

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Faculdade de Educação
CECIMIG – Centro de Ensino de Ciências e Matemática de Minas
Gerais

**O ensino de ecologia aquática numa
perspectiva CTS: um relato de experiência.**

Magno Inácio dos Santos

Belo Horizonte
2013

Magno Inácio dos Santos

**O ensino de ecologia aquática numa
perspectiva CTS: um relato de experiência.**

**Monografia apresentada ao Curso
de Especialização ENCI-UAB do
CECIMIG FaE/UFMG como
requisito parcial para obtenção de
título de Especialista em Ensino
de Ciências por Investigação.**

**Orientadora: Patrícia Celeste da
Silva Delgado**

Belo Horizonte

2013

À minha esposa Luciana, pelo grande incentivo ao meu crescimento profissional e pelos dias de “mãe” em diversos momentos dedicados a mim.

AGRADECIMENTOS

Ao Senhor, pelo dom da vida, pela proteção e Sua presença constante, e por me dar força e inspiração nos momentos difíceis na caminhada rumo à conclusão de mais uma etapa da minha vida;

Aos meus pais, Anilton e Isa, que me ensinaram a viver;

À minha esposa Luciana e meus filhos Pedro e Eduardo, que me proporcionam força e amor em todos os momentos;

À minha tutora e orientadora Patrícia por estes dois anos de aprendizado e pela paciência nos últimos tempos;

Às “magnetes” Daniela, Franciele, Luiza, Marcela e Mariana, que me ajudaram muito no desenvolvimento deste trabalho;

Aos meus alunos e colegas da escola que colaboraram nas atividades desenvolvidas;

Enfim, aos amigos, por todos os momentos de diversão.

"Desaprender para aprender.
Apagar para escrever em cima.
Houve um tempo em que eu
pensava que, para isso, seria
preciso nascer de novo, mas hoje
sei que dá pra renascer várias
vezes nesta mesma vida. Basta
desaprender o receio de mudar".

(Martha Medeiros)

RESUMO

Este trabalho aborda a participação de uma turma de estudantes do terceiro ano do ensino médio nas atividades do projeto *Água em Foco*, vinculado ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID). O trabalho relata a experiência do trabalho desenvolvido numa perspectiva CTS, a qual envolveu os alunos no processo de pesquisa, através de atividades que abrangem os parâmetros de avaliação dos ecossistemas aquáticos.

Ao longo de um bimestre os estudantes realizaram atividades propostas na apostila do projeto que incluíam as medidas de pH, oxigênio dissolvido e turbidez da água, presença de coliformes e autodepuração. Num segundo momento foi realizado um trabalho de campo na lagoa da Pampulha, para fazer a coleta de cianobactérias e sua identificação. Em seguida houve a discussão de dois casos de ocorrência de cianobactérias em reservatórios de água e suas implicações no consumo humano. Também foi feita a discussão acerca do processo de poluição da Lagoa da Pampulha- MG/Brasil e a influência no seu ecossistema, em uma audiência junto à câmara dos vereadores de Belo Horizonte. A audiência permitiu aos estudantes falarem sobre a experiência obtida e suas impressões acerca da participação nas atividades realizadas nas aulas de biologia. Para inferir sobre a aprendizagem dos estudantes foi aplicado um questionário semiestruturado depois do término das atividades do bimestre, onde foi possível avaliar as opiniões a respeito das mesmas.

Os resultados obtidos através das respostas ao questionário sugerem que a realização de atividades diferenciadas desperta nos alunos maior motivação para os temas das aulas de biologia, levando o aluno a incorporar o conhecimento ao seu dia-a-dia.

Palavras-chave: Relato de experiência, *Água em Foco*, PIBID, CTS.

LISTA DE SIGLAS

APEC - Ação e pesquisa em Educação e Ciências

CBC – Currículo básico comum

CECIMIG - Centro de Ensino de Ciências e Matemática de Minas Gerais

CENFOP – Centro de Formação Pedagógica

CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade

ENCI – Ensino de Ciências por Investigação

PIBID – Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência

SEE-MG – Secretaria de Estado da Educação de Minas Gerais

UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais

SUMÁRIO

I – INTRODUÇÃO	09
JUSTIFICATIVA	12
OBJETIVOS	12
REFERENCIAL TEÓRICO	12
CTS	12
II – RELATO DA EXPERIÊNCIA	15
DAS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS.....	15
OXIGÊNIO DISSOLVIDO	16
PH	17
TURBIDEZ	18
COLIFORMES	19
AUTODEPURAÇÃO	21
TRABALHO DE CAMPO	22
AUDIÊNCIA NA CÂMARA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE	25
OPINIÃO DOS ESTUDANTES	26
ANÁLISE DOS DADOS	27
III – CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35

ANEXO A – Roteiros experimentais da apostila Água em Foco.

ANEXO B – Atividade de coleta e identificação de Cianobactérias

ANEXO C – Trabalho de campo

ANEXO D – Instrumento de avaliação de opiniões

I – INTRODUÇÃO

Este trabalho apresenta um relato de experiência decorrente das ações desenvolvidas no projeto *Água em Foco* (PIBID-FAE/UFMG), com estudantes do terceiro ano do ensino médio, de uma turma composta de 30 alunos que moram nos bairros do entorno da lagoa da Pampulha, numa escola da rede estadual de ensino localizada na mesma região. O projeto *Água em foco* busca a investigação de um problema real, relacionado à qualidade da água da Lagoa da Pampulha, a partir dos conhecimentos adquiridos em atividades propostas e desenvolvidas na escola (MORTIMER, COUTINHO & SILVA, 2012). As atividades foram operacionalizadas a partir da apostila *Água em Foco*, elaboradas a partir de pressupostos vinculados à concepção da investigação de um problema real (MORTIMER et al., 2012).

Este tipo de trabalho se torna importante ao se constatar que a prática do dia-a-dia da sala de aula leva a uma reflexão sobre o objetivo do educador: como ensinar e o que realmente é necessário ensinar? Em vista disso é necessária a busca constante do aprimoramento e a adequação às novas práticas educacionais integradas à ciência, à tecnologia e a sociedade. Dessa forma, a importância do trabalho é compreender como se dá a integração dos eixos ciência-tecnologia-sociedade através de atividades investigativas.

Atualmente os resultados das pesquisas em ensino de ciências têm mostrado a necessidade de uma reflexão mais crítica a respeito dos processos de produção do conhecimento científico-tecnológico e a forma como afeta a sociedade e a qualidade de vida da população. De acordo com vários pesquisadores,

[...] saber como os ambientes naturais funcionam e como a vida se mantém e se renova contribui para a formação da cidadania. Afinal o saber biológico pode mudar nossa atitude em relação ao modo pelo qual pessoas e instituições utilizam os recursos naturais e tecnológicos disponíveis [...]. (APEC, 2003, p.47).

Dessa forma, o uso da tecnologia, associada aos fatores sociais e culturais, auxilia os estudantes no desenvolvimento das competências voltadas principalmente para a abordagem, domínio e compreensão dos processos naturais. Essa característica da abordagem didática numa perspectiva CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) busca

relacionar as ciências da natureza com seus aspectos socioculturais ou discussões oriundas das ciências humanas.

As atividades investigativas¹, por sua vez, podem adquirir diferentes configurações ou tipologias:

[...] práticas - experimentais, de campo e de laboratório; de demonstração; de pesquisa; com filmes; de simulação em computador; com bancos de dados; de avaliação de evidências; de elaboração verbal e escrita de um plano de pesquisa, entre outros. (LIMA et al., 2008, p.89).

Apesar das diferentes configurações que podem ser adotadas em uma atividade investigativa, devemos levar em conta as perspectivas da adoção dessas estratégias em uma abordagem CTS. É necessário considerar um aprendizado integrado com a realidade em que o indivíduo vive, e, a partir dessa conexão entre as ciências e as situações cotidianas, fornecer oportunidades para o estudante interagir com o meio, utilizar os conhecimentos adquiridos e discutir formas de solucionar os problemas relevantes da sociedade. Essa perspectiva, entretanto, não deve ser desvinculada da disciplina científica, estratégia relevante na edificação do conhecimento (GIL-PÉREZ et al., 2001), mas essa lógica não deve limitar as ações do aluno.

Sendo assim, a proposta de se lançar mão de uma atividade investigativa é aproximar o trabalho científico do estudante, apresentando situações de caráter desafiador, de modo que eles sejam encorajados a levantar questões, fazer previsões, propor experimentos que busquem testar uma dada hipótese, a observar características, refletir criticamente sobre todo o percurso investigativo e apresentar as suas ideias (FERNANDES & SILVA, 2004).

Aprofundar a compreensão acerca das atividades investigativas no cotidiano escolar é uma questão complexa, que também envolve a formação do professor (BORGES & FONTOURA, 2010). Nesse sentido, o projeto *Água em Foco*, vinculado

¹ As atividades investigativas são estratégias, entre outras, que o professor utiliza para diversificar sua prática no cotidiano escolar. Elas englobam quaisquer atividades basicamente centradas no aluno que possibilitam o desenvolvimento da sua autonomia e capacidade de tomar decisões, de avaliar e de resolver problemas, apropriando-se de conceitos e teorias das Ciências da natureza (P. M. de IPATINGA, 2011).

ao Programa de Bolsas de Iniciação à Docência² (PIBID), traz importantes contribuições ao discutir conteúdos científicos a partir de uma abordagem que leva em consideração as relações entre Ciências-Tecnologia-Sociedade (SILVA & MORTIMER, 2012), possibilitando ao professor e os alunos do ensino médio uma maior vivência das atividades científicas, sendo destacadas aquelas desenvolvidas fora do espaço limitado da sala de aula. Nesse contexto, a escola passou a fazer parte do projeto PIBID – Biologia UFMG. Torna-se cada vez mais importante esse tipo de trabalho, desenvolvido também de acordo com orientações do CBC (SEE-MG, 2006), que destaca, entre outras, a possibilidade do estudante ser protagonista no processo de ensino aprendizagem, levando-o à sensibilização em relação aos problemas e a dinâmica do mundo em que vivemos.

Durante a realização do projeto *Água em Foco* na escola, os estudantes tiveram a oportunidade de desenvolver as atividades propostas na apostila com o objetivo de investigar um problema real, monitorando a qualidade da água da Lagoa da Pampulha, a partir dos conhecimentos que foram adquiridos em sala de aula. Especificamente, ao longo de um bimestre, os estudantes realizaram atividades que incluíam as medidas de pH, oxigênio dissolvido e turbidez da água, presença de coliformes e autodepuração. Num segundo momento foi realizado um trabalho de campo na lagoa da Pampulha, onde foi utilizado o Protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats (CALLISTO et al., 2002) e também a coleta de cianobactérias e sua identificação em laboratório. Em seguida houve a discussão de dois casos de ocorrência de cianobactérias em reservatórios de água e suas implicações no consumo humano. Tais atividades proporcionaram ao estudante a oportunidade da coleta de material sua análise, além do questionamento dos resultados obtidos, buscando melhorar suas percepções em relação ao tema ecologia nos ecossistemas aquáticos.

Este trabalho apresenta o processo de construção e as experiências vivenciadas a partir dessas aulas, em que estudantes foram levados a pesquisar e elaborar explicações científicas sobre o conteúdo de ecologia abordado no ensino de Biologia.

² O PIBID está inserido na estrutura de ideias sobre formação docente contemporânea e prioriza a prática da docência como componente fundamental para o aprendizado do futuro professor (FERNANDES & MUNFORD, 2012).

Justificativa

O ensino de ciências não pode se desarticular de um projeto humanista visto que o Humanismo³ é definido como um conjunto de ideais e princípios que valorizam as ações humanas. Nesse sentido, as propostas mais adequadas para um ensino de ciências coerentes com tal direcionamento favorecem uma aprendizagem comprometida com as dimensões sociais, políticas e econômicas que permeiam as relações entre ciência, tecnologia e sociedade humana (SANTOS, 2006).

Sendo assim, talvez, a aproximação entre a “ciência da escola” e a “ciência dos cientistas” perpassa pela compreensão do fato de que ela se apoia mais nos aspectos práticos ou no entendimento das novas tecnologias do que no entendimento de teorias científicas complexas (LACANALLO, 2005).

Dessa forma, pretendemos discutir questões referentes ao uso da abordagem CTS para uma formação cidadã mais efetiva, em particular, no contexto do ensino de ciências.

Objetivos

Relatar as experiências relacionadas ao desenvolvimento de atividades investigativas nas aulas de Biologia a partir da participação dos estudantes no projeto *Água em Foco*, envolvendo os estudantes no processo de pesquisa, através de atividades simples e objetivas, destacando a preservação dos ecossistemas aquáticos e de suas nascentes, além do impacto causado por alterações antrópicas.

Avaliar a percepção dos estudantes acerca do impacto humano sobre as águas após o desenvolvimento de atividades práticas numa abordagem CTS.

Referencial teórico

CTS

O movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) caracteriza, ao longo dos últimos anos, uma mudança na concepção do ensino de ciências, sendo que uma grande

³ O humanismo, via de regra, é um comportamento ou uma atitude que exalta o gênero humano. Sob esta concepção, a arte, a cultura, a ciência, o desporto e as atividades humanas em geral tornam-se transcendentais. Enquanto movimento intelectual surgido na Europa durante o século XV, o humanismo promoveu a formação integral do indivíduo.

quantidade de artigos relacionados ao tema foi publicada desde os anos 1980. Até esse período a maioria das instituições de ensino adotava o modelo tradicional⁴ e, em relação ao ensino de ciências, os professores reproduziam os conhecimentos científicos que, por sua vez, eram inquestionáveis. A abordagem em Ciência, Tecnologia e Sociedade, internacionalmente, se iniciou a partir da década de 1960, e, no Brasil, tornou-se expressivo a partir do final dos anos 1970, paralelamente ao surgimento dos movimentos ligados ao meio ambiente (CONRADO & EL-HANI, 2010).

Dessa forma, as motivações para o surgimento do movimento CTS foram:

A impressão negativa das consequências da industrialização (principalmente devido aos impactos ambientais e sociais); e os questionamentos sobre o papel social e as consequências da atividade científica e dos produtos tecnológicos. (CONRADO & EL-HANI, 2010 P.05).

Nesse contexto, a abordagem voltada para Ciência, Tecnologia e a Sociedade surgiu para questionar os valores, os interesses e a ideologia envolvidos nessa relação. O ensino busca, então, a formação de cidadãos capazes de participar das discussões acerca do desenvolvimento científico-tecnológico e influenciar nas decisões de interesse da sociedade (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007). Dessa forma, esse movimento foi adotado e vem sendo incorporado nos sistemas educacionais em vários países como uma alternativa curricular ao modo tradicional de ensino de ciências conforme é mais bem entendido (LIMA, MARTINS & MUNFORD, 2008).

No Brasil, à partir da década de 1980, importantes pesquisadores como Krasilchik (1988), Trivelato (1992), Mortimer e Machado (2003), Pinheiro; Silveira & Bazzo (2007), Lima; Martins & Munford (2008), Conrado & El-Hani (2010), entre outros, publicaram um bom volume de artigos relacionados ao movimento CTS. Essa concepção transcende um método específico ou mera abordagem no ensino de ciências, vai mais além, propondo a discussão de novas metodologias que buscam aproximar a tecnologia que avança em escala mundial, permeada pelo acúmulo de informações e, como diz Lima et al. (2008) pela rapidez com que estas são socializadas e descartadas.

⁴ O modelo tradicional de ensino enfatiza a transmissão do conteúdo, priorizando o conteúdo disciplinar e não os processos de aprendizagem do aluno (MIZUKAMI, 1986).

O modo como a sociedade se apropria da tecnologia e do conhecimento científico ganha, nos dias atuais, uma dimensão nunca antes imaginada. Se por um lado as possibilidades do seu uso permitem ao homem um novo estilo de vida e pensamento, de certa forma também causa perplexidade e desconforto diante da constatação de que há uma necessidade permanente de buscar novos conhecimentos.

É importante ressaltar o fascínio que as novas descobertas exercem sobre o homem e sua sociedade. Nunca se apresentaram e foram debatidos pelos cidadãos tantos temas ligados a ciência e tecnologia, tais como o desenvolvimento e uso de animais e plantas transgênicos, a clonagem, a descoberta de planetas extrassolares, a síntese de novos elementos químicos e substâncias, a mobilização popular através das redes sociais, etc. Afinal se tem a percepção de que quanto mais se adquire tecnologia e conhecimento, mais perguntas tem que ser respondidas.

Diante de tal cenário, a importância do movimento CTS é descrita como:

A preocupação com a formação geral de todos os indivíduos para o exercício da cidadania tem levado à proposição de novos currículos, bem como de materiais didáticos mais atualizados e à formação de uma nova consciência pedagógica dos docentes quanto ao ensino que praticam. (LIMA, MARTINS & MUNFORD, 2008, P.49-50).

Ora, levando-se em consideração o significado de cidadania, é necessário que os professores de ciências promovam a formação cidadã em suas aulas, de forma que o estudante seja capaz de interagir nos debates que envolvem o desenvolvimento tecnológico e os questionamentos científicos, sendo capazes de manifestar opinião a seu respeito e influenciar nas decisões que afetam a sociedade humana.

Sendo assim, Santos & Mortimer (2002), dentre outros, destacam que o ensino de ciências numa perspectiva de Ciência-Tecnologia-Sociedade proporciona a integração entre o conhecimento científico e o dia-a-dia do indivíduo, levando-o à reflexão e debate acerca das implicações científico-tecnológicas relacionadas aos aspectos sociais.

II – RELATO DA EXPERIÊNCIA

Das atividades desenvolvidas

As atividades foram desenvolvidas na disciplina de Biologia, em uma turma do terceiro ano do Ensino Médio do turno da tarde, de uma escola da rede estadual de ensino, em Belo Horizonte, localizada a um quarteirão da lagoa da Pampulha. Os estudantes também são, em sua grande maioria, moradores dos bairros localizados no entorno da lagoa e a frequentam nas suas atividades de lazer. É importante ressaltar também que os alunos passaram a contar com aulas de laboratório de biologia apenas no ano de 2012.

Inicialmente foram apresentadas aulas expositivas cujo objetivo foi apresentar o tema ecologia aquática dentro dos eixos temáticos Energia e Biodiversidade do CBC (SEE-MG, 2006), segundo o programa da disciplina.

A próxima etapa consistiu na apresentação do projeto *Água em foco* e explicação do seu objetivo para os estudantes que é a investigação de um problema real, relacionado à qualidade da água da Lagoa da Pampulha, a partir dos conhecimentos adquiridos nas aulas de ecologia, utilizando atividades práticas e discussão dos seus resultados.

A turma foi então, dividida em cinco grupos (G01 a G05), cada qual responsável pela realização de uma prática, referente a um dos parâmetros de análise de água: pH⁵ (G01), oxigênio dissolvido⁶ (G02), turbidez⁷ da água (G03), presença de coliformes⁸

⁵ O Potencial Hidrogeniônico consiste num índice que indica a acidez, neutralidade ou alcalinidade de um meio, determinado pela concentração de íons de Hidrogênio (H⁺). Quanto menor o pH de uma substância, maior a concentração de íons H⁺ e menor a concentração de íons OH⁻. Um valor de pH muito ácido ou muito alcalino, em geral, está associado à presença de despejos industriais.

⁶ O agente oxidante mais importante em águas naturais é o oxigênio dissolvido, O₂ (Baird, 2002). O OD é necessário para a respiração de micro-organismos aeróbicos, bem como outras formas aeróbicas de vida.

⁷ Este parâmetro está relacionado ao fato de que uma água muito turva apresenta baixa capacidade de penetração da luz e compromete a fotossíntese das plantas aquáticas, afetando diretamente esse ecossistema.

⁸ A medida da concentração de Coliformes nas águas pode estabelecer um parâmetro indicador da existência de possíveis micro-organismos patogênicos. A presença de coliformes em um corpo d'água significa, pois, que essa água recebeu matérias fecais ou esgotos.

(G04) e autodepuração⁹ (G05), sendo cada grupo acompanhado por uma estagiária do PIBID e pelo professor. Como a classe possuía 30 estudantes, a configuração que se observou foi de cinco grupos de seis alunos que deveria, então, organizar-se para a coleta de informações e preparação da realização das atividades.

De acordo com a sequência da apostila *Água em Foco* (roteiros experimentais – Anexo A), para a realização das atividades, procurou-se seguir três etapas distintas: o início, onde ocorreu uma discussão com os alunos para introdução do assunto que seria trabalhado e para levantamento das possíveis concepções que os mesmos possuíam a respeito do tema e, a seguir, ocorreu a discussão de exemplos e respostas às questões propostas; desenvolvimento, onde o grupo responsável pela atividade preparava o material e, com a ajuda da estagiária do PIBID, realizava os experimentos, conforme o roteiro da apostila; e a discussão, onde a atividade realizada era confrontada com os exemplos do cotidiano para que os alunos assimilassem o conteúdo mais facilmente e principalmente para que relacionassem a atividade com seu dia-a-dia.

Em relação ao desenvolvimento, entre cada etapa do experimento, as dúvidas levantadas eram discutidas e, se necessária a intervenção do professor, a questão era explicada para a sala inteira. As discussões, por sua vez, eram debatidas nas aulas posteriores.

Oxigênio dissolvido

A primeira atividade desenvolvida abordou o parâmetro “Oxigênio dissolvido”. Seguindo a proposta da apostila *Água em Foco* inicialmente foram apresentados argumentos sobre a importância da mensuração dessa substância nos ambientes aquáticos através de questões como:

Em regiões próximas à Linha do Equador, as temperaturas de alguns lagos podem chegar a 28° C. Considerando que em temperaturas próximas a 30° C a quantidade de O₂ dissolvido é baixa, quais seriam as estratégias desenvolvidas pelos organismos aquáticos para sobreviverem em ambientes com baixos teores de O₂? (MORTIMER et al., 2012, p.21).

⁹ A água tem um mecanismo natural de recuperação chamado autodepuração que é realizada por meio de processos físicos (diluição, sedimentação), químicos (oxidação) e biológicos que se completa com a reposição do oxigênio dissolvido devido ao processo de poluição.

...e também:

Outra questão para pensar...

Se o aumento da salinidade diminui a solubilidade de O₂ na água, como fazem para sobreviver as plantas que se desenvolvem nos mangues? (MORTIMER et al., 2012, p.21).

Na realização desta atividade prática houve muitos questionamentos e decepções, uma vez que não foram alcançados os resultados esperados. Essa falha, apurada posteriormente pelo grupo G01, ocorreu pela titulação errada em decorrência de um equívoco na preparação dos reagentes cujos valores foram informados de modo errado no roteiro.

A ocorrência desta falha foi muito proveitosa, uma vez que proporcionou aos estudantes a busca e discussão de explicações que pudessem solucionar o problema. Dentre as possíveis explicações foi sugerida a possibilidade de troca das substâncias utilizadas ou mesmo a contaminação dos frascos. Alguns alunos apontaram que os dados dos reagentes poderiam ter sido informados de forma incorreta na apostila.

Potencial Hidrogeniônico (pH)

A segunda atividade foi sobre o uso do pH como parâmetro físico-químico da água e sua influência em ambientes aquáticos. A introdução abordou questões do tipo: por que os peixes não reproduzem em pH baixo? E também a importância do pH nos processos biológicos, com apresentação e interpretação de valores em tabelas e gráficos.

A atividade prática constituiu-se do preparo de extrato de repolho roxo (figura 1) e construção da escala de pH.



Figura 1: Preparo de extrato de repolho roxo.

Os resultados (Figura 2) obtidos na atividade foram apresentados pelos integrantes do grupo G02 na aula seguinte e discutidos com a participação da turma.



Figura 2: Resultado da escala de pH.

Um questionamento interessante foi apontado por um aluno em relação ao consumo de refrigerantes de cola e a relação com a fragilidade dos ossos. O aluno G. perguntou:

G. - *“Se uma pessoa bebe muita coca-cola®, então ele tem os ossos mais fracos do que quem não bebe?”*.

No calor da discussão sobre o problema alguns alunos se lembraram das atividades práticas realizadas em anos anteriores, como por exemplo, uma em que se coloca um osso de frango em um copo de refrigerante de coca-cola®.

Turbidez

A terceira atividade envolveu o estudo de Turbidez da água, que também é um parâmetro de qualidade das águas. Nessa atividade os alunos puderam observar a importância que a medida de turbidez tem para os ecossistemas aquáticos.

Além da discussão das questões apresentadas na apostila, esta atividade consistiu inicialmente em se construir um aparelho para se medir a turbidez (turbidímetro) utilizando materiais simples como garrafas plásticas de água mineral, esmalte e fita adesiva transparente da seguinte forma: a primeira garrafa foi cortada na segunda metade superior e a parte de cima descartada. Na segunda garrafa foi cortado o fundo e em seguida, retirada a parte superior cortando-a, aproximadamente, a 12 cm da base. A

segunda garrafa foi encaixada na primeira utilizando o lado mais fino, sem amassar a garrafa. Da terceira garrafa o fundo também foi retirado e em seguida, cortada a parte superior. O corte foi feito perto do gargalo da garrafa, aproximadamente, a 15 cm da base. As partes foram, então, encaixadas. Os esmaltes foram usados para pintar o fundo dividindo-o em quatro partes alternadamente em branco e preto. O tubo foi graduado a partir de sua base.

Após a construção do turbidímetro o grupo G03 demonstrou (Figura 3) o seu funcionamento, conforme roteiro da apostila, utilizando duas amostras: uma de água barrenta e outra de água da lagoa que foi coletada pelo professor.



Figura 3: Medindo a Turbidez da água.

Os resultados obtidos na atividade foram apresentados pelos integrantes do grupo G03 na aula seguinte e a discussão despertou algumas dúvidas como, por exemplo: o porquê de alguns rios, mesmo apresentando uma água muito barrenta, esse fator não afeta o seu ecossistema causando mortandade de peixes?

Coliformes

A atividade seguinte envolveu a determinação da presença de coliformes nas águas. Na discussão inicial, o grupo G04 abordou a diferença entre coliformes totais e fecais, discutindo a presença desses parâmetros no relatório fiscal da companhia de saneamento (conta de água) e seu significado (Figura 4).



Figura 4: Explicação sobre coliformes.

A seguir, o grupo realizou a atividade da apostila que consistiu em analisar duas amostras de água para a detecção da presença de coliformes totais e *Escherichia coli* utilizando um COLItest®¹⁰. O teste foi qualitativo, não sendo possível verificar quantitativamente o grau de contaminação das amostras analisadas. Os resultados foram verificados pela turma na aula seguinte (Figura 5), devido ao tempo necessário para o desenvolvimento dos micro-organismos e a seguir a discussão foi realizada observando-se os frascos com as amostras e o grupo controle.



Figura 5: Resultado de COLItest®.

¹⁰ O COLItest® consiste num sachê contendo meio de cultura que deve ser adicionado a amostra de água. A solução apresenta coloração púrpura. O resultado teste é considerado negativo quando não houver alteração de cor púrpura para amarelo. Quando houver alteração de cor púrpura para amarelo, o resultado é positivo para coliformes totais e *E. coli*.

Na figura 5 observam-se três frascos contendo: a amostra recém-misturada (frasco da esquerda), amostra controle feita com água destilada (frasco do meio), e amostra com água contaminada (frasco da direita).

Autodepuração

Esta atividade foi desenvolvida para a observação do processo de autodepuração que ocorre nos rios e águas correntes. Inicialmente o grupo G05 discutiu sobre as tentativas de recuperação de cursos d'água, argumentando que é um tema relevante e de extrema importância para que um desenvolvimento sustentável se mostre possível. Os alunos também falaram que conhecer os mecanismos naturais de recuperação destes cursos é uma forma de amenizar impactos pontuais e em pequena escala, possibilitando a utilização de recursos naturais dentro da capacidade do meio de restituí-los.

Para demonstrar como esse processo ocorre na prática os alunos construíram um sistema utilizando materiais comuns como garrafas PET transparentes, cola quente, mangueira com água, frascos de corante ou suco em pó e uma bacia grande, da seguinte forma: foram retirados o fundo e a boca das garrafas e, em seguida, elas foram cortadas longitudinalmente. Com a cola quente, cada peça foi colada a outra, formando uma calha.

A seguir a calha foi colocada em uma posição levemente inclinada e na parte superior da calha foi colocada a mangueira escorrendo a água, simulando um rio. Então foi despejado o corante líquido em um ponto próximo à extremidade mais alta.

Mantendo a quantidade de água escorrendo foi aumentada a quantidade de corante despejado. Em seguida foi diminuindo o volume de água mantendo-se a quantidade de corante líquido. Em um ponto abaixo de onde o corante estava sendo despejado, um dos alunos despejou cerca de 2 litros de água limpa, simulando um afluente do rio principal.

A bacia foi colocada na extremidade inferior da calha, para simular o que acontece em uma Lagoa. A água e o corante continuaram sendo despejados constantemente, até que a água da bacia ficasse turva.

Enquanto a prática era realizada foi solicitado que os alunos preenchessem a tabela 1 de acordo com as suas observações.

Tabela 1- Anotação das observações da atividade de autodepuração.

Situação	Observações
Água com pouco corante	
Água com muito corante	
Pouca água e muito corante	
Adição de água limpa	
Em uma Lagoa	

As observações anotadas pelos alunos foram discutidas na aula seguinte. Durante a discussão surgiram algumas perguntas que suscitaram dúvidas na elaboração das respostas, como por exemplo, a feita pela aluna M. e pelo aluno P.:

M. - *“Se o processo de autodepuração ocorre em todos os rios, por que alguns têm águas barrentas constantemente, como o rio Solimões?”*.

P. – *“A autodepuração também ocorre em rios canalizados como o Arrudas?”*.

Trabalho de campo

A sexta atividade envolveu um trabalho de campo com a ida dos alunos à Lagoa da Pampulha localizada em Belo Horizonte, MG/Brasil. Para a realização desta atividade os alunos tiveram duas aulas de preparação onde foram apresentados os aspectos gerais dos procedimentos e cuidados para a realização da coleta de cianobactérias.

As atividades foram realizadas em duas etapas, onde um grupo composto por cinco representantes dos grupos G01 a G05 ficou responsável pela coleta de amostras de algas usando uma rede de nylon de 30 µm de malha e os outros estudantes aplicaram o *Protocolo de avaliação de diversidade de habitats* (CALLISTO et al., 2002) (anexo C). Esse protocolo teve como objetivo avaliar as características das águas da represa como:

temperatura, odor, oleosidade, presença de lixo, características da vegetação, profundidade do ponto observado, etc.



Figura 6: Trabalho de campo na lagoa da Pampulha.

A aplicação do protocolo foi feita em três pontos distintos sendo: ponto 01- córrego Olhos d'Água; ponto 02 – Av. Otacílio Negrão de Lima próximo ao nº 14744; ponto 03 - Av. Otacílio Negrão de Lima próximo ao nº 13120. O deslocamento até os locais foi feito a pé a partir da escola, localizada a um quarteirão da lagoa da Pampulha. Os estudantes foram instruídos a observar as características que a lagoa apresentava ao longo do percurso, tais como: a presença de animais, tipo de plantas encontradas nas margens e espécies aquáticas, além da quantidade e tipo de lixo.



Figura 7: Aplicação do protocolo.

Após a coleta das cianobactérias na lagoa, as amostras foram preservadas em recipiente protegido da luz (Figura 8), e colocado em uma caixa de isopor com gelo,

conforme orientações sobre preservação de amostras biológicas, e, em seguida, levadas ao laboratório de biologia da escola.



Figura 8: Amostras de cianobactérias coletadas.

A seguir, procedeu-se a preparação do material coletado (Figura 9) para observação das lâminas em microscópio óptico e identificação dos gêneros frequentemente encontrados na lagoa (FIGUEIREDO, comunicação pessoal) por comparação com figuras da do roteiro de coleta e identificação de cianobactérias (Anexo B).



Figura 9: Preparação das amostras de cianobactérias.

Nesse estágio foi necessária a intervenção do professor porque os estudantes possuíam pouca ou nenhuma experiência no processo, uma vez que passaram a contar com as aulas de laboratório apenas no ano de 2012.



Figura 10: Estudante identificando amostras.

Na aula seguinte ao trabalho de campo os grupos apresentaram os resultados tabulados e houve a apresentação dos pareceres sobre o processo de eutrofização da lagoa, além da discussão sobre a quantidade de lixo e esgoto não tratado entrando na lagoa como foi verificado pelo grupo que acompanhou a aplicação do protocolo no córrego Olhos d'Água.

Em outro momento foram discutidos dois casos de ocorrência de cianobactérias em reservatórios de água e suas implicações no consumo humano. Os alunos apontaram semelhanças e diferenças entre os casos discutidos e o caso da lagoa da Pampulha.

Após a finalização das atividades práticas foi promovida uma visita à Câmara Municipal de Belo Horizonte para que os estudantes trocassem experiências e debatesses questões referentes às atividades realizadas com foco na Lagoa da Pampulha junto ao poder público legislativo.

Audiência na Câmara Municipal de Belo Horizonte

Dentre as atividades utilizadas como estratégia para estimular a reflexão crítica dos estudantes sobre a ecologia foi feita a discussão acerca do processo de poluição da Lagoa da Pampulha- MG/Brasil e a influência no seu ecossistema, em uma audiência junto à câmara dos vereadores de Belo Horizonte. Essa audiência foi promovida como parte das atividades do projeto *Água em Foco*, e permitiu aos estudantes falarem sobre a experiência obtida e as impressões tiradas da participação nas atividades realizadas nas aulas de biologia.

Nesse sentido foram apresentados os resultados dos trabalhos de coleta e medição dos parâmetros da água realizados na Lagoa da Pampulha, à comissão de meio

ambiente da Câmara Municipal de Belo Horizonte assim como as suas impressões sobre como esses resultados refletem na qualidade de vida da população. Os alunos também puderam fazer perguntas direcionadas aos vereadores e ouvir deles os projetos voltados principalmente para a resolução dos problemas apontados como assoreamento da lagoa, o despejo de esgotos clandestinos e o tratamento das águas.

Esse trabalho buscou o envolvimento do estudante enquanto cidadão no processo de discussão das questões ambientais junto aos órgãos públicos. Uma questão importante sob a perspectiva de ensino CTS é que ser cidadão pressupõe não apenas a posse de direitos e deveres em uma sociedade, mas também o exercício consciente da democracia, que tem lugar quando os indivíduos são capazes de participar democraticamente da tomada de decisões, com o compromisso de uma ação social responsável, quando preparados para agir com senso de responsabilidade para resolver questões socioambientais atuais e futuros (SANTOS & MORTIMER, 2001).

Nesse contexto, Vilches (*apud* CONRADO & EL-HANI, 2010) aponta que uma formação científica para a cidadania deve proporcionar divulgação e entendimento do conhecimento científico para a participação efetiva dos indivíduos na sociedade.

Esses argumentos demonstram o quão importante é a proposta de uma educação que esteja centrada no desenvolvimento de habilidades, conhecimentos e atitudes que ajudem o cidadão compreender e argumentar com os especialistas sobre temas atuais tais como a clonagem, educação ambiental, organismos transgênicos, entre outros, que são temas recorrentes de discussão na sociedade atual (CONRADO & EL-HANI 2010).

Opinião dos estudantes

Para inferir sobre a aprendizagem dos estudantes foi aplicado um questionário semiestruturado (Anexo D – Instrumento de avaliação de opinião), depois do término das atividades do bimestre, no mês de julho de 2012. A aplicação do questionário foi uma atividade informal e os resultados buscaram a opinião dos estudantes sobre as atividades, a fim de embasar este trabalho. A partir do questionário, foram identificadas diferentes categorias de respostas, que uma vez organizadas, serviram de base para a compreensão de como se deu o aprendizado dos estudantes sobre o tema estudado.

Dessa forma, ao avaliar as impressões do estudante sobre as atividades é possível relacionar o conteúdo ensinado ao contexto em que ele está inserido.

Análise dos dados

Na questão 1 os alunos foram perguntados sobre “**qual a importância de se estudar ecologia?**” sendo identificadas duas categorias de respostas: 50% das respostas apontaram a aquisição do conhecimento e 1/4 dos estudantes disseram que era importante para se preservar e/ou cuidar do meio ambiente, conforme mostrado no gráfico 1. Assim, observou-se a presença de respostas prontas ou clichês que apontam uma tendência em manter respostas tradicionais, mesmo em uma atividade informal. No entanto, 25% dos alunos apresentaram outras respostas como:

A7 - *“Eu quero ser engenheiro florestal e preciso saber essa matéria....”*.

A22 - *“Não sei para quê serve...”*.

A11 - *“Quero entender como funciona um ecossistema e no futuro não poluir muito um ambiente”*.

A16 - *“Para passar de ano”*.

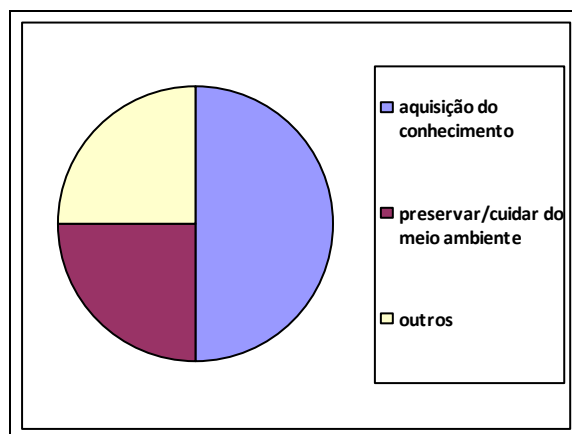


Gráfico 1: Importância de se estudar biologia.

Na questão 2A, a pergunta era: “**por que devemos estudar as condições dos corpos d’água?**” Houve uma diversidade de respostas prontas como por exemplo: “*é importante para a vida*”, e ainda, “*é preciso pensar no futuro*”. No entanto, apesar de já constar no cabeçalho da pergunta, as respostas mais citadas foram “*a preservação da água*” e “*a preservação da qualidade da água para os seres vivos*” o que demonstra uma consciência acerca da preservação desse recurso.

A questão 2B complementa o item anterior e busca relacioná-la ao conteúdo estudado durante as atividades quando pergunta: **“Quais as características da água que podem ser monitoradas em uma pesquisa?”** Cerca de 75% dos alunos citaram corretamente os parâmetros utilizados durante as atividades da apostila e outros 25% erraram a resposta. Podemos considerar uma boa média de acertos, o que demonstra que houve um bom aprendizado e os estudantes alcançaram um dos objetivos do ensino com caráter investigativo.

Na questão 2C, foi perguntado **“por que a manutenção das características físico-químicas da água é essencial à vida nos ecossistemas aquáticos?”** Vinte alunos associaram suas respostas à manutenção do equilíbrio ambiental e preservação das espécies do ecossistema aquático. Esse valor reforça os resultados das questões anteriores apontando para a qualidade da aprendizagem do conteúdo.

A questão 3 pede: **“Considerando os elementos que constituem o ecossistema aquático da lagoa da Pampulha, qual das alternativas abaixo você tomaria como o melhor exemplo de impacto nesse ambiente? Marque uma alternativa e justifique a sua escolha.**

- () **assoreamento e diminuição do espelho d’água.**
- () **crescimento excessivo de algas.**
- () **descarte de resíduos de metais pesados nos efluentes da lagoa.**
- () **lançamento de esgoto não tratado na lagoa.**
- () **mortalidade de peixes.**
- () **urbanização do entorno da lagoa.**
- () **uso da lagoa para pesca e nado.”**

Pode-se ver que a principal preocupação está voltada para o lançamento do esgoto não tratado nas águas da lagoa, conforme o tabela 2.

Tabela 2: Exemplo de impacto nas águas da lagoa da Pampulha.

Questão	Resposta	Quantidade
03 - Qual das alternativas abaixo você tomaria como o melhor exemplo de impacto nesse ambiente?	<i>Assoreamento</i>	05
	<i>Algas</i>	-
	<i>Metais pesados</i>	08
	<i>Esgoto</i>	11
	<i>Mortalidade de peixes</i>	02
	<i>Urbanização</i>	01
	<i>Uso da lagoa</i>	-
	<i>Nenhuma</i>	03

Aqui é notada a presença do conhecimento prévio do aluno associado ao conhecimento escolar, uma vez que as aulas complementaram a vivência que eles possuem por morarem na região do entorno da lagoa da Pampulha e terem conhecimento de que muitas residências descartam seus esgotos em córregos que são afluentes seus afluentes. Em virtude disso, os estudantes associam o mau cheiro e má qualidade das águas à mortandade de peixes e incidência de doenças nos frequentadores da lagoa.

A questão 4, complementar à questão 3, pedia para: **“o estudante organizar os exemplos da questão anterior em ordem crescente de importância para eles.”** Foi observado que o motivo de maior preocupação para eles se refere a presença de metais pesados na água, visto que são elementos que entram nesse ecossistema e podem alterar sua saúde, enquanto que, mesmo após a discussão a respeito da presença de cianobactérias nas águas e suas consequências, as algas foram classificadas como as menos importantes. Pode-se, dessa forma, notar que os alunos se mostram mais preocupados com elementos estranhos ao ambiente, como o despejo de esgoto e a presença de metais pesados, do que um elemento que faz parte dele – as algas, mas que em condições de desequilíbrio também pode afetar a saúde do ecossistema.

Na questão 5 era perguntado: **“O que o projeto “Água em foco” trouxe de novidade para o seu aprendizado na disciplina de biologia?”** e mais de 70% dos alunos associaram a novidade ao conhecimento e as técnicas usadas nos laboratórios. No entanto duas respostas chamaram a atenção por estarem relacionadas ao posicionamento crítico em relação às condições da lagoa da Pampulha como colocam os alunos:

A25 - “Me deu uma visão mais crítica e um conhecimento mais aprofundado para discutir os problemas da lagoa.”

A20 - “o projeto proporcionou a facilidade de entender como funciona um ecossistema e, agora, sei como dar minha opinião para tratar da poluição.”

Na questão 6: **“Você acredita que o modo com que o tema ecologia das águas foi desenvolvido contribuiu em maior ou em menor escala para facilitar a compreensão a respeito do monitoramento das águas? Explique como se deu esse aprendizado.”** vinte e dois alunos responderam que o modo como o tema foi desenvolvido contribuiu de modo significativo (maior escala) para a compreensão a

respeito do monitoramento das águas. Entre as explicações dos alunos, as aulas práticas foram apontadas como fator determinante do seu aprendizado como podemos ver na resposta dos estudantes:

A1 - “O aprendizado se deu por etapas, sendo a teoria explicada e no final era dada a parte prática [...]”;

A23 - “[...] o aprendizado aconteceu com experiências [...]”;

A19 - “[...] aprendemos através de aulas práticas.”.

Estes relatos reforçam a importância que as atividades práticas têm no aprendizado das ciências, pois aproxima o conteúdo e o estudante tornando o conhecimento mais palpável.

A questão 7 pediu ao aluno: “**Emita a sua opinião a respeito da atividade que você menos gostou e a que mais gostou. (O que achou/não achou interessante na atividade? Qual a dificuldade/facilidade encontrada na atividade? O que despertou/não despertou seu interesse pela atividade?)**”¹¹. Ela buscou relacionar o grau de satisfação do aluno com as atividades em relação ao seu aprendizado. Como se vê na tabela 3, grande parte atribuiu uma boa nota às atividades desenvolvidas.

Tabela 3: Notas atribuídas para as atividades desenvolvidas no projeto *Água em foco*.

<i>Nota</i>	Ph	Turbidez	Coliformes	Autodepuração	Cianobactérias	Protocolo
<i>0</i>	01	-	01	02	-	02
<i>1</i>	-	-	01	01	-	01
<i>2</i>	03	-	03	01	-	01
<i>3</i>	07	06	02	06	02	01
<i>4</i>	08	09	07	07	14	06
<i>5</i>	11	15	16	13	14	19

¹¹ Dentre as atividades desenvolvidas, a ida à câmara municipal não foi relacionada no questionário, pois foi realizada depois da sua aplicação.

Através desses dados, sintetizados no gráfico n^o2, pode-se ver que todas as atividades receberam em sua maioria notas 5 e 4 respectivamente. A atividade de aplicação do protocolo é a que apresenta maior distância entre a quantidade de notas mínima e máxima: enquanto um total de dezenove alunos atribuiu a nota máxima, apenas dois a avaliaram com nota zero. Em termos relativos, a atividade de coleta de cianobactérias recebeu a maior média de avaliação com vinte e oito alunos atribuindo notas 4 e 5.

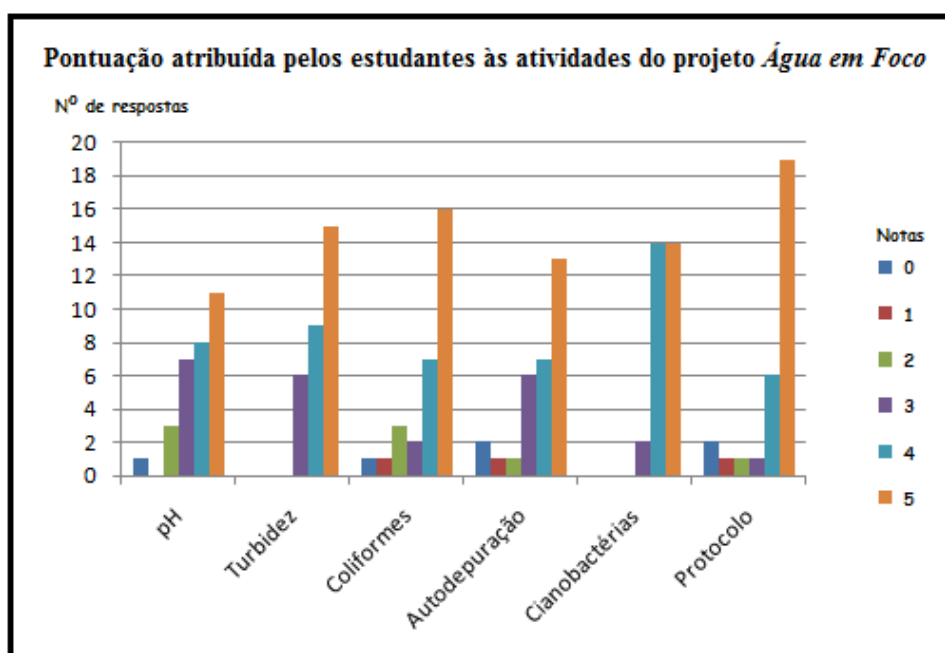


Gráfico 2: Notas atribuídas para as atividades desenvolvidas no projeto *Água em foco*.

Como complemento da questão 7, foi pedido que ao estudante: **“Dê sua opinião a respeito da atividade que menos gostou e a que mais gostou”**. Analisando os resultados, através do gráfico 3 é possível observar que os alunos, em sua maioria, aprovaram as atividades que extrapolaram os limites físicos da escola, em oposição à rotina da sala de aula. Todas as atividades receberam expressivos votos de satisfação e há que se destacar as atividades de medida de turbidez e coleta de cianobactérias que não foram citadas por nenhum estudante como a que menos gostou.

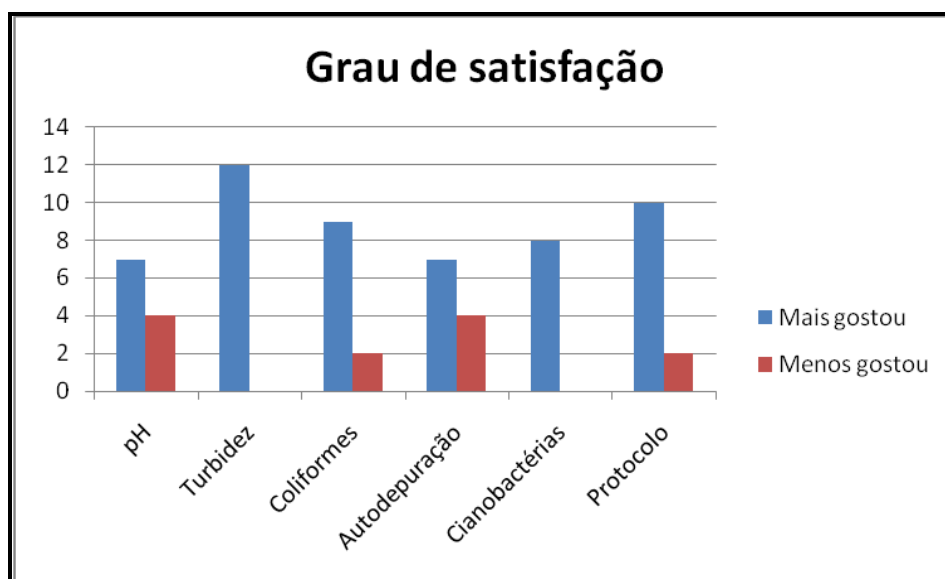


Gráfico 3: Grau de satisfação dos alunos em relação às atividades desenvolvidas

III – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresenta um relato de experiência acerca da utilização de atividades alternativas como instrumentos capazes de despertar o interesse dos estudantes, com aulas mais dinâmicas e motivadoras, promovendo situações de investigação, compreensão, interpretação e discussão de conceitos científicos, levando o estudante às reflexões e conclusões que possibilitem a construção do conhecimento científico e do crescimento cognitivo enquanto cidadão.

Nas primeiras atividades utilizando a apostila *Água em foco*, foi possível observar a falta de familiaridade dos estudantes com relação ao tipo de trabalho realizado. Inicialmente os alunos simplesmente buscaram as respostas no livro didático, sem usar o raciocínio e sem fazer questionamentos - um costume que pode ser explicado, em parte, pela falta de atividades que despertem o seu raciocínio ao longo da sua trajetória escolar. Entretanto, ao longo do bimestre, os estudantes mostraram estar mais interessados e motivados com as atividades propostas na apostila. Esta observação pode ser constatada através do envolvimento dos alunos na preparação e execução das práticas e discussões dos resultados. Alguns alunos que apresentavam dificuldade de entendimento da matéria e ficavam, muitas vezes, dispersos nas aulas, demonstraram muito interesse ao fazerem perguntas e tentarem entender os procedimentos utilizados nas aulas práticas. Mesmo tentando evitar os erros na execução das tarefas, não foi possível evitar todos os problemas. O interessante é que na maioria das vezes pudemos

trabalhar com eles, com isso os alunos viram que nessas atividades podemos tirar proveito até mesmo dos erros. Muitos alunos, após o término do bimestre, perguntaram se esta metodologia seria retomada ao longo do ano, pois, segundo eles, estavam cansados de assistir apenas aulas teóricas.

Através da realização das atividades e analisando as respostas dos alunos ao instrumento de avaliação de opiniões foi possível verificar a importância que a participação em atividades que possibilitem aos estudantes se aproximarem de uma rotina científica, têm no seu aprendizado e no interesse que ele demonstra pelos assuntos científicos. A concentração dos alunos durante as atividades revelou o gosto destes em aprender, uma vez que, foram os próprios alunos que realizaram os experimentos. Este fato possibilitou uma aula mais descontraída onde os sujeitos envolvidos atuaram ativamente no seu processo de aprendizagem. Esse momento foi também bastante propício no que se refere à qualidade dos questionamentos sobre o conteúdo desenvolvido, principalmente para se estabelecer uma interlocução entre o aluno e o professor e deste com os alunos. Ao contextualizar os conteúdos escolares na promoção de uma interação entre a teoria e a prática, valorizando os conhecimentos prévios para a construção do saber, é possível estimular o estudante a participar efetivamente da sua aprendizagem.

Dessa forma, a execução das atividades da apostila *Água em Foco* possibilitou aos estudantes a reflexão sobre o seu aprendizado e os colocou em contato com atividades semelhantes às desenvolvidas por cientistas, mas que são perfeitamente compreensíveis e fáceis de serem realizadas por jovens do ensino médio. Através dos resultados obtidos, pode-se concluir que atividades em que o estudante seja protagonista e não receptor do conhecimento, contribuem em grande escala para a sua aprendizagem. Foi dessa forma verificado que a realização de uma atividade diferente das aulas expositivas é capaz de motivar os alunos para os temas das aulas de ciências, levando o aluno a incorporar o conhecimento ao seu dia-a-dia.

Levando-se em consideração a abordagem CTS, as atividades proporcionaram a interligação desses três eixos nas aulas de biologia, possibilitando a integração entre a teoria científica, o uso da tecnologia e a discussão das questões sociais. O conceito científico obtido nas aulas expositivas, aliado ao uso da tecnologia através das atividades da apostila *Água em Foco*, permitiu que os alunos possuíssem informações que subsidiaram as suas reflexões e os debates acerca de um problema que atinge a sociedade brasileira, mas que afeta mais diretamente a sua comunidade, por estar

localizada às margens da Lagoa da Pampulha. Desse modo, os debates promovidos na Câmara Municipal de Belo Horizonte serviram para que os dados obtidos pelos alunos pudessem ser revertidos nos trabalhos de alerta das autoridades e conscientização da população em torno da despoluição e preservação das águas da lagoa da Pampulha.

Visto que um dos objetivos do movimento CTS é a formação do cidadão capaz de participar das discussões científico-tecnológicas, argumentando em prol dos interesses da sociedade, o desenvolvimento deste trabalho foi permeado pelo uso dessa concepção pedagógica. Ao mudar o foco do ensino, ao se compartilhar a responsabilidade do ensino com o sujeito da ação, foi proporcionada ao estudante a chance de buscar a sua participação nas discussões políticas, a partir de um acesso igualitário e autêntico ao conhecimento.

Dessa forma, cada vez mais, o professor é incentivado a fazer uso de novos conceitos, como propostas nas atividades investigativas, nas aulas de ciências, pois é muito importante que seja dada a oportunidade para que o aluno seja motivado a criar e desenvolver atividades que promovam o seu crescimento intelectual.

IV – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APEC - Ação e pesquisa em Educação e Ciências. Revista presença pedagógica, Belo Horizonte, v.9, n.51, mai/jun. 2003.

BAIRD, C. Química Ambiental. 2ª ed. Trad. M.A.L. Recio e L.C.M Carrera. Porto Alegre: Bookman, 2002.

BORGES, L. P. C.; FONTOURA, H. L. Diálogos entre a escola de educação básica e a universidade: a circularidade de saberes na formação docente. Revista do Programa de Pós-Graduação em Educação, Campo Grande, v.16, n.32, p.143-156, jul-dez. 2010.

CALLISTO, M.; FERREIRA, W. R.; MORENO, P. & GOULART, M.1; PETRUCIO, M.2 Protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats. Acta Limnologica Brasiliensis, Rio Claro-S.P., v. 14, n. 1, p. 91-98. 2002. Disponível em: <[http://www.ablimno.org.br/acta/pdf/acta_limnologica_contents1401E_files/Artigo%2010_14\(1\).pdf](http://www.ablimno.org.br/acta/pdf/acta_limnologica_contents1401E_files/Artigo%2010_14(1).pdf)> Acesso em: 01 Out. 2011.

CONRADO, D. M.; EL-HANI, C. N. Formação de cidadãos na perspectiva CTS: reflexões para o ensino de ciências. II Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia, Ponta Grossa, out. 2010. Disponível em: <http://www.academia.edu/817309/Formacao_de_cidadaos_na_perspectiva_CTS_reflexoes_para_o_ensino_de_ciencias> Acesso em: 20 Jan. 2013.

FERNANDES, M. M.; SILVA, M. H. S. O trabalho experimental de investigação: das expectativas dos alunos às potencialidades no desenvolvimento de competências. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, São Paulo, v.4, n.1, p. 45-58, 2004.

FERNANDES, P. C.; MUNFORD, D. O PIBID como estrutura de ideias sobre formação de professores de biologia. Associação Brasileira de Ensino de Biologia, IV ENEBIO e II EREBIO da Regional 4, Goiânia, set. 2012.

KOSMINSKY, Luis & GIORDAN, Marcelo, Visões de Ciências e sobre Cientista entre estudantes do Ensino Médio. Química Nova na Escola, São Paulo, v.15, p.11-18, Maio 2002.

KRASILCHIK, M. O professor e o currículo das ciências. São Paulo: EPU:EDUSP, 1987.

LACANALLO, L. F. O processo de mudança conceitual no ensino de ciências naturais na perspectiva dos professores das séries iniciais do ensino fundamental. 2005. Dissertação (Mestrado em Educação, na Aprendizagem e Ação Docente) – Instituto de Educação, Universidade Estadual de Maringá, 2005.

LIMA, M. E. C. de C.; MARTINS, C. M. de C.; MUNFORD, D. (orgs.). Ensino de Ciências por Investigação - ENCI. Belo Horizonte: UFMG/FaE/CECIMIG, v. 1, 2008. 109 p.

MIZUKAMI, M. da G. N. Ensino: as abordagens do processo. São Paulo: EPU, 1986.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. Química para o ensino médio. São Paulo: Scipione, 2003.

MORTIMER, E. F.; COUTINHO, F. A.; SILVA, P. S. Projeto Água em Foco: Qualidade de Vida e Cidadania. PIBID. Belo Horizonte: UFMG/FaE, 2012. Disponível em: <<http://goo.gl/kmNQV>>, acesso em 14/01/2013.

PINHEIRO, N. A.; SILVEIRA, R. M.; BAZZO, W. A. A relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. Ciência & Educação, São Paulo, n. 13(1), p. 71-84, 2007.

PREFEITURA MUNICIPAL de IPATINGA. Tendências atuais para o ensino de ciências: O ensino de ciências por investigação. Programa de formação continuada. CENFOP, Ipatinga, jun. 2011.

SÁ, E. F. de. Discursos de professores sobre ensino de ciências por investigação. Belo Horizonte: UFMG/FaE, 2009.

SADLER, T. D. “Informal reasoning regarding socioscientific issues: a critical review of research. Wiley”. In: CONRADO, D. M.; EL-HANI, C. N. Formação de cidadãos na perspectiva CTS: reflexões para o ensino de ciências. II Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia, out. 2010.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. Ciência e Educação, São Paulo, n. 7(1), p.95-111. 2001.

SANTOS, W. L. P. dos; MORTIMER, E. F. Uma Análise de Pressupostos Teóricos da Abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no Contexto da Educação Brasileira. Revista Ensaio, Belo Horizonte, n. 2(2), p. 133-162. 2002.

SANTOS, P. R. dos. O ensino de ciências e a ideia de cidadania. Revista Mirandum, Porto, n.17. 2006. Disponível em: <<http://www.hottopos.com/mirand17/prsantos.htm>>, acesso em 15/02/2013.

SILVA, P. S.; MORTIMER, E. F. O Projeto Água em Foco como Uma Proposta de Formação no PIBID. Química Nova na Escola, São Paulo, v.34, n.4, p. 240-247, nov. 2012.

TRIVELATO, S. F. Ensino de ciências e movimento CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade. Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo. IV Encontro Perspectivas do Ensino de Biologia, FAE/USP, São Paulo, 1994.

VILCHES, A. et al. “Obstáculos que pueden estar impidiendo l a implicación de la ciudadanía y, en particular, de los educadores, en la construcción de un futuro sostenible. Formas de superarlos”. *apud* CONRADO, D. M.; EL-HANI, C. N. Formação de cidadãos na perspectiva CTS: reflexões para o ensino de ciências. II Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia, Ponta Grossa, out. 2010.

ANEXO A – Roteiros experimentais da apostila *Água em Foco*.

9. PARÂMETRO FÍSICO-QUÍMICO DA ÁGUA: OXIGÊNIO DISSOLVIDO

9.3 Roteiro Experimental – Determinação do Oxigênio Dissolvido

ATENÇÃO: NESSE EXPERIMENTO HÁ MANUSEIO DE SUBSTÂNCIAS CORROSIVAS, EM CASO DE CONTATO COM SUBSTÂNCIAS COMO ÁCIDO SULFÚRICO (H₂SO₄) E HIDRÓXIDO DE SÓDIO (NaOH) OU DE SOLUÇÕES QUE A CONTENHAM LAVE A REGIÃO AFETADA COM ÁGUA EM ABUNDÂNCIA E PROCURE IMEDIATAMENTE AUXÍLIO DO PROFESSOR.

9.3.1 Reagentes

- Sulfato de manganês II sólido - MnSO₄,
- Iodeto de potássio sólido – KI
- Hidróxido de sódio sólido – NaOH - Produto corrosivo.
- Solução de Tiosulfato de sódio penta-hidratado - Na₂S₂O₃·5H₂O
- Ácido sulfúrico concentrado - H₂SO₄ - Produto corrosivo.
- Amostra de água

9.3.2 Procedimento

- 1) Encha o frasco da amostra com a água a ser analisada evitando a formação de bolhas (mergulhe o frasco no balde com a amostra, tampando-o ainda dentro da água). Ao retirar o frasco do balde, enxugar com papel e observar se existem bolhas. Se existirem, repetir o procedimento até conseguir obter a água sem bolhas.
- 2) Prepare uma solução saturada de sulfato de manganês II (MnSO₄) em outro frasco: adicione 5 ml de água e adicione aos poucos sulfato de manganês II utilizando a colherinha presente no KIT do aluno. Mexa com a colher até que a dissolução se complete. Após observar que a solução está incolor, repita o procedimento da adição do sulfato de manganês II e agitação até que a solução fique levemente turva, o que significa que a solução está saturada, ou seja não é possível dissolver mais sulfato de manganês II nesse volume de água.
- 3) Utilizando uma seringa retire e descarte 3 mL da amostra de água. Com outra seringa adicione 3 ml da solução preparada anteriormente na amostra de água a ser analisada, tampe o frasco e o agite levemente. Tome o cuidado de não deixar que se formem bolhas no frasco; por isso retire exatamente a quantidade de amostra equivalente ao que vai ser adicionado a cada etapa.
- 4) Abra o frasco e adicione hidróxido de sódio (NaOH) (cerca de 4 pastilhas) com a colher medidora. Em seguida, adicione todo o iodeto de potássio (KI) disponível no saquinho (~0,50g). Tampe o frasco e agite bem.
- 5) Deixe a amostra em repouso por alguns minutos até a decantação do material formado.
- 6) Retire e descarte 3 mL da solução contida no frasco d
- 7) Com uma seringa, retire 20 mL da solução do frasco contendo a amostra e transfira para um copo vazio.
- 8) Titule a solução com tiosulfato de sódio (Na₂S₂O₃) (adicione Na₂S₂O₃ gota a gota sobre a amostra) até que a solução mude de cor. A solução de tiosulfato de sódio será preparada pelo professor utilizando 0,11g de tiosulfato diluídos em balão de 100mL.
- 9) Repita as etapas 7 e 8 duas vezes.

10) Faça a determinação do oxigênio dissolvido obtendo a média do número de gotas gasto nas 3 titulações e consultando o quadro 9.2.

11) Faça o cálculo do teor da concentração de oxigênio dissolvido conforme orientações do seu professor e compare com os valores de referência. Quais as conclusões sobre o teor encontrado?

Obs. Não devemos esquecer de transformar as unidades (COD é dado em mg. L-1)

ATENÇÃO: NENHUM MATERIAL DEVE SER DESCARTADO NA PIA, TODO O REJEITO DO EXPERIMENTO DEVE SER ARMAZENADO EM UM RECIPIENTE ADEQUADO CONFORME ORIENTAÇÕES DO PROFESSOR.

9.3.3 Atividades

Quadro 9.1. Observações correspondentes a cada fase do experimento

Procedimento	Observações
Adição da solução de sulfato de manganês II com posterior agitação	
Adição de hidróxido de sódio	
Adição de Iodeto de Potássio	
Adição de ácido sulfúrico concentrado	
Adição de gotas de tiosulfato de sódio	

Quadro 9.2: Esquema de interpretação do resultado experimental, relacionando o número de gotas gastas na titulação com a concentração de oxigênio dissolvido.

Gotas de solução de tiosulfato gastas na titulação	Concentração de oxigênio dissolvido na amostra em mg/L	Gotas de solução de tiosulfato gastas na titulação	Concentração de oxigênio dissolvido na amostra em mg/L
5	2,9	16	9,4
6	3,5	17	10
7	4,1	18	10,6
8	4,7	19	11,2
9	5,3	20	11,8
10	5,9	21	12,4
11	6,5	22	13
12	7,1	23	13,6
13	7,7	24	14,2

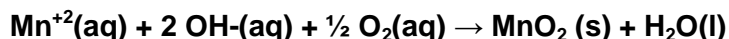
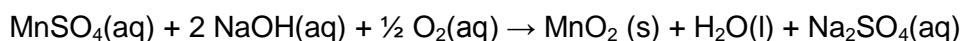
9.3.4 Como representar essas reações?

Nessa atividade adaptamos o método Winkler para a determinação da quantidade de oxigênio dissolvido em uma amostra de água. Esse método consiste em fixar o oxigênio que está dissolvido na água usando o sulfato de manganês II ($MnSO_4$), que reage com o oxigênio formando um precipitado castanho. Podemos representar as reações por meio de equações químicas. Nessas equações podemos representar somente os íons que efetivamente participam da reação. Exemplo:

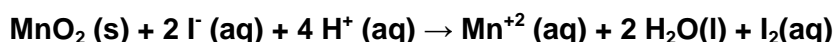
- $NaOH(s)$ = pastilhas que foram adicionadas à amostra;
- $NaOH(aq)$ = hidróxido de sódio em solução aquosa (intermediário para facilitar o entendimento da equação);
- $Na^+(aq)$ e $OH^-(aq)$ = íons que se encontram em solução.

Equações

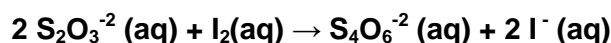
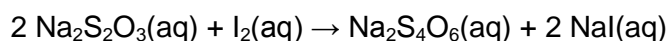
1ª etapa: adição do $\text{MnSO}_4(\text{aq})$ e de $\text{NaOH}(\text{s})$ ao frasco contendo a amostra de água:



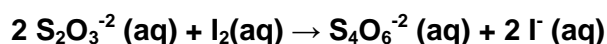
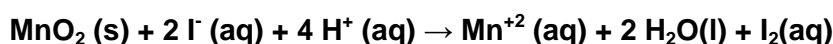
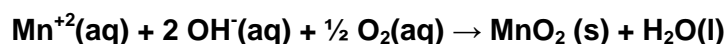
2ª etapa: adição do KI e do H_2SO_4 ao frasco:



3ª Etapa: Titulação do iodo formado com o $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$



Monte a equação global que representa a reação:



Equação Global:

9.3.5 Questões para discussão

1- Considerando a equação I, qual a função do sulfato de manganês II (MnSO_4) na determinação do oxigênio dissolvido? Por que a reação se processa apenas após a adição de NaOH ?

2- Considerando a equação II, qual a função do iodeto de potássio (KI) na determinação do oxigênio dissolvido? Por que a reação se processa apenas após a adição de ácido sulfúrico (H_2SO_4)?

3- Considerando a equação III, qual a função do tiosulfato de sódio na determinação do oxigênio dissolvido?

14. PARÂMETRO FÍSICO-QUÍMICO DA ÁGUA: PH

14.1 Roteiro Experimental: Análise do pH

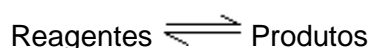
De olho no Repolho: Estudo do funcionamento de um indicador ácido – base

Para determinação do pH de uma amostra de água, construiremos primeiro uma escala de pH. Para a construção dessa escala, utilizaremos o extrato de repolho roxo como indicador ácido-base. A cor roxa do repolho é devida à presença de substâncias chamadas antocianinas. As antocianinas têm a propriedade de mudar de cor na presença de ácidos ou bases. Dessa forma, o extrato de repolho roxo apresenta

diferentes cores em diferentes valores de pH. Sabendo o valor aproximado do pH para cada cor, podemos determinar o pH de uma solução qualquer, adicionando-a ao extrato de repolho roxo e comparando a cor final obtida.

Para uma boa compreensão dessa prática, é importante retomarmos alguns conceitos.

Equilíbrio químico: a ideia de equilíbrio químico aplica-se a sistemas com reações reversíveis. Em uma reação reversível, reagentes e produtos coexistem em um processo dinâmico: os reagentes interagem formando os produtos e os produtos interagem formando os reagentes. É, portanto, um conceito diferente de equilíbrio daquele que usamos, por exemplo, do equilíbrio utilizado para andar de bicicleta.

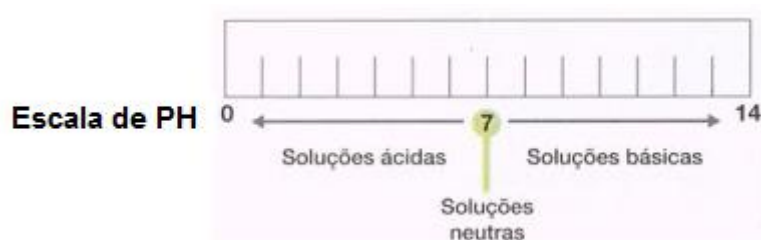


Quando ocorre uma perturbação no equilíbrio, o sistema reage de forma a minimizar essa perturbação. Ex: Se adicionarmos mais reagentes num sistema em equilíbrio, o sistema favorece a formação de produtos; se adicionarmos produtos, o sistema favorece a formação de reagentes.

pH e a escala de pH: a escala de pH é usada para medir a acidez e a basicidade de soluções. Ela é construída a partir da seguinte operação matemática ilustrada pela operação 14.1.

Operação 14.1 $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$ onde $[\text{H}^+]$ = concentração de H^+ em mol/L.

Na escala de pH, as substâncias que apresentam pH menor que 7 são consideradas ácidas e substâncias que apresentam pH maior que 7 são consideradas básicas. Em geral, a escala de pH é usada para substâncias que apresentam valores de pH entre 0 e 14.



Neste experimento, vamos construir uma escala aproximada de pH, usando o extrato de repolho roxo como indicador. Em seguida, vamos adicionar o extrato de repolho roxo em uma amostra de água, que queremos analisar. A cor da solução obtida será comparada com a escala de pH construída.

14.2 Preparo do Extrato de Repolho Roxo e construção da escala de pH

14.2.1 Materiais

- Vasilha metálica de aproximadamente 1 litro;
- Ebulidor;
- 3 folhas de repolho roxo;
- 600 mL de água filtrada.

14.2.2 Procedimentos

- Preparo do extrato de repolho roxo

1) Colocar as folhas de repolho roxo picadas dentro da vasilha com água, aquecendo por 5 minutos. Resfriar o extrato antes de utilizá-lo.

Obs.: É importante que o extrato seja preparado e usado num curto período de tempo, para que não sofra decomposição.

- Construção da Escala de pH

Preparo das Soluções

1) Solução diluída de ácido clorídrico, HCl

Essa solução é preparada diluindo-se 1,0 mL de ácido clorídrico concentrado em água até completar 100 mL.

2) Solução diluída de hidróxido de sódio, NaOH (I)

Essa solução é preparada dissolvendo uma pastilha de soda cáustica em 100 mL de água.

3) Solução diluída de hidróxido de sódio, NaOH (II)

Essa solução é preparada dissolvendo seis pastilhas de soda cáustica em 100 mL de água.

4) Solução a 2,7% de hidróxido de amônio, NH₄OH

Essa solução é preparada diluindo-se aproximadamente 10 mL de uma solução a 27% de hidróxido de amônio (que é a concentração na qual o reagente é vendido) em água suficiente para completar 100,0 mL.

- Materiais utilizados na construção da escala de pH

- 1 frasco com o extrato de repolho roxo
- 1 suporte para tubos de ensaio
- 1 seringa de 10 mL
- 1 caneta de retro projetor
- Hidróxido de sódio (NaOH)
- Ácido Clorídrico (HCl)
- Hidróxido de amônio (NH₄OH)
- Vinagre Branco
- Álcool Etilico 96°
- 8 tubos de ensaio
- 7 frascos rotulados com os seguintes reagentes: água filtrada, HCl diluído, vinagre branco, álcool 96° GL, solução de amônia 27% e duas soluções de NaOH.
- 1 seringa de 10 mL, descartável e sem agulha

Materiais utilizados para a determinação do pH de uma amostra de água:

1 frasco conta-gotas com o extrato de repolho roxo

1 seringa de 10 mL, descartável e sem agulha

1 tubo de ensaio

Construindo a escala de pH para o extrato de repolho roxo

1) Numerar os tubos de ensaio de 1 a 8;

2) Adicionar, em cada tubo de ensaio, utilizando uma seringa, 3 mL do extrato de repolho roxo. Anotar a cor observada do extrato na tabela **14.2**;

3) Adicionar, em cada tubo de ensaio, os outros reagentes indicados na tabela **14.1**. Agitar com cuidado, de forma a não entornar a solução que está sendo preparada. Anotar a cor observada na tabela **14.2**, para cada solução preparada;

4) Rotular, então, os tubos de ensaio com os valores de pH aproximados, de acordo a tabela **14.1**. Fazer um traço por baixo do valor do pH para diferenciá-lo da numeração do tubo.

Tabela 14.1- Preparação da escala padrão de pH

Solução	Preparo	pH
I	100 gotas de HCl diluído + 3 mL de extrato de repolho roxo	1
II	3 mL de água filtrada + 60 gotas de vinagre branco + 3mL de extrato de repolho roxo	3
III	50 gotas de álcool comum + 3 mL de extrato de repolho roxo	5
IV	5 mL de água filtrada + 3 mL de extrato de repolho roxo	6
V	5 mL de água filtrada + 1 gota da solução de hidróxido de amônio a 2,7% + 3 mL de extrato de repolho roxo	9
VI	5 mL de água filtrada + 10 gotas de solução de hidróxido de amônio a 2,7% + 3 mL de extrato de repolho roxo	11
VII	5 mL da solução diluída de NaOH (I)+ 3 mL de extrato de repolho roxo	12
VIII	2,5 mL de água filtrada + 5 mL de solução diluída de NaOH (II) + 3 mL de extrato de repolho roxo.	14

Tabela 14.2- Cores observadas para as diferentes soluções preparadas

Solução	Cor observada
Extrato de repolho roxo	
I	
II	
III	
IV	
V	
VI	
VII	
VIII	

14.3 Determinação do pH de amostras de água

14.3.1 Materiais

- 4 tubos de ensaio
- 1 seringa de 10 mL
- 1 caneta de retroprojeter ou etiquetas
- Suporte para tubos

14.3.2 Amostras Analisadas

Amostras-problema → amostras I, II e III.

14.3.3 Procedimento

1. Medir, utilizando uma seringa, 5 mL da água a ser analisada e transferi-la para um tubo de ensaio limpo e seco;
 2. adicionar 3 mL do extrato de repolho roxo;
 3. agitar com cuidado, de forma a não entornar a solução que está sendo preparada;
 4. observar a coloração obtida e compará-la com a escala de pH construída utilizando-se extrato de repolho roxo;
 5. determinar, com base nessa comparação, o valor aproximado do pH da água analisada.
- Obs: Colocar um papel branco de fundo para melhorar a visualização das cores da escala.
6. Repetir as etapas de 1 a 5 para as demais amostras de água.

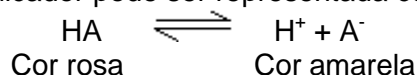
Determinação do pH das amostras de água.

Tabela 14.3- Cores observadas para amostras e pH aproximado

Amostra	Coloração Observada	pH aproximado
I		
II		
II		

14.3.4 Questões para Discussão

- O extrato de repolho roxo, como o próprio nome diz, apresenta a cor roxa em água. Porém, ao adicionarmos as substâncias mencionadas na Quadro1, a cor roxa se modifica. Sabendo-se que as diferentes substâncias adicionadas - HCl diluído, vinagre branco, álcool, solução de amônia e NaOH diluído - são **incolores** em solução, por que a escala construída apresenta diferentes cores?
- Qual é a função do extrato de repolho roxo no experimento realizado?
- Nas soluções I, II e III foram adicionados ao repolho roxo uma amostra de HCl diluído, vinagre branco e álcool, respectivamente. O que essas substâncias têm em comum em termos de comportamento ácido/básico?
- Já nas soluções 5, 6, 7 e 8 foram adicionadas ao repolho roxo duas amostras de solução de amônia e 2 amostras de solução de NaOH, respectivamente. O que essas substâncias têm em comum em termos de comportamento ácido/básico?
- Caracterize os extremos da escala padrão de pH, em termos de comportamento ácido/básico.
- Um indicador ácido-base existe em duas formas com cores diferentes, uma forma ácida (HA) e uma forma básica (A⁻). Supondo que a forma ácida e a forma básica apresentem as cores rosa e amarela, respectivamente, a equação química do equilíbrio ácido-base do indicador pode ser representada como:



Reconhecendo a presença desse equilíbrio no extrato de repolho roxo, indique qual será a cor predominante do extrato de repolho se:

- adicionarmos uma grande quantidade de H⁺. Explique.
- adicionarmos uma grande quantidade de OH⁻. Explique.

16. PARÂMETRO FÍSICO-QUÍMICO DA ÁGUA : TURBIDEZ

16.2 - Como construir o tubo turbidímetro

16.2.1 Materiais

- 3 garrafas de água mineral pequenas e vazias (aproximadamente 500 mL);
- 1 vidro de esmalte branco;
- 1 vidro de esmalte preto;
- estilete;
- régua.

16.2.1 Procedimento de Construção

O turbidímetro é feito utilizando-se as três garrafas de mesmo tamanho e forma. A primeira garrafa deve ser cortada na segunda metade superior, aproximadamente 11 cm da base. Descarte a parte de cima e reserve a de baixo.

Da segunda garrafa você vai cortar o fundo. Em seguida, você vai retirar a parte superior cortando-a, aproximadamente, a 12 cm da base. Repare que um lado fica mais largo e o outro fica mais fino.

Encaixe a segunda garrafa na primeira utilizando o lado mais fino. Tome cuidado para não amassar a garrafa.

Da terceira garrafa você também vai cortar o fundo. Em seguida, corte a parte superior. O corte pode ser feito perto do gargalo da garrafa, aproximadamente, a 15 cm da base.

Encaixe a terceira parte na segunda. Repare que o encaixe precisa ficar bem feito. Teste o seu turbidímetro colocando água, para se certificar de que ele não está vazando. Nesse modelo não é preciso passar cola ou fita adesiva.

Com os esmaltes você vai pintar o fundo do modelo conforme a figura 16.2.

Gradue o tubo a partir de sua base, conforme mostra a Tabela 16.2.

Para essa marcação de escala, utilizou-se um modelo baseado em informações do Environmental Resources Center, UW-Madison.

Tabela 16.2- Graduação do tubo em unidades de turbidez

Linha	Distância a partir da base (cm)	Unidades de Turbidez (NTU)
1	7,3	200
2	11,4	100
3	19,1	50
4	31,1	20
5	43,2	15
6	53,7	10

Figura 16.2: Como pintar o fundo da garrafa com os esmaltes



16.3 - Roteiro Experimental

16.3.1 - 1º Experimento

16.3.1.1 Materiais

- 4 béqueres de mesma capacidade
- Água da torneira
- Água filtrada
- Frasco contendo solução 1
- Frasco contendo a solução 2

- Etiquetas adesivas
- Bastão de vidro ou colher para misturar

16.3.1.2 Procedimentos e análises

1) Utilizar os turbidímetros para verificar a unidade de turbidez de algumas amostras de água (não se esqueça de preencher o nome das amostras contidas nos béqueres 3 e 4 que você testou).

Tabela 16.3- Conclusões das medidas de turbidez de algumas amostras de água

Sistemas	Amostras	Unidade de turbidez encontrada (UNT)	De acordo com o resumo da resolução CONAMA essa água é própria para uso ou consumo humano?
Béquer 1	Água sem filtrar		
Béquer 2	Água filtrada		
Béquer 3			
Béquer 4			

16.3.1.4 Questões

1. A água dos béqueres 1, 2, 3 e 4 pode ser ingerida? Justifique.
2. Pesquise se a água que chega na torneira da sua casa passou por algum sistema de tratamento.
3. Se houve um tratamento anterior, por que tem que ser filtrada? Explique.
4. Analisando o conteúdo dos 4 béqueres, o que você pode dizer: trata-se de uma mistura ou de uma substância?
5. Você diria que a água de algum desses béqueres está poluída? Qual (is)?
6. O que você entende por poluição das águas?
7. Que diferença existe entre poluição e contaminação?
8. A água de algum desses béqueres está contaminada?
9. Por que nem sempre podemos visualizar partículas dispersas na água?

16.3.2 - 2º Experimento

16.3.2.1 Materiais

- 1 recipiente transparente
- 1 apontador laser
- 100 ml de água destilada
- Nitrato de prata
- Cloreto de sódio
- Bastão de vidro ou colher para misturar

16.3.2.2 Procedimentos e análises

- 1) Colocar cerca de 100 ml de água destilada em um recipiente transparente de faces paralelas.
- 2) Apontar o feixe de laser para a solução e observar o que ocorre.
- 3) Adicione uma gota de nitrato de prata. Utilize o bastão para agitar a solução.
- 4) Apontar novamente o laser.
- 5) Acrescentar uma gota de solução de cloreto de sódio. Agitar.
- 6) Apontar o laser e observar o que ocorre.

7) Acrescentar mais gotas dos dois reagentes e verificar o que ocorre com o feixe de laser ao passar pela solução.

Discuta com seus colegas e proponham explicações para o que aconteceu.

16.3.2.3 Questões

1. O que é um coloide? Qual é a sua principal característica?
 2. Qual a classificação dos coloides e qual efeito a presença deles geram?
 3. O que as substâncias coloidais podem indicar?
 4. Qual a origem das partículas suspensas na água?
 5. Quais as consequências dos diferentes tamanhos das partículas presentes na água?
 6. De acordo com o 2º experimento realizado porque o feixe de laser fica suspenso na solução como mostra o 7º passo?
-

19. PARÂMETRO BIOLÓGICO DA ÁGUA: COLIFORMES

19.1. Roteiro Experimental : Teste para determinação da presença de Coliformes

Para determinar a pureza da água são utilizados testes que detectam organismos indicadores que neste caso são os coliformes.

Os coliformes são utilizados como indicadores, pois estão presentes nas fezes humanas. Logo, se forem detectados na água indica que resíduos humanos estão sendo introduzidos na água.

Um dos métodos mais comuns para determinar a presença de coliformes na água baseia-se na habilidade que os coliformes possuem de fermentar a lactose.

Objetivo

Analisar água de qualquer procedência para a detecção da presença de coliformes totais e *Escherichia coli*. Será um teste qualitativo, por isso não é possível verificar em números a contaminação da água analisada.

19.1.1 Materiais

- 1 frasco descartável e estéril de 100 mL;
- 1 blíster com inativador de cloro;
- 1 sachê com meio de cultura COLItest;
- Estufa bacteriológica;

Obs.: Sensibilidade do método = 1 U.F.C. (Unidade Formadora de Colônia) por 100 mL.

Obs.: Após o uso, descartar em um recipiente com hipoclorito de sódio a 2% em cloro ativo, por pelo menos 30 minutos.

19.1.2 Procedimentos

- 1) Coletar assepticamente a água a ser analisada até a marca de 100 mL do frasco descartável. A análise da água deverá ser iniciada até 6 horas após a coleta, caso não seja possível, guardar a amostra em temperatura entre 2 a 8 °C por no máximo 24 horas.
- 2) Quando analisar água clorada, adicionar um comprimido de inativador de cloro e aguardar 20 minutos para iniciar a análise da água.
- 3) Adicionar o meio de cultura COLItest no frasco e homogeneizar.

4) Incubar o frasco em estufa bacteriológica A 37 °C entre 18 a 48 horas. A partir de 18 horas pode-se interpretar os resultados dos frascos positivos e aguardar até 48 horas de incubação para os casos negativos, evitando-se assim falsos resultados

19.1.3 Resultado

O teste é considerado:

- Negativo: quando não houver alteração de cor púrpura para amarelo.
- Positivo: quando houver alteração de cor púrpura para amarelo;

COLItest®	Crescimento (turbidez)	Mudança de cor para amarelo
Negativo	- ou +	-
Coliformes totais	+	+
<i>Escherichia coli</i>	+	+

19.1.4 Discussão dos resultados

O crescimento (turbidez) indica a proliferação bacteriana no meio de cultura.

A mudança de cor para amarelo ocorre na presença de coliformes totais e *E. coli*, pois eles alteram o pH do meio devido à fermentação da lactose.

19.1.5 Conclusão

A amostra pode ser negativa, conter coliformes totais e/ou ser positiva para *E. coli*.

Descarte do material: Após o uso, descartar em um recipiente com hipoclorito de sódio a 2% em cloro ativo, por pelo menos 30 minutos ou autoclavar por 15 minutos a 120 °C.

19.2 Questões

1. O que são coliformes?
2. Qual a correlação da presença de coliformes com a contaminação dos corpos d'água?
3. Quais as consequências da contaminação da água por fezes?
4. O que você pode sugerir para evitar a contaminação da água por coliformes?

19.3 Pesquisa

Agora que você já conhece os coliformes e sua importância para determinar a qualidade da água, pesquise doenças que podem ser veiculadas por água contaminada por fezes humanas.

ANEXO B – Atividade de coleta e identificação de Cianobactérias

3. IDENTIFICAÇÃO DE CIANOBACTÉRIAS

3.1-OBJETO DE ESTUDO

Nas últimas décadas, os ecossistemas aquáticos têm sido alterados em diferentes escalas como consequência negativa de atividades antrópicas (mineração, construção de represas, eutrofização artificial, canalização, retificação, etc.). Os ecossistemas aquáticos refletem tudo o que acontece nas áreas do seu entorno, considerando-se o uso e a ocupação do solo. Dessa forma suas características ambientais, especialmente as comunidades biológicas, fornecem informações sobre as consequências das ações do homem neste local. Segundo Dudgeon (1996), perturbações antrópicas em bacias de drenagem afetam as comunidades de organismos aquáticos devido aos processos de lavagem e carreamento de matéria orgânica e inorgânica. Também alterações em cabeceiras de rios alteram trechos a jusante devido ao transporte de sedimentos de origem alóctone, ou erodidos das margens (CALLISTO et al., 2001).

É sabido que o monitoramento convencional a partir da avaliação de parâmetros físico-químicos não é suficiente para inferir sobre a saúde de ecossistemas aquáticos (KARR, 1998). Métodos biológicos têm substituído ou complementado estas medidas na avaliação das condições de um corpo d'água (KARR, 1991; WRIGHT, 1995; RESH et al., 1995).

Dessa forma, a saúde de um ecossistema aquático pode ser inferida com base na caracterização da sua estrutura (elementos biológicos e sua interação com parâmetros físico-químicos) e funcionamento (processos fundamentais à manutenção da biodiversidade, como produção, consumo e decomposição de matéria orgânica) (BARBOSA et al., 2000).

Segundo RESENDE & MACHADO (2004) a ocorrência de cianobactérias nos corpos d'água acarreta riscos biológicos e ambientais pela desoxigenação da água, alteração das suas características físicas e químicas e a produção e liberação na água de substâncias tóxicas ao homem e aos animais em geral. Alguns monitoramentos recentes feitos pela Universidade Federal de Minas Gerais mostraram a presença de cianobactérias das espécies *Microcystis aeruginosa*, *Sphaerocavum brasiliense*, *Planktothrix sp* e *Raphidiopsis cf. brookii*.

Considerando a importância ecológica, médica e de saúde pública implicada, cabe-nos o seguinte questionamento: o conhecimento proporcionado pela educação mostra-se relevante nas ações de conscientização e prevenção de doenças decorrentes do contato com águas não próprias a essa finalidade e importância da manutenção dos ecossistemas aquáticos?

3.2- METODOLOGIA

Serão definidos grupos de alunos responsáveis pela coleta de amostras de água da represa da Pampulha e posterior detecção da presença de cianobactérias bem como identificação ao nível de gênero será feita por

comparação com fotos e figuras de espécimes em laboratório, como proposta de uma atividade investigativa estruturada.

3.3- Materiais

- 01 rede de nylon de 30 μm de malha.
- 04 recipientes de 100 mL de vidro estéreis.
- 04 termômetros de haste comprida.
- 01 prancheta.
- 01 caneta esferográfica azul.
- 01 caneta marcadora permanente para CD.
- 01 caixa de isopor pequena (1000 cm^3).
- 20 mL de solução de Lugol.
- 01 caixa de lâminas de microscopia.
- 01 caixa de lamínula.
- 01 microscópio.
- Banco de imagens de cianobactérias.

3.4- Procedimento para coleta das amostras e análise laboratorial.

Num primeiro momento os grupos deverão preencher o *Protocolo de Caracterização Rápida das Condições Ecológicas em Trechos de Bacias Hidrográficas* (CALLISTO *et al.*, 2002) observando as características de afluentes da represa *in loco* e utilizando os termômetros para medida de temperatura da água.

As coletas deverão ocorrer em quatro pontos distintos com separação mínima de 50 metros, ao longo do espelho d'água da represa da lagoa da Pampulha, em locais a serem definidos pelo grupo de estudantes do PIBID.

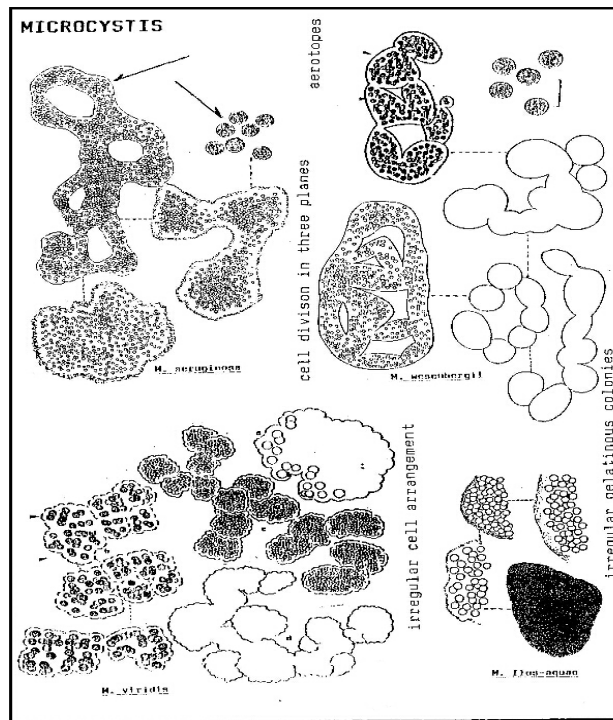
No procedimento de coleta deverá ser utilizada 01 rede de nylon de 30 μm de malha onde deverá ser coletado um frasco de 100 mL de água em cada ponto e acondicionamento nos recipientes estéreis de vidro (previamente identificados).

As amostras devem ser mantidas na caixa de isopor, a temperatura média de 4^oc para identificação dos microrganismos ainda vivos, evitando assim alterações morfofisiológicas que possam vir a comprometer sua identificação (RESENDE & MACHADO, 2004).

As lâminas deverão ser identificadas e preparadas pelos alunos e levadas ao microscópio óptico com aumento de 40X, para identificação das cianobactérias ao nível de gênero de acordo com o banco de imagens. A seguir deverá ser preenchido o quadro contendo os resultados da identificação das amostras.

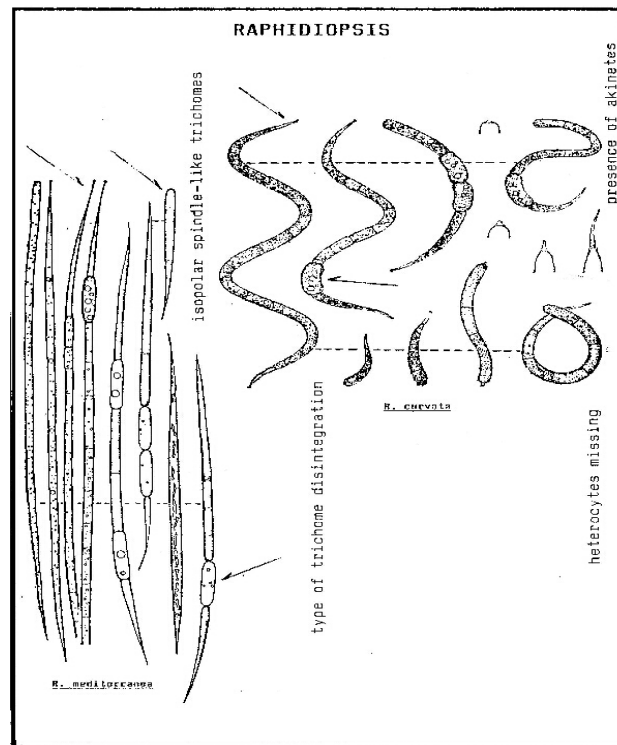
Após sua identificação as amostras deverão ser fixadas em solução de Lugol e preservadas, podendo ser incorporadas ao acervo biológico do laboratório da escola.

3.4.1-Banco de imagens



From: Talling (1941), Kramler (1956).

12

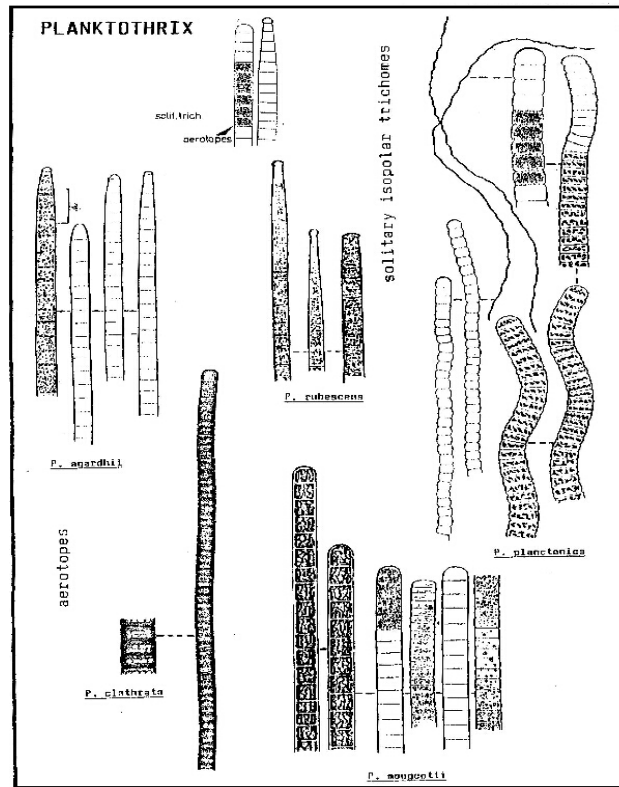


From: Lee (1951), Doudle (1975), Horová (1988).

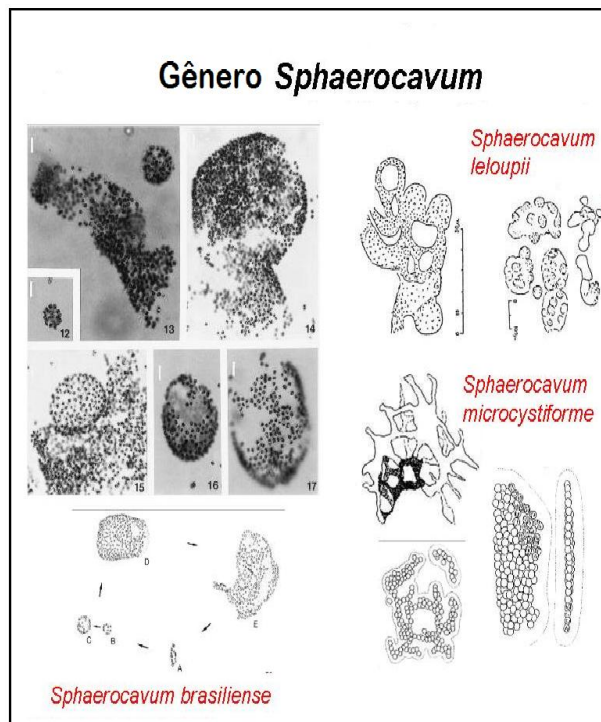
13

¹² Disponível em: < <http://www.cyanodb.cz/Microcystis> > Acesso em: 18 de abril de 2012.

¹³ Disponível em: < <http://www.cyanodb.cz/Raphidiopsis> > Acesso em: 18 de abril de 2012.



Fonte: Gomont (1892); Skuja (1948, 1956); Komárek (1956, 1984); Elenkin In Kondratieva (1966), 14 Comôere (1979); Anagnostidis & Komárek (1988)



Fonte: Azevedo & Sant'Anna (2003)

¹⁴ Disponível em: < <http://www.cyanodb.cz/Planktothrix> > Acesso em: 18 de abril de 2012

¹⁵ Disponível em: < <http://www.cyanodb.cz/Sphaerocavum> > Acesso em: 18 de abril de 2012.

3.5- RESULTADOS

3.5.1- Cianobactérias

Após identificar os gêneros de cianobactérias presentes na Lagoa da Pampulha e realizar uma breve pesquisa sobre elas preencha a tabela a seguir.

Gênero de Cianobactéria	Características	Tipo de toxina produzida	Doença que causa no homem

- Questões

- 1) É correto afirmar que o processo de eutrofização é um processo natural? Explique. Qual o problema deste processo na Lagoa da Pampulha para a fauna ali existente e para a comunidade do entorno?
- 2) Além das toxinas que as cianobactérias podem liberar, quais outros riscos biológicos e ambientais estas algas podem trazer? Aponte as alterações que estes riscos causam na cadeia alimentar deste ecossistema.
- 3) Explique como o processo de eutrofização interfere nos diferentes ciclos biogeoquímicos.
- 4) Através de um esquema mostre como a ação antrópica tem contribuído para a formação de "blooms" na Lagoa da Pampulha e a relação desses blooms com o processo de eutrofização.

3.5.2-Atividades

Propor a leitura dos dois textos seguintes e preparação das seguintes questões para discussão em sala de aula:

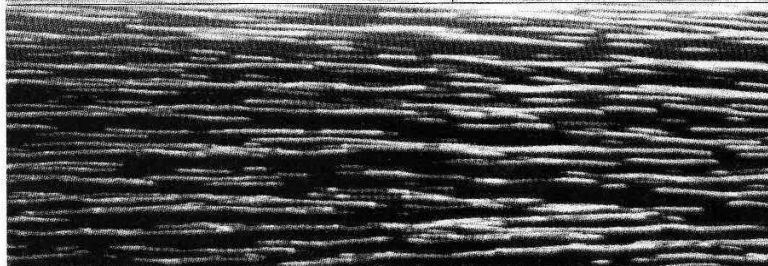
Texto I: Cianobactérias: risco em águas de abastecimento

Cianobactérias: risco em águas de abastecimento

A água de muitos açudes do Nordeste é usada para o abastecimento público, em cidades próximas.

Certas algas existentes nesses mananciais, porém, podem causar problemas de saúde. No açude pernambucano de Ingazeira, por exemplo, foi constatada a proliferação de uma cianobactéria (ou alga azul), que produz toxinas que afetam o sistema nervoso.

Por **Marc Bouvy**, do Instituto de Pesquisa para o Desenvolvimento (IRD, da França) e da Universidade Federal Rural de Pernambuco, **Renato J. R. Molica**, da Universidade Federal do Rio de Janeiro (pós-graduando) e **Silvia M. Nascimento**, do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.



As cianobactérias, ou algas azuis, são organismos microscópicos com características tanto de bactérias quanto de algas. Não apresentam núcleo celular (são procariotas) e a parede celular é semelhante à das bactérias, mas contêm clorofila *a* e realizam fotossíntese, liberando oxigênio, como as algas. As cianobactérias podem ser unicelulares, filamentosas ou coloniais.

Essas algas-bactérias são bastante conhecidas por apresentarem, sob certas condições, proliferações excessivas (florações) em ambientes aquáticos. Nesses casos, cada litro d'água pode conter milhões de células desses organismos. As florações têm consequências negativas para esses ecossistemas, como a redução da penetração da luz, e deixam a água

com mau cheiro ou sabor desagradável. Os principais problemas, no entanto, decorrem das toxinas que esses organismos produzem e liberam no ambiente: as neurotoxinas, que agem no sistema nervoso e podem levar à morte (ao paralisar músculos respiratórios), e as hepatotoxinas, que atacam células do fígado (hepatócitos) e destroem a estrutura interna do órgão.

As florações de cianobactérias, já registradas em diversos reservatórios: açudes, lagos e lagoas brasileiros, ocorrem em geral em ambientes eutrófizados – o processo de eutrofização, caracterizado pelo aumento do teor de nutrientes, provocou uma série de alterações ecológicas, entre elas a proliferação exagerada de algas, inclusive as cianobactérias. ▶

outubro de 1999 • CIÊNCIA HOJE • 67

1. Descreva as características das cianobactérias.
2. Explique o que são as florações de cianobactérias
3. Quais podem ser as consequências das florações de cianobactérias para o ambiente e para os seres humanos.
4. O que é eutrofização?
5. Qual a relação da eutrofização com as florações de cianobactérias?
6. A floração de cianobactérias observada em 1998 no açude de Ingazeira, em 1998 foi relacionada à ausência de chuvas e redução do nível da água. Que explicações você sugere para isso?
7. Como essa floração afetou a qualidade da água no açude?
8. Como são realizadas as análises para determinar a presença de toxinas produzidas por cianobactérias?

Texto II: A Água de Caruaru

Sandra Neiva Coelho, Médica Nefrologista, Professora Titular de Nefrologia, Departamento de Medicina Clínica, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, Brasil.

O acidente ocorrido no Instituto de Doenças Renais (IDR) em Caruaru, PE, durante o mês de fevereiro de 1996 transformou a história e a prática clínica da hemodiálise. A contaminação da água utilizada para hemodiálise com microcistina, uma toxina de cianobactéria, causando a morte de 65 pacientes trouxe várias lições à comunidade médica e a sociedade civil.

O IDR funcionava há 10 anos mantendo cerca de 130 pacientes sob tratamento dialítico. A cidade de Caruaru, com 217.430 habitantes e situada a 135 km de Recife, apresenta um clima semiárido, com temperatura variando entre 20 a 38 °C ao longo do ano. A água é escassa e com fornecimento irregular na cidade. Estas condições provocaram a utilização de água transportada por caminhão pipa e sem tratamento adequado. Dessa forma, a água que abasteceu ao reservatório da clínica estava contaminada com toxina de cianobactéria.

A maioria dos pacientes apresentaram toxemia. Posteriormente cerca de 50% desses evoluíram com coagulopatia, acometimento do sistema nervoso central e insuficiência hepática seguida por óbito.

O quadro clínico não era característico de nenhum contaminante conhecido anteriormente em unidades de hemodiálise. As hipóteses investigadas, embora sem confirmação, foram as seguintes: leptospirose, intoxicação por cloro, metais pesados, contaminação por agrotóxicos, resíduos de ácido cresólico e fenólico, infecção por bactérias ou vírus.

O diagnóstico etiológico definitivo foi identificado pela Prof^a. Dra. Sandra Azevedo, Coordenadora do Núcleo de Pesquisas de Produtos Naturais - CCS - UFRJ. O seu conhecimento sobre a biologia das cianobactérias ou algas cianofíceas permitiu associar o quadro clínico dos pacientes do IDR a contaminação por uma toxina produzida por essas algas. Em seguida foi concluído que a água proveniente dos açudes e enviada à clínica estava contaminada. A microcistina-LR, uma toxina liberada por cianobactéria, foi identificada no filtro de carvão usado no IDR, no dialisador, no plasma e no fígado dos pacientes acometidos.

As cianobactérias liberam toxinas que são potentes e letais. Entre essas toxinas foram identificadas a microcistina-LR, que é hepatotóxica; e a anatoxina-a, anatoxina-a(s), saxitoxina e neosaxitoxina, que são neurotóxicas.

A microcistina-LR é uma molécula pequena, composta por sete aminoácidos, com peso molecular entre 0,9 a 1,0 Kdaltons. Os pesquisadores da área têm mostrado que a microcistina-LR atua inibindo enzimas intracelulares denominadas fosfatases, que removem os grupamentos de fosfato das proteínas. Isso promove uma alteração na estrutura do esqueleto celular causando disfunção, ou seja, modifica a arquitetura e conseqüentemente a função das células do fígado. Os estudos chegam a admitir que a ação de doses sub-letais das hepatotoxinas provenientes de cianobactéria estaria associada ao desenvolvimento de câncer hepático. Esta suposição tem sido investigada na China onde existe cianobactéria nos

mananciais de água fornecida a uma população que apresenta elevada frequência de dessa neoplasia.

A primeira descrição sobre a morte de animais provocada por cianobactéria foi realizada em 1878 por George Francis, na cidade de Adelaide, Austrália. Os animais apresentavam quadro clínico de estupor, sonolência, convulsões e morte. Na década de 40 foram relatados casos de envenenamentos por essas toxinas em animais selvagens e domésticos. Todavia, segundo o pesquisador Wayne W. Carmichael, professor de biologia aquática e toxicologia da Wright State University e especialista no assunto, até janeiro de 1994 não havia relato de casos de mortes em humanos provocadas pelas toxinas da cianobactéria.

Este pesquisador ainda refere que os animais morrem após ingerir água coberta por algas azul-esverdeadas existentes em lagos, açudes ou reservatórios. As condições favoráveis para o desenvolvimento da cianobactéria são água com temperatura entre 15 a 30°C, presença de vento suave, pH neutro a alcalino (entre 6 a 9), presença de nutrientes contendo nitrogênio e fósforo. A liberação das toxinas ocorre quando a cianobactéria envelhece, morre ou a água foi tratada com sulfato de cobre. A quantidade de água ingerida para provocar a morte depende da concentração da toxina, da quantidade de cianobactéria, bem como da espécie, tamanho, idade e sexo do animal.

Devido ao melhor conhecimento das toxinas provenientes de cianobactéria e de suas graves conseqüências, atualmente já existem estudos com recomendações para remover esses elementos da água utilizada para beber. De acordo com P. R. Carlile, em abril de 1994, na publicação no. FR0458, intitulada: Further Studies to Investigate Microcystin-LR and Anatoxin-A Removal From Water (Outros estudos para investigar Microcistina-LR e anatoxina-A remoção de água), o processo deve constar de:

- (1) Filtro de carvão ativado em pó, com base de madeira. Eficaz para remover microcystin-LR, mas menos eficiente para remover anatoxin-A,
- (2) Filtro de carvão ativado granulado, mantendo contado durante pelo menos 15 minutos. Eficaz para remover e degradar microcystin-LR. Anatoxin-A é melhor removida por esse filtro do que a microcystin-LR,
- (3) Ozonização é eficiente sendo mais adequada quando aplicada a água filtrada. A ozonização não causa a liberação da toxina,
- (4) Permanganato de potássio é eficaz se utilizado em água filtrada,
- (5) Radiação ultravioleta deve ser empregada em dose mais elevada do que aquela usada para a desinfecção,
- (6) Cloração para atingir um pH igual a 5, remove a microcystin-LR e não modifica o teor de anatoxin-A 2.

Em relação ao tratamento necessário a água para hemodiálise não há estudos realizados. É necessário estabelecer qual o melhor método para reter e eliminar essas toxinas.

A água para hemodiálise deve ser preparada no sentido de evitar contaminantes de natureza físico-química e microbiológica. Em relação aos componentes físico-químicos são conhecidas as toxicidades provocadas por alumínio, cálcio, magnésio, sódio, cloramina, cobre, nitrato, fluoreto, sulfato, zinco. Recentemente o estrôncio tem sido descrito como causador de doença óssea. Este metal deverá ser incluído na lista da AAMI (Association for the

Advancement of Medical Instrumentation), referência nos Estados Unidos para qualidade de água utilizada em hemodiálise.

A respeito da contaminação microbológica são recomendados os controles dos níveis de bactéria e de endotoxina. Após o acidente de Caruaru, o Center for Disease Control and Prevention (CDC) tem lembrado também a determinação e o controle de toxinas de cianobactérias nas regiões de risco (informação verbal).

Em conclusão a água de Caruaru mostrando-se escassa, contaminada e inadequada provocou discussões e alertou para a necessidade de melhorar a qualidade de água para hemodiálise. O Ministério da Saúde através da portaria no. 2042/GM (DOU 11/10/96) estabeleceu parâmetros claros a partir dos padrões de centros mais desenvolvidos. No entanto muitas questões permanecem em aberto nesta discussão.

Atividade

1. Descreva, de forma sucinta, o “acidente” ocorrido no Instituto de Doenças Renais de Caruaru, PE, em 1996.
2. Que tipo de toxina foi identificada na água usada para a hemodiálise e como essa toxina afeta o organismo?
3. Como você explicaria a rápida evolução da intoxicação nos pacientes de hemodiálise?

1.5-Referências bibliográficas

BOUVY, M; MOLICA, R. J. R; NASCIMENTO, S. M. Cianobactérias: risco em águas de abastecimento. *Ciência Hoje*. p. 67-69. Out. 1999.

COELHO, S. N. A água de Caruaru. *Medicina Online - Revista Virtual de Medicina*. Volume 1- Número 3 - Ano I (Jul/Ago/Set de 1998). Disponível em: http://medonline.com.br/med_ed/med3/agua.htm

ANEXO C – Trabalho de campo

Protocolo de Caracterização Rápida das Condições Ecológicas em Trechos de Bacias Hidrográficas (CALLISTO et al., 2002)

Descrição do Ambiente			
Localização:			
Data de Coleta: ____ / ____ / ____		Hora da Coleta: _____	
Tempo (situação do dia):			
Modo de coleta (coletor):			
Tipo de Ambiente: Lótico () Lêntico ()			
Largura aproximada do corpo d'água:			
Profundidade aproximada:			
Temperatura da água:			
Fundo do corpo d'água			
Componentes Inorgânicos	%	Componentes Orgânicos	%
Pedras (> 50cm; ± 20Kg)		Detritos (restos: galhos e folhas)	
Seixos (cabe em 2 mãos)			
Pedregulho (cabe em 1 mão)		Lama	
Cascalho (± 5cm)			
Areia		Algas e/ou musgos	
Silte + Argila			

3.5.3.1- Resultado do Protocolo de Caracterização:

Parâmetros	Pontuação		
	4 pontos	2 pontos	0 pontos
1- Tipo de ocupação das margens do corpo d'água (principal atividade)	Vegetação natural	Campo de pastagem/Agricultura/ Monocultura/ Reflorestamento	Residencial/Comercial/ Industrial
2- Erosão próxima e/ou nas margens e assoreamento em seu leito	ausente	moderada	Acentuada
3- Alterações antrópicas	ausente	alterações de origem doméstica (esgoto, lixo)	alterações de origem industrial/urbana (fábricas, siderurgias, canalização, retilização do curso do rio)
4- Cobertura vegetal no leito	parcial	total	Ausente
5- Odor da água	nenhum	esgoto (ovo podre)	óleo/industrial
6- Oleosidade da água	ausente	moderada	Abundante
7- Transparência da água	transparente	turva/cor de chá-forte	opaca ou colorida
8- Odor no sedimento (fundo)	nenhum	esgoto (ovo podre)	óleo/industrial
9- Oleosidade do fundo	ausente	moderado	Abundante
10- Tipo de fundo	pedras/cascalho	lama/areia	cimento/canalizado

Parâmetros de Habitat	Pontuação			
	5 pontos	3 pontos	2 pontos	0 ponto
11- Tipos de fundos (peixes)	Mais de 50% com habitats diversificados; pedaços de troncos submersos; cascalho ou outros habitats estáveis.	30 a 50% de habitats diversificados; habitats adequados para a manutenção das populações de organismos aquáticos.	10 a 30% de habitats estáveis; disponibilidade de habitats insuficiente; substratos frequentemente modificados.	Menos que 10% de habitats estáveis; ausência de habitats óbvia; substrato rochoso - instável para fixação dos organismos.
12- Largura dos remansos	Rápidos e remansos bem desenvolvidos; remansos tão largos quanto o rio e com o comprimento igual ao dobro da largura do rio.	Remansos com a largura igual à do rio, mas com comprimento menor que o dobro da largura do rio.	Trechos rápidos podem estar ausentes; remansos não tão largos quanto o rio e seu comprimento menor que o dobro da largura do rio.	Remansos ou rápidos inexistentes.
13- Distância entre remansos (ou curvas)	Remansos relativamente frequentes; distância entre remansos dividida pela largura do rio entre 5 e 7.	Remansos não frequentes; distância entre remansos dividida pela largura do rio entre 7 e 15.	Remansos ou curvas ocasionais; habitats formados pelos contornos do fundo; distância entre remansos dividida pela largura do rio entre 15 e 25.	Geralmente com lâmina d'água "lisa" ou com remansos rasos; pobreza de habitats; distância entre remansos dividida pela largura do rio maior que 25.
14- Tipos de substrato	Seixos abundantes (prevalecendo em nascentes).	Seixos abundantes; cascalho comum.	Fundo formado predominantemente por cascalho; alguns seixos presentes.	Fundo pedregoso; seixos ou lamoso.
15- Deposição de lama	Entre 0 e 25% do fundo coberto por lama.	Entre 25 e 50% do fundo coberto por lama.	Entre 50 e 75% do fundo coberto por lama.	Mais de 75% do fundo coberto por lama.
16- Depósitos sedimentares	Menos de 5% do fundo com deposição de lama; ausência de deposição nos remansos.	Alguma evidência de modificação no fundo, principalmente como aumento de cascalho, areia ou lama; 5 a 30% do fundo afetado; suave deposição nos remansos.	Deposição moderada de cascalho novo, areia ou lama nas margens; entre 30 a 50% do fundo afetado; deposição moderada nos remansos.	Grandes depósitos de lama, maior desenvolvimento das margens; mais de 50% do fundo modificado; remansos ausentes devido à significativa deposição de sedimentos.

17- Alterações no canal do rio	Canalização (retificação) ou dragagem ausente ou mínima; rio com padrão normal.	Alguma canalização presente, normalmente próximo à construção de pontes; evidência de modificações há mais de 20 anos.	Alguma modificação presente nas duas margens; 40 a 80% do rio modificado.	Margens modificadas; acima de 80% do rio modificado.
18 Características do fluxo das águas	Fluxo relativamente igual em toda a largura do rio; mínima quantidade de substrato exposta.	Lâmina d'água acima de 75% do canal do rio; ou menos de 25% do substrato exposto.	Lâmina d'água entre 25 e 75% do canal do rio, e/ou maior parte do substrato nos "rápidos" exposto.	Lâmina d'água escassa e presente apenas nos remansos.
19- Presença de mata ciliar	Acima de 90% com vegetação ripária nativa, incluindo árvores, arbustos ou macrófitas; mínima evidência de desflorestamento; todas as plantas atingindo a altura "normal".	Entre 70 e 90% com vegetação ripária nativa; desflorestamento evidente mas não afetando o desenvolvimento da vegetação; maioria das plantas atingindo a altura "normal".	Entre 50 e 70% com vegetação ripária nativa; desflorestamento óbvio; trechos com solo exposto ou vegetação eliminada; menos da metade das plantas atingindo a altura "normal".	Menos de 50% da mata ciliar nativa; desflorestamento muito acentuado.
Parâmetros de Habitat	Pontuação			
	5 pontos	3 pontos	2 pontos	0 ponto
20- Estabilidade das margens	Margens estáveis; evidência de erosão mínima ou ausente; pequeno potencial para problemas futuros. Menos de 5% da margem afetada.	Moderadamente estáveis; pequenas áreas de erosão frequentes. Entre 5 e 30% da margem com erosão.	Moderadamente instável; entre 30 e 60% da margem com erosão. Risco elevado de erosão durante enchentes.	Instável; muitas áreas com erosão; frequentes áreas descobertas nas curvas do rio; erosão óbvia entre 60 e 100% da margem.
21- Extensão da mata ciliar	Largura da vegetação ripária maior que 18 m; sem influência de atividades antrópicas (agropecuária, estradas, etc.).	Largura da vegetação ripária entre 12 e 18 m; mínima influência antrópica.	Largura da vegetação ripária entre 6 e 12 m; influência antrópica intensa.	Largura da vegetação ripária menor que 6 m; vegetação restrita ou ausente devido à atividade antrópica.
22- Presença de plantas aquáticas	Pequenas macrófitas aquáticas e/ou musgos distribuídos pelo leito.	Macrófitas aquáticas ou algas filamentosas ou musgos distribuídas no rio formando tapetes, substrato com perifiton.	Algas filamentosas ou macrófitas em poucas pedras ou alguns remansos, perifiton abundante e biofilme.	Ausência de vegetação aquática no leito do rio ou grandes bancos macrófitas (p.ex. aguapé).
Total de pontos				

Características do Ambiente e	
Pontuação	
Impactado	0 a 40
Alterado	41 a 60
Natural	61 a 100
RESULTADO	_____

Análise da água

1. De acordo com a análise feita pelo seu grupo com o *Protocolo de Caracterização Rápida das Condições Ecológicas em Trechos de Bacias Hidrográficas* explicita quais os problemas, ou benefícios, que este ambiente causa na vida da comunidade vizinha.
2. No protocolo de caracterização utilizado como parâmetro neste trabalho uma das características a ser observada é a presença ou ausência da mata ciliar. Na Lagoa da Pampulha nunca foi observada a presença de tal mata visto que é um lago artificial. Caso fosse elaborado um projeto de construção de mata ciliar na orla dessa lagoa seria possível observar mudanças no ambiente aquático? Em caso afirmativo explicita-os. A partir desta observação explique a importância desta mata para um curso d'água?
3. A existência de cobertura vegetal no leito da Lagoa modifica alguma(s) característica(s) do ambiente aquático? Qual interferência essa vegetação causará na fauna da lagoa?
4. Nos dias atuais é muito comum o uso da frase "A água do mundo está acabando". Tomando como base o ciclo da água julgue esta afirmativa como verdadeira ou falsa. Explique sua resposta dando ênfase à preocupação mundial com o esgotamento deste bem.
5. Por que o processo de autodepuração da água é inviável na Lagoa da Pampulha. Embase sua resposta nas condições necessárias para que esse processo aconteça.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

CALLISTO, M.; FERREIRA, W. R.; MORENO, P. & GOULART, M.1; PETRUCIO, M.2 - 2002. Protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats. Acta Limnologica Brasiliensis. 14(1): 91-98.

ANEXO D – Instrumento de avaliação de opiniões**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**Faculdade de Educação – **FAE**Centro de Ensino de Ciências e Matemática – **CECIMIG**Ensino de Ciências por Investigação IV – **ENCI IV**

1ª questão – Para você, qual a importância de se estudar ecologia?

2ª questão – Muitas pessoas acreditam que o estudo das condições das águas é importante para a conservação da água no planeta.

- a) Em sua opinião, por que devemos estudar as condições dos corpos d'água?
- b) Quais as características da água que podem ser monitoradas em uma pesquisa?
- c) Por que a manutenção das características físico-químicas da água é essencial à vida nos ecossistemas aquáticos?

3ª questão – considerando os elementos que constituem o ecossistema aquático da lagoa da Pampulha, qual das alternativas abaixo você tomaria como o melhor exemplo de impacto nesse ambiente? Marque uma alternativa e justifique a sua escolha.

- () assoreamento e diminuição do espelho d'água.
- () crescimento excessivo de algas.
- () descarte de resíduos de metais pesados nos efluentes da lagoa.
- () lançamento de esgoto não tratado na lagoa.
- () mortalidade de peixes.
- () urbanização do entorno da lagoa.
- () uso da lagoa para pesca e nado.

Justificativa:

4ª questão – Organize em ordem crescente de importância os itens acima que contribuem para a alteração das condições de um ecossistema como a lagoa da Pampulha.

5ª questão – O que o projeto “Água em foco” trouxe de novidade para o seu aprendizado na disciplina de biologia?

6ª questão – Você acredita que o modo com que o tema ecologia das águas foi desenvolvido contribuiu em maior ou em menor escala para facilitar a compreensão a respeito do monitoramento das águas? Explique como se deu esse aprendizado.

7ª questão – Para as atividades desenvolvidas no projeto “Água em foco” atribua uma nota de 0 a 5.

- a) Identificação do pH das águas ()
- b) Medida de turbidez ()
- c) Aula prática de coliformes ()
- d) Atividade de autodepuração das águas ()
- e) Coleta e identificação de cianobactérias ()
- f) Visita à Lagoa e aplicação do protocolo de caracterização ()

Emita a sua opinião a respeito da atividade que você menos gostou e a que mais gostou. (O que achou/não achou interessante na atividade? Qual a dificuldade/facilidade encontrada na atividade? O que despertou/não despertou seu interesse pela atividade?)