88-89 do Caderno do Professor)

Grupo 2: Sistemas complementares (págs. 90-94 do Caderno do Professor)

Grupo 3: Usinas a fio d'água (págs. 95-97 do Caderno do Professor)

Grupo 3: Tecnologias inovadoras (págs. 98-101 do Caderno do Professor)

Peça que leiam os respectivos textos e dê tempo para que busquem outras informações relativas ao tema proposto: na internet, em jornais, revistas, livros ou documentários. Durante a pesquisa, eles devem buscar um caso concreto de usina hidrelétrica no Brasil ou no mundo. A pesquisa deve se concentrar nas vantagens e desvantagens econômicas, sociais e ambientais e nas medidas adotadas para minimizar os impactos negativos e atingir a sustentabilidade.

Forneça fontes de consulta confiáveis e ressalte a necessidade de se concentrarem em dados e questões concretas, e não em opiniões subjetivas.

Eles devem buscar informações que apresentem as características gerais da hidrelétrica escolhida (produção de energia, população atendida, impactos positivos e negativos, população atingida, alterações ambientais relacionadas à construção e à operação) e as soluções sustentáveis adotadas para garantir a produção de energia realmente limpa e renovável.

### 4. DISCUSSÃO E SÍNTESE:

Os integrantes do grupo devem entrar em consenso sobre o entendimento do texto base e discutir outras questões, como:

» a emissão de gases-estufa e de poluentes por hidrelétricas comparada a outras fontes de energia;

- » impactos sociais e ambientais relacionados à construção de usinas hidrelétricas;
- » operação e manutenção dos reservatórios de regularização dos rios;
- » em que medida o caso escolhido é relevante; que dados e histórias são mais importantes no debate sobre a sustentabilidade das sociedades humanas.

As conclusões de cada grupo devem ser redigidas e entregues como trabalho escrito. Nesta etapa, cada grupo deverá confrontar os dados oriundos das diferentes fontes de pesquisa, a fim de selecionar apenas as informações relevantes.

Em seguida, o grupo deverá analisar as informações e produzir um texto contendo introdução (apresentação do tema e do caso escolhido), desenvolvimento (descrição das informações relevantes do caso, análise dos dados coletados e propostas de soluções dos problemas encontrados) e conclusão (síntese das recomendações). O trabalho deve ter no máximo dez páginas e pode conter ilustrações. Referências bibliográficas também são recomendáveis.

## 5. APRESENTAÇÃO

Cada grupo vai preparar uma síntese da pesquisa realizada e das conclusões a que chegou e deve utilizar os recursos audiovisuais disponíveis para apresentar seu trabalho aos demais. Contudo o mais importante é ter uma boa história para contar, que desperte o interesse dos colegas.

Aristóteles, o pai da oratória, acreditava que os oradores de sucesso tinham *pathos*, ou seja, paixão pelo assunto. Ajude seus alunos a descobrir o que os empolga. Após a apresentação, incentive uma breve discussão sobre o tema, por exemplo, perguntando à turma sobre a possibilidade de adoção, em sua região, das soluções apresentadas pelo grupo.

## 6. AVALIAÇÃO

Se possível, filme as apresentações. Não sendo possível, designe um pequeno grupo de estudantes de outro grupo para observar os pontos fortes e as oportunidades de melhoria na apresentação: a maneira de apresentar de cada participante, a organização da exposição (As informações eram coerentes?)



Obedeciam a uma progressão lógica? Qual era a grande ideia e com que energia ela foi comunicada?), o uso adequado dos recursos audiovisuais, a capacidade de responder às perguntas dos colegas e o interesse da turma no assunto.

**LEMBRE-SE:** Envie um relato das atividades inspiradas neste roteiro e realizadas com seus alunos para a Equipe do Prêmio Jovem Cientista. Ele poderá ser publicado como destaque no website [www.jovemcientista.cnpq.br](http://www.jovemcientista.cnpq.br) ou compartilhado no [www.facebook.com/premiojovemcientista](https://www.facebook.com/premiojovemcientista)

## PARA SABER MAIS

### NO MATERIAL DO PRÊMIO

**Caderno do Professor** Capítulo 5 – Uso da água para geração de energia e **Fichas de Atividades** 1, 2, 11 e 12

### NAVEGUE

Debate sobre hidrelétricas (com transcrição disponível), realizado na Livraria Cultura, em 21/3/2012, com a participação do professor da Universidade de São Paulo Celio Bermann (autor do livro Energia no Brasil: Para quê? Para quem?) e dos cineastas Gary Marcuse (Canadá, Waking the Green Tiger), André D'Elia (Brasil, Belo Monte: Anúncio de uma Guerra) e Rafael Salazar (Brasil, À Margem do Xingu – Vozes não Consideradas):

<http://www.ecofalante.org.br/mostra2012/debate.php?t=4>

Catalisa – Rede de Cooperação para a Sustentabilidade:

<http://catalisa.org.br/textoteca/30-o-conceito-de-sustentabilidade-e-desenvolvimento-sustentl>

Rede da Sustentabilidade:

<http://www.sustentabilidade.org.br/>

Vantagens das hidrelétricas – Eletrobrás:

<http://www.eletobras.com/elb/natrilhadaenergia/main.asp?View=%7BC188A694-4A68-4B73-9C60-2BB973B056D2%7D>

Portal de Energias Alternativas:

<http://www.energiasealternativas.com/energia-hidroelectrica.html>

Usinas Hidrelétricas – Mater Natura:

[http://www.maternatura.org.br/hidreletricas/guia\\_IV.asp](http://www.maternatura.org.br/hidreletricas/guia_IV.asp)

Vantagens e Desvantagens da Energia Hidrelétrica:

<http://x-renovavel.blogspot.com.br/2011/05/vantagens-e-desvantagens-da-energia.html>

## LEIA

**Tudo ao mesmo tempo agora: desenvolvimento, sustentabilidade, democracia: o que isso tem a ver com você?** Jean Pierre Leroy et alli, Ed. Vozes, Petrópolis, 2002.

**Desenvolvimento sustentável – Um modelo analítico, integrado e adaptativo**, Christian Luiz da Silva (org.). Ed. Vozes, Petrópolis, 2006.

**Energia no Brasil: Para quê? Para quem?** Célio Bermann, Ed. Livraria da Física, São Paulo, 2002.

**Gestão de reservatórios de hidrelétricas**, Fernando Campagnoli e Noris Costa Diniz (org.), Ed. Oficina de Textos, São Paulo, 2012.

**Sustentabilidade em grandes hidrelétricas: estudo de caso**, Roberto Censi Faria, MBA, 2010. (disponível em <http://consultoriaprofuturo.com/wp-content/uploads/2010/11/B-Roberto-Censi-Hidreletricas.pdf> acessado em 19/3/2013)

**Impacto ambiental sustentável em usinas hidrelétricas**, Antonio Ricardo Abbud, TCC, 2002. (disponível em <http://intertemas.unitoledo.br/revista/index.php/Juridica/article/view/77/82> acessado em 19/3/2013)

## CAIU NO VESTIBULAR

### UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ – UFC – VESTIBULAR 2010

A água constitui um elemento fundamental para o desenvolvimento da vida no nosso planeta. Com relação a esse elemento, assinale a alternativa correta:

- A água do Planeta está sendo comprometida pela poluição doméstica, industrial e agrícola, e pelos desequilíbrios ambientais resultantes dos desmatamentos e do uso indevido do solo.

- b. Desvios de água para projetos de irrigação, construção de hidrelétricas, consumo excessivo, desmatamento e poluição têm contribuído para a redução de conflitos entre usuários.
- c. A água tem sido utilizada para a geração de energia elétrica, assegurando a sustentabilidade do meio ambiente local.
- d. O Brasil possui pouca quantidade de água superficial e subterrânea devido às suas características geológicas dominantes.
- e. A diminuição da chuva no Brasil tem sido o maior problema ligado à falta de água para abastecer as cidades.

Resposta correta: a

### ENEM – 2010

A usina hidrelétrica de Belo Monte será construída no rio Xingu, no município de Vitória do Xingu, no Pará. A usina será a terceira maior do mundo e a maior totalmente brasileira, com capacidade de 11,2 mil megawatts. Os índios do Xingu tomam a paisagem com seus cocares, arcos e flechas. Em Altamira, no Pará, agricultores fecharam estradas de uma região que será inundada pelas águas da usina.

(BACCOCCINA, D.; QUEIROZ, G.; BORGES, R. **Fim do leilão, começo da confusão**. Isto é Dinheiro. Ano 13, nº 665, 28 abr. 2010 (adaptado).

Os impasses, resistências e desafios associados à construção da Usina Hidrelétrica de Belo Monte estão relacionados:

- a. ao potencial hidrelétrico dos rios no Norte e Nordeste quando comparados às bacias hidrográficas das regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do País.
- b. à necessidade de equilibrar e compatibilizar o investimento no crescimento do país com os esforços para a conservação ambiental.
- c. à grande quantidade de recursos disponíveis para as obras e à escassez dos recursos direcionados para o pagamento pela desapropriação da terra.
- d. ao direito histórico dos indígenas à posse dessas terras e à ausência de reconhecimento desse direito por parte das empreiteiras.
- e. ao aproveitamento da mão de obra especializada na região Norte e o interesse das construtoras na vinda de profissionais do Sudeste do País.

Resposta correta: b

## FICHA TÉCNICA

### Coordenação

Andrea Margit

### Redação e edição

Liana John

### Consultoria especializada

Anderson Luiz Ribeiro de Paiva

Núcleo de Tecnologia da Engenharia Civil

Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

### Revisão ortográfica

Gisele Giornes

### Projeto gráfico

Um Triz Comunicação Visual | Renata Figueiredo

Este Caderno integra o kit pedagógico do XXVII Prêmio Jovem Cientista, cujo tema é **Água: Desafios da Sociedade**, desenvolvido em parceria pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Fundação Roberto Marinho, Gerdau e GE.

## FUNDAÇÃO ROBERTO MARINHO

Rua Santa Alexandrina, 336 | 20261-232 | Rio de Janeiro RJ

[www.jovemcientista.cnpq.br](http://www.jovemcientista.cnpq.br) | email: [jovemcientista@frm.org.br](mailto:jovemcientista@frm.org.br)