

HIGIENIZAÇÃO E POTABILIDADE DA ÁGUA: A ÁGUA COMO TEMA GERADOR DE CONCEITOS

Sanitation and drinking water: the water generator as a theme of concepts

Clécio Ap. C. Aguiar¹
Viviani A. de Lima²
Alexandra Epoglou³

RESUMO: Este trabalho relata a experiência de formação continuada para professores de Química das escolas de Ensino Médio ligadas ao projeto Criação e Implementação de Ambientes de Formação Docente em Biologia, Física e Química *in loco* e Virtual (CIAFD/FINEP) na cidade de Uberlândia – MG. Nele são apresentados os caminhos percorridos até a elaboração da oficina experimental “Higienização e Potabilidade da Água”, uma proposta para a aprendizagem do conhecimento químico de forma significativa e atraente. Além disso, faz uma análise sobre as concepções dos professores envolvidos acerca dos conteúdos relacionados e da viabilidade de execução dos experimentos propostos nas escolas da rede pública. Dentre inúmeros modelos de formação continuada para professores, os resultados apresentados indicam que a tríade PROFESSORES UNIVERSITÁRIOS – ALUNOS DE LICENCIATURA – PROFESSORES DE EDUCAÇÃO BÁSICA é essencial para a criação de espaços de reflexão e de proposição de novas metodologias, imprescindíveis para a dinamização dos processos de ensino e de aprendizagem que ocorrem no ambiente escolar.

UNITERMOS: Professores de Química. Formação Continuada. Novas Metodologias.

ABSTRACT: This paper reports the experience of continuing education for teachers of Chemistry at schools of teaching middle into in the project *Criação e Implementação de Ambientes de Formação Docente em Biologia, Física e Química in loco e Virtual* (CIAFD / FINEP) in the city of Uberlândia - MG. The paper shows the paths travelled to the development of experimental workshop “Higienização e Potabilidade da Água”, a proposal for the study of chemical knowledge to make a significant and attractive. Moreover, is an analysis about the conceptions of teachers concerned about the related content and the feasibility of implementing the proposed experiments in schools in the public network. Among many models of continuing education for teachers, the results indicate that the triad UNIVERSITY TEACHERS - DEGREE OF STUDENTS - TEACHERS OF BASIC EDUCATION is essential to the creation of spaces for reflection and proposals for new methodologies, vital to boosting the processes of teaching and learning that occurs in the school environment.

¹ Professor de Química da Escola Estadual Sérgio de Freitas Pacheco. Graduando em Química na Universidade Federal de Uberlândia.

² Mestra em Ensino de Química, docente do Instituto de Química da Universidade Federal de Uberlândia e coordenadora do NOEP 3.

³ Mestra em Ensino de Ciências e docente da Faculdade de Ciências Integradas do Pontal – Universidade Federal de Uberlândia.

KEY-WORDS: Teachers of Chemistry. Continuing Education for Teachers. New Methodologies.

A água como tema gerador

De modo geral, a água é considerada um recurso indispensável para a vida, mas está se tornando escassa em algumas regiões do planeta, e em outras, apesar da abundância, não se encontra em condições adequadas para o consumo humano.

De acordo com Tundisi (1999), os recursos hídricos superficiais e subterrâneos deterioram-se em passo acelerado, em consequência das múltiplas atividades desenvolvidas de maneira intensa nas bacias hidrográficas, alterando tanto a quantidade como a qualidade da água.

Segundo Azevedo (1999, p. 21), “o conceito de pureza para a água é muito relativo, depende fundamentalmente de dois fatores: o uso a que ela se destina e a aparelhagem utilizada para medir o grau de pureza”.

Ainda de acordo com o mesmo autor, uma água empregada para fins recreativos, por exemplo, possivelmente não será condizente aos padrões de potabilidade exigidos para a ingestão humana.

Dessa forma, nos centros urbanos, as estações de tratamento de água (ETA) são projetadas para fornecer continuamente água para o consumo humano, atendendo a padrões de potabilidade estabelecidos pelo governo e fiscalizados por autoridades sanitárias (Portaria MS nº 1469). A água, captada nos mananciais, se torna potável passando por processos que destroem microorganismos, potenciais causadores de doenças, retiram sedimentos em suspensão e controlam o aspecto e o gosto.

Vários dados sobre a água estão disponíveis em sites de busca na internet, dentre alguns pesquisados, destacam-se as seguintes informações intituladas como ‘Declaração Universal dos Direitos da Água’ (UNIVERSIDADE DA ÁGUA, 2008):

item 3. Os recursos naturais de transformação da água em água potável são lentos, frágeis e muito limitados. Assim sendo a água deve ser manipulada com racionalidade, preocupação e parcimônia.

item 8. A utilização da água implica o respeito à lei. Sua proteção constitui uma obrigação jurídica para todo o homem ou grupo social que a utiliza. Esta questão não deve ser ignorada nem pelo Homem nem pelo Estado.

item 9. A gestão da água impõe um equilíbrio entre os imperativos de sua proteção e as necessidades de ordem econômica, sanitária e social...

Além disso, também se podem obter dados sobre a quantidade e a distribuição da água disponível no planeta, como mostra o site ‘Universidade da Água’ (2008), indicando que 97,5% da água disponível na Terra é salgada, formando os oceanos e os mares. Entretanto, 2,493% é água doce,

encontrada nas geleiras (criosfera) ou em regiões subterrâneas (aquíferos) de difícil acesso, e apenas 0,007% correspondem à água doce disponível em rios, lagos e na atmosfera, sendo considerada de fácil acesso para o consumo humano.

Dessa forma, os dados encontrados nos sites de busca, como apontados acima, indicam informações quantitativas sobre a água, ou os direitos e os deveres que os cidadãos têm sobre a água. Todavia, observam-se poucas informações que permitam a formação do pensamento químico através do tema água, pois, de acordo com Quadros (2004), esse assunto pode ser sugerido como um tema gerador.

Entretanto, segundo a mesma autora:

(...) nos programas de química tradicionais, a ‘água’ aparece nos tópicos: “*separação de misturas, substância pura, ligações químicas, soluções, forças inter-moleculares, polaridade, geometria, teoria ácidos/bases, entre outros,*” entretanto, o enfoque secundário dado a ela pode gerar alguns questionamentos, tais como: Será que os alunos conseguem trazer para seu dia-a-dia conceitos que abordam a água, como exemplo os mencionados anteriormente, e relacioná-los com a mesma água que eles usam para beber? Que os íons presentes na água tradicional (livros de Química) são os mesmos existentes na água que bebemos? A pureza da água é pensada em termos de íons presentes? (QUADROS, 2004, p. 27).

Dentro dessa perspectiva, Silva (2003, p.27) aponta que:

A água é o composto químico mais abundante na Terra e dela depende todo ser vivo. (...) conhecer suas propriedades químicas e físicas, seu papel nos processos vitais, climáticos, produtivos, entre outros, despertaria a consciência para que se aproveite de forma racional esse recurso. O tema favorecia/favorece a introdução de conceitos relacionados a reações químicas, velocidade das reações, forças intermoleculares, ácidos e bases, dissolução de gás em água, miscibilidade de líquidos, solubilidade, polaridade etc.

Ainda, segundo Silva (2003, p.27), após a realização de algumas pesquisas voltadas a conhecer as concepções, dúvidas e idéias equivocadas de alunos relacionadas ao tema água, pode-se verificar algumas confusões teórico-conceituais, por vezes responsáveis pelas incompreensões e incorreções recorrentes sobre o tema, tais como:

(...) todas as substâncias químicas são perigosas e tóxicas; líquidos só evaporam ao chegar à sua temperatura de ebulição; o oxigênio dissolvido na água (o que respiram os peixes) é o mesmo que o da molécula da água; utilização de termos como gás, vapor e fumaça como se fossem sinônimos; o vapor de água está formado por hidrogênio e oxigênio separados; utilização do termo “químico” conforme o nível como sinônimo de artificial ou sintético; utilização das expressões ‘substâncias biodegradáveis’ e ‘substâncias orgânicas’ como sinônimas.

Assim, dentro dos pressupostos citados e da orientação do projeto Criação e Implementação de Ambientes de Formação Docente em Biologia, Física e Química *in loco* e Virtual (CIAFD/FINEP) para o eixo “Educação para o consumo e cidadania”, as atividades propostas procuraram fomentar uma reflexão sobre a qualidade das águas vinculada à sua utilização e aos parâmetros de potabilidade determinados com os recursos de análise disponíveis no mercado.

O processo de construção da oficina

A proposta da oficina se deu a partir de uma visita à Escola Frei Egídio Parisi que, tendo em vista o eixo do projeto mencionado acima, escolheu o tema água para discutir a educação para o consumo e cidadania, focando, como pesquisa, as características da água para o consumo humano.

Para dar início às discussões sobre a qualidade da água, a escola optou por adquirir um kit para controle da potabilidade da água, similar aos empregados no controle de aquários com peixes, contendo os seguintes testes: amônia, cloro, dureza total, cloreto, ferro, fosfato, pH, oxigênio dissolvido e turbidez.

Segundo o fabricante, a empresa Alfakit[®], o kit procura atender alunos a partir da quarta série do ensino fundamental, comunidades preocupadas com a qualidade das águas consumidas e pessoas interessadas em realizar, pessoalmente, o monitoramento da água em suas residências. Dessa forma, a utilização do kit visa a oferecer às escolas condições para a realização de uma aula que desperte o interesse dos alunos acerca da qualidade e da potabilidade da água.

Entretanto, representa um custo considerável para as escolas públicas, já que as verbas, de modo geral, são escassas. Além disso, a quantidade de análises realizadas com o kit é limitada para 100 análises de cada espécie, portanto não é um material prático que o professor possa ter sempre em mãos para trabalhar com todos os seus alunos. Não obstante, é possível a reposição dos reagentes, mas somente através da respectiva empresa e o valor estimado é muito próximo ao do kit inteiro.

Além disso, de acordo com o manual que acompanha o kit (www.alfakit.com.br), os resultados são expressos através da quantidade de gotas empregada no respectivo ensaio - por exemplo, “Positivo (4 gotas = 40 mg/L)”. Portanto, trata-se de um kit não renovável pelo próprio professor, ou seja, não fornece informações suficientes para a reposição ou a substituição dos reagentes pela escola.

Pode-se observar, assim, a falta de objetividade do material adquirido pela escola, pois devido à baixa sensibilidade (valores empregados como padrão), à impossibilidade de reproduzir e/ou adaptar (ausência dos nomes dos reagentes e das concentrações das soluções utilizados em cada análise) e à dificuldade de especificar as reações envolvidas nos ensaios, os professores não encontram subsídios para discutir e ampliar os conceitos em sala de aula.

Em contrapartida, os alunos que vivenciaram tais experiências mostraram-se motivados com a dinâmica do material, talvez devido à execução de atividades experimentais no laboratório da escola, tendo contato com a “*Química na prática*”. Além disso, pôde-se averiguar a discussão,

através das análises, do tema água no âmbito socioeconômico e cultural. Uma professora solicitou apoio para a identificação dos reagentes contidos no kit, uma vez que eles estavam acabando e não poderiam mais ser adquiridos em razão de seu alto custo. A partir da combinação dessas situações e tendo em vista a falta de reprodutibilidade do kit e a necessidade de uma discussão sobre os conhecimentos químicos envolvidos nos experimentos, foi elaborada a oficina “Higienização e Potabilidade da Água”.

Assim, foram testadas e adaptadas atividades experimentais no laboratório do Instituto de Química da Universidade Federal de Uberlândia e, juntamente com o aporte teórico, foi elaborada a oficina, da qual participaram os professores de Química das escolas do Ensino Médio ligadas ao projeto CIAFD/FINEP.

Tal oficina serviu de embasamento teórico e prático para a realização das atividades previstas e desenvolvidas no referido projeto, tendo como objetivo central a capacitação dos professores de Química, no sentido de subsidiar a criação de metodologias, processos e produtos que contribuam para a melhoria das condições de ensino e aprendizagem.

Além disso, estabeleceu-se uma parceria entre as escolas estaduais Professor Inácio Castilho, que buscava estudar a contaminação de uma nascente situada em uma área de preservação ambiental localizada no Parque Santa Luzia e a Frei Egidio Parisi, que havia adquirido o kit para análise qualitativa e quantitativa de água.

A adaptação dos roteiros experimentais

Verificou-se que o kit adquirido pela escola contém uma série de métodos analíticos adaptados em micro escala para a determinação qualitativa e quantitativa de algumas espécies químicas presentes na água, entretanto, o mesmo não pode ser facilmente reproduzido pelos professores nas escolas.

Após a realização de pesquisas bibliográficas, tomou-se como base as análises apresentadas pelo autor Adad (1982), de modo a adaptar os roteiros originais e tendo em vista a acessibilidade de reagentes, sua toxicidade e concentração. Dentre os experimentos empregados na oficina, destacam-se: determinação de matéria orgânica, determinação de cloro residual, água dura, determinação de íons cálcio, determinação de íons ferro e simulação das etapas do tratamento de água.

No site da empresa, encontram-se algumas informações sobre os reagentes empregados nas análises, porém eles apresentam certa toxicidade, por exemplo, a ortotoluidina (reagente com propriedades cancerígenas e de custo elevado) utilizada na identificação de cloro residual. Outro exemplo refere-se ao dicromato de potássio em meio ácido, utilizado para a determinação de matéria orgânica, uma vez que há participação na reação dos íons Cr^{3+} e Cr^{6+} , potencialmente tóxicos. Além da dificuldade de se trabalhar com reagentes considerados tóxicos, não se conhece a concentração dos mesmos, ampliando os riscos de uso, principalmente pelos alunos.

Já para os métodos de análise volumétrica, o kit não informa ao professor qual tipo de substâncias

empregadas e a concentração dos reagentes, além de não especificar o teste utilizado.

Assim, para atender a solicitação da professora, foi necessária a adaptação de roteiros experimentais, indo em busca de outras referências que atendessem os objetivos do trabalho quanto à acessibilidade, toxicidade e segurança em laboratório, tendo em vista que os mesmos pudessem ser manipulados pelos professores na oficina e por seus alunos, que poderiam vir a executar tais roteiros em suas escolas. Outro aspecto considerado foi o tipo de aparelhagem de laboratório empregada em cada experimento, já que nem sempre os indicados na bibliografia original poderiam ser encontrados nas escolas.

A Tabela 1 mostra a relação dos reagentes para cada análise do roteiro original e dos roteiros adaptados para a análise da água.

Tabela 1. Adaptação dos roteiros experimentais

Relação dos experimentos adaptados (ANEXO 1)	Roteiro original – reagentes (ADAD, 1982)	Roteiro adaptado – reagentes e bibliografias
a) “Água dura”	EDTA, Negro de eriocromo-T, cloreto de amônio, carbonato de cálcio, hidróxido de sódio, sulfeto de sódio etc.	Solução de sabão, solução saturada de cloreto de sódio, solução de hidróxido de cálcio (ABERTO, 2002).
b) Determinação dos íons Ca^{2+}	Carbonato de cálcio, EDTA, indicador murexida sólido.	Solução de oxalato de amônio (ABERTO, 1997).
c) Determinação de matéria orgânica	dicromato de potássio, ácido sulfúrico concentrado, sulfato de prata, sulfato ferroso amoniacal, sulfato ferroso etc.	Solução de permanganato de potássio (SÃO PAULO, 1979).
d) Determinação do teor de ferro	Ácido clorídrico concentrado, solução de hidroxilamina, solução tampão de acetato de amônio, solução de ortofenantrolina, fio de ferro, ácido acético glacial.	Solução de tiocianato de sódio, solução de nitrato de ferro III (ABERTO, 1997).
e) Determinação de cloro residual	Ortotoiluidina, ácido clorídrico concentrado.	Solução de ácido acético, solução de iodeto de potássio, amido, solução de água sanitária (ABERTO, 2002).

Já para o experimento sobre a simulação das etapas do tratamento de água, a adaptação foi executada para a aparelhagem e não para os reagentes (ABERTO, 1993).

Os testes foram realizados com amostras de água potável (água da torneira) e água coletada em uma das nascentes situadas no perímetro urbano da cidade de Uberlândia, pertencente ao Parque Santa Luzia. A escolha da amostra de água da nascente se deu devido à aproximação da nascente em relação à localização da Escola Estadual Frei Egidio Parisi, bem como a importância em preservar esta nascente, ao ver as suas condições atuais. Já para a amostra da água potável (água da torneira), considerou-se o estudo da qualidade da água que chega em nossas casas.

A oficina de “Higienização e Potabilidade da Água”

Após as pesquisas e adaptações dos roteiros experimentais, procurou-se socializar os resultados obtidos com os demais professores das escolas participantes do projeto CIAFD/FINEP, além das duas escolas envolvidas diretamente na pesquisa através da oficina “Higienização e Potabilidade da Água” no laboratório do Instituto de Química da Universidade Federal de Uberlândia, que consistiu em três momentos:

1ª. Etapa: Aplicação de um questionário aos professores, dividido em duas partes: inicialmente para conhecer as concepções prévias dos mesmos (antes da realização dos experimentos) sobre as espécies que poderiam ser identificadas nas amostras de água da torneira e da nascente do Parque Santa Luzia.

2ª. Etapa: Realização dos Experimentos pelos professores.

3ª. Etapa: Aplicação da segunda parte do questionário com objetivo de verificar se os roteiros adaptados atenderiam às expectativas do professor (após a realização dos experimentos), bem como a possibilidade de sua realização em sala de aula ou no laboratório de sua Escola. Também foi solicitado que os professores indicassem os conteúdos que poderiam ser abordados em sala de aula a partir dos experimentos.

A oficina na visão dos professores: expectativas e propostas

Através dos questionários prévios e após a realização dos experimentos, verificou-se quais as substâncias que eram esperadas nas amostras de água da nascente em estudo e da torneira, além da possibilidade de serem detectadas através de análises qualitativas, respectivamente agrupadas nas Tabelas 2 e 3.

Tabela 2: Aspectos biológicos e químicos indicados pelos professores

Informações	Itens	Sub-itens	Água da nascente	Água da torneira
Aspectos Biológicos	bactérias		✓	
	microorganismos		✓	
	coliformes fecais		✓	✓
	coliformes totais		✓	
Aspectos Químicos	Substâncias	metais	✓	✓
		Sais minerais	✓	✓
		Resíduos de agrotóxicos	✓	✓
		Enxofre	✓	
		Flúor		✓
		Sulfato de alumínio		✓
		Hidróxido de cálcio		✓
	Gases dissolvidos	O ₂	✓	✓
		CO ₂	✓	✓
	Íons	NO ₃ ⁻	✓	
		NO ₂ ⁻	✓	
		HCO ₃ ⁻	✓	✓
		CO ₃ ²⁻	✓	✓
		PO ₄ ³⁻	✓	✓
		SO ₄ ²⁻		✓
		K ⁺	✓	✓
		Na ⁺	✓	✓
		NH ₄ ⁺	✓	
		Ca ²⁺	✓	✓
		Mg ²⁺	✓	✓
Fe ²⁺		✓	✓	
Al ³⁺			✓	

Tabela 3: Itens possivelmente detectados através da análise qualitativa

Aspectos Químicos	Sub-itens	Substâncias detectadas
Substâncias	Produtos químicos	✓
	Matéria orgânica	✓
Gases Dissolvidos	CO ₂	✓
	Cl ₂	✓
Íons	HCO ₃ ⁻	✓
	CO ₃ ²⁻	✓
	PO ₄ ³⁻	✓
	SO ₄ ²⁻	✓
	F ⁻	✓
	Cl ⁻	✓
	Na ⁺	✓
	NH ₄ ⁺	✓
	Ca ²⁺	✓
	Mg ²⁺	✓
Fe ²⁺	✓	

Na Tabela 3, os aspectos biológicos não aparecem nas possibilidades de análise qualitativa. Além disso, pela análise da Tabela 2, pode-se inferir a falta de informação do professor de química para distinguir os itens bactérias, microorganismos e coliformes totais, sugerindo a necessidade de ampliar suas idéias quanto às características biológicas da água. Todavia, o fato de os professores não mencionarem que os aspectos biológicos pudessem ser analisados qualitativamente pode ser explicado por se tratar de uma oficina de química ou ainda porque tais itens poderiam ter sido eliminados da água de torneira através das etapas de tratamento.

Já os dados referentes aos aspectos químicos demonstram certa confusão, pois os constituintes que supostamente compõem as amostras da água da nascente em estudo e da água de torneira, ou ainda da possibilidade de sua identificação através de análises qualitativas, ora são apontadas como substâncias, ora como íons.

Desse modo, se faz necessário incentivar os professores a refletirem sobre os conceitos químicos envolvidos nos respectivos testes, para que, como citado por Quadros (2004), os alunos compreendam que os íons presentes na água (como tratada nos livros didáticos) correspondem aos mesmos existentes na água que bebemos, ou ainda que a água potável contém íons dissolvidos.

Em relação às idéias dos professores para os roteiros adaptados, ou seja, como os mesmos poderiam ser empregados em suas salas de aula ou nos laboratórios da escola, questão esta aplicada após a realização dos experimentos, pôde-se identificar dois grupos de resposta distintos. O primeiro enfatizando os conteúdos químicos em si, como por exemplo: misturas, substâncias puras, soluções, química orgânica (sabões e detergentes), tabela periódica, polaridade, estequiometria, funções inorgânicas e reações. Enquanto o segundo corresponde a propostas de temas de estudo, tais como: tratamento da água, água tratada *versus* água da nascente, água enquanto meio de limpeza (água dura), água potável e diferentes tipos de origem da água.

Embora a quantidade de indicações para os conteúdos químicos (60%) seja aproximadamente o dobro do que as propostas de temas (33,3%), pode-se inferir que as discussões e reflexões realizadas ao longo do projeto CIAFD/FINEP/PROEX/UFU, bem como de outros cursos de formação continuada, ou ainda de suas próprias vivências no processo de ensino, elegem a água como temática capaz de promover, de acordo com os professores, um diálogo interdisciplinar, principalmente entre a Química e a Biologia.

Outras possibilidades de ação para o tema água

Com já mencionado, a água é um recurso necessário por fazer parte da nossa vida, entretanto suas fontes estão se tornando limitadas. Em contrapartida, a água pode ser considerada como uma substância de grande reciclagem, como mostra Quadros (2004, p. 27), pois:

(...) nas faixas de temperatura do ar que ocorrem sobre a Terra, ela (a água) se apresenta nos três estados - sólido, líquido e gasoso - e, como existem condições propícias para a passagem de um estado para outro, sua reciclagem é formidável, formando um dos ciclos a serem desenvolvidos na disciplina de Química.

Dentro desses pressupostos, da água como tema gerador do pensamento químico, a mesma autora sugere algumas questões para o estudo do Ciclo da Água, tais como:

Por que a água evapora? Por que ela não evapora toda, fazendo com que sequem os lagos? Que fatores regulam a evaporação? Até onde a água evapora? Que fator faz com que ela não se perca no Universo? Por que ela volta? Quais fatores fazem com que ela volte líquida? Por que, às vezes, chove granizo? Qual o estado físico da água nas nuvens? Por que o gelo das chuvas de granizo não funde? Estariam as nuvens muito baixas? Seriam os blocos de gelo muito grandes? (QUADROS, 2004, p.27).

Segundo Quadros (2004), os alunos não têm dificuldades sobre o assunto “ciclo da água” por considerá-lo simples, entretanto as questões levantadas podem despertar algumas dúvidas, e, para explicar tais fenômenos, faz-se necessária a busca de conhecimentos químicos, tais como: temperatura, ponto de fusão, ponto de ebulição, pressão de vapor e diagrama de fases.

Dessa forma, o aluno pode ser direcionado a perceber a necessidade do conhecimento químico,

reconhecendo sua importância e, possivelmente, gostando de “estudar química”, pois o que é estudado apresenta um significado real bem diferente da forma tradicional de transmissão, na qual os conteúdos devem ser decorados e reproduzidos nas provas, como aponta Martins *et al.* (2003, p.18):

(...) o conhecimento químico a ser trabalhado com base para o entendimento de situação do cotidiano deve ser oferecido em um nível adequado ao desenvolvimento cognitivo dos alunos (...) sendo necessária uma relação mínima entre eles para que o aluno possa desenvolver uma aprendizagem significativa e duradoura: caso contrário, ele se limitará à memorização.

Ainda na proposta apresentada por Quadros (2004, p. 29), outras questões podem ser trabalhadas com os alunos, tendo como foco a representação química, por exemplo:

O oxigênio presente na molécula de água é o mesmo que nós respiramos? Os peixes respiram o oxigênio presente na molécula de H_2O ou o O_2 dissolvido na água? Em um rio poluído e, conseqüentemente, com pouco oxigênio, a molécula de água muda pela falta de oxigênio ou o oxigênio dissolvido nela é que diminui? Como pode o CO_2 se transformar em O_2 ? Se a fotossíntese fosse apenas transformação do CO_2 em O_2 , o que aconteceria com os átomos de carbono?

Resumindo, percebe-se que o tema água pode gerar a aprendizagem de vários conteúdos específicos. Assim, em busca de organizar as idéias e os conceitos que poderiam ser desenvolvidos a partir do tema água, Quadros (2004, p.30) propõe um mapa conceitual, como mostra a Figura 1:

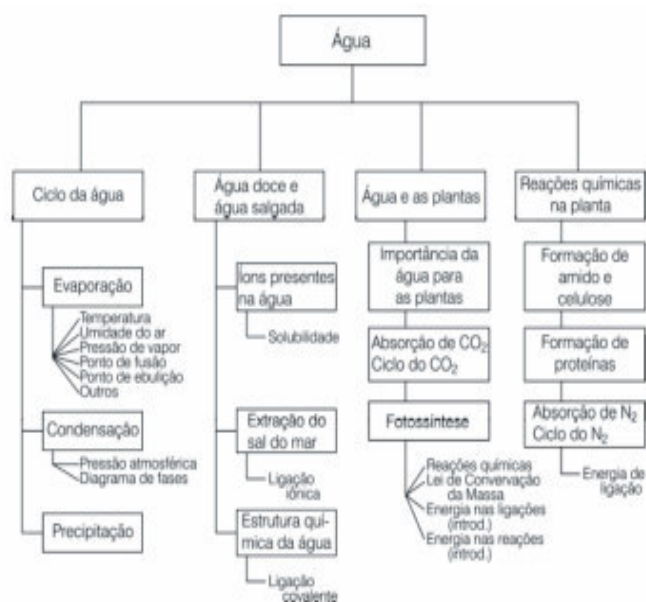


Figura 1: Mapa conceitual.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se verificar, por meio de atividades propostas e realizadas no projeto CIAF/FINEP/UFU/PROEX, o envolvimento do conjunto de professores de Química, Física e Biologia em suas próprias escolas e de outras escolas participantes, criando grupos de trabalho interdisciplinar e espaços de reflexão sobre sua prática docente.

De modo geral, os professores mostram-se motivados a realizar atividades inovadoras, porém, muitas vezes, não se sentem capazes para tanto, pelas condições de trabalho, falta de tempo para dialogar entre seus pares, falta de apoio dos pais e alunos, entre outras situações. Nesse contexto, parece essencial proporcionar aos professores momentos em que possam se expressar e até mesmo expor suas dificuldades e necessidades.

Portanto, por meio da parceria entre professores, escolas e universidade, foi possível estabelecer um vínculo mais harmônico entre os interessados na concretização de um projeto de formação continuada mais eficiente e motivador. Todavia, cabe ressaltar que tudo se efetivou, tendo como ponto de partida as insatisfações ou necessidades trazidas pelos professores à universidade. Dessa forma, as discussões sobre a melhoria do processo de ensino e de aprendizagem desenvolvido em cada ambiente escolar se tornaram mais significativas e efetivas tanto para os professores formadores quanto para os professores em formação.

BIBLIOGRAFIA

ABERTO, G. I. L. *et al.* Tratamento de água. (Apostila impressa GEPEQ - IQUSP). São Paulo, **Estação Ciência**, 1993.

ABERTO, G. I. L. *et al.* Solo e a Química. (Apostila impressa GEPEQ - IQUSP). São Paulo, **Estação Ciência**. 1997.

ABERTO, G. I. L. *et al.* **Atividades de Química: Tema Água**. (Apostila impressa GEPEQ - IQUSP), São Paulo: IQUSP, 2002.

ADAD, J. M. Tajara. **Controle Químico de Qualidade**. Guanabara Dois S.A: Rio de Janeiro, 1982. p. 23, p.45.

AGUIAR, C. Ap. C. Análise Química Qualitativa da Água - Adaptação de Roteiros Experimentais. **Relatório de Estágio Supervisionado do Curso de Bacharelado em Química**, UFU, 2008.

AZEVEDO, Eduardo. B. Poluição vs. Tratamento de água: duas faces da mesma moeda. **Química Nova na Escola**, n. 10, p. 21-25, nov., 1999.

MARTINS, Andréa B.; MARIA, Luis C. S.; AGUIAR, Mônica, R. M. P. As Drogas no Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, n. 18, p. 18-21, nov., 2003.

QUADROS, Ana L.de. A água como tema gerador do conhecimento químico. **Química Nova na Escola**, n. 20, p. 27-31, nov., 2004.

SILVA, Rejane M. G. Contextualizando Aprendizagens em Química na Formação Escolar. **Química Nova na Escola**, n. 18, p. 26-30, nov., 2003.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Educação. Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. **Subsídios para a implementação da proposta curricular de química para o 2º grau**. (Coord.). Marcello de Moura Campos. São Paulo: SE/CENP/FUNBEC, V.II, 1979.

TUNDISI, J.G. Limnologia no Século XXI: Perspectivas e desafios. **Conferência de abertura do Congresso Brasileiro de Limnologia**. São Carlos, Brasil, p. 24,1999.

SITES CONSULTADOS

CONAMA. Portaria MS nº 1469. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legipesq.cfm?tipo=3&numero=303&ano=&texto>> acessado em: 01/12/2007.

Alfakit. Ecolkit – Alfakit. Disponível em: <<http://www.alfakit.com.br>> acessado em: 10/01/2008.

Universidade da Água. Disponível em: <http://www.uniagua.org.br/website/default.asp> *acessado em 18/06/2008*.