

Márcio Rogério de Oliveira Cano

COORDENADOR

5

COLEÇÃO

A reflexão e a
prática no ensino

CIÊNCIAS

Luciana de Oliveira Léllis

Sílvio Miranda Prada

Blucher

A reflexão e a prática do ensino

5

Ciências

Blucher

A reflexão e a prática no ensino

5

Ciências

Márcio Rogério de Oliveira Cano
coordenador

Luciana de Oliveira Léllis
Sílvio Miranda Prada
autores

Coleção A reflexão e a prática no ensino - Volume 5 - Ciências

MARCIO ROGÉRIO DE OLIVEIRA CANO (coordenador), LUCIANA DE OLIVEIRA LÉLLIS,
SÍLVIO MIRANDA PRADA ©2011 Editora Edgard Blücher Ltda.

Blucher

Rua Pedroso Alvarenga, 1245, 4º andar

04531-012 – São Paulo – SP – Brasil

Tel.: 55 11 3078-5366

editora@blucher.com.br

www.blucher.com.br

Segundo o Novo Acordo Ortográfico, conforme
5. ed. do *Vocabulário Ortográfico da Língua
Portuguesa*, Academia Brasileira de Letras,
março de 2009

É proibida a reprodução total ou parcial por
quaisquer meios, sem autorização escrita da
Editora.

Todos os direitos reservados pela Editora Edgard
Blücher Ltda.

Ficha catalográfica

Léllis, Luciana de Oliveira

A reflexão e a prática no ensino: Ciências, vol. 5
/ Luciana de Oliveira Léllis, Sílvio Miranda Prada;
Márcio Rogério de Oliveira Cano, coordenador. --
São Paulo: Blucher, 2011.

Bibliografia

ISBN 978-85-212-0637-8

1. Ciências - Estudo e ensino I. Prada, Sílvio
Miranda. II. Cano, Márcio Rogério de Oliveira.
III. Título.

11-11141

CDD-507

Índices para catálogo sistemático:

1. Ciências: Estudo e ensino 507

Sobre os autores

MARCIO ROGÉRIO DE OLIVEIRA CANO (COORD.)

É mestre e doutorando pelo Programa de Estudos Pós-Graduados em Língua Portuguesa da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. Desenvolve pesquisas na área de Ensino de Língua Portuguesa e Análise do Discurso. Possui várias publicações e trabalhos apresentados na área, além de vasta experiência nos mais variados níveis de ensino. Também atua na formação de professores de Língua Portuguesa e de Leitura e produção de textos nas diversas áreas do conhecimento nas redes pública e particular.

LUCIANA DE OLIVEIRA LÉLLIS

Possui licenciatura e bacharelado em Química, pela USP de São Paulo, onde também obteve o título de Mestre em Ensino de Ciências. É formadora de professores e atuou em projetos como o PEC e o Projeto Teia do Saber da SEESP. É, ainda, membro da Comissão Técnica de Divulgação da Química e professora de cursos de formação continuada de Química do CRQ – 4ª Região. Também atuou, por vários anos, como professora de Ciências no ciclo II do EF na rede do ensino particular de São Paulo. É professora no curso de Licenciatura e Bacharelado em Química do Centro Universitário FIEO (UNIFIEO) desde 2002.

SÍLVIO MIRANDA PRADA

Possui licenciatura e bacharelado em Química com Atribuições Tecnológicas pela Universidade Mackenzie. É Mestre e Doutor em Ciências na área de Química Analítica pela USP de São Paulo e possui pós-doutorado em Química Analítica Ambiental pela mesma universidade. É membro da Comissão Técnica de Divulgação da Química e professor de cursos de formação continuada de Química do CRQ – 4ª Região. Atua como pesquisador na área de Química Ambiental e professor nos cursos de Licenciatura e Bacharelado em Ciências e Química no Centro Universitário FIEO (UNIFIEO), desde 1997.

Apresentação

A experiência é o que nos passa, o que nos acontece, o que nos toca. Não o que se passa, não o que acontece, ou o que toca. A cada dia se passam muitas coisas, porém, ao mesmo tempo, quase nada nos acontece. Dir-se-ia que tudo o que se passa está organizado para que nada nos aconteça. Walter Benjamin, em um texto célebre, já observava a pobreza de experiências que caracteriza o nosso mundo. Nunca se passaram tantas coisas, mas a experiência é cada vez mais rara.

*Jorge Larrosa Bondía, 2001,
I Seminário Internacional de Educação de Campinas.*

Esse trecho de uma conferência de Larrosa é emblemático dos nossos dias, da nossa sociedade do conhecimento ou da informação. Duas terminologias que se confundem muitas vezes, mas que também podem circular com conceitos bem diferentes. Vimos, muitas vezes, a sociedade do conhecimento representada como simples sociedade da informação. E não é isso que nos interessa. Em uma sociedade do conhecimento, podemos, por um lado, crer que todos vivam o conhecimento ou, por outro, que as pessoas saibam dele por meio de e como informação. Nunca tivemos tanto conhecimento e nunca tivemos tantas pessoas informadas e informando. Mas a experiência está sendo deixada de lado.

O grande arsenal tecnológico de memorização e registro em vez de tornar as experiências do indivíduo mais plenas, tem esvaziado a experiência, já que todos vivem a experiência do outro, que vive a experiência do outro, que vive a experiência do outro... Quando não tínhamos muito acesso aos registros da história, era como se vivêssemos o acontecimento sempre pela primeira vez. Hoje, parece que tudo foi vivido e está registrado em algum lugar para que possamos seguir um roteiro. Isso é paradoxal.

No entanto, não compactuamos com uma visão pessimista de que tudo está perdido ou de que haja uma previsão extremamente desanimadora para o futuro, mas que, de posse do registro e do conhecimento, podemos formar pessoas em situações de experiências cada vez mais plenas e indivíduos cada vez mais completos. E parece-nos que a escola pode ser um lugar privilegiado para isso. Uma escola dentro de uma sociedade do conhecimento não deve passar informações, isso os alunos já adquirem em vários lugares, mas sim viver a informação, o conhecimento como experiência única, individual e coletiva.

Tendo a experiência como um dos pilares é que essa coleção foi pensada. Como conversar com o professor fazendo-o não ter acesso apenas às informações, mas às formas de experienciar essas informações juntamente com seus alunos? A proposta deste livro é partir de uma reflexão teórica sobre temas atuais nas diversas áreas do ensino, mostrando exemplos, relatos e propondo formas de tornar isso possível em sala de aula. É nesse sentido que vai nossa contribuição. Não mais um livro teórico, não mais um livro didático, mas um livro que fique no espaço intermediário dessas experiências.

Pensando nisso como base e ponto de partida, acreditamos que tal proposta só possa acontecer no espaço do pensamento interdisciplinar e transdisciplinar. Tal exercício é muito difícil, em virtude das condições históricas em que o ensino se enraizou: um modelo racionalista disciplinar em um tempo tido como produtivo. Por isso, nas páginas desta coleção, o professor encontrará uma postura interdisciplinar, em que o tema será tratado pela perspectiva de uma área do conhecimento, mas trazendo para o seu interior pressupostos, conceitos e metodologias de outras áreas. E também encontrará perspectivas transdisciplinares, em que o tema será tratado na sua essência, o que exige ir entre, por meio e além do que a disciplina permite, entendendo a complexidade inerente aos fenômenos da vida e do pensamento.

Sabemos, antes, que um trabalho inter e transdisciplinar não é um roteiro ou um treinamento possível, mas uma postura de indivíduo. Não teremos um trabalho nessa perspectiva, se não tivermos um sujeito inter ou transdisciplinar. Por isso, acima de tudo, isso é uma experiência a ser vivida.

Nossa coleção tem como foco os professores do Ensino Fundamental do Ciclo II. São nove livros das diversas áreas que normalmente concorrem no interior do espaço escolar. Os temas tratados são aqueles chave para o ensino, orientados pelos documentos ofi-

ciais dos parâmetros de educação e que estão presentes nas pesquisas de ponta feitas nas grandes universidades. Para compor o grupo de trabalho, convidamos professoras e professores de cursos de pós-graduação, juntamente com seus orientandos e orientandas de doutorado e de mestrado e com larga experiência no ensino regular. Dessa forma, acreditamos ter finalizado um trabalho que pode ser usado como um parâmetro para que o professor leia, possa se orientar, podendo retomá-lo sempre que necessário, juntamente com outros recursos utilizados no seu dia a dia.

Márcio Rogério de Oliveira Cano
Coordenador da coleção

Prefácio

No Brasil, temos, atualmente, um panorama peculiar em relação ao ensino das Ciências Naturais. Por um lado, temos propostas de ensino extremamente interessantes e progressistas, que buscam formar um aluno apto a compreender o mundo que o cerca, a partir de informações selecionadas e processadas por ele, conseqüentemente capaz também de avaliar situações-problema e de se posicionar frente a elas, atuando criticamente na sociedade em que vive.

Por outro lado, na prática, temos, em muitas escolas, um ensino de Ciências ainda calcado em conteúdos desprovidos de significado, com exigência de memorização excessiva, não possibilitando ao aluno perceber as Ciências como instrumento da análise e da compreensão da realidade social na qual está inserido.

Em vista dessa situação, esse livro busca fornecer alguns elementos para subsidiar o trabalho do professor de Ciências, em direção ao atendimento da formação do cidadão atuante, buscada nas mencionadas propostas curriculares.

Para tal, selecionamos seis temas, presentes na realidade dos estudantes, que julgamos bastante relevantes socialmente, a partir dos quais é possível se tratar uma série de conhecimentos científicos e desenvolver diversas habilidades desejáveis.

Além da inserção social, buscamos temas que permitissem uma abordagem pedagógica condizente com o cognitivismo piagetiano. Para escolhê-los também levamos em consideração a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, sendo assim os temas escolhidos – por seu caráter mais abrangente, inclusivo e com menor necessidade de abstração – funcionam como organizadores prévios para facilitar a dita aprendizagem de determinados conceitos científicos, mais específicos e abstratos. É claro que, sendo uma abordagem cognitivista, também procuramos levar em conta nesta seleção a faixa etária do aluno e o seu provável estágio de desenvolvimento cognitivo.

Assim, cada capítulo além de tratar aspectos teóricos referentes ao tema em questão, também é permeado por uma metodologia baseada nos pressupostos construtivistas, e propõe uma atividade escolar relacionada ao assunto desenvolvido. Essas atividades sugeridas são bastante diversificadas envolvendo: experimentos, debates, jogo, montagem de cartazes, visitas monitoradas, notícias e estudo do meio; de modo a fornecer ao professor um leque de estratégias, que possam ser aproveitadas para muitos outros conteúdos de Ciências. Apesar de diversas, todas as atividades propostas têm em comum o fato de o aluno, obrigatoriamente, ter de ser ativo e reflexivo em sua execução, o que pode contribuir para que ele seja o agente reconstrutor da própria estrutura cognitiva – uma das premissas básicas do construtivismo. Naturalmente, para ser consistente com essa metodologia o professor não deve encarar o aprendiz como um mero receptor de conhecimentos e é fundamental que a sua postura, no direcionamento das atividades, seja a de um orientador em oposição a de um transmissor.

Desse modo, escrevemos os capítulos tentando mesclar o conhecimento científico com a mencionada metodologia, de forma que o professor encontre, no mesmo material, conteúdo científico e possíveis atividades sobre determinados temas, esperando, com isso, auxiliar o seu trabalho no momento da preparação das suas aulas.

Claro que não temos a intenção de fornecer “receitas prontas”, mesmo porque achamos que o material pode funcionar muito mais como uma referência e como um provocador para que o professor reelabore as propostas feitas e elabore suas próprias.

Os temas dos capítulos são: água, combustíveis, poluição atmosférica, alimentos, metais e lixo. Para escolhê-los, além de todos os critérios já mencionados, também levamos em conta a possibilida-

de desenvolver certos conhecimentos químicos a partir deles. Isso porque os problemas relativos ao ensino de Ciências, citados anteriormente, são agravados quando pensamos especificamente no tratamento dos conhecimentos químicos dentro da disciplina de Ciências, normalmente estudados isoladamente no 9º ano. Esse tratamento, em geral, contempla conteúdos como modelo atômico e tabela periódica, de forma totalmente desvinculada dos fenômenos naturais ou tecnológicos, os quais se tornam, com esse tipo de abordagem, conhecimentos absolutamente sem sentido e inúteis para o alunado. Então, para tentar minimizar este problema, abordamos alguns conteúdos químicos com um enfoque totalmente diferente deste.

Além disso, em geral, a abordagem no ensino de Ciências dos temas selecionados se dá predominantemente por um viés exclusivamente biológico, deixando de lado a perspectiva química. Justamente buscando inovar este enfoque, optamos por destacar os aspectos químicos dos temas. Não queremos, com isso, minimizar a importância dos conhecimentos biológicos, apenas fizemos uma abordagem diferenciada da tradicionalmente usada em Ciências para incrementar o conhecimento do professor. Também acrescentamos, quando cabível, dados atualizados relativos ao assunto em questão, de forma a ressaltar a inserção social do referido tema.

Por fim, não pretendemos, de modo algum, esgotar nenhum dos temas propostos e, como já dissemos, esperamos que este material sirva para auxiliar o professor e para motivá-lo em seu trabalho diário.

Conteúdo

1. ÁGUA: COMO TRATAR DESTE BEM TÃO PRECIOSO?	19
1.1 Tipos de poluição das águas.....	20
1.2 Poluição por esgoto doméstico	22
Tratamento de água	23
1.3 Atividade proposta	24
1.4 Sugestões de leitura e sites.....	30
1.5 Bibliografia consultada.....	31
2. COMBUSTÍVEIS: PRODUTORES DA ENERGIA QUE MOVE O MUNDO	33
2.1 Combustíveis fósseis e não-fósseis	34
2.2 Comparação de rendimento entre combustíveis veiculares.....	37
2.3 Atividade proposta	38
2.4 Sugestões de leitura e sites.....	41
2.5 Bibliografia consultada.....	42
3. POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA: COMO É O AR QUE RESPIRAMOS?	43
3.1 Combustão completa x combustão incompleta	46
3.2 Formação de NO_x e de SO_x	49
3.3 Problemas ambientais – a intensificação do efeito estufa e a chuva ácida 58... 51	
Intensificação do efeito estufa.....	51
Chuva ácida	52
3.4 Atividade proposta	53
3.5 Sugestões de leitura e sites.....	57
3.6 Bibliografia consultada.....	57

4. ALIMENTOS: ENERGIA PARA A VIDA	59
4.1 Nutrientes	61
Carboidratos	61
Lipídeos	62
Proteínas	63
Vitaminas	64
Sais minerais	67
4.2 Alimentação balanceada	67
4.3 Transtornos alimentares	68
4.4 Atividade proposta	71
4.5 Sugestões de leitura e sites.....	75
4.6 Bibliografia consultada.....	76
5. METAIS: MATERIAIS VERSÁTEIS E ÚTEIS.....	79
5.1 Propriedades dos metais	80
5.2 Ligas	82
5.3 Minerais e minérios	83
5.4 Obtenção e aplicações de alguns metais	84
Cobre	85
Ferro	85
Ouro e mercúrio.....	87
Cromo	89
Alumínio.....	90
5.5 Atividade proposta	91
5.6 Sugestões de leitura e sites.....	94
6. LIXO: SERÁ O FIM DO QUE NÃO QUEREMOS MAIS?	97
6.1 Classificação do lixo	101
6.2 Composição do lixo	104
6.3 Destinos do lixo	105
Lixão.....	105
Aterro sanitário.....	106
Aterro controlado.....	106
Incineração.....	106
Compostagem	106
Reciclagem	107
6.4 Atividade proposta	109
6.5 Sugestões de leitura e sites.....	112
6.6 Bibliografia consultada.....	112

7. ESTUDO DO MEIO NO ENSINO DE CIÊNCIAS: UMA METODOLOGIA ALTERNATIVA	113
7.1 Etapas do estudo do meio	115
Primeira etapa: preparação	115
Segunda etapa: visita ao local escolhido.....	116
Terceira etapa: organização do material coletado	117
7.2 Atividade proposta	118
7.3 Sugestões de leitura e sites.....	124
7.4 Bibliografia consultada.....	124
CONSIDERAÇÕES FINAIS	127
ANEXOS.....	129

Água: como tratar deste bem tão precioso?

Nos últimos anos, a temática da água vem sendo intensamente explorada nas escolas, em virtude de uma série de razões, dentre elas, a sua crescente escassez e má qualidade e a consequente necessidade de se conscientizar a sociedade no sentido da implementação de mudanças nos padrões de consumo desse recurso imprescindível para a manutenção da vida.

O assunto também é muito relevante do ponto de vista formativo, uma vez que, para ser compreendido, necessita do envolvimento de diversas esferas do conhecimento, associadas a perspectivas econômicas, sociais, culturais e políticas; sua abordagem na escola atende perfeitamente aos critérios de seleção de conteúdos explicitados nos PCN de Ciências Naturais (BRASIL, 1998). Critérios esses que sugerem a escolha de conteúdos que favoreçam a construção de uma visão de mundo formada por elementos inter-relacionados, nos quais o ser humano atua como um agente transformador, e que tenham relevância social, cultural e científica, além de serem adequados às possibilidades e necessidades de aprendizagem dos estudantes.

Por isso, estudar adequadamente a temática da água é uma forma muito eficiente e motivadora para se atingir os objetivos: a possibilidade de que o aluno construa essa visão de mundo integrado, compreendendo o papel transformador do ser humano e modificando suas atitudes conscientemente.

Aprendizagem significativa: segundo Ausubel, ocorre quando o aprendiz consegue “ancorar” a nova informação a um conceito ou ideia preexistente na sua estrutura cognitiva (“subsunção”) e, desta forma, atribuir significados a ela. (MOREIRA, 2006)

Pedagogicamente, esse tema também é muito interessante, pois funciona como um excelente contexto e, para alcançar a **aprendizagem significativa** de determinados conceitos, é fundamental que o conteúdo seja abordado de forma contextualizada, pois o contexto, por ser algo relacionado à vivência do aprendiz, faz a **ligação** entre as novas informações e as ideias preexistentes na estrutura cognitiva do indivíduo.

Nesse sentido, por ser parte integrante do cotidiano de todos nós, a temática da água funciona como um contexto extremamente frutífero para o ensino de diversos conteúdos em Ciências, tais como: ciclo hidrológico, composição da água, doenças de veiculação hídrica, propriedades físicas e químicas, enchentes, secas, substâncias poluentes, tratamento de água, tratamento de esgotos entre outros.

Aqui, vamos abrir um parêntese para tentar esclarecer um equívoco comum no ensino nos dias de hoje. Algumas escolas têm trabalhado com o ensino por meio de contextos da realidade, porém ficando restritos a eles, sem aprofundar em suas explicações científicas. Isso é um problema sério, pois, embora seja muito desejável (e até fundamental) que a realidade seja o ponto de partida para o ensino de Ciências, não devemos ficar limitados a ela, é preciso que os conhecimentos abstratos sistematizados pela Ciência sejam estudados e devidamente compreendidos, justamente para que se possa entender essa realidade.

Dentro dessa perspectiva, tomemos como exemplo o problema da **poluição** das águas, que envolve uma série de conceitos científicos para que seja adequadamente entendido e, consequentemente, para que possam ser propostas soluções.

Poluição: degradação das características físicas, químicas ou biológicas do ecossistema, que cause ou possa causar prejuízo à saúde, à sobrevivência ou às atividades dos seres humanos e outras espécies, ou ainda deteriorar materiais.

1.1. TIPOS DE POLUIÇÃO DAS ÁGUAS

Existem vários tipos de substâncias que podem poluir as águas, sendo que as principais ou suas origens estão elencadas na Figura 1.1.



Figura 1.1 – Esquema que apresenta os principais poluentes da água.

Falaremos, agora, brevemente, sobre cada um desses poluentes. Os defensivos agrícolas podem poluir as águas de diversas maneiras, entre elas: infiltração no solo contaminando lençóis freáticos, lavagem de lavouras pelas águas das chuvas e escoamento superficial, armazenagem inadequada e despejo inconsequente dos restos desses produtos nos cursos d'água.

Em relação aos efluentes industriais, embora no Brasil exista legislação específica que proíba o seu lançamento sem tratamento apropriado em cursos d'água (BRASIL, 2005), ainda existem indústrias que burlam essas leis. Além disso, também acontecem acidentes envolvendo o despejo inadequado desses efluentes.

O *vinhoto*, resíduo final do processo de fabricação do açúcar ou da destilação da qual se obtém o etanol, torna-se um importante poluente se for lançado indiscriminadamente em corpos d'água, como ocorre em várias regiões do Brasil, pois possui elevada demanda bioquímica de oxigênio (DBO).

A poluição por petróleo e seus derivados pode ser causada por acidentes, como em janeiro de 2000, quando houve o rompimento de um duto da Petrobrás e 1,3 milhões de litros de óleo combustível contaminaram a Baía da Guanabara. Em julho do mesmo ano, vazaram 4 milhões de litros de petróleo de uma refinaria próxima a Curitiba, poluindo o rio Iguaçu (ISA, 2008). Os petroleiros também sofrem acidentes e lavam seus tanques após serem esvaziados, descartando a água suja de petróleo nos mares! O efeito desse tipo de poluição é extremamente nocivo, uma vez que, além de o petróleo ficar impregnado nas folhas e na pele dos vegetais e animais aquáticos e nas penas das aves atingidas, ele também cria uma película na superfície da água, impedindo as trocas gasosas entre a água e a atmosfera.

Não subestimando os efeitos nocivos dos poluentes comentados até agora, daremos uma ênfase especial à poluição provocada pelo esgoto doméstico, por ser, atualmente, predominante no Brasil. Abordaremos mais demoradamente esse tipo de poluição também por ser o mais presente na vida cotidiana dos alunos, e envolver muitos conhecimentos científicos extremamente interessantes que, via de regra, não são tratados nas escolas. Tipicamente, no ensino de 6º ao 9º ano a abordagem desse assunto é feita de uma forma mais superficial, atendo-se mais a caracterização do problema do que a busca das explicações de ordem científica. Acreditamos que esse tratamento é insatisfatório e que um assunto relevante como esse merece um destaque especial e um estudo mais aprofundado do ponto de vista conceitual. Claro que esse

ATENÇÃO

Os defensivos agrícolas também são chamados de agrotóxicos, porque, embora sejam usados para combater as pragas das plantações, o seu uso constante provoca desequilíbrios ecológicos sérios e efeitos extremamente nocivos à saúde dos seres vivos.

ATENÇÃO

Dependendo da região do Brasil, o vinhoto pode receber diferentes nomes, tais como: vinhaça, vinhote, caldas, restilo, tiborna, caxixi ou garapão.

DBO: quantidade de oxigênio dissolvido na água necessária para a decomposição da matéria orgânica, por parte dos microrganismos aeróbios.

aprofundamento deve ser feito progressivamente, ao longo dos anos do ciclo II do ensino fundamental.

Bem, feitas essas ponderações, iniciaremos, a seguir o estudo da referida poluição.

1.2. POLUIÇÃO POR ESGOTO DOMÉSTICO

Já é bastante disseminada a ideia de que a presença de esgoto doméstico a céu aberto provoca inúmeros problemas sanitários para a população, pois as águas contaminadas funcionam como um veículo para a transmissão de várias doenças, como, por exemplo, cólera, disenteria amebiana e esquistossomose.

Soma-se a esses problemas o próprio desequilíbrio causado no corpo receptor do esgoto. O lançamento excessivo de esgoto doméstico – que é composto essencialmente por matéria orgânica – provoca o brusco crescimento da população de microrganismos decompositores aeróbios e, por conseguinte, um aumento extraordinário no consumo do oxigênio dissolvido na água (DBO). Como resultado imediato disso, ocorre uma súbita e intensa diminuição do teor de oxigênio dissolvido na água, que afeta toda a vida aquática dependente de oxigênio, podendo levar a consequências nefastas, como a morte de toneladas de peixes, fato que, infelizmente, já ocorreu diversas vezes em lagoas e represas brasileiras.

Felizmente, justamente por causa do crescimento brutal dos microrganismos aeróbios decompositores, o corpo d'água que recebe os poluentes orgânicos tem uma natural capacidade de autodepuração, voltando a ter suas características originais depois que toda a carga poluidora for decomposta por esses microrganismos. Contudo, essa capacidade tem um limite, e se o rio ou lagoa receber a carga poluidora continuamente torna-se impossível decompor toda a matéria orgânica e os níveis de oxigênio dissolvido ficam constantemente nulos, causando assim a “morte” do rio. Nessa situação, além da vida aquática se extinguir, haverá uma proliferação de microrganismos anaeróbios, que degradam a matéria orgânica liberando substâncias com odores muito desagradáveis. Lamentavelmente, temos vários exemplos no Brasil de rios ou lagoas nessas condições: o rio Guaíba em Porto Alegre, o rio Tietê na RMSP, a Lagoa da Pampulha em Belo Horizonte, entre outros.

Para reverter esse quadro, ou evitar que ele se instale, é necessário que todo o esgoto seja submetido a um tratamento especial antes de ser lançado no corpo hídrico. Esse tratamento é feito

Microrganismo aeróbio:
microrganismo que utiliza oxigênio em seu metabolismo.

ATENÇÃO

Nessas situações, o teor de oxigênio dissolvido pode chegar a zero.

Autodepuração:
capacidade de um corpo hídrico restaurar suas características, devido à decomposição dos poluentes.

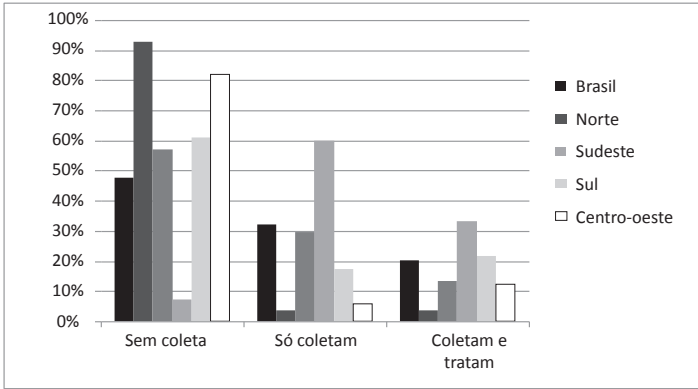
Microrganismo anaeróbio:
microrganismo que vive na ausência de oxigênio.

ATENÇÃO

Algumas dessas substâncias são mercaptanas e H_2S .

RMSP: Região Metropolitana de São Paulo, que reúne 38 municípios, além da capital paulista, e conta, atualmente, com cerca de 20 milhões de habitantes.

em estações de tratamento de esgotos – as ETEs – e torna a água adequada para retornar ao rio sem poluí-lo totalmente. Para que esse tratamento possa ser realizado, o esgoto, primeiramente, tem de ser coletado em sua origem para, depois, ser encaminhado às ETEs. No Brasil, todo esse processo, envolvendo a coleta e o tratamento de esgotos ainda é muito precário, como podemos observar na Figura 1.2, mostrada a seguir.



PNSB: Pesquisa Nacional de Saneamento Básico.

Figura 1.2 – Gráfico que apresenta a proporção de municípios por condição de esgotamento sanitário, no ano 2000, elaborado a partir de dados da PNSB de 2000 (IBGE, 2000).

Percebemos, pelo gráfico, que a realidade é pior nas regiões mais pobres do País, o que é totalmente esperado, pois a implantação da infraestrutura de coleta e tratamento de esgotos exige investimentos altíssimos.

Tratamento de água

Outra medida de Saneamento básico tão fundamental quanto a coleta e o tratamento de esgotos é o tratamento da água, que tem o objetivo de torná-la adequada ao consumo humano e que é feito em Estações de Tratamento de Água (ETAs). Podemos, então, dizer que o ciclo ideal da água seria o seguinte:

Saneamento básico: conjunto de medidas que trata dos problemas de abastecimento de água, coleta e disposição de esgotos, e coleta, transporte e destino dos resíduos sólidos.

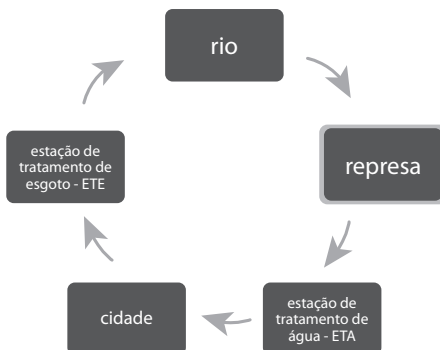


Figura 1.3 – Ciclo ideal de uso da água

Se esse ciclo fosse respeitado, o problema da poluição das águas diminuiria consideravelmente.

Ao se abordar a problemática da poluição das águas com os alunos, é muito importante que eles compreendam que essa é uma questão multifacetada, que envolve uma série de fatores e que para resolvê-la, além de serem necessários investimentos governamentais em infraestrutura de Saneamento Básico, a população também precisa fazer sua parte, ligando suas moradias à rede coletora de esgotos e não jogando lixo nas ruas. A título de exemplo, atualmente, cerca de 35% da poluição do rio Tietê na RMSP se deve ao lixo jogado nas ruas pela população!

Acreditamos que as atividades propostas a seguir possam facilitar essa compreensão.

1.3. ATIVIDADE PROPOSTA

a. Atividade

Estudo de soluções para problemas de contaminação e poluição de águas por esgotos: tratamento de água e tratamento de esgotos.

b. Objetivos

- Estudar os efeitos da poluição das águas provocados por esgotos domésticos.
- Conhecer o tratamento de água e de esgoto.
- Entender por que é necessário usar a água racionalmente.

c. Desenvolvimento

1ª ETAPA:

O primeiro momento desse conjunto de atividades consiste na montagem de cartazes, feita por grupos de alunos na sala de aula, contendo fotos, figuras, notícias, palavras e desenhos, relacionados, de alguma forma, ao tema água. Esses cartazes funcionarão como problematizadores, suscitando questionamentos sobre o assunto a partir das situações expostas, que poderão ser melhor entendidas pelos estudantes a partir do estudo que será feito.

Para confeccionar esses cartazes, o professor deve pedir aos alunos que comecem a separar em casa o material necessário com pelo menos um mês de antecedência.

A ocasião da montagem pode ser muito agradável devido ao seu aspecto lúdico. É bastante aconselhável que o professor explore bem esse lado, sugerindo aos alunos que liberem sua criativi-

ATENÇÃO

Esse material pode incluir recortes de jornais, de revistas, notícias na Internet, e quaisquer outros materiais pertinentes ao assunto em questão.

ATENÇÃO

É importante que os alunos tenham tempo suficiente para a confecção dos cartazes, de, pelo menos, 2 a 3 aulas.

dade, fazendo desenhos, colagens, recortes, enfeites, enfim, o que for condizente com cada cartaz. Após o término da montagem, cada grupo faz uma breve apresentação de sua produção para o restante da classe, explicando o que aquelas imagens e textos significaram para eles.

Certamente, os cartazes contemplarão muitos aspectos relativos ao tema e vários deles estarão direta ou indiretamente relacionados à poluição ou à contaminação das águas. Sendo assim, o professor pode selecionar e destacar, dentre as situações apresentadas, as que envolvam problemas de poluição e/ou contaminação das águas, com o intuito de provocar questionamentos dos alunos para serem investigados no decorrer das atividades subsequentes.

2ª ETAPA:

Nessa etapa o professor e os alunos iniciarão a busca por algumas respostas para as questões previamente formuladas. Inicialmente, o professor apresenta algumas informações básicas sobre doenças transmitidas pela água e definição de água contaminada. Em seguida, comenta que a água deve passar por um tratamento específico – feito em uma estação de tratamento de água (ETA)- para ficar adequada ao consumo humano. O professor pede, então, que os alunos façam o experimento descrito adiante, que simula um tratamento de água padrão, envolvendo as etapas mostradas a seguir, no esquema e na figura de uma ETA da Sabesp na cidade de São Paulo.

ATENÇÃO

É altamente recomendável que as questões que surgirem, a partir desse levantamento, sejam organizadas na lousa pelo professor. Exemplos possíveis de questões: O que torna as águas do rio X tão sujas e malcheirosas? É possível tornar as águas do rio X limpas novamente? Como? O que deve ser feito para que as pessoas não fiquem doentes ao tomar determinada água?

ATENÇÃO

Nunca é demais lembrar aos alunos que água visualmente limpa não é sinônimo de água potável!

ATENÇÃO

Após a cloração, a Sabesp adiciona flúor à água, com o objetivo exclusivo de colaborar com a redução da incidência da cárie dentária.



Figura1.4 – Etapas do tratamento de água.

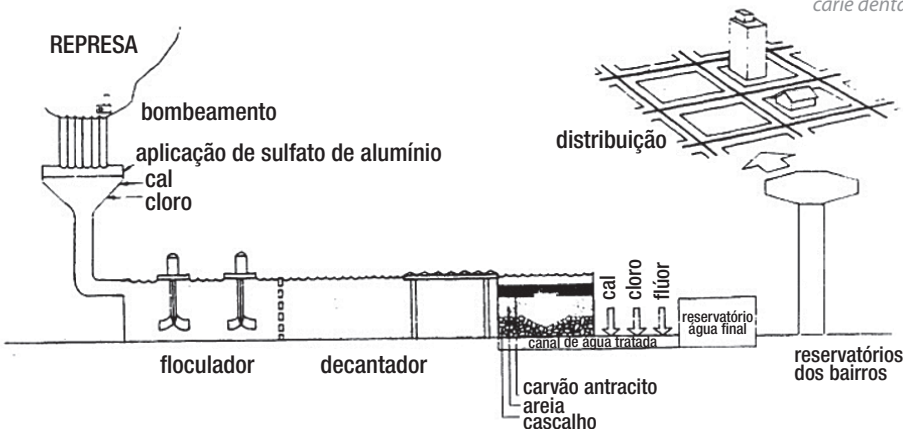


Figura1.5 – Estrutura de uma ETA. Fonte: SABESP,1997.

ROTEIRO EXPERIMENTAL: TRATAMENTO DE ÁGUA

Objetivo

- realizar o tratamento de água, visando torná-la potável.

Procedimento

Inicialmente, deve ser preparada a água bem suja a ser tratada, adicionando-se terra, areia, folhas, gravetos e objetos diversos em um recipiente contendo água de torneira.

ATENÇÃO

É muito interessante deixar que os próprios alunos preparem sua água suja, pois eles se entusiasмам e ficam bastante motivados a torná-la limpa.

ATENÇÃO

A peneiração neste experimento corresponde na ETA à retenção de resíduos grandes por meio de gradeamento na chegada da água.

ATENÇÃO

Não ocorrerá nenhuma mudança visível, pois a cloração serve somente para desinfetar a água.

Floculação: aglutinação da sujeira, formando "flocos" maiores e mais pesados, o que provoca a sua decantação.

ATENÇÃO

Nesse momento, haverá formação dos "flocos" de sujeira e sua decantação.

1. PENEIRAÇÃO :

- Coloque aproximadamente 100 mL da água a ser tratada em um béquer de 250 mL.
- Passe a água por uma peneira pequena de cozinha (de leite, por exemplo), recolhendo-a em outro béquer de 250 mL. Observe o aspecto da água.

2. PRÉ-CLORAÇÃO:

- Adicione 8 gotas de solução de hipoclorito de sódio (água sanitária) à água peneirada.
- Misture com um bastão de vidro e observe se ocorreram mudanças .

3. FLOCULAÇÃO E DECANTAÇÃO:

- Adicione à solução anterior, 80 gotas de solução de sulfato de alumínio e misture com a colher.
- Agite bem a suspensão de hidróxido de cálcio e adicione 35 gotas ao béquer. Misture bem com a colher.
- Deixe a solução em repouso por alguns minutos. Observe atentamente o que ocorre.

4. FILTRAÇÃO:

- Despeje, cuidadosamente, a água que estava em repouso no filtro de areia, não deixando cair os resíduos que ficaram no fundo.
- Recolha a água filtrada em um béquer limpo.
- Observe o aspecto da água filtrada.

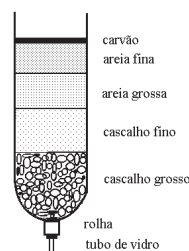


Figura 1.6 – Esquema para a montagem do filtro de areia. Fonte: GEPEQ, IQ-USP, 1993.

5. CLORAÇÃO:

- Adicione 1 gota da solução de hipoclorito de sódio (água sanitária) à água limpa obtida.

Os volumes usados no experimento são aproximados e servem apenas como uma referência, assim, se o professor não dispuser de um laboratório equipado com material apropriado isso não impedirá a realização do trabalho, podendo ser feita a substituição da vidraria e até de alguns reagentes, como sugerido na tabela a seguir.

Substância	Como obtê-la
Hipoclorito de sódio	Água sanitária sem diluir
Hidróxido de cálcio	Cal de construção em água (não dissolve totalmente)
Sulfato de alumínio	Raspar um pouco de pedra pomes dentro de um copo e ir adicionando água até dissolver

Tabela 1.1 – Substituições possíveis para o experimento

Após a execução do experimento, o professor discute com os alunos suas observações e propõe que visitem uma ETA. Em geral, é uma visita relativamente fácil de ser implementada, uma vez que algumas empresas de saneamento, como a Sabesp, por exemplo, têm até um programa específico para visitas, que podem inclusive ser agendadas pelo site. Nas cidades atendidas por outra empresa, normalmente também existe a possibilidade de fazer-se a visita, basta entrar em contato.

Em algumas situações de impedimento prático para a realização da visita, como no ensino noturno, é possível mostrar a ETA por meio de um vídeo.

Durante ou após a visita, o professor salienta que a água a ser tratada na ETA não pode estar poluída, porque esse tratamento tem um limite de eficiência e não consegue eliminar esgoto doméstico presente na água, por exemplo. Portanto, a água que vai abastecer a população deve estar em uma represa protegida, que não receba poluentes.

ATENÇÃO

A visita monitorada é um tipo de atividade extraclasse que pode facilitar muito a aprendizagem significativa de determinados conceitos, pelo fato de os alunos vivenciarem e visualizarem a situação em questão, o que torna o objeto do conhecimento muito menos abstrato. Em Ciências existem muitos locais que podem ser visitados com esse intuito. Além de ganhos em aprendizagem, os alunos adoram, e essa atividade ainda fortalece os vínculos entre professor e alunos! Mas devemos lembrar que uma visita como atividade escolar não é simplesmente um “passeio”, antes da visita propriamente dita deve ser feita uma preparação com os alunos para o pleno aproveitamento da atividade.

ATENÇÃO

Na seção “Sugestões de leitura e sites”, ao final do capítulo, mostramos uma forma de conseguir esse vídeo gratuitamente.

ATENÇÃO

Também mostramos como conseguimos na Seção “Sugestões de leitura e sites”, ao final do capítulo.

ATENÇÃO

O objetivo de o aluno conhecer uma ETE não é ele decorar as etapas do tratamento, ou mesmo as entender profundamente, mas fazer com que ele perceba, pelo menos, que esse é um processo bioquímico que requer infraestrutura adequada para tratar grandes quantidades de esgoto.

3ª ETAPA:

Na seqüência, o professor retoma, nos cartazes, as ilustrações e textos referentes à poluição por esgotos domésticos, explicando, de preferência sob a forma de exposição dialogada, qual é a sua composição e os seus efeitos sobre os corpos d'água. É conveniente que o professor saliente que toda a água que utilizamos em nossas residências, após o uso, será esgoto doméstico, portanto, se for lançada diretamente em um rio, irá poluí-lo e, para que isso não aconteça, é necessário ser feito um tratamento nesse esgoto em uma ETE. Nesse momento, seria bom levar os alunos para visitar uma ETE, como feito para a ETA, mas nem sempre isso é possível, pois é bem mais difícil marcar as visitas e muitas cidades brasileiras nem sequer têm essa instalação. Nesse caso então pode ser exibido um vídeo sobre o funcionamento da ETE.

4ª ETAPA:

O professor, então, entrega aos alunos a Tabela 1.2 e pede que perguntem aos outros moradores de suas casas como utilizam a água. A partir das respostas obtidas e dos dados da tabela, o professor solicita que os alunos façam um cálculo aproximado do quanto de água seria economizada em uma semana, se todos os moradores adotassem os hábitos mais racionais, listados em *itálico* na Tabela 2.

Atividade ou equipamento	Consumo de água	
	casa	apartamento
válvula de descarga com tempo de 6 segundos	10 a 14L	SD*
válvula de descarga defeituosa	30L	SD
<i>válvula de descarga com tempo de 3 segundos</i>	6L	SD
banho de ducha por 15 minutos	135L	243L
<i>banho de ducha c/ torneira fechada ao ensaboar</i>	45L	81L
banho de chuveiro elétrico por 15 minutos	45L	144L
<i>banho de chuveiro elétrico c/ torneira fechada ao ensaboar</i>	15L	48L
escovação de dentes c/ torneira pouco aberta por 5 minutos	12L	80L
<i>escovação de dentes c/ a torneira fechada e enxague da boca c/ copo</i>	0,5L	1L
lavagem de louça c/ torneira aberta por 15 minutos	117L	243L
<i>lavagem de louça c/ torneira fechada</i>	20L	SD
lavadora de louça com 44 utensílios e 40 talheres	40L	SD

Atividade ou equipamento	Consumo de água	
	casa	apartamento
lavadora de roupas de 5Kg	135L	SD
tanque com torneira aberta por 15 minutos	279L	SD
lavagem de calçada c/ mangueira por 15 minutos	279L	NSA*
lavagem de carro c/ mangueira por 30 minutos	560L	
lavagem de carro c/ balde	40L	

Tabela 1.2 – Consumo médio de água. *SD - sem dados *NSA - não se aplica
Fonte: Tabela elaborada com dados da SABESP.

Finalmente, tendo em vista tudo o que foi estudado, o professor pergunta aos alunos: “Por que é tão importante não desperdiçar água no uso cotidiano?” Espera-se que eles respondam, após todo este trabalho, entre outras coisas, que toda a água usada por nós passou por um tratamento antes do uso e que esse esgoto gerado terá de ser tratado para não poluir os rios, lagos e oceanos. E tudo isso tem um custo econômico, ambiental e social muito elevado.

d. Avaliação

O professor pode avaliar os cartazes confeccionados pelos grupos no início, pedir que os estudantes façam um breve relatório do experimento feito. Também pode pedir que eles elaborem um texto sobre as visitas ou vídeos.

PARA FINALIZAR...

Um tema como a água é muito amplo e permite a abordagem de um enorme leque de conteúdos científicos. Neste capítulo inicial, fizemos um pequeno recorte, abordando aspectos mais relacionados aos tratamentos de água e de esgotos, com o propósito de contribuir para que o aluno se aproprie de alguns conhecimentos que futuramente poderão facilitar o exercício de sua cidadania.

As estratégias escolhidas para o desenvolvimento da atividade buscaram a participação ativa do aluno como uma premissa básica, uma vez que é fundamental que o aprendiz reconstrua ativamente o conhecimento para se alcançar a aprendizagem significativa. A atividade proposta pode ser aplicada em qualquer série do ciclo II, desde que sejam feitas algumas adequações no seu aprofundamento, de acordo com a faixa etária dos alunos.

Dada a riqueza e importância do tema, no capítulo final do livro o retomaremos, abordando outros conteúdos e aplicando outra metodologia bastante diversa.

1.4. SUGESTÕES DE LEITURA E SITES

No site da Sabesp (www.sabesp.com.br) há muito material interessante sobre água, inclusive os vídeos mencionados na Seção 1.3, que podem ser baixados gratuitamente no referido site, link Sociedade e Meio ambiente, link educação, videoteca, baixar vídeo, formulário e vídeo “Tratamento de Água e Esgoto”. Nesse mesmo link, há outros vídeos interessantes, como o “Água: o desafio do século XXI” (que está dentro do conjunto “Água 4 vídeos”), que apresenta um panorama bem amplo sobre a problemática da água, envolvendo seus mais diversos aspectos.

No mesmo site, merecem destaque quatro animações muito interessantes, três sobre o tratamento de água e de esgoto, respectivamente nas páginas:

<http://site.sabesp.com.br/uploads/file/flash/tratamento_agua.swf>;

<http://site.sabesp.com.br/uploads/file/flash/tratamento_esgoto_liquido.swf>;

<http://site.sabesp.com.br/uploads/file/flash/tratamento_esgoto_solido.swf>

e a quarta que calcula o consumo de água na residência:

<<http://www.sabesp.com.br/CalandraWeb/animacoes/index.html>>

Para obter conhecimentos mais aprofundados sobre o tema discutido no capítulo, recomendamos também:

BRANCO, S. M. **Água**: origem, uso e preservação. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2003.

CAVINATO, V. M. **Saneamento básico**: fonte de saúde e bem-estar. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2003.

CLARKE, R.; KING, J. O atlas da água. São Paulo: Publifolha, 2005.

REBOUÇAS, A. C. org. **Águas doces no Brasil**, 3. ed. São Paulo: Escrituras, 2006.

1.5. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

BRASIL. MMA/CONAMA. Resolução nº 357 de 17/03/2005. Disponível em:<<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 19 dez. 2010>.

<<http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaoId=140>> Acesso em: 21 nov. 2010.

BONACELLA, P.H.; MAGOSSI, R.M. **Poluição das águas**. São Paulo: Moderna, 2003.

BRASIL, Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: Ciências Naturais**. Brasília: MEC/ SEF, 1998.

GEPEQ, IQ-USP. **Experiências de Química**. Apostila elaborada como material do Laboratório Aberto. São Paulo, 1993.

IBGE. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico: 2000**. Rio de Janeiro: IBGE, 2000. Disponível em:<<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb/pnsb.pdf>>. Acesso em 04 out. 2010.

ISA. **Almanaque Brasil socioambiental: 2008**. São Paulo: ISA, 2008.

MOREIRA, M. A. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Editora da UnB, 2006.

SABESP. Folheto ETA ABV. São Paulo, 1997.

SÃO PAULO. **Proposta curricular do estado de São Paulo: Ciências**. São Paulo: SEE, 2008.

SPERLING, M. V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**, 2. ed. v.1. Belo Horizonte: Desa, UFMG, 1996.

