

Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP

Instituto de Química

Departamento de Química Inorgânica

Programa de Pós-Graduação em Química

A Contextualização do Ensino de Química por meio de Crônicas

Silmar José Spinardi Franchi

(Bolsista CNPq)

Orientador: Prof. Dr. Pedro Faria dos Santos Filho

Dissertação de Mestrado

Campinas – 2009

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA DO INSTITUTO DE
QUÍMICA DA UNICAMP**

F846c	<p>Franchi, Silmar José Spinardi. A contextualização do ensino de química por meio de crônicas / Silmar José Spinardi Franchi. -- Campinas, SP: [s.n], 2009.</p> <p style="text-align: center;">Orientador: Pedro Faria dos Santos Filho.</p> <p style="text-align: center;">Dissertação - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Química.</p> <p style="text-align: center;">1. Crônicas. 2. Química - Ensino. 3. Material contextualizado. 4. Cotidiano. I. Santos Filho, Pedro Faria dos. II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Química. III. Título.</p>
-------	---

Título em inglês: Chemistry teaching contextualization through chronicles

Palavras-chaves em inglês: Chronicles, Chemistry teaching, Contextualized material, Daily life

Área de concentração: Química Inorgânica

Titulação: Mestre em Química na área de Química Inorgânica

Banca examinadora: Prof. Dr. Pedro Faria dos Santos Filho (orientador), Prof. Dr. Edvaldo Sabadini (IQ-UNICAMP), Prof. Dr. Agnaldo Arroio (FE-USP)

Data de defesa: 27/03/2009

Dedicatória

Um trecho da Sagrada Escritura:

“Deus disse: “Façamos o homem à nossa imagem e segundo a nossa semelhança para que domine sobre os peixes do mar, sobre as aves do céu, e sobre todos os répteis que rastejam sobre a terra”. E Deus criou o homem à sua imagem, à imagem de Deus ele o criou: homem e mulher os criou. E Deus os abençoou e lhes disse: “Sede fecundos e multiplicai-vos, enchei a terra e submetei-a! Dominai sobre os peixes do mar, sobre os pássaros do céu e sobre todos os animais que se movem sobre a terra”. E Deus disse: “Eis que vos entrego todas as plantas que dão sementes sobre a terra, e todas as árvores que produzem fruto com sua semente para vos servirem de alimento. E a todos os animais da terra, e a todas as aves do céu, e a tudo o que rasteja sobre a terra e que é animado de vida, eu dou todos os vegetais para alimento”. E assim se fez. E Deus viu tudo quanto havia feito, e eis que tudo era muito bom. Houve uma tarde e uma manhã: sexto dia. E assim foram concluídos o céu e a terra com todo o seu exército. No sétimo dia, Deus considerou acabada toda a obra que tinha feito; e no sétimo dia descansou de toda a obra que fizera”.

(Gn 1, 26 – 2,2)

Abaixo de Deus fomos feitos, pelas mãos da Trindade.

A responsabilidade que nos cabe, portanto, é muito grande, visto que a prepotência pode surgir em cada mente humana, como se ela, por si só, fosse capaz de dominar a tudo e a todos, esquecendo-se de Quem a criou e para quê foi criada. A tendência ao esquecimento das origens, nesse aspecto, é muito grande e é um ato de incoerência, desrespeito e, em última instância, ignorância, penso eu.

Procuro não me esquecer das minhas origens. Quem me fez foi o Divino e toda a glória, honra e majestade em minha vida a Ele pertencem; ainda agradeço ao Amor Materno de Minha Rainha e ao exemplo de vida, caráter, humildade, castidade, obediência e fé do glorioso São José, do qual tenho a honra de portar esse nome para sempre. A Deus agradeço, dedico e consagro meu trabalho, assim como o fiz desde o primeiro dia em que cheguei no Instituto de Química da UNICAMP.

Quem me fez também foi o humano. Aqui enfatizo, grifo e exalto o amor de duas pessoas que aprenderam de maneira tão plena quanto simples a se doarem e a superarem qualquer dificuldade que a vida tenha apresentado para que eu pudesse viver e chegar até aqui, e ainda poder ir adiante na vida. Nesse caminho em que me encontro, a pessoa que sou, a fé que tenho e o caráter que herdei não devem ser esquecidos. Não quero ser incoerente, desrespeitoso e ignorante: sem o “seu” Pedro Franchi e a “dona” Aparecida Izildinha Spinardi Franchi, eu não seria nada, absolutamente nada, nem mesmo carne e osso.

Minha irmã Silmara Spinardi Franchi, meu orgulho!

Gostaria, também, de dedicar esse trabalho ao doce que amo: Beijinho.

Inclusive, sei e sinto que há reciprocidade em absolutamente tudo.

O único doce que me agrada!

Vivo assim, amando o Beijinho mais açucarado, de doçura incomparável.

A iguaria preferida; o complemento, afinal.

Novamente afirmo que o amo, ele que possui os mesmos ideais, ambições e fé, e que ainda possui química!

Novidade em minha vida, presente do Céu para eu cuidar, zelar e amar.

Ah, Deus queira que assim eu possa amar; dar-lhe o meu coração, essa é minha vocação, com Beijinho meu amor não se acaba!

Silmar José Spinardi Franchi

Agradecimentos

Primeiramente agradeço a Deus. Sem Ele, *no game...*

Agradeço à Universidade Estadual de Campinas, particularmente ao Instituto de Química, por me proporcionar excelentes condições de trabalho, agregação de conhecimento e desenvolvimento de minha pesquisa.

Agradeço também ao CNPq, órgão que concedeu minha bolsa de mestrado.

Aqui uma revelação: nos idos de 2006, quando eu olhava a lista de docentes do Instituto de Química da UNICAMP à procura de um orientador de mestrado, vi um rosto familiar. Até hoje fico pensando se verdadeiramente eu já o conhecia, ou se foi apenas um lapso de memória... fotográfica, talvez. Sou muito agradecido àquele que me revelou defeitos, mas salientou muito mais as qualidades e competências que nem eu sabia que possuía durante esses dois primeiros anos de salutar convívio. Quantas horas de conversa! Quantas horas de risadas! Quantas idéias! Aqui fica registrada minha admiração e respeito, muito mais acentuados depois de poder contar com sua orientação e amizade, meu amigo e querido Professor Doutor Pedro Faria dos Santos Filho.

À Escola Estadual Miguel Vicente Cury, seus diretores, professores, funcionários e alunos, que contribuíram na aplicação das crônicas, etapa importantíssima do meu trabalho, sendo corretos, gentis e comprometidos com o sucesso da aplicação durante todo o tempo em que estive na escola.

Agradeço a todos os professores e amigos, tanto do IQ-UNICAMP quanto de outras instituições, que me incentivaram com idéias e sugestões durante o desenvolvimento de meu trabalho: Professor Doutor Edvaldo Sabadini, Professor Doutor Celso Ulysses Davanzo, Professor Doutor Fernando Aparecido Sígoli, Renato Henriques de Souza, Adriano de Sousa Reis (que conheci como aluno de pós-graduação e hoje se dedica à vida religiosa), Sérgio Lontra Vieira, todos do IQ-UNICAMP, além do Professor Doutor Stanlei Ivair Klein, Professor Doutor Antônio Eduardo Mauro e Professor Doutor Adelino Vieira de Godoy Netto, todos do IQ-UNESP.

Meus amigos: socorro certo – e muito certo – em todos os momentos. Pessoas que também sabem ser felizes comigo. Sem a palavra amiga que me fez não desistir, não teria conseguido alcançar meu objetivo. Meus amigos de longe e de perto, novos ou antigos,

jovens ou velhos, vocês fazem parte de mim de uma maneira que nem sei demonstrar e agradeço a cada um de vocês. Não quero ser injusto e esquecer-me de alguém. Portanto, sintam-se homenageados!

Não posso deixar de registrar meu agradecimento à Hérica Aparecida Magosso e Cinthya Tamie Miura, as duas amigas que não me deixaram (é isso mesmo, não me deixaram!) desistir de tudo quando eu já estava decidido a fazê-lo. Tempos difíceis, mas que se tornaram suportáveis e foram superados pela ajuda de vocês duas. Agradeço de coração!

Agradeço ao meu amigo Daniel Pereira Volpato, pela amizade sincera e pela ajuda em todos os *bugs* ocorridos em meu PC durante o mestrado. Deus lhe pague pelas vezes que você foi efetivamente meu *anjo da guarda*!

Agradeço ao meu afilhado, primo, amigo, artista e *cartoonista* desse trabalho, Rodolpho Spinardi Giglio. Muitas das idéias para as crônicas e para os desenhos encontrados nessa dissertação surgiram de nossas conversas e brincadeiras. Aqui registro meu agradecimento e admiração.

Uma mulher virtuosa, quem pode encontrá-la? Superior ao das pérolas é o seu valor (Provérbios 31, 10). Saliento aqui que nada na vida de um homem pode ser comparado ao fato de se ter uma mulher *de Deus* ao seu lado. Obrigado, Giovanna Ofretorio de Oliveira Martin, por toda a ajuda, acolhimento, sugestões, companhia, cumplicidade, fidelidade e amor.

Agradeço ainda a todos que de alguma forma ou outra contribuíram para meu trabalho, direta ou indiretamente, sem que seja necessário citar nomes ou situações.

Curriculum Vitae

Formação Acadêmica/Titulação

- 2007 - 2009** Mestrado em Química Inorgânica, na linha de pesquisa Ensino de Química.
Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, Campinas- SP, Brasil
Título: **A Contextualização do Ensino de Química por meio de Crônicas**
Bolsista do: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)
- 2001 - 2006** Graduação em Licenciatura em Química.
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP, Araraquara-SP, Brasil
Bolsista do: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

Iniciação Científica:

1- Projeto desenvolvido: *Investigação da possibilidade de formação de quadrados moleculares e polímeros de coordenação a partir de reações de auto-organização de complexos de paládio(II) contendo ácidos dicarboxílicos e ligantes nitrogenados lineares.*

Orientadora: Prof. Dra. Regina Célia Galvão Frem - Instituição financiadora: CNPq

Instituição do orientador (a): UNESP - Instituto de Química de Araraquara - Período: 04/2006 a 12/2006

2- Projeto desenvolvido: *Estudo da formação da camada de óxidos sobre a superfície da liga Ti-6Al-7Nb pelo método de oxidação anódica em solução de fosfato.*

Orientador: Prof. Dr. Antonio Carlos Guastaldi - Instituição financiadora: CNPq

Instituição do orientador (a): UNESP - Instituto de Química de Araraquara - Período: 10/2004 a 03/2006

Extensão Universitária:

Monitor do Centro de Ciências de Araraquara – UNESP (bolsista)

Instituição financiadora: PROEX (Pró Reitoria de Extensão da UNESP) - Período: 07/2004 a 10/2004

Trabalhos científicos apresentados em congressos e participações em eventos:

- ESTUDO DA FORMAÇÃO DE ÓXIDOS SOBRE A SUPERFÍCIE DA LIGA Ti-6Al-7Nb PELO MÉTODO DE OXIDAÇÃO ANÓDICA EM SOLUÇÃO DE FOSFATO. (resumo)

FRANCHI, S. J. S., GUASTALDI, A. C., PELÁEZ-ABELLÁN, E., CELIBERTO, F. S., SOUSA, L. R.

XVIII Congresso de Iniciação Científica - UNESP, 2005, Araraquara- SP- Brasil

- STUDY OF THE PHOSPHATES GROUPS INCORPORATED TO ANODIC OXIDE FILM GROWN ON Ti-6Al-7Nb ALLOY IN ACID PHOSPHORIC MEDIA. (resumo expandido)

SOUSA, L. R., FRANCHI, S. J. S., CELIBERTO, F. S., PELÁEZ-ABELLÁN, E., GUASTALDI, A. C.

INTERNATIONAL CONFERENCE ON SURFACES, COATINGS AND NANOSTRUCTURED MATERIALS, 2005, Aveiro, Portugal.
PROCEEDINGS BOOK NANOSMAT 2005. , 2005. v. 2005. p. 178 – 180.

Apresentação de Trabalho

1. **Uma crônica que ilustra a determinação da distância C-C em um composto aromático**, 2008.

FRANCHI, S. J. S., SANTOS FILHO, P. F., REIS, A. S., SOUZA, R. H.

Evento: VI Evento de Educação em Química (EVEQ) - Ensino de Química: Currículo e Políticas Educacionais; Instituição promotora/financiadora: Universidade

2. A Inserção do Biodiesel na Formação dos Alunos de Graduação em Química, 2008.

SOUZA, R. H., SANTOS FILHO, P. F., REIS, A. S., FRANCHI, S. J. S.

Evento: 31ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química; Instituição promotora/financiadora: Sociedade Brasileira de Química

3. Crônicas: uma forma possível de se Ensinar Química, 2008. (Congresso, Apresentação de Trabalho)

FRANCHI, S. J. S., SANTOS FILHO, P. F., REIS, A. S., SOUZA, R. H.

Evento: 31ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química; Instituição promotora/financiadora: Sociedade Brasileira de Química

4. Material didático complementar: discutindo o conceito de ligação hidrogênio em situações cotidianas, 2008.

(Congresso, Apresentação de Trabalho)

REIS, A. S., SANTOS FILHO, P. F., SOUZA, R. H., FRANCHI, S. J. S.

Evento: 31ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química; Instituição promotora/financiadora: Sociedade Brasileira de Química

5. Estudo da formação de óxidos sobre a superfície da liga Ti-6Al-7Nb pelo método de oxidação anódica em solução de fosfato, 2005. (Congresso, Apresentação de Trabalho)

FRANCHI, S. J. S., ERNESTO, V. A. R. T., GUASTALDI, A. C., SOUSA, L. R., PELÁEZ-ABELLÁN, E.

Evento: XVII Congresso de Iniciação Científica. IQ - UNESP; Cidade: Araraquara - SP; Instituição promotora/financiadora: UNESP

Participação em eventos

1. Participação no II SIMPEQuinho (evento dirigido a alunos do Ensino Médio), dentro das atividades do **VIII Simpósio de Profissionais do Ensino de Química**, na produção de textos, 2008.

2. Apresentação de Pôster / Painel no(a) **31ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química**, 2008.

Crônicas: uma forma possível de se ensinar Química.

3. Apresentação Oral no(a) **VI Evento de Educação em Química**, 2008.

Uma crônica que ilustra a determinação da distância C-C em um composto orgânico aromático.

4. **31ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química: Química Forense (mini curso)**, 2008.

5. **VII Semana da Química "No foco da Ciência que envolve o dia-a-dia do planeta" - Educação em Química (mini curso)**, 2008.

6. **VI Evento de Educação em Química: "A articulação entre saberes teóricos e práticos no ensino e na formação em Química" (mini curso)**, 2008.

7. **VI Evento de Educação em Química: "Cinema e contextualização no Ensino de Química" (oficina)**, 2008.

8. **VIII Simpósio de Profissionais do Ensino de Química - IQ-UNICAMP**, 2008.

9. **VI Semana da Química: "Produção de Etanol" (mini curso) - IQ-UNICAMP**, 2007.

10. **V Evento de Educação em Química: "Visão, Paladar, Olfato e Drogas: para o Ensino, para o Prazer, ou para o Ensino com Prazer" (mini curso) - IQ-UNESP**, 2007.

11. **V Evento de Educação em Química: "RPG como ferramenta ao Ensino de Química". (oficina)**, 2007.

12. **VI Semana da Química: "Ciência! Verdade Absoluta?" (mini curso) - IQ-UNICAMP**, 2007.

13. **XXXVI Semana da Química: Meio ambiente e Biocombustíveis (mini curso) - IQ-UNESP**, 2006.

14. Apresentação de Pôster / Painel no(a) **XVII Congresso de Iniciação Científica**, 2005. *ESTUDO DA FORMAÇÃO DE ÓXIDOS SOBRE A SUPERFÍCIE DA LIGA Ti-6Al-7Nb PELO MÉTODO DE OXIDAÇÃO ANÓDICA EM SOLUÇÃO DE FOSFATO*. XVII Congresso de Iniciação Científica - UNESP.

15. **I Evento de Educação em Química (EVEQ)**, 2005.

Resumo

A CONTEXTUALIZAÇÃO DO ENSINO DE QUÍMICA POR MEIO DE CRÔNICAS. De acordo com alguns especialistas, o Ensino de Química deve estar centrado no conhecimento químico e no contexto social. Na busca por alternativas para um ensino de química contextualizado, propusemos que o uso de crônicas poderia se constituir em uma boa alternativa por proporcionar uma melhor interação entre o aluno e o conhecimento químico. Ela se constituiria em uma ferramenta a mais a ser utilizada pelo professor, em conjunto com sua atividade e seu planejamento. Neste trabalho, desenvolvemos um conjunto de quinze crônicas, das quais “De Olho na Natureza e nas Interações Intermoleculares”, “Namorados no Ponto... de Ebulição” e “Lá na Pescaria...” foram aplicadas e avaliadas junto a alunos do Ensino Médio de uma escola da rede pública, localizada em Campinas, São Paulo. Fizemos a avaliação das crônicas por meio de um questionário, no qual buscamos perceber a opinião dos alunos sobre as mesmas, bem como se existiam dificuldades para a sua interpretação e entendimento. Buscamos, ainda, avaliá-las quanto à linguagem, conteúdo, diálogos, associação com o cotidiano e alcance junto à comunidade. Os resultados obtidos na aplicação dessas crônicas foram muito positivos, com a grande maioria dos alunos afirmando que as crônicas prendem a atenção e facilitam o aprendizado. Todos afirmaram que as situações do cotidiano, descritas nas mesmas, facilitaram o entendimento do conteúdo químico, assim como a maioria dos alunos conversaria sobre os conteúdos de cada crônica com seus pais e amigos. Grande parte dos alunos consultados afirmou que preferiria ler a crônica antes de aprender o conteúdo químico nela contido, ou preferiria lê-la durante a aula do professor. A linguagem, os diálogos e a forma como os conteúdos são apresentados em cada crônica também são ressaltados pelos alunos como pontos positivos no estudo e utilização das crônicas no Ensino Médio. A análise indica, também, que a utilização de crônicas contempla alguns dos objetivos dos Parâmetros Curriculares Nacionais, uma vez que os alunos declararam que se sentiriam à vontade para conversar sobre o conteúdo químico fora do ambiente escolar, além de se predisporem a reproduzir alguns dos experimentos descritos em algumas das crônicas. Dada à surpresa diante da novidade, além da boa receptividade manifestada pelos alunos consultados, concluímos que a redação de materiais alternativos, como as crônicas descritas neste trabalho, deva ser continuada e estimulada.

Abstract

CHEMISTRY TEACHING CONTEXTUALIZATION THROUGH CHRONICLES. In accordance with some specialists, chemistry teaching must be centered in the chemical knowledge and the social context. In the search for alternatives to a contextualized chemistry teaching, we considered that the use of chronicles could consist in a good alternative to provide a better interaction between the student and the chemical knowledge. It would consist in an additional tool to be used by the teacher. In this work, we developed a set of fifteen chronicles, of which “De Olho na Natureza e nas Interações Intermoleculares”, “Namorados no Ponto... de Ebulição” and “Lá na Pescaria...” have been applied and evaluated among the students of a public school in Campinas, São Paulo. We made the evaluation of the chronicles by means of a questionnaire, in which we search the student’s opinions, as well as the difficulties for its interpretation and understanding. We search, still, to evaluate the language, contents, dialogues, association with daily life and the community interactions. The results obtained in the application of these chronicles had been very positive, with the great majority of the students declaring that the chronicles arrest the attention and facilitate the learning. They affirmed that the daily life situations described facilitated the understanding of the chemical contents, as well as the majority of the students would like to talk about the contents of each chronicle with their parents and friends. The majority of the students also affirmed that would prefer to read the chronicles before learning the chemical content, or would prefer to read it during the teacher’s lessons. The language, the dialogues and the way as the contents are presented in each chronicle also are mentioned by the students as positive points in the study and use of the chronicles in high school. The analysis also indicates that the use of chronicles contemplates some of the goals of the Parâmetros Curriculares Nacionais, once the students had declared that they would feel themselves very well talking about the contents outside the school, besides to reproduce some of the experiments described in some chronicles. In view of the surprise evocated by the newness, besides the good receptivity revealed by the students, we concluded that the writing of alternative materials, as those chronicles described in this work, must be stimulated and continued.

Índice

1- Introdução	1
2- Objetivos	12
3- Planejamento do Trabalho	13
4- Desenvolvimento do Trabalho	15
4.1 – Crônicas desenvolvidas e assuntos contemplados.....	18
4.1.1 – Crônica <i>Festas de Junho sob os olhos da Química</i>	18
4.1.2 – Crônica <i>De olho na natureza e nas interações intermoleculares</i>	43
4.1.3 – Crônica <i>A utilização da Matemática para medir a distância da ligação Carbono-Carbono em um composto aromático</i>	62
4.1.4 – Crônica <i>Namorados no ponto... de ebulição!</i>	84
4.1.5 – Crônica <i>Cozinhando com a densidade</i>	108
4.1.6 – Crônica <i>Determinação de volumes e densidades: criatividade a toda prova!</i>	114
4.1.7 – Crônica <i>Agitações Noturnas</i>	122
4.1.8 – Crônica <i>Calor pra lá, calor pra cá</i>	132
4.1.9 – Crônica <i>Escritos Ocultos</i>	143
4.1.10 – Crônica <i>Escritos Ocultos – a resposta de Flora</i>	151
4.1.11 – Crônica <i>Ramon, meu herói!</i>	158
4.1.12 – Crônica <i>O segredo do “ai” em cada urinada</i>	166
4.1.13 – Crônica <i>Que odor é esse! Lavem-me!</i>	174
4.1.14 – Crônica <i>Lá na Pescaria</i>	181
4.1.15 – Crônica <i>É na balada que eu apareço!</i>	185
5- Resultados	201
5.1- Avaliação de três crônicas pelos alunos do Terceiro ano do Ensino Médio público.....	201
5.1.1- Gráficos com a média aritmética das respostas dos alunos dos terceiros anos e análise das respostas.....	202

5.2- Avaliação das mesmas crônicas pelos alunos de três anos diferentes do Ensino Médio público.....	209
5.2.1- Gráficos com as respostas dos alunos do primeiro, segundo e terceiro anos e análise das respostas questão por questão.....	210
5.3- Avaliação geral da aplicação das crônicas.....	220
6- Conclusões.....	224
7- Referências Bibliográficas.....	225

1- Introdução

A simples observação macroscópica da natureza não nos permite compreender todos os fenômenos naturais, sejam esses fenômenos aqueles que nos cercam ou que estamos diretamente envolvidos. Faz-se necessária, então, a criação e compreensão de teorias e modelos que buscam o estabelecimento de relações entre os fenômenos observáveis e os fenômenos não diretamente observáveis. Essa necessidade é acentuada pelo nível de abstração que é a “observação” do comportamento de partículas microscópicas, em nível atômico.

No início do século passado, com o desenvolvimento da teoria da relatividade e da mecânica quântica, a idéia de uma ciência acabada começou a ser abandonada pelos cientistas, levando, dessa forma, à concepção de que a Ciência é algo que tem limites, está sob construção e tem caráter mutante, a partir da descoberta de novos modelos e teorias para se explicar a realidade.

Essa crise de identidade das ciências é diretamente refletida no seu ensino, visto que alguns autores se aplicam em mostrar ao aluno que ela é provisória e se modifica ao longo dos séculos. Outros criticam como o conhecimento é ensinado. Para eles, é preciso ensinar mais como usar o conhecimento, do que ensinar mais conhecimento, no sentido de torná-lo um instrumento que facilitaria uma leitura mais adequada e crítica do mundo. O professor, dessa forma, teria que procurar uma maneira de tornar o aluno mais crítico, um agente de transformações. Para outros autores ainda, o professor deve ser um mediador entre o conhecimento científico e os estudantes.

A influência da filosofia positivista de Comte contribuiu para a concepção de que o conhecimento científico é verdadeiro, acabado, preciso e válido. Tal concepção tem reflexos na área acadêmica, na formação docente em Ciências. O modelo tecnista que se apresenta atualmente, na formação dos professores, considera necessário um conhecimento teórico sólido que constitua a base para que o profissional atue na prática, ou seja, a prática passa a se constituir o local de aplicação dos conhecimentos teóricos ensinados (Lôbo e Moradillo, 2003).

Pela separação entre “teoria” e “prática”, a formação dos professores é prejudicada, tendo como conseqüência professores despreparados para lidar com toda a complexidade do ato pedagógico (Schnetzler e Aragão, 2000).

Os professores de ciências nos sistemas educativos, segundo Rebelo, Martins e Pedrosa (2008), são peças determinantes para a melhoria qualitativa da educação científica formal, estabelecendo em última análise o sucesso ou o fracasso de qualquer reforma ou inovação curricular naquelas áreas. No quadro das finalidades que percebem para a educação científica formal e das experiências e vivências profissionais que se lhes afigurem relevantes, cabe-lhes reinterpretar e implementar documentos oficiais e recursos didáticos. Assim, a adequação de conhecimentos e crenças de professores de ciências/química sobre ensino, aprendizagem e natureza das ciências é crucial para que as reformas educativas atuais se concretizem nos sentidos necessários.

Segundo o que diz Schön (2000), os problemas na prática, de qualquer atividade profissional, nem sempre se apresentam estruturados, de forma que soluções técnicas não dão conta da resolução dos problemas que estão fora do escopo desses conhecimentos e que constituem as “zonas de prática pantanosas e indeterminadas”, exigindo do professor uma atitude de reflexão sobre os problemas que se apresentam em seu cotidiano. A superação do modelo tecnista, portanto, passa pelos debates sobre a formação inicial e continuada dos professores de Química, através da inserção de questões epistemológicas que exercem importante influência sobre suas práticas pedagógicas, principalmente a concepção empirista-indutivista (Porlan *et al.*, 1998, Praia e Cachapuz, 1994 e Hodson, 1985), baseada na crença de que, se a observação dos fenômenos é feita de forma objetiva e rigorosa, a verdade será revelada a partir daquela observação.

Dessa maneira, a pesquisa em Ensino de Química, ainda muito recente no Brasil, tem por finalidade o estudo e investigação do processo ensino-aprendizagem do conhecimento químico, a interação de pessoas (alunos e professores) e a dinâmica do conhecimento nas aulas de química, segundo Schnetzler e Aragão (1995). De acordo com Santos e Schnetzler (1997), o ensino da Química (como o das outras Ciências), deve estar centrado na inter-relação de dois componentes básicos: o conhecimento químico e o contexto social.

Takahashi, Martins e Quadros (2008) atentam para o que dizem os Parâmetros Curriculares Nacionais sobre o ensino contextualizado e a inclusão da tecnologia no currículo:

(...) Desde a publicação dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) pelo MEC (BRASIL, 1999a), o Ensino Médio, mesmo continuando dividido em disciplinas, agrupou estas por área. Uma destas é “Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias”. Provavelmente era esperado que essa classificação por áreas, por si só, não traria mudanças às disciplinas nelas envolvidas. Assim, os conceitos de interdisciplinaridade e contextualização ganharam importância. No entanto, vamos nos deter à inclusão do termo “tecnologia” nesta e nas demais áreas, que traz consigo algumas implicações que consideramos importantes.

Na área de Ciências da Natureza, que envolve as disciplinas de Química, Física e Biologia, os PCN (BRASIL, 1999b) falam em ressignificar conceitos, romper consensos, construir saberes, entre muitos outros. Também citam a necessidade de uma formação mais sólida, que auxilie o indivíduo a inserir-se em seu mundo de forma mais autônoma e mais crítica, na formação de um cidadão que visualize diferentes possibilidades de solução para um determinado problema e que seja capaz de, com o conhecimento construído na escola, optar pela melhor solução (Takahashi, Martins e Quadros, 2008).

Embora reconhecida a importância de se ensinar conhecimentos químicos inseridos em um contexto social, político, econômico e cultural, o cenário que se apresenta atualmente nas escolas não é satisfatório com relação a esse aspecto. Observa-se com frequência que a seleção, a seqüenciação e a profundidade dos conteúdos estão orientadas de forma estanque, acrítica, o que mantém o ensino descontextualizado, dogmático, distante e alheio às necessidades e anseios da comunidade escolar. As aulas de Química ainda são desenvolvidas, em muitas escolas, por meio de atividades nas quais há predominância de um verbalismo teórico/conceitual desvinculado das vivências dos alunos, contribuindo para a formação de idéias/conceitos em que parece não haver relações entre ambiente, ser humano e tecnologia (Silva, 2003).

Ainda segundo Silva (2003), contextualização é entendida como um dos recursos para realizar aproximações/inter-relações entre conhecimentos escolares e fatos/situações presentes no dia-a-dia dos alunos. Contextualizar seria problematizar, investigar e interpretar situações/fatos significativos para os alunos de forma que os conhecimentos químicos auxiliassem na compreensão e resolução dos problemas. Argumenta-se sobre a potencialidade do tratamento contextualizado do conhecimento, que contempla e extrapola o âmbito conceitual e que, quando bem trabalhado, permite que, ao longo da transposição didática, o conteúdo do ensino provoque aprendizagens significativas que mobilizem o aluno e estabeleçam entre ele e o objeto do conhecimento uma relação de reciprocidade (BRASIL, 1999).

Todo este conhecimento, já oficialmente estabelecido, passa, segundo Chevallard (1991), até chegar às Universidades e, posteriormente, ao Ensino Médio, por um longo processo de transformações e recriações que chamou de *Transposição Didática*, e que objetiva aproximá-lo do nível cognitivo do aprendiz.

A atual legislação para o Ensino Médio deixa claro que interdisciplinaridade e contextualização formam o eixo organizador da doutrina curricular expressa na *Lei de Diretrizes e Bases* (BRASIL, 1999). Esta mesma LDB buscou preservar, no seu Artigo 26, a autonomia da proposta pedagógica dos sistemas e das unidades escolares para contextualizar os conteúdos curriculares de acordo com as características regionais, locais e da vida dos seus alunos.

Assim entendida, a parte diversificada é uma dimensão do currículo, e a contextualização pode ser a forma de organizá-la sem criar divórcio ou dualidade com a Base Nacional Comum. Além disso, ao mesmo tempo em que defende que a organização curricular deve tratar os conteúdos de ensino de modo contextualizado, aproveitando sempre as relações entre conteúdos e contexto para dar significado ao aprendido, ela deve estimular o protagonismo do aluno e estimulá-lo a ter autonomia intelectual (BRASIL, 1999). Isso significa promover um conhecimento contextualizado e integrado à vida de cada jovem, lembrando sempre que o trabalho e a cidadania são as dimensões de vida ou contextos valorizados explicitamente pela LDB.

Segundo Westphal, Pinheiro e Teixeira (2005), quando os documentos norteadores do Ensino Médio no Brasil tratam de contextualização, estão expressamente apontando para

uma contextualização sócio-cultural ambientada no cotidiano do aluno em detrimento da contextualização histórica que atuaria como uma âncora ao período de construção do conhecimento. De modo semelhante, o *Dicionário Interativo da Educação Brasileira*, apesar de definir contextualização como “... o ato de vincular o conhecimento à sua origem e à sua aplicação”, quando detalha o termo assume o significado apontado pela LDB, que orienta na direção da compreensão dos conhecimentos para uso cotidiano, e omite a primeira parte relacionada à vinculação à origem.

Ainda segundo Westphal, Pinheiro e Teixeira (2005), se, de um lado, a recontextualização, a contextualização sócio-cultural ambientada no cotidiano do aluno, apregoada pelos PCN-EM, aproxima o objeto do aluno, dando-lhe sentido e significado, de outro lado a contextualização histórica ambientada na origem do conhecimento, aproxima o aluno do cientista, do construtor, do produtor deste conhecimento, desmitificando a ciência e tornando o seu objeto de estudo mais palatável e motivador. Atenua-se a visão estereotipada do cientista como um ser sobrenatural, de inteligência sobre-humana e, por isso, inalcançável, bem como se eliminam julgamentos equivocados que conferem a certa cultura ou sociedade o *status* de atrasada ao analisá-la com os olhos do conhecimento atual.

Essa mesma visão pode ser expandida para a universidade, onde os objetivos do ensino de Química são sensivelmente diferentes. A preocupação com a profundidade e solidez do conteúdo é muito maior daquela existente no ensino fundamental; porém, a abordagem dos conhecimentos químicos é desvinculada do cotidiano, não inserida no contexto social, político e econômico. Nota-se que existe uma carência pronunciada dessa contextualização do conhecimento químico na formação de profissionais na educação química, ou seja, na licenciatura.

Quando falamos de contextualização de conhecimento, queremos salientar o fato de que, em nosso trabalho, utilizaremos esse termo de maneira mais abrangente do que a citada até o presente momento, considerando também a importância do cotidiano dos alunos, sua vivência e experiência de vida, assim como toda a experiência didática do professor de Química (ou Ciências, de maneira geral). Consideramos também a sabedoria popular e eventos/fatos históricos que, segundo nossa concepção, servem de fonte para contextualizar conceitos químicos ou até mesmo apresentam esses conceitos, mesmo que de maneira oculta para a maioria das pessoas.

Para conceituarmos a pesquisa em ensino de Química, faz-se necessário discutir como a articulação entre a pesquisa e o ensino vem sendo pensada nesses 40 anos que marcam o início e desenvolvimento dessa nova área da Química (Schnetzler, 2004). Isto porque a educação química tem um outro objeto de estudo e de investigação, conforme Schnetzler expressa, junto com Aragão, no primeiro artigo sobre pesquisa no ensino de Química publicado na Revista *Química Nova na Escola*:

Pelo fato de nosso objeto fundamental de estudo e investigação concentrar-se no processo de ensino-aprendizagem do conhecimento químico, diferentemente das outras áreas da química, que basicamente preocupam-se com interações de átomos e moléculas, com a dinâmica e mecanismos de transformações químicas, nós, da área de educação química, nos envolvemos com interações de pessoas (alunos e professores) e com a dinâmica do conhecimento nas aulas de química (Schnetzler e Aragão, 1995).

O ensino de Química, em particular, é um desafio para os professores, dadas as dificuldades por eles encontradas, em qualquer nível de ensino, mesmo que a Química se faça presente de maneira tão acentuada na sociedade e no cotidiano das pessoas. Uma das formas válidas para aproximar o aluno de sua realidade é explicar a Química de uma maneira interdisciplinar, visto que a interdisciplinaridade tem sido pauta na maior parte das discussões sobre educação e sobre o conhecimento científico e quase uma exigência do mercado de trabalho.

Para os alunos de Química, segundo os *Parâmetros Curriculares*, espera-se que ele desenvolva um auto-aperfeiçoamento contínuo, espírito criativo, capacidade para estudos extracurriculares e que tenha uma formação humanística que lhe permita exercer sua cidadania. Além disso, o aluno tem que reconhecer a Química como uma construção humana, compreendendo, assim, os aspectos históricos de sua produção e suas relações com os contextos culturais, socioeconômicos e políticos. Também é necessário que ele saiba fazer uma avaliação crítica da aplicação do conhecimento em Química e identifique e apresente

soluções criativas para problemas relacionados com a Química ou áreas correlatas (BRASIL, 1999).

Atualmente, na maioria dos cursos de graduação, nem todas estas características são desenvolvidas e, talvez, seja por isso que nos próprios *Parâmetros Curriculares Nacionais* (PCN) também se discute que é preciso que a universidade brasileira repense, redefina e instrumentalize-se para lidar com um novo homem de um novo mundo, que possui múltiplas oportunidades e riscos ainda maiores.

A divisão do ensino dentro das universidades tem caráter multidisciplinar, muitas vezes sem a menor correlação entre si, o que pode fazer com que os alunos não adquiram uma visão geral ou visão de conjunto, necessária não só para sua atuação profissional, mas também enquanto cidadão, visto que esse é o objetivo da interdisciplinaridade.

A interdisciplinaridade no ensino tem sido recomendada nas mais recentes reformas educacionais - e parece ser um dos ideais mais difíceis de serem colocados em prática. Segundo Porto (2000), uma das poucas pessoas que aliou a Química a outro tipo de conhecimento foi o poeta Augusto Carvalho Rodrigues dos Anjos (1884-1914), em 1909, através de seu poema *A psicologia de um Vencido*, onde se encontra o conteúdo científico e filosófico atrelado à poesia:

Psicologia de um Vencido

Eu, filho do carbono e do amoníaco,

Monstro de escuridão e rutilância,

Sofro, desde a epigênese da infância,

A influência má dos signos do zodíaco.

Profundissimamente hipocondríaco,

Este ambiente me causa repugnância...

Sobe-me à boca uma ânsia análoga à ânsia

Que se escapa da boca de um cardíaco.

*Já o verme - este operário das ruínas -
Que o sangue podre das carnificinas
Come, e à vida em geral declara guerra,
Anda a espreitar meus olhos para roê-los,
E há de deixar-me apenas os cabelos,
Na frialdade inorgânica da terra!*

Augusto de Carvalho Rodrigues dos Anjos (1884-1914)

Paraíba, 1909.

Discordamos, porém, de Porto (2000), quando esse afirma que o conteúdo científico e filosófico esteja atrelado à poesia de Augusto dos Anjos. A citação, em seu conhecido poema, de palavras freqüentemente utilizadas na linguagem química, como *carbono* e *amoníaco*, por exemplo, não é o suficiente para o autor do artigo fazer tal afirmação sobre a poesia de Augusto dos Anjos.

Campbell (2007) é autor de um poema, cujo objetivo é realçar o nome e os feitos de quatro importantes químicos escoceses, de maneira bem diferente do poema de Augusto dos Anjos.

A ausência de um ensino contextualizado e interdisciplinar também é percebida dentro das escolas de Ensino Fundamental e Médio. Particularmente, o ensino de Ciências – no nível Fundamental – e o ensino de Química no nível Médio, são descontextualizados da realidade dos alunos, tendo como conseqüência o desinteresse pela falsa impressão de que essas áreas do conhecimento não são necessárias para o próprio desenvolvimento cognitivo.

Assim, concordamos com Silveira e Kiouranis (2008) com o fato de que:

(...) o conhecimento químico pode ser construído pelas crianças e pelos jovens de tal forma que eles compreendam questões relevantes e outras tangíveis ao dia-a-dia, assim como possam contribuir para modificar a imagem sobre a Química, ou seja, ela pode ser vilã, mas também pode ser “anjo da guarda”, e isso está diretamente relacionado à maneira como é concebido o seu uso (Silveira e Kiouranis, 2008).

Ainda segundo Silveira e Kiouranis (2008), entendemos ser fundamental aos alunos do Ensino Médio compreenderem que a ciência química está fortemente relacionada com a cultura contemporânea e que, por meio dela, é possível estabelecer um diálogo inteligente com o mundo. Também, é imprescindível buscar formas para sensibilizar os professores na escolha de temas que gerem no estudante necessidade em transcender a informação e mergulhar na busca do conhecimento como forma de interpretar o mundo ao seu redor. Isso pode ser feito utilizando o conhecimento “científico” dentro dos limites da ciência ou expressando sentimentos e sensações sobre a ciência por meio do imaginário e da arte.

Nessa busca por alternativas para o ensino contextualizado, a música e a letra podem ser importantes alternativas para estreitar o diálogo entre alunos, professores e conhecimento científico, uma vez que abordam temáticas com grande potencial de problematização e está presente de forma significativa na vida do aluno (Silveira e Kiouranis, 2008).

Entre as formas de divulgação científica alternativas citadas por Santos Filho (2006), temos *O Show da Química* e *o Chem Fashion*, Aulas eletrônicas para o Ensino Médio, Filmes Educativos, *A Química em x(ch)equê* e as *Crônicas para o Ensino de Química*.

As *Crônicas para o Ensino de Química* são tidas como uma forma inovadora de se responder aos anseios do ensino moderno, assim como para aproximar o conhecimento químico da vivência do aluno de Ensino Médio. Dessa maneira, buscam-se os mais diversos assuntos que façam parte da grade curricular para contextualizar o ensino de Química, assim como se sugerem casos fictícios e situações do dia-a-dia para que a contextualização e a interdisciplinaridade ocorram, tudo isso, é claro, na direção de se contemplar o conteúdo programático de Química para o Ensino Médio, lançando mão de criatividade e imaginação (Santos Filho, 2006).

Aqui se faz necessária a definição de crônica, de acordo com o dicionário Aurélio (Oliveira, 1992):

Crônica: [Do lat. *chronica*]. S. f. **1.** Narração histórica, ou registro de fatos comuns, feitos por ordem cronológica. **2.** Genealogia de família nobre. **3.** Pequeno conto de enredo indeterminado. **4.** Texto jornalístico redigido de forma livre e pessoal, e que tem como temas fatos ou idéias da atualidade, de teor artístico, político, esportivo, etc., ou simplesmente relativos à vida cotidiana. **5.** Seção ou coluna de revista ou de jornal consagrada a um assunto especializado: *crônica política, crônica teatral*. **6.** O conjunto de notícias ou rumores relativos a determinados assuntos: *É inacreditável a crônica dos conchavos ocorridos naquele distante município*. **7.** Biografia, em geral escandalosa, de uma pessoa: *Sua crônica é bem conhecida*.

De acordo com as definições acima, as definições 3, 4, e 6, se tomadas em conjunto, servem muito bem para definir o tipo de trabalho que desenvolvemos.

Encontra-se na literatura um trabalho sobre Crônicas para o Ensino de Química, desenvolvido por Santos Filho, 2006, onde o autor explica o conceito de densidade por meio de uma estória, diálogos e situações do cotidiano. Alguns trabalhos que tendem a contextualizar o conteúdo de acordo com a proposta que desejamos estão expostos a seguir.

Paralelamente às diversas formas de se ensinar conteúdos, tanto por meio de materiais alternativos quanto por livros, que surgiram a partir da década de 50 do século passado, os textos de Monteiro Lobato (s/d), talvez tenham sido os primeiros desse gênero a ensinar conteúdos (sejam quais forem) levando-se em consideração o dia-a-dia das pessoas, de forma bem rudimentar e nem mesmo assumindo a característica de “crônica”. Em algumas de suas obras – notadamente em *História do Mundo para as Crianças, O Poço do Visconde e A Reforma da Natureza* - diversas facetas do conhecimento humano são apresentadas de uma maneira contextualizada, mas ainda sim diferente da pretendida nas crônicas produzidas nesse trabalho.

Alguns livros foram escritos na intenção de favorecer a interação com o leitor (que pode muito bem não ser um aluno, no sentido pleno da palavra) com algum conteúdo científico. Entre esses, podemos citar *A Caixa Preta de Darwin: O desafio da bioquímica à teoria da*

evolução (Behe, 1997) onde o autor utiliza de algumas metáforas e *cartoons* para explicar detalhes bioquímicos do corpo humano. Outro livro que chama a atenção por aproximar o cotidiano do leitor é o livro *Santos Dumont e a Física do Cotidiano* (Medeiros, 2006), onde o autor faz uma reflexão sobre a Física no cotidiano e como Alberto Santos Dumont aprendia Física sendo autodidata e excelente observador.

Outros livros são encontrados, como *O que Einstein disse a seu cozinheiro - volume 1* (Wolke, 2003) e *O que Einstein disse a seu cozinheiro - volume 2* (Wolke, 2005), onde o autor esclarece diversas questões químicas na cozinha. O livro *Tio Tungstênio* (Sacks, 2002) relaciona diversos conhecimentos científicos com o cotidiano de uma maneira muito simples e natural. Os livros *Moléculas em Exposição* (Emsley, 2001) e *The Extraordinary Chemistry of Ordinary Things* (Snyder, 2003) são repletos de situações contextualizadas e uma fonte rica de exemplos para o ensino de Ciências/Química.

Encontra-se na literatura um artigo de Lowe (1988), que traz uma conversa entre professor e aluno sobre entropia. Os personagens conversam e, entre as dúvidas do aluno e respostas do professor, o conceito de entropia é explicado. Apesar de ser uma forma alternativa de ensinar conteúdos químicos e que se situa no mesmo contexto de material que objetivamos desenvolver, esse não é o formato que desejamos para as crônicas, justamente por acreditarmos que o formato de texto encontrado no referido artigo não favorece a interação do aluno com o conteúdo químico.

Não podemos deixar de citar *The Chemical Adventures of Sherlock Holmes*, de Waddell e Rybolt (1991-1995; 1998-2004) e Shaw (2008), onde o famoso detetive desvenda casos intrigantes lançando mão do conhecimento científico.

Constata-se, no entanto, que ainda são escassos os materiais disponíveis para o professor trabalhar com seus alunos de Ensino Médio na direção do ensino interdisciplinar, contextualizado, e que privilegie o conteúdo. Essa carência, aliada à importância de se inserir a interdisciplinaridade neste nível de ensino, tal como atentam os *PCN*, nos motivou a elaborar textos, na forma de Crônicas, que possuam tais características.

2- Objetivos

O objetivo do presente trabalho é desenvolver um conjunto de textos escritos na forma de crônicas, enfocando situações do cotidiano, familiares a qualquer aluno, a partir dos quais os conceitos de Química sejam construídos. Esperamos que esse material didático contextualizado seja utilizado pelos professores de Química e que lhe sirva de ferramenta para melhorar o ensino de Química e aproximá-la do aluno. Objetivamos, também, aplicar algumas crônicas junto a alunos do Ensino Médio da rede pública de Ensino e avaliá-las, analisando as respostas emitidas por esses alunos, depois de lerem as crônicas e responderem a um questionário desenvolvido por nós.

3- Planejamento do Trabalho

Existe uma lacuna muito grande na atual forma de se ensinar Ciências/Química, que é justamente o ato de ensinar conteúdos de maneira interdisciplinar e contextualizada. Os textos que nos propomos em desenvolver deverão se encaixar nessa lacuna, de maneira a facilitar a compreensão de fenômenos químicos e promover o estudo de Ciências. Portanto, os textos servirão de complemento para as aulas dos professores, para serem utilizados por eles de forma a melhorar o aprendizado de seus alunos, e não como uma única ferramenta para o ensino de um determinado conteúdo.

Cada crônica foi criada utilizando-se de situações do cotidiano, facilmente imagináveis pela grande maioria das pessoas. Optamos, inicialmente, por escrever histórias enfatizando o dia-a-dia de uma pessoa exposta a várias situações, a partir das quais os conceitos químicos pudessem aparecer e evoluir. Estas situações podem estar ligadas a uma constatação de alguma hipótese científica, onde se busca o desenvolvimento de determinado conceito através do cotidiano, ou através de um exemplo para se ilustrar o que se explica quimicamente ou ainda ser a própria fonte de exploração científica por parte de um ou mais personagens criados para o texto. Normalmente, os personagens estão envolvidos no desenvolvimento de conceitos, seja através da simples explicação, na forma de diálogo, como também se utilizando de exemplos e comparações e, em alguns casos, experiências simples.

É importante dizer que todas as crônicas são produzidas partindo-se de um determinado nível de conhecimento científico que o leitor supostamente possua em seu nível de escolaridade. Não é objetivo desse trabalho a simples organização do conhecimento científico em forma de crônicas, mas sim contribuir para que tal conteúdo possa ser transmitido ao aluno de uma maneira inovadora e mais próxima de sua realidade.

As crônicas devem ter a capacidade de favorecer a interação entre aluno e o conteúdo químico, como uma ferramenta a ser utilizada pelo professor em conjunto com sua atividade e seu planejamento. Em nenhum momento propomos, nem mesmo sugerimos a substituição das aulas de Ciências/Química aplicadas pelo professor em detrimento da utilização do

material que desenvolvemos, assim como não propomos nem sugerimos a substituição do livro didático em detrimento das crônicas.

Como conteúdos trabalhados nas crônicas, são tratados temas relacionados com Modelos, Estrutura Atômica, Ligação Química em suas diversas facetas, Interações Intermoleculares, Equilíbrio Estático e Dinâmico, Luminescência (um tema diferente, que talvez não se encaixe dentro da proposta do ensino de Ciências/Química no Ensino Médio, mas muito presente no dia-a-dia do aluno), entre outros.

Segundo Hurst (2002), e Gagliari e Giordan (1986), a compreensão do comportamento das moléculas passa pelo entendimento da ligação química. Ocorre, porém, que para estudar as moléculas, os estudantes têm de ser capazes de realizar a passagem nada trivial da observação para a formulação de modelos.

Trabalhar com modelos é uma parte intrínseca do conhecimento químico e, sem o uso deles, a Química fica reduzida a uma mera descrição das propriedades macroscópicas e suas mudanças (Fernandez e Marcondes, 2006). Teoria atômica, fórmulas químicas, equações químicas, teoria cinética, teoria dos ácidos e bases, reações *redox* e velocidades de reação, todos recaem em modelos para sua explicação (Harrison e Treagust, 1996). O tema ligação química, por ser abstrato, longe das experiências dos alunos, tem, conseqüentemente, grande potencial para gerar concepções equivocadas por parte dos estudantes (Fernandez e Marcondes, 2006).

Os demais conceitos químicos contidos nas crônicas são derivados desses acima citados, incluindo ainda alguns conteúdos que não estão presentes na proposta curricular do Ensino Médio, mas que, da forma como foram expostos, podem ao menos servir de ferramenta ao professor para ensinar tais assuntos de maneira introdutória, aguçando ainda mais a curiosidade dos alunos e o desejo de aprenderem mais Química. Outros conceitos, ainda, foram contemplados nas crônicas por serem curiosos, suscitarem discussões e por estarem muito próximos da realidade dos alunos.

Na segunda parte do trabalho, algumas crônicas deveriam ser aplicadas. Assim, três dessas crônicas foram aplicadas e avaliadas por alunos do Ensino Médio da região de Campinas.

4- Desenvolvimento do Trabalho

No início, não tínhamos uma idéia clara do formato que o trabalho deveria ter. Portanto, depois de duas estratégias de desenvolvimento, encontramos o formato que acreditamos ser o mais pertinente e que melhor atenda às necessidades do ensino atual dentro dos nossos objetivos, que é a produção de crônicas.

Primeiramente, procuramos desenvolver um único texto que retratava o dia-a-dia de uma pessoa normal, preocupada com sua família, que come, que dorme, toma banho, que busca trabalho, de forma que nessa pessoa (personagem) esteja simbolizada a vida da maioria dos leitores. O acompanhamento dessa personagem durante um dia de sua vida sugere diversas oportunidades para aprender Química, seja pela construção dos mais variados conceitos ou pela aplicação de conceitos já aceitos como prontos.

Na primeira tentativa, o personagem principal dessa crônica era um homem casado e desempregado. Em meio a muitas estripulias e desencontros, o personagem saía de sua casa à procura de emprego. Vários desencontros acontecem naquela manhã, tanto que o personagem foi parar em um pronto-socorro. Diversas oportunidades para se explorar a Química aparecem no decorrer da estória, muitas vezes associadas a medicamentos e ao sistema biológico do personagem. Curiosidades e problemas solucionados através de conhecimento químico – muitas vezes nem percebidos pela grande maioria das pessoas – eram citados e apresentados de forma a relacionar a Química com nosso dia-a-dia, de maneira simples, objetiva e por vezes, inovadora.

Entretanto, constatamos que uma única crônica que descrevesse o dia-a-dia de uma pessoa (como em nossa primeira tentativa) não retratava todas as oportunidades para o ensino de Química. A contextualização desses conceitos ficou prejudicada, optando-se por uma mudança na maneira de se escrever o texto, inserindo mais personagens, criando mais dinamismo e favorecendo seu desenvolvimento.

A segunda tentativa de se criar uma única crônica se deu através de uma estória entre dois amigos, que passam o *Reveillon* junto às suas famílias. Vendo os fogos de artifício que clareavam a noite, começavam a conversar sobre átomos. No dia seguinte, eles continuavam

a fazer considerações a respeito do átomo, sobre moléculas, passando a tratarem de ligação química.

Os conceitos eram desenvolvidos gradualmente, de acordo com a curiosidade dos personagens, desejosos em aprender e entender certos fenômenos que ocorriam no dia-a-dia, cujas respostas eles não possuíam. Surgiram, assim, explicações para a condução elétrica nos metais, explicações sobre íons, com o exemplo da auto-ionização da água, combustão, eletronegatividade, metais alcalinos, espectro eletromagnético e interações intermoleculares, todas elas relacionadas com assuntos do cotidiano.

Porém, percebemos que o desenvolvimento de uma única crônica, contemplando diversas situações do cotidiano, se tornaria muito extensa, se realmente possuísse a explicação completa para cada questão suscitada. Inclusive, notamos que o texto se tornava muito técnico, desfavorecendo sua interação com os alunos, um dos principais objetivos do presente trabalho. Essas duas tentativas de se criar crônicas, em um único texto, contextualizando a Química consumiram aproximadamente três meses de trabalho.

Por esses motivos, adotou-se uma mudança no tipo e formato de texto desenvolvido, optando-se por redigir crônicas mais curtas ao invés de um único texto. Essas novas crônicas tratariam de um determinado assunto, objetivando desenvolver um conceito químico de cada vez, mantendo os mesmos objetivos dos textos anteriores, que é aproximar a Química do cotidiano do aluno. As novas crônicas não correm o risco de se tornarem técnicas demais porque não têm o objetivo de ensinar diversos conceitos de uma vez e com a profundidade exigida para um texto a ser utilizado no Ensino Superior. O estabelecimento de um patamar conceitual de onde se começa a ensinar novos conceitos também facilita o desenvolvimento das crônicas, tornando o texto menos técnico.

Nesse ponto é importantíssimo ressaltar que existem poucos materiais disponíveis que nos sirvam de referencial, como ocorrem com as demais áreas de pesquisa, seja para seguir uma linha de trabalho ou para consultas de como se produzir tais textos. Encontra-se apenas um trabalho com crônicas (Santos Filho, 2006). Essas dificuldades são acrescentadas às dificuldades iniciais, relacionadas com a forma totalmente inovadora com que se pretende ensinar conteúdos de Química através de textos que contemplem, ao mesmo tempo, o conteúdo químico, a interdisciplinaridade, e o ensino contextualizado.

Os trabalhos de Lowe (1988), Monteiro Lobato (s/d), Waddell e Rybolt (1991-1995; 1998-2004), e Shaw (2008) talvez sejam as referências que mais se aproximam do formato desejado para as crônicas, se analisadas em conjunto: os diálogos presentes em Lowe (1988), Waddell e Rybolt (1991-1995; 1998-2004) e Shaw (2008), as contextualizações contidas em Lobato e o envolvimento/aplicação de conteúdos contidos em Waddell e Rybolt (1991-1995; 1998-2004) e Shaw (2008).

Salientamos que as crônicas desenvolvidas possuem uma linguagem que favorece, segundo nossa compreensão, a interação entre os conteúdos químicos e a vivência dos alunos. Mesmo com uma linguagem simples, a exatidão necessária na linguagem para que os conceitos pudessem ser desenvolvidos foi mantida. O português coloquial foi utilizado em todas as crônicas.

Dessa forma, quinze crônicas foram produzidas, dos quais três delas foram aplicadas junto aos alunos de Ensino Médio da rede pública de Ensino, da Escola Estadual Miguel Vicente Cury, localizada na rua São Cirilo, Vila Padre Anchieta, na cidade de Campinas – SP. As três crônicas foram escolhidas pelos próprios professores de Química da escola para serem aplicadas, dentre todas as crônicas produzidas. A avaliação desses textos foi feita através de um questionário, preenchido pelos alunos que tomaram contato com os textos.

4.1- Crônicas desenvolvidas e assuntos contemplados

4.1.1- Crônica *Festas de Junho sob os olhos da Química*

Apresentação

O entendimento de conceitos e modelos que retratem a Estrutura da Matéria é o primeiro passo que o estudante de Química deve dar pelo fato desses conhecimentos serem fundamentais e servirem de subsídios para o entendimento de conceitos e modelos mais avançados. Isso não exclui a realidade de que os conceitos e modelos que retratam a Estrutura da Matéria sejam simples; longe disso!

Esses conceitos e modelos necessitam de um nível de abstração muito grande, de “visão” microscópica da matéria, utilização das três dimensões do espaço, previsão de comportamentos de átomos e moléculas segundo os modelos atuais sobre Estrutura Atômica e Ligação Química, além de uma capacidade cognitiva que necessita ser exercitada e incentivada pelo professor de Química. O conceito de Transição Eletrônica depende e deriva diretamente dos conceitos e modelos propostos para o entendimento da Estrutura Atômica da Matéria e de como ocorrem as interações entre átomos, íons e moléculas.

Portanto, Transição Eletrônica é um conceito difícil de ser explicado pelos professores de Ensino Superior aos alunos de graduação. Quando se consideram alunos de Ensino Médio, a dificuldade, ao contrário que se pensa, aumenta mais ainda, justamente porque não se podem exigir desses alunos níveis de abstração e entendimento que sejam próprios e necessários aos estudantes de graduação em Ciências Exatas, mais precisamente Química. Na verdade, o ensino desse conceito não está previsto no Ensino Médio.

Mas o cotidiano está aí. O ambiente em que os alunos de Ensino Médio estão inseridos é repleto de situações e fatos que carecem de uma melhor explicação científica e que são alvos de curiosidade e interesse. As cores, segundo nosso entendimento, estão entre essas situações.

O que vemos? O que enxergamos? Talvez, essas sejam questões fundamentais na hora de se ensinar algum conteúdo para uma pessoa. O olho humano é capaz de enxergar apenas uma pequena faixa do espectro eletromagnético, sendo completamente cego para grande parte da radiação. Luzes com energia maior que o azul (ultravioleta) e menor que o vermelho (infravermelho) não são capazes de ativar nossos sensores visuais, chamados de fotorreceptores.

A interação da luz visível com a matéria pode acontecer de diversas maneiras, e em todas temos como resultado uma cor, seja da luz refletida ou da luz absorvida. Nossos olhos são capazes de reconhecer cores, que nos são uma sensação: na presença de objetos coloridos ou de moléculas do ambiente que interagem com a luz, refletindo uma porção, os fotorreceptores presentes em nossos olhos captam tal cor; essas modificações são interpretadas pelo cérebro que, então, transforma essas interpretações em sensações.

Nosso sistema visual é somente capaz de detectar certos comprimentos de onda, na região chamada visível (entre 700 e 400 nm, aproximadamente). Mas, não enxergamos a luz que é emitida pelo Sol e que chega à superfície terrestre como colorida, pois ela nos é transparente. Isso ocorre porque quando as ondas de todos os comprimentos da região do visível estão misturadas, o nosso sistema visual não identifica nenhuma cor. Porém, se a radiação de algum comprimento de onda da luz visível for removida, deste somatório, nosso sistema visual pode detectar o resultado, formando no cérebro as sensações de cor.

Já Isaac Newton (1642-1727), falando a respeito da luz, dizia:

“Os raios de luz não são coloridos. Neles nada mais existe do que energia para despertar no observador uma sensação dessa ou daquela cor”.

Considerando, então, o fenômeno físico da interação da luz com a matéria que, por sua vez, depende necessariamente da existência de níveis de energia nos átomos ou moléculas - segundo o modelo mais moderno para a interpretação desse fenômeno, que é o Modelo de Orbitais Moleculares, sustentado pela Teoria do Orbital Molecular - para que a cor possa ser explicada de maneira satisfatória, o professor de Química no Ensino Médio se vê diante de uma dificuldade muito grande para explicar o que é a cor, como ela “surge”, como é a

interação dos nossos olhos com a luz e o entendimento de cor como uma sensação. Esperamos que a crônica *Festas de Junho sob os olhos da Química* realmente sirva de ferramenta para auxiliar o professor de Química a ensinar esses conceitos de uma maneira contextualizada.

Festas de Junho sob os olhos da Química

Zezinho, a pedido de seu pai, vai até a venda da esquina, do famoso seu Tião, buscar um refrigerante para a visita que havia chegado à sua casa. Entre a visita está João, seu primo, que o acompanha até o bar.

Assim que chegam ao bar, vêem dois homens discutindo sobre o que e como enxergavam:

- Eu enxergo muito bem de perto; mas de longe, minha vista não é tão forte – diz o homem de boné.

- Eu já enxergo bem tanto de perto quanto de longe. O problema é quando vai chegando a noite e não se tem mais a luz do Sol. Aí enxergo bem pouco e para distinguir o colorido das coisas é difícil – diz o outro homem, meio barbudo.

- Estamos misturando os assuntos! Uma coisa é a qualidade de nossa visão e outra é o que conseguimos enxergar.

- Mas não é a mesma coisa? – pergunta o homem barbudo.

- Não, não é. Para problemas na qualidade da visão, podemos procurar um oftalmologista, usar óculos, lentes, tudo para corrigir nossa visão. Quanto ao que enxergamos de verdade – a distinção de cor para objetos e roupas – não depende totalmente da qualidade de nossa visão, mas também de como a luz está presente em um ambiente.

- Eu nunca tinha parado para pensar nisso. Interessante: eu não enxergo o colorido dos objetos e das roupas quando está escuro.

- Ah, mas é claro que não enxergamos! O que enxergamos é cor! – diz o homem de boné.

- É cor mesmo?

- Sim, é cor. Se no escuro não conseguimos distinguir cor, mas no claro sim, é porque no claro os objetos interagem com a luz branca, apresentando uma determinada cor, ou não interagem, sendo incolores.

- Entendo. Na quarta passada, cheguei à minha casa e fui direto para o banho. Ao sair do banheiro, ouvi minha mulher me chamando de dentro do quarto, que estava com as luzes apagadas, com pouca luminosidade...

- E aí, o que aconteceu?

- Aí eu fui para o quarto, oras! hehe.

- Olha o que você vai falar! Tem criança aqui na venda! – adverte o homem de boné.

- Eu sei, não vou falar besteira. Escute porque foi engraçado demais e tem a ver com nossa conversa.

- Então continue.

Nessa altura do diálogo entre os dois homens, Zezinho e João se achegam mais, como não tivessem a intenção, para escutarem melhor a conversa alheia. Já haviam pegado o refrigerante, mas persistiam em ficar no pequeno mercadinho, fingindo escolher algo mais para comprar.

O homem barbudo continua:

- Entrei no quarto, todo escuro. Ela pegou em minhas mãos e fui chegando, chegando.

- Olha o rumo da prosa, rapaz!

- Calma! Daí eu, para elogiar, lhe disse: “Você está linda nessa *lingerie* azul escura!” Foi a pior coisa que poderia dizer naquele momento...

- Não acredito! O que aconteceu?

- Ela começou a me xingar, dizendo que eu era insensível, bruto, pois confundira sua *lingerie* vermelho-paixão com azul escuro. Dizia até que eu tinha outra mulher... E mais um monte de conclusões errôneas, tudo isso pelo quarto estar escuro e eu não poder distinguir a cor.

- Hahaha! Mas que comédia! Imagino como ela deve ter ficado furiosa com você.

- Por isso que concordo com você: vemos cor!

Entre uns goles no guaraná e boas risadas, a prosa prossegue entre os dois homens.

Zezinho, que queria rir naquele momento, mas não podia, saiu da venda e gargalhava, assim como João. No caminho de volta para a casa, riam muito imaginando a cena. No entanto, o que os dois homens haviam falado mexera com eles.

Assim que chegou à sua casa, seu Afrânio, pai de Zezinho, vem logo perguntando se eles estão bem, se aconteceu algo, porque tinham demorado mais tempo que o usual. Vendo que os

rapazes estavam bem, tratou logo de voltar para a sala, junto dos parentes, visto que sua esposa, dona Cacilda, estava ocupada com os afazeres da cozinha, preparando o jantar.

Assim que jantaram, seu Afrânio anunciou que iriam ao circo que estava na cidade naqueles dias. A felicidade do menino foi enorme e a surpresa dos parentes também. E assim foram.

Chegando ao circo, escolheram os lugares mais próximos da arena, justamente para que Zezinho e João pudessem apreciar o espetáculo. E viram os palhaços, os trapezistas, os animais selvagens sendo dominados, até que o mágico veio fazer sua exibição.

Entre as diversas mágicas apresentadas pelo artista, uma delas exigia escuro. Para tanto, as luzes foram apagadas, ficando só uma lamparina a gás acesa, com seu fogo azulado, lá no meio da arena. Zezinho perguntava:

- Por que as luzes se apagaram?

- Espere, pois você verá um espetáculo maravilhoso – diz João.

- Mas com as luzes apagadas? Com as luzes apagadas não consigo ver nada! Lembra da conversa dos homens no bar?

- Lembro sim. Olha, olha! O mágico já entrou na arena!

Os dois não tiram os olhos do mágico, que se dirige à lamparina, que está sobre a mesa, com uma maleta em suas mãos.

Então, de sua maleta “mágica”, o mágico retira uns vidrinhos e faz suspense.

Do primeiro vidrinho, o mágico pega um pouquinho de seu conteúdo e o lança na chama, dizendo:

- Abra-cadabra!

A chama muda de cor, tornando-se verde; a platéia aplaude o mágico, esperando outra exibição.

Em seguida, pegando o segundo vidrinho e lança um pouco do pó à chama, exclamando:

- Alakazan!

Depois que o mágico proferiu a palavra mágica, lançando o pó, a chama se tornou amarela, levemente esverdeada.

Já abrindo o terceiro vidrinho, a platéia começou a bater palmas. Zezinho e João estavam em pé, com os olhos grudados no picadeiro.

- Miktfer! – exclama o mágico.

Depois da palavra esquisita pronunciada pelo mágico, a chama se tornou vermelha, para o delírio da criançada. De dentro da mala, o mágico saca outro de seus vidrinhos mágicos e em seguida, exclama:

- Ocus-focus!

E a chama se torna lilás. Nesse momento, Zezinho olha para João, que estava gritando e pulando, e diz:

- Nossa! Realmente você se revela quando vê essa cor, hein!

- Deixe de ser chato, Zezinho! Seu bobo! – responde João, irritado.

Os dois retornam a atenção para o picadeiro, enquanto o mágico prepara mais um de seus números. Novamente o mágico saca um de seus vidrinhos e exclama novamente:

- Ráh!

Dessa vez, a chama adquire uma coloração amarela intensa, demorando um pouco mais para desaparecer, se comparado com as anteriores. Logo depois, o mágico faz outros números com sua cartola, com baralhos, e se despede da platéia, que o aplaudem em pé.

João e Zezinho ficam extremamente bem impressionados com essa apresentação e começam a conversar entre si como poderiam fazer para conseguir aqueles pós “mágicos”. João sugere que eles peguem a mala do mágico...

Zezinho não gosta de idéia de realizarem um “trabalho sujo”; porém, como a vontade de ver aquelas cores novamente era grande e a curiosidade em saber como o mágico fazia tal mágica, ele aceita a proposta.

Os dois rapazes pedem para que seus pais os deixem ir ao banheiro, e vão. Na verdade, esse era o pretexto para que pudessem chegar até a mala do mágico. Chegando até onde o mágico se encontrava, já fora da arena, João começou a conversar com ele, perguntando como conseguia fazer

aqueles truques; também o elogiava pela bela apresentação, dizendo que gostaria de ter uma daquelas cartolas mágicas e também que gostaria de aprender os truques com o baralho... Conversa fiada!

O mágico diz a João:

- O segredo está nas palavras mágicas. Não se esqueça...

Enquanto isso, Zezinho vai até o carro onde o mágico guardou seus apetrechos e vê a mala. As portas estavam trancadas e o vidro semi-aberto, em poucos centímetros. Zezinho, no melhor estilo de agente secreto inglês, decidiu que tentaria entrar no carro a todo custo, pois tinha uma missão a cumprir...

Havia muitos pedaços de arame pelo gramado e Zezinho teve uma idéia genial, falando baixinho consigo mesmo:

- Como preciso entrar nesse carro a todo custo, vou tentar fabricar um ganchinho com esse arame para puxar a trava da porta... É só emendar alguns desses arames aqui e fazê-los passar pelo vão do vidro... Pronto, consegui. Agora é só tentar... Isso! Abriu!

Rapidamente, Zezinho entra no carro e visualiza a mala com os vidrinhos. Aparecer, do nada, com uma mala diante de sua família, não iria pegar bem. Dessa forma, Zezinho decide pegar somente os vidrinhos que contém os póis e retira da mala cinco desses e os esconde nos bolsos internos de sua jaqueta. Travando de novo o carro, Zezinho se evade do local, jogando o ganchinho feito de arame bem longe do carro do mágico, para evitar suspeitas. Sem testemunhas, sem pistas. Missão cumprida!

Com o "trabalho" feito, volta para junto de seu primo que estava conversando com o mágico, todo orgulhoso, porém tremendo... Logo depois, os dois voltam para seus lugares na platéia. No caminho, João pergunta:

- Conseguiu pegar alguma coisa?
- Peguei cinco vidrinhos. – responde Zezinho, um pouco preocupado.
- Cinco... Já está bom! Havia mais?
- Não havia. Será que não são tóxicos?
- Creio que não. Devemos tomar o máximo de cuidado! Vê se não quebre nenhum deles!
- Está bem. Eles estão seguros aqui em meus bolsos.

E voltam para junto dos seus, para acabar de assistir o espetáculo. Nesse momento, eram os macacos e suas bicicletas que alegravam a platéia.

No dia seguinte, logo pela manhã, João liga na casa de Zezinho:

- É da casa do seu Afrânio? – pergunta João, com voz grossa, modificada, do outro lado da linha.

- É sim.

- Ah, e o José, conhecido como Zezinho, está?

- Está sim, está falando com ele.

- Aqui é do circo...

Nesse momento, Zezinho, apavorado, começa a pedir um monte de desculpas, dizendo que devolverá os vidrinhos com os pós para o mágico.

João não agüenta e cai na risada no outro lado da linha.

- Puxa vida, João! Não reconheci sua voz, cara. Quase me matou de susto! Você vem ou não aqui pra casa, para nós fazermos os experimentos com os pós que pegamos emprestado, indefinidamente, do mágico?

- Claro que vou! Que horas posso chegar?

- Pode vir agora, se quiser.

- Tudo bem. Daqui a pouco estarei aí.

Assim que João chega, Zezinho busca em seu quarto os vidrinhos que continham os pós que foram trazidos secretamente do circo e os dois rapazes acabam notando que em nenhum deles existe identificação:

- Olha, João, esses vidrinhos não têm identificação alguma...

- Isso pode ser um problema... Vamos lá ao quartinho do fundo com tudo isso. Precisamos também decidir como iremos fazer essa experiência. Lembra que o mágico usou uma lamparina a gás? Você tem alguma lamparina aí? – pergunta João.

- Não, mas tem um fogão velho que a gente poderia usar.

- Mas a gente poderia pegar um pouquinho de cada um desses pós e dissolver em algum tipo de solvente...

- Eu ia te sugerir isso agora mesmo, porque ali atrás da porta tem uma garrafa com álcool que é do meu pai. Daí a gente atea fogo nessa solução de pó dissolvido no álcool. Será que dá certo? – pergunta Zezinho.

- Álcool?

- Temos que tentar! Podemos também atear fogo no álcool e ir colocando pequenas quantidades dos sais no fogo. Outra tentativa que podemos fazer é dissolver esses sais em álcool e depois borrifar essa solução sobre o fogo do fogão. O que acha?

- Vejo que a sugestão que você deu, de tentar dissolver esses pós no álcool, parece ser mais fácil de ser feita. Vou pegar a garrafa com álcool para você.

- Tudo bem, você vai pegar o álcool, mas onde a gente vai colocar as cinco soluções para atear fogo?

- Boa pergunta... - diz João, coçando a cabeça. Podemos pegar aquelas latinas de alumínio para isso! É só cortá-las ao meio e teremos um recipiente perfeito para nossa experiência!

- Pegue seis delas e lave-as. Meu pai separa essas latas para a coleta seletiva de alumínio. Aos sábados, de quinze em quinze dias, os caminhões da prefeitura vêm recolher aquilo que nosso bairro junta. Separe mais de seis... Vai que alguma coisa dá errado.

- Olha que azar! Hoje é sábado! Daqui a pouco seu pai deve vir aqui buscar as latas – lamenta João.

- Realmente! Hoje é dia de coleta! Temos que trabalhar rapidamente! Vou buscar uma tesoura pra gente cortar as latas.

Enquanto Zezinho entra para buscar a tesoura, seu Afrânio vai até o quartinho dos fundos e vê João por lá. Logo pergunta:

- O que faz aqui, menino?

- Ah, estou esperando o Zezinho.

- E por que aqui nesse quartinho escuro? Nesse quarto guardo minhas ferramentas. Vocês podem se machucar!

- É que precisava de umas latinhas de alumínio para um trabalho escolar... O senhor tem algumas que possa me dar?

- Claro, tenho sim. De quantas delas você precisa?

- De umas oito latinhas. Oito já é um número razoável.

- Pegue ali, naquela caixa.

- Nessa caixa aqui, perto do fogão?

- Isso mesmo.
- Nessa caixa tem oito. Posso levar a caixa também? Fica mais fácil para carregá-las.
- Pode levar.
- Muito obrigado, tio.
- De nada! Tome muito cuidado nesse quartinho!
- Já estou saindo! Já estou saindo!

Seu Afrânio vira as costas e João rapidamente esconde dentro da caixa os vidrinhos que Zezinho havia trazido do circo.

- Ufa! Ainda bem que o tio não viu esses vidrinhos!
- João, o que você falou? – pergunta Zezinho que vem com a tesoura e uma caixa de fósforos, uma colherinha de plástico, além de um balde de água nas mãos.
- O tio acabou de sair daqui. Quase que ele viu os vidrinhos que trouxemos do circo. Consegui que ele desse para mim essas latinhas juntamente com a caixa. Daí, poderemos carregar os aparatos para onde quisermos sem que ninguém perceba.
- Boa, João! Vamos cortar as latinhas ao meio então!
- Sim. Toma aqui a primeira.
- Zezinho, para que você trouxe um balde com água?
- Oras! Não vamos mexer com fogo?
- Sim, vamos.
- Então... Sou prevenido!

E assim fizeram, cortando as latas e guardando as metades na caixa. Guardaram também a garrafa de álcool nessa caixa, juntamente com a colherinha de plástico.

- Vamos brincar de mágica? – perguntou João.
- Claro!
- Então vamos lá!

João pegou os vidrinhos na caixa. Chegando, tratou de abri-los:

- O primeiro deles é verde; o segundo branco, o terceiro, também é branco; o quarto pó é bran... co e o quinto... branco também. Não acredito! Sua anta!

- O que foi que fiz?
- O que você fez? Você trouxe quatro dos pós... repetidos! Não adiantou nada dar uma de agente secreto e fazer uma lambança dessas!
- Como assim? – pergunta Zezinho, com cara de inocente.
- Venha ver!

Zezinho foi olhar os pós. Logo disse:

- Não acredito que os pós brancos sejam todos iguais. Senão, estariam todos armazenados em um mesmo pote.
- Você não acredita? Vamos misturar um pouco de cada um dos quatro pós brancos e veremos se tenho razão ou não!

Mesmo com essa dúvida no ar, os dois resolveram dissolver a mistura dos pós brancos em água, primeiramente:

- E agora, você vai fazer o quê? – pergunta João.
- Vou tentar dissolver em água. Será que vai dissolver?
- Precisamos tentar!

Pegando um pouco da água contida no balde, Zezinho a coloca em uma das latinhas. Logo depois, lança certa quantidade da mistura dos pós brancos para ser dissolvida e sem muita agitação, consegue o resultado desejado:

- A solução ficou homogênea e não houve mudança de coloração – constata João.
- Exato... E esses pós dissolveram muito bem. Pelo jeito são compostos iônicos.
- Como você pode afirmar isso?
- Oras! Compostos iônicos são facilmente dissolvidos em água.
- Os pós devem se dissolver em álcool, também – diz João.
- Vamos tentar dissolvê-los para saber.

Zezinho rapidamente pegou uma das latinhas e adicionou um pouquinho de álcool, enquanto João, lentamente, foi colocando um pouco da mistura dos pós para serem dissolvidos no líquido.

Assim que dissolveram os pós, Zezinho resolveu atear fogo nessa solução:

- Mas... Como assim? – pergunta João.
- Vamos atear fogo! Pegue os fósforos.

Os dois se prepararam. Acenderam o fósforo e o colocaram em contato com a solução, observando a coloração alaranjada.

- Olha! Essa cor é igual àquela observada quando o mágico lançou o último dos pós à chama! – diz Zezinho. Olha que nem anunciamos a palavra mágica!

- Você viu que maravilhoso... Ughhhh! Vou arrancar seu pescoço, seu agente secreto fajuto!
- Por que a raiva? – exclama Zezinho.
- Você trouxe quatro vidrinhos repetidos, com o mesmo pó!
- Você está me acusando de algo que não sabe!
- Como não sei? É só uma das cores que a gente está vendo! Então, dá para concluir que esses quatro pós são do mesmo tipo, são iguais!
- Será que são?
- Está na cara que sim – exclama João, louco de raiva.
- Vamos fazer o seguinte: pegamos agora cada um dos pós brancos, separadamente, e vamos dissolver em álcool. Repetiremos o procedimento para cada um dos pós.

Rapidamente João coloca o álcool na latinha para fazer a dissolução, torcendo muito para que os pós que Zezinho trouxe do circo fossem diferentes. Aproveita também para abrir o vidrinho que contém o pó verde, o único com coloração diferente entre os cinco que foram pegos do mágico. Com as cinco latinhas nas mãos, faz a dissolução dos pós individualmente.

Zezinho, bom observador, logo aponta:

- Opa! Opa!
- Que foi?
- A solução de álcool com o pó verde ficou verde também! – responde Zezinho. Sou capaz de apostar com você que essa solução vai dar a coloração verde para a chama...
- Você quer apostar? – pergunta João.
- Quero! Um refrigerante!
- Está valendo! – confirma João. Amanhã mesmo você pagará um deles para mim...

- Hahahaha... Você que irá perder, meu rapaz! – responde Zezinho, com um riso no canto da boca.

Voltando a atenção para as soluções preparadas, Zezinho pegou a primeira solução, justamente aquela esverdeada, e a escolheu para atear fogo. Lançando mão dos fósforos, proclamou:

- Abra-cadabra!

E a chama esverdeada apareceu como resultado da combustão da solução álcool+pó verde.

Admirado e indignado ao mesmo tempo, João diz:

- Não acredito! Perdi um refrigerante!

Zezinho, rindo, fala:

- Não falei que você perderia?

- Pelo jeito, as palavras mágicas têm efeito... Só pode ser! – responde João.

- Deixa de conversa! Você acredita mesmo que as palavras mágicas tenham influência?

- Ah, sei lá! Pode ser que sim, oras!

- Vamos para o próximo.

A próxima latinha com a segunda solução foi trazida por João e colocada nas mãos de Zezinho. Nisso, João diz:

- Deixe-me tentar?

- Claro! Pode vir!

Dessa maneira, João se posicionou em frente à latinha com a solução. Fazendo gestos com as mãos, aguardava que Zezinho acendesse o fósforo. Quando o fósforo estava aceso e Zezinho ia colocá-lo em contato com a solução, João exclamou:

- Ocus focus!

A solução entrou em combustão, dando origem a uma vistosa coloração alaranjada...

- Eu não falei! – exclama João, vermelho de raiva.

- Não falou o quê? – responde Zezinho, com uma calma de fazer enlouquecer.

- Essa solução foi preparada com um dos quatro pós brancos! Os últimos quatro vidrinhos possuem o mesmo pó! Está na cara!

- Não, João, não é possível! É bem provável que erramos a palavra mágica, só isso! Vamos tentar com outra solução.

- Olha, minha paciência está terminando! Tomara que dessa vez as coisas dêem certo.

Mais uma vez, João começou a se concentrar, fazendo caretas e gestos corporais, movimentos mirabolantes com as mãos. Na hora que Zezinho atea fogo na terceira solução, ele exclama:

- Abraça-focus!

Zezinho não queria acreditar... A chama havia ficado lilás! Então, ele começou a aplaudir o primo, pedindo para que ele continuasse no comando das experiências.

Diante da quarta solução formada pela dissolução do terceiro pó branco em álcool, seguindo o mesmo ritual e sempre esperando que Zezinho estivesse com o palito de fósforo aceso, João fecha os olhos e exclama, apontando os dedos para a latinha:

- Ocus-cadabra!

Zezinho ri histericamente, dando pulos de felicidade! A chama havia se tornado amarela, meio esverdeada.

Ambos estavam bem impressionados com os resultados que alcançavam: esses superavam as expectativas. Faltava, entretanto, a última solução para ser experimentada.

João, fazendo cara de tristeza, confessa:

- E agora, primo? Não lembro a palavra mágica! O que vamos fazer?

Zezinho diz:

- Não se preocupe! Deixe comigo que eu resolvo!

De maneira contrária, agora seria João quem acenderia o fósforo, enquanto Zezinho se concentrava diante da última latinha. No momento oportuno, Zezinho exclama bem alto:

- Walla Walla Jeremias!

A chama vermelha foi observada...

Os dois faziam festa, gritavam, pois haviam conseguido o mesmo resultado que o mágico conseguia no circo, embora não fizessem a experiência exatamente da mesma maneira. Não usaram sequer as mesmas “palavras mágicas”...

- Espere um pouco – diz Zezinho – eu tinha razão quando disse que a tal da “palavra mágica” não influenciava em nada!

- Você tem razão. Mesmo que nós não lembrássemos as mesmas palavras utilizadas pelo mágico, conseguimos os mesmos resultados. O mágico queria enrolar a gente...

- É... também acho. Mas e agora? Se não há magia, o que acontece?

Ambos tinham um belo problema em mãos. A experiência havia sido bem sucedida, mas a explicação para aqueles fenômenos, fonte de curiosidade dos rapazes, continuava como uma incógnita.

Já no meio da tarde, os dois continuavam a pensar sobre o assunto. Zezinho diz a João:

- Tomemos o cuidado em não derrubar esses pós no chão. Apesar de nossas experiências terem dado certo, estou com a consciência pesada por ter pegado esses vidrinhos do mágico...

- Não esquenta, Zezinho! Nós devolveremos ainda hoje, se possível!

- Se meu pai descobre, ele não vai deixar que eu participe da festa junina da escola...

- E quando é a festa?

- Hoje à noite

- Eu posso ir com você? – pergunta João.

- Pode ir, contando que a gente esconda todo esse nosso plano e consiga devolver o que tiramos do mágico.

Assim, os dois primos decidiram que voltariam ao circo. Com a desculpa de que iria à casa de João ajudar no trabalho de escola - fato perfeitamente justificado pela caixa dada pelo tio nas mãos de João - Zezinho convence o pai a deixá-lo sair.

Os dois rapazes se dirigem ao circo, com o intuito de devolver os “vidrinhos mágicos”. Lá chegando, começam a disfarçar seu verdadeiro intuito, ora olhando as jaulas dos macacos, ora as jaulas dos felinos.

Sorratamente, e com a “cobertura” do “agente” Zezinho, João vai até o carro onde o mágico guardava seus pertences e lança cada um dos vidrinhos pela fresta do vidro do carro. Dessa maneira, acaba espalhando os vidrinhos com os sais pelo chão do carro, dando a impressão de que haviam caído de cima do banco. Perfeito!

No caminho para a casa de João, os dois conversam:

- Que loucura que fizemos!
- Que loucura, mesmo!
- Realmente! Esse foi um trabalho para Silva, Zezinho da Silva, o agente secreto brasileiro!
- E para João, conhecido como John *Bourne*!
- Quem? – pergunta Zezinho, já rindo.
- Estou falando do personagem dos filmes de ação, o tal de *Jason Bourne*. Mas como não sou Jason, sou o John, o John *Bourne*!
- Não me lembro desse cara aí...
- Deixa pra lá. O importante é que conseguimos fazer a experiência e que devolvemos os pós ao circo.

E assim, chegando à casa de João:

- Vou tomar um banho bem rápido e já estarei pronto para a festa.
- E não demore! – exclama Zezinho, quase tremendo de frio.
- Pode deixar.

Os primos voltam para a casa de Zezinho e no caminho, iam conversando sobre as meninas do bairro que poderiam estar na festa. Chegando à sua casa, Zezinho foi direto para o banho, para que sua mãe não ficasse brava por ele ter chegado tarde. Já de banho tomado, foi esperar o jantar, que estava sendo preparado por sua mãe na forma de uma maravilhosa sopa. O cheiro já o havia alcançado lá no banheiro...

Dona Cacilda precisou sair um pouco da cozinha, deixando a panela de sopa sobre os cuidados dos rapazes, com a instrução de diminuir a intensidade do fogo caso o caldo ameaçasse derramar.

João foi até o fogão e ficou observando o caldo da sopa, que subia até a borda da panela, mas não derramava. Ao lado de Zezinho, João mudava a intensidade do fogo, enquanto o caldo subia ou descia. Certa hora, o caldo se aproximou da borda da panela e derramou, escorrendo até o fogo e mudando a coloração da chama, de azul para alaranjada. Imediatamente eles se lembraram das experiências que realizaram naquela tarde, onde um dos pós causava o mesmo efeito na chama que acabaram de observar.

- Você viu isso!

- Eu vi, João. Vamos fazer o seguinte: traga-me o saleiro.

Com o saleiro em mãos e já aberto, Zezinho lançou uma pequena porção de sal na chama, novamente observando a coloração alaranjada intensa.

- Olha lá! Parece que agora nós sabemos qual é um daqueles pós, pelo menos!

- Exatamente – diz Zezinho. Esse sal que torna a chama alaranjada é o cloreto de sódio! Quais serão os demais?

- Vai saber... Uma coisa que notei é que a cor da chama é bem intensa quando se adiciona o sal de cozinha e deve ser por isso que não conseguimos observar outras cores na chama quando utilizamos a mistura dos pós em nossa experiência, à tarde.

- Agora é que você reconhece isso, João? Sem saber quais eram os sais misturados, você já julgou que eu havia trazido pós repetidos!

- Não esquenta, primo! Vamos jantar porque estou com fome!

- E a festa é daqui a pouco.

- Viu, tenho uma coisinha para te dizer.

- Diga.

- O que a chama, o fogo, é capaz de fazer com o sal?

- Esquentar, é lógico – responde Zezinho, assoprando seu prato de sopa.

- E esquentar é o mesmo que fornecer energia, não é?

- Sim. Você quer dizer que a combustão do gás do fogão fornece energia para o sal e que é por isso que observamos a coloração alaranjada na chama? Será que uma coisa tem relação com a outra?

- Estou pensando que sim. E mais: podemos pensar em qual espécie do cloreto de sódio é a causadora dessa mudança de coloração: se é cátion sódio ou se é o ânion cloreto.

- Na verdade – diz Zezinho - nós temos várias possibilidades para pensar.

- Concordo com você! E já estou pensando em várias possibilidades desde já... Pelo jeito essa noite promete!

- Malandrão! Você está pensando em conversar com alguma menina? É isso?

- Opa! A noite promete, e não só por isso. Estou com esse pressentimento. É bem provável que teremos mais algumas respostas para nossas perguntas – diz João, aquecendo suas mãos.

Os dois terminaram de jantar e se aprontaram para a festa junina, que começaria depois das nove da noite. Pegaram os chapéus de palha e os puseram na cabeça, para se fazerem devidamente trajados. O frio estava intenso, mas nada que atrapalhasse. O céu estava limpo, sem nuvens.

Chegando à festa, os dois primos, vagorosamente, andam por todos os cantos, fazendo um “reconhecimento” do lugar. Visitam a fogueira, montada bem distante da rede elétrica, o “pau-de-sebo”, rodeado de meninos que tentam, a todo custo, alcançar o prêmio em sua extremidade mais alta. Também observam as meninas que anteriormente haviam comentado. Todas elas estavam muito bonitas, em seus trajes típicos. Conseguem ver também o lugar onde os fogos de artifício estão colocados, distante da maior concentração de pessoas...

E a festa começa.

Quadrilhas, danças típicas, comidas típicas, variedade de doces. Porém, os dois rapazes tinham outras intenções nessa festa. Vendo a Jurema e a Jacira, sozinhas, aparentemente solteiras, resolvem chegar perto delas. Sem a menor vergonha, Zezinho chama Jacira para dançar, deixando Jurema na companhia de seu primo.

Dança vai, dança vem e o casal dançarino some. João, percebendo que seu primo estaria em algum canto daquela festa provando dos lábios daquela doce morena, decide também querer se engrajar por cima de Jurema, pois ainda não conseguira nem *quebrar o gelo*.

Antes que João esboçasse algum tipo de ação, Jurema já sabia de suas intenções. Então, logo o agarrou, dando-lhe um beijo e falando:

- Aqui tem um lugar muito interessante para irmos.

- Ah é? Vamos então!

Jurema o levou para um lugar meio afastado da festa, perto de onde se localizavam algumas caixas dos fogos de artifício. João estranhou o lugar e disse:

- Mas aqui?

- É. Aqui mesmo. Um lugar bem tranqüilo para ficarmos. E outra: estou doidinha para ver do que esses fogos de artifício são feitos!

- Somos dois! Vamos ver nas caixas.

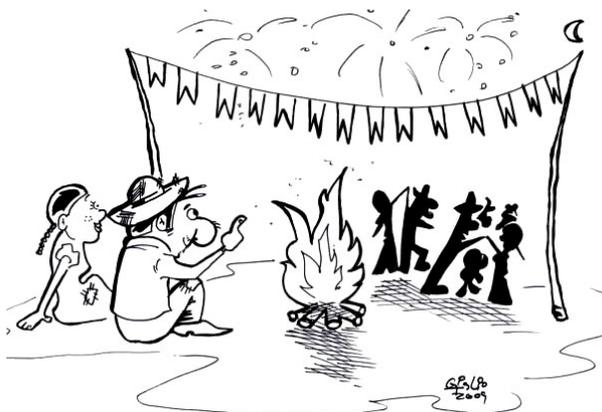
Os dois leram o que as caixas traziam de informações, assim como a composição química de cada um dos tipos. Decidiram, então, ficarem por ali mesmo, para poderem ver a cor de cada um deles no céu quando houvesse a detonação. Tinham que se manter ocultos, no escuro, para que ninguém percebesse a presença do casal.

- Ficar aqui não é arriscado? – pergunta João.

- Que nada! Estamos longe o suficiente e em segurança! Além disso, adoro viver perigosamente! Agora me beije!

João atendeu ao pedido de Jurema...

Como a festa avançasse, a queima de fogos estava para acontecer. De repente, o céu foi iluminado por diversas cores e brilhos, com rojões e morteiros de diversos tipos.



Zeinho, de seu cantinho junto com Jacira, via todas aquelas cores, boquiaberto. Alguns dos fogos eram alaranjados; outros, verdes. Alguns eram vermelhos, lilás ou azuis.

- Que maravilha! Que lindo! – exclamava Jurema.

- Muito bonito! Quando eu contar para meu primo a composição química de cada um desses fogos, a gente terá mais uma pista para entender essas cores que vemos!

- Tudo graças a mim... – responde Jurema.
- É, graças a você...

Os dois começam a gargalhar, sem a menor preocupação de serem ouvidos, pois os rojões encobriam os barulhos.

- Você conhece o *Bourne*, personagem dos filmes de ação?
- Claro que conheço – reponde Jurema. Sou *fãzassa* daquele cara!
- Ah é? E você também é fã desse cara aqui? – pergunta João, passando a mão nos próprios cabelos.
- Nem me fale... Faz tempo que estou te observando... Zezinho já sabia de tudo. Ele só esquematizou as coisas...
- Ele merece um prêmio, hehe. Falando nisso, precisamos encontrá-los. Vamos?
- Vamos, meu lindinho!

Enquanto João procurava por seu primo, Zezinho curtia os momentos com Jacira:

- Veja que interessante: eu e Jurema somos primas assim como vocês dois – dizia Jacira a Zezinho.
- Será que João e Jurema se entenderam?
- Acho eu sim... Vamos procurá-los.

Os dois casais acabaram por se encontrar perto da fogueira, já quase extinta naquela hora. Zezinho e João se comprometeram em levar as moças até a casa de Jurema. Nem se importando com o frio que fazia, os dois casais estavam felizes por terem se encontrado naquela noite de junho.

No momento da despedida e dos últimos beijos, já na frente da casa de Jurema, os rapazes manifestaram o interesse de encontrá-las novamente. Sabendo que o interesse também existia por parte das moças, eles partiram muito contentes para casa.

Pelo caminho de volta para a casa, Zezinho comentava com João:

- Realmente a noite prometeu, não é?
- É mesmo! Quem sabe isso não acaba em namoro ainda? Já pensou que legal?
- Puxa vida, cara! Isso sim ia ser muito bom!
- Tenho outras coisas para te dizer também...

- Fale, então!

- A Jurema é maravilhosa! Você acredita que consegui saber quais os sais que estão presentes nos fogos de artifício e ainda qual sal produz cada cor?

- De que maneira?

- Ah, a gente viu algumas caixas de fogos de artifício, onde constava a composição química de cada um deles. Como acabamos por ficar por lá, associamos a cor observada de cada fogo de artifício que explodia com a composição que havíamos visto nas caixas.

- Olha que maravilha! Podemos estar mais próximos da resposta que procuramos.

- A Jurema... Ela... ela é maravilhosa! E não só por isso, hein. Porque é uma pessoa excelente também! – suspira João ao se lembrar de Jurema.

- Podemos convidá-las amanhã à tarde para tomar um sorvete. O que acha?

- Acho loucura! Sorvete nesse frio?

- Ah, é... então um chocolate quente? – diz Zezinho.

- Agora melhorou. Vamos pensar nisso amanhã cedo. Estou caindo de sono. Uma perguntinha: e você com a Jacira?

- Você sabe que gosto dela. Para mim, foi excelente estarmos juntos!

Já perto das duas da madrugada, os rapazes chegaram à casa de Zezinho. Rapidamente, se arrumaram e pegaram no sono. Enquanto isso, Jacira e Jurema conversavam:

- Esses moços são muito legais! Estou impressionada com a educação deles!

- É isso mesmo, Jacira. E o João? Que gracinha! Ele é tudo aquilo que eu achava que fosse e ainda sobra!

- Vejo que está apaixonada! – diz Jacira, rindo baixinho, sob o edredom.

- Será? Estou começando a acreditar que sim. E ele me contando sobre uma experiência que fez com seu primo, com uns pós emprestados do circo?

- Zezinho também me falou disso. Disse também que estão tentando entender o porquê da chama mudar de cor quando adicionavam um sal diferente do outro.

- Isso deve ter relação com os fogos de artifício que vimos hoje, porque muitas das cores que João me disse que viu na chama do mágico e em seus experimentos são exatamente iguais.

- Será que eles perceberam? – pergunta Jacira.

- Não sei... Só sei que nesse exato momento eles devem estar falando de nós, da mesma maneira que estamos fazendo, falando deles!

Novamente as primas riem baixinho, sob o edredom, para não fazerem barulho.

No dia seguinte, dona Cacilda entra no quarto para chamar os rapazes:

- Bom dia!

- Bom dia – eles respondem, mas sem esboçar nenhuma tendência em levantarem.

Vendo que a missão não seria das mais fáceis, dona Cacilda, dá um leve grito:

- BOM DIA!!

Os dois rapazes dão um pulo de suas camas, devido ao susto que tomaram.

Ela continua:

- Quem foi o *artista* que deixou a sopa derramar no meu fogão ontem à noite?

Como os primos se acusavam entre si, ela chamou os dois para a cozinha. Ainda no quarto, João diz a Zezinho:

- Vamos fazer tudo que sua mãe mandar. Vai que ela descobre a hora que chegamos ontem...

- Com certeza – responde Zezinho, tropeçando em seus próprios pés de tanto sono.

Pensando que estariam livres da correção, na pia da cozinha estava a panela de sopa, suja, e o fogão, no estado que os rapazes o haviam deixado. Mesmo com a água da torneira muito gelada, os primos se lançaram ao serviço. Ao terminarem, estavam liberados para tomar o café da manhã.

Com o copo de leite quase na boca, Zezinho ouve sua mãe perguntar:

- Onde vocês estavam até as duas da manhã?

- Na festa junina!

- Na festa? Mas os rojões terminaram de explodir, indicando o fim da festa, à uma da madrugada...

- Ah, tia, daí a gente ficou mais um tempo lá e voltou.

- Sei... – responde dona Cacilda. Outra pergunta, Zezinho...

- Pode falar.

- Você comprou perfume novo? Tinha um perfume diferente em sua camisa...
- Deve ser de alguém que eu cumprimentei...
- Na minha camisa também tinha um perfume diferente? – pergunta João, temendo a resposta.
- Na sua também!
- Devo ter cumprimentado a mesma pessoa que Zezinho. Afinal, a gente não se larga!
- Entendo... E você, Zezinho? Onde você perdeu seu chapéu, meu filho?
- Chapéu? Ah, um moleque trombou comigo e caiu na fogueira!
- Sei... Entendo. Não sei o que me escondem e o que estão fazendo, mas tenham juízo!
- Mas não escondemos nada da senhora! – diz João.

A conversa estava caminhando para um lado que os primos não gostariam de entrar em detalhes naquele momento. Logo saíram da cozinha. Depois do almoço, partiram para a casa de João. De lá, ligaram para as meninas, marcando de se encontrarem às três da tarde.

Os primos foram até a casa das moças, partindo, em seguida, para o barzinho do bairro, onde serviam um delicioso chocolate quente. Caminhando vagarosamente, conversavam sobre diversos assuntos, inclusive sobre a noite anterior, a noite da festa e dos encontros. De mãos dadas com Jurema, João comenta:

- Conte-nos quais tipos de sais você viu que continha nas caixas dos fogos de artifício.
- Agora não vou lembrar-me dos nomes completos, mas vou tentar. Para aqueles fogos que geravam a cor azul, meio lilás, havia um tipo de sal de potássio; para os fogos que geravam cor amarela, podiam ser dois tipos de sais: sais de sódio ou sais de bário; os verdes continham algum sal de cobre e os vermelhos, sais de lítio.
- É isso aí! – vibra João.
- Espere um pouco... – diz Zezinho. Essas são as cores que observamos lá no circo e também em nossas experiências!
- Isso quer dizer que o fenômeno que ocorre pela adição de sal à chama com conseqüente mudança de cor deve ser o mesmo que ocorre nos fogos de artifício – diz Jacira, convencendo os demais.
- E sabemos agora que o responsável pela mudança de cor é o cátion e não o ânion, como no caso do cloreto, no sal de cozinha – completa Zezinho.
- Só falta descobrirmos como ocorre esse fenômeno – diz Jacira.
- Pensando no que você acabou de dizer, tanto a combustão quanto a explosão devem fornecer energia para os íons ou para os átomos – diz João.

- Mesmo que se tenham sais, e conseqüentemente cátions metálicos, a energia fornecida, seja pela explosão ou pela chama, deve reduzir os cátions a átomos do metal – diz Jurema.

João diz aos demais:

- Acredito que a energia fornecida para esses átomos deve não apenas reduzi-los, mas interagir com eles, de maneira que conseguimos ver as cores.

Mesmo sem absorver a idéia completamente, Zezinho aceita. Jacira lhe diz:

- Parece bem razoável essa explicação, já que as cores estão associadas a luzes e que cada tipo de luz tem uma energia.

Convencidos de que haviam encontrado uma explicação razoável para as cores que eles viam, todos começaram a rir e se programavam para irem ao circo naquela noite. Certamente, o circo havia causado todo esse encontro; de maneira especial os pós “mágicos”, que encantavam todas as pessoas, cuja “mágica” estava em entender os fenômenos físicos que aconteciam e na explicação fornecida pela Ciência.

Conclusão

Na crônica acima, fizemos uma simplificação dos fenômenos que ocorrem devido a interação da luz com os objetos, assim como não consideramos todos os comprimentos de onda que compõem a luz que é emanada pelo Sol e que chega até nós. A luz visível foi o único intervalo de onda considerado.

As situações do cotidiano que consideramos nos parecem suficientes para que esses conceitos possam ser desenvolvidos, testados e compreendidos, à luz de conceitos prévios de estrutura atômica e ligação química. Os pós utilizados pelos personagens são compostos iônicos que apresentam baixa/média toxicidade e deve-se ter muito cuidado em seu manuseio e utilização.

Os experimentos descritos na crônica podem ser feitos com alguns alcoóis que não o metanol com resultados ainda satisfatórios, uma vez que esse álcool apresenta alta toxicidade. Como esse experimento é sensorial, ou seja, depende da sensibilidade visual de quem vê a mudança de coloração da chama na presença de um dos compostos iônicos, a utilização de uma chama que não apresente cor, como a do metanol, é adequada, justamente para que a cor original da chama não interfira na cor observada quando há a adição de algum composto iônico à chama. Utilizando-se outro álcool, como o etanol, por exemplo, a chama apresentará coloração, o que dificulta um pouco a visualização de alguma outra cor na chama, além da natural. Mas, ainda assim, indicamos a utilização do etanol (álcool etílico) devido à alta toxicidade do metanol.

No episódio em que o mágico faz seu número, no primeiro terço da crônica, ele utiliza uma chama azul, que nos é muito comum, encontrada nos fogões a gás. O combustível que sofre combustão é o butano, nesse caso, e que apresenta a coloração azul quando sua combustão é completa.

A Transição Eletrônica certamente é um conceito bem mais complexo do que foi exposto na crônica e, como se sabe, não deve ser ensinado no Ensino Médio. No entanto, a explicação para cor pode ser conseguida com algumas simplificações e/ou omissões de detalhes que remetem à necessidade de se utilizar conhecimentos químicos e modelos avançados que não fazem parte da realidade do Ensino Médio.

Como não temos a intenção de fazer da crônica um material que ensine conteúdos por si mesmo, a intervenção do professor de Química é fundamental para saber dosar o que deve ser ensinado e o que deve ser omitido, em coerência com o nível de desenvolvimento cognitivo dos alunos de Ensino Médio. A todo o momento, mantivemos essa preocupação ao redigir tal crônica. Esperamos que a crônica estimule o aluno a buscar novos conhecimentos e também desperte cada vez mais sua curiosidade e interesse pela Química.

4.1.2- Crônica *De olho na natureza e nas interações intermoleculares*

Apresentação

O cotidiano é uma fonte riquíssima de situações de contextualização, tão importantes para que diversos conceitos químicos possam ser explicados pelos professores de Química na tentativa de aproximá-los dos alunos. Nesse aspecto, consideramos que a natureza pode ser uma aliada do professor, visto que as interações intermoleculares, por exemplo, estão presentes em tudo o que se observa.

Considerando uma das moléculas mais presentes na vida dos alunos, a água, nos parece ser um excelente ponto de discussão. Sabe-se, porém, que não é simples falarmos de água, pela existência de diversos modelos que tratam dessas moléculas. No entanto, discutiremos as interações intermoleculares – enfatizando a ligação hidrogênio - entre as moléculas de água, assim como falaremos de solubilidade, de conceitos de eletronegatividade e, indiretamente, de ligação química, por meio de diálogos e situações facilmente imaginadas pela maioria das pessoas, como a adição de água ao petróleo.

De olho na natureza e nas interações intermoleculares

Jonas está assistindo televisão, quando o telejornal, em plantão, anuncia ao vivo, o derramamento de óleo no mar por um navio petroleiro que navegava na costa do país. Milhares de toneladas de óleo são derramados no mar, enquanto o navio, vagarosamente, naufraga. A Marinha é acionada para auxiliar na contenção do volume enorme de poluente, na tentativa de minimizar o desastre ecológico e evitar que o óleo atinja as praias, visto que navio encalhara em um banco de areia não muito longe do litoral. Na cena, notam-se também os ativistas de Organizações Não-Governamentais que protestam.

Chocado pelas cenas que está vendo, ali, pela televisão, Jonas corre rapidamente para o quarto para chamar sua mãe, dona Lurdes, para que ela possa acompanhar as cenas na TV juntamente com ele.

- O que é isso, filho?
- Um navio está derramando todo o óleo no mar!
- Que tragédia! – exclama a mãe.
- O jornalista acabou de informar que são toneladas de óleo lançadas no mar!
- Imagine só, Jonas, todo esse óleo na superfície do oceano!
- Fico pensando nas plantas aquáticas que necessitam de luz solar para realizar a fotossíntese e sobreviver...

- Esse é apenas um dos problemas, filho. Pense também na enorme quantidade de água que é poluída.

- Deve ser enorme! Se quando a senhora vai fazer macarrão, aquele pouquinho de óleo que a senhora coloca na água para cozinhá-lo já se espalha sobre toda a superfície da água da panela, não quero nem pensar em toneladas de óleo sobre a água do mar! Mas, mãe, por que a água e o óleo não se misturam?

- É uma boa pergunta, Jonas... Eu não sei a resposta, mas podemos pensar sobre o assunto.

- Vamos lá.

- Antes de mais nada: a água se mistura com o quê? – pergunta a mãe.

- Ah, mãe, sei lá... Com álcool de limpeza, refrigerante, gelo. Se a gente colocar sal de cozinha e agitar, também se mistura.

- Tudo bem, Jonas, mas aí, no caso do sal, você está falando de dissolução e não de uma mistura, por exemplo, entre o óleo e a água, que é o objetivo da conversa. – pondera dona Lurdes.

- Desculpe... Retomando o rumo da prosa, somente esses exemplos que citei se misturam com a água, assim de uma maneira que a gente não possa ver diferença, a despeito da presença de corantes. Posso citar alguns sucos também... – diz Jonas.

- E o que será que o etanol, também chamado de álcool etílico, que temos aqui em casa, tem de diferente do o petróleo? O que lhe permite se misturar tão bem com a água, a ponto nós não notarmos diferença visual ou não conseguirmos separá-los facilmente?

- É uma boa pergunta, mãe. Devem existir diferentes interações entre a água e o álcool ou petróleo.

- Pode ser que sim. – responde dona Lurdes. Deixe-me acabar de ajudar sua irmã a se arrumar, se não ela não chega a tempo para a aula. Você está pronto para seu treino?

- Ah, só falta calçar os tênis!

- Então vamos!

Os três saíram juntos, de carro, cada um para seu destino. Dona Lurdes deixou primeiro Jonas no ginásio de esportes da cidade, onde o treino de basquete acontecia. Logo depois deixou sua filha na escola e foi para o trabalho.

Chegando ao trabalho, foi para sua mesa e logo o patrão apareceu:

- Que cara feia é essa, dona Lurdes?

- É que meu filho me fez uma pergunta agora a pouco e não soube responder. – responde Dona Lurdes, visivelmente abatida.

- Posso saber o que ele te perguntou para te deixar dessa maneira?

- Claro que pode! Ele me perguntou o porquê do petróleo não se misturar com a água...

- E o que você respondeu ao jovem?

- Disse que não sabia direito – responde dona Lurdes – mas que poderíamos pensar a respeito.

- A senhora foi brilhante! – disse o chefe.

- Que nada! Não fui capaz de responder e de tirar essa dúvida do meu filho...

- Pare com isso, dona Lurdes! Você o fez pensar e isso é muito bom! A que conclusão chegaram?

- Até agora a nenhuma conclusão... Porém, devolvi a pergunta a Jonas, meu filho, para que ele pensasse sobre quais substâncias se misturam com a água facilmente, a ponto de não podermos separar ou ver diferença visual entre a água e o que adicionamos a ela para ver o efeito.

- E vocês concluíram o que dessa conversa?

- Jonas foi me dizendo algumas substâncias que se misturavam muito bem com a água.

- E daí?

- Sugeri que ele pensasse em algum aspecto que diferenciasse o álcool do óleo e ele me respondeu, sem certeza também, que poderiam haver interações diferentes entre a água e o álcool ou petróleo.

- Infelizmente não conheço muito de Química a ponto de poder ajudá-la. Sabe que a senhora acabou me dando uma excelente idéia?

- Ah, é? Qual?

- Vou promover uma gincana aqui no escritório sobre Ciências. O que acha?

- Acho a idéia excelente! Quando começaremos?

- Marcarei uma pequena reunião com todos os funcionários no final da tarde para decidir, mas provavelmente começará amanhã!

- O senhor já me deixou ansiosa por isso! Com certeza vamos aprender muito! Eu, particularmente, estarei disposta a participar porque quero aprender para depois poder ensinar os

outros, principalmente meus filhos. Tenho certeza que muitos participarão somente pelo prêmio da gincana... – diz dona Lurdes.

- Sei que a senhora participará porque quer aprender... Seu coração é muito nobre: querer aprender aqui para depois ensinar...

- Mas é claro! Para que serve nós acumularmos conhecimento apenas para nós mesmos e não ensinar? Para mim, não faz sentido!

- Verdade! Concordo com a senhora. Mas vamos trabalhar agora porque já são duas da tarde.

O patrão, dirigindo-se logo em seguida para todos os funcionários, anuncia a reunião:

- Pessoal, depois do expediente vamos aguardar dez minutinhos aqui no escritório porque tenho que dar um aviso importantíssimo.

Todos acenam com a cabeça e continuam a trabalhar.

Enquanto isso, Jonas começa o treino de basquete. Como o técnico não colocava limite de idade para aqueles que participavam dos treinos, a mistura de garotos de várias idades e de diferentes níveis de escolaridade trazia uma riqueza para o grupo de atletas, assim como permitia a formação de times que competiam em categorias diferentes desse esporte.

Logo os rapazes começaram o treino, com o alongamento. Raul, amigo de infância de Jonas, vem ao seu encontro para que se preparassem juntos para a corrida.

- E ai, Jonas, como está?

- Bem e você?

- Bem também. Está pronto para a corrida?

- Estou com preguiça e sem vontade de correr nesse calor, mas precisamos treinar, não é verdade?

- Sim, claro! O campeonato é daqui a alguns dias e precisamos melhorar nossa forma física. Você está bem mesmo? – pergunta Raul.

- Sim! Estou bem!

- Não está parecendo que é só a preguiça que te pesa...

- Vamos correndo que a gente conversa. – responde Jonas.

Com todos os rapazes devidamente prontos, a corrida começa em torno do campo de futebol anexo ao ginásio de esportes.

- Na hora do almoço, você estava vendo televisão? – pergunta Raul.

- Eu estava sim. Você viu o desastre ecológico que passou em notícia extraordinária?

- Vi... Fiquei muito triste quando vi tudo aquilo.

- Eu também. Chamei minha mãe para que ela pudesse ver o que havia acontecido e começamos a conversar sobre o porquê da água não se misturar com o óleo.

- É verdade! Não se misturam mesmo! Uma vez meu pai abasteceu o carro em um posto de combustível meio suspeito e teve problemas com o funcionamento da injeção eletrônica do carro. – confirma Raul.

- E o que um assunto tem a ver com o outro? – indaga Jonas, meio alterado na voz.

- Deixe de ser lento no pensamento, Jonas! O que faz a injeção eletrônica no carro?

- Injeta o combustível para ser queimado! Pensa que não sei?

- Então! O problema estava com a má qualidade do combustível, que acabou estragando a peça do carro, segundo o mecânico nos informou. Para confirmar essa informação, meu pai retirou alguns litros de gasolina do tanque do automóvel e observou que a quantidade de água presente na gasolina era enorme!

- E como seu pai fez para observar isso? Penso que não dá para observar a diferença de maneira visual, até porque água e gasolina são líquidos.

- Claro que dá. A gasolina não se mistura com água. Isso se deve ao fato da solução chamada gasolina ser composta em sua maioria por moléculas formadas somente por Carbono e Hidrogênio, além de alguns aditivos e corantes. – responde Raul.

- Hum! E daí? Não esclareceu em nada o fato de a água não se misturar com a gasolina...

- Olhe, Jonas, não tenho uma explicação formada! Vamos deixar de enrolar aqui e correr mais, porque o pessoal está há vinte metros à nossa frente e é já que o técnico vai gritar na nossa orelha!

- Está certo. Vamos aumentar nosso ritmo e alcançá-los! Será que você consegue? – provoca Jonas.

- Você vai ver! Não adianta ficar pedindo para eu esperar você...

O treino segue normalmente e ao final, já quando todos se foram, Jonas continua a treinar, sozinho, arremessos de três pontos, lances livres e infiltrações enquanto sua mãe não chega para buscá-lo.

No escritório, o patrão já estava com todos os funcionários presentes para o aviso, pois o horário do expediente havia terminado. Com dona Lurdes ao lado, começa o assunto:

- Pessoal, venho fazer um convite a todos. Proponho um desafio aqui no escritório, para a resolução de um problema que aflige dona Lurdes, e que deve ser desconhecido pela maioria de nós. Quem aqui sabe o porquê da água se misturar tão bem com álcool e não se misturar com óleo, ou petróleo?

O silêncio na sala foi geral. Ninguém se atrevia a falar algo.

- Como podemos ver – continua o patrão – todos precisamos aprender e podemos fazer isso, juntos! Contando comigo, que serei o mediador, somos sete pessoas aqui no escritório. Duas equipes de três membros. O desafio será amanhã, já que vocês têm o tema a ser estudado. Boa tarde a todos.

A surpresa foi geral para todos. Rapidamente se dividiram e aguardavam com ansiedade o próximo dia de serviço.

Dona Lurdes saiu do escritório muito contente e bem menos preocupada, diferentemente de como havia chegado. Logo, foi até o ginásio de esportes para buscar seu filho.

Chegando lá, não viu Jonas esperando por ela, como de costume. Resolveu, então, entrar no ginásio para procurar seu filho, que estava treinando sozinho.

- Jonas!

- Oi, mãe! Estava treinando aqui e nem vi a hora!

- Você me assustou, filho! Vamos para o carro que tenho uma boa notícia para você.

- Para mim? O que a senhora comprou?

- Não comprei nada. Você não perde essa mania de criança de esperar presente sempre, não é?

- Hahaha, ganhar presente é sempre bom, não é, mãe?

- Sim. Mas hoje quem ganhou o presente fui eu.

- Foi o que? Uma bolsa nova? Batom? O quê?

- Nada disso. Vamos fazer um desafio no escritório para descobrirmos o porquê da água não se misturar com o óleo.

- Que legal! E a mãe vai falar o quê?

- Não sei filho... Dividimo-nos em dois grupos e vou falar sobre nossa conversa. O que acha?

- Já é um caminho. Comentei dessa minha dúvida com o Raul e conversamos um pouco também. Quem sabe não posso te ajudar a com aquilo que discutimos agora à tarde?

- Seria muito bom! Veja, chegamos à escola de sua irmã. Deixe-a entrar.

A família estava parcialmente reunida. Chegando à casa, Seu Paulo estava esperando-os já com os portões da garagem abertos. A irmã de Jonas desceu rapidamente do carro e foi ao encontro do pai.

Seu Paulo diz à esposa:

- Como foi seu dia de trabalho, meu bem?

- Foi muito bom! E o seu?

- Cansativo, mas bom. Tem dias em que ser gerente é o pior dos empregos, principalmente pela enorme responsabilidade e pela falta de compreensão dos clientes, que acham que posso emprestar dinheiro a todos, na quantia que precisam e no prazo que podem pagar, ainda sem juro algum!

- Ah, meu bem, não fique triste por isso! É preciso ter calma com as pessoas... Veja, tenho uma boa notícia para você.

- Vai ter um desafio no escritório que a mãe trabalha! – grita Jonas.

- Não era para você ter contado! Eu queria dar a notícia, Jonas! – esbraveja dona Lurdes.

- Deixe o menino, Lurdes! Vamos, conte o que é. – pacifica seu Paulo.

- Vamos ter uma gincana sobre Química, para responder o porquê da água não se misturar com óleo.

- Interessante. E o que você vai falar?

- Não sei ainda, mas vou começar a discussão por aquilo que Jonas comentou pela manhã – responde dona Lurdes.

- De que maneira?

- É que começamos a pensar, na hora do almoço, a respeito desse assunto, aqui em casa. Daí, eu propus um raciocínio inverso, pensando no que se mistura com a água, ao invés de pensar no que não se mistura e Jonas sugeriu que deve haver diferentes interações entre moléculas.

- Parece-me uma boa conversa para nosso jantar! – exclama seu Paulo.

- Claro que sim! Vou tomar um banho e logo conversaremos.

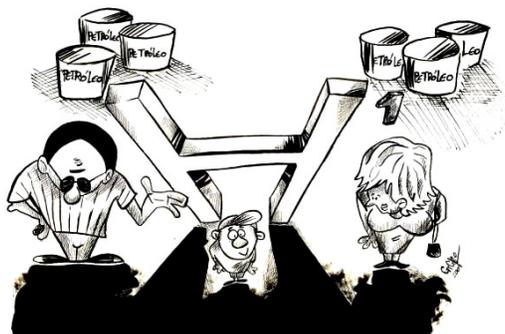
- Vai sim, meu bem. Eu já estou pronto e espero por vocês.

Enquanto eles se apressavam para o banho, seu Paulo decide ver televisão. O telejornal trazia a notícia do naufrágio do navio petroleiro e a cobertura completa do acidente. Impressionado com as imagens que via, com a dificuldade em se conter o óleo derramado e com o desastre ecológico que estava acontecendo - visto que uma parte do óleo já chegava às praias, causando danos para a pesca e para o turismo - seu Paulo, diante da TV, começa a completar a suposição de Jonas sobre a mistura de água e óleo:

- Realmente, o óleo não se mistura de maneira apreciável com a água... A molécula de água apresenta dois átomos de hidrogênio ligados ao oxigênio...

Coçando a cabeça, ele completa seu pensamento:

- Lurdes e Jonas querem discutir sobre álcool e óleo sem antes falarem sobre a molécula de água e das características dos átomos de oxigênio e hidrogênio separados e quando estão ligados quimicamente entre si... Isso me parece um equívoco...



Nisso, dona Lurdes entrou na sala e se depara com seu Paulo falando sozinho, com as mãos na cabeça:

- Oh, coitadinho! Deve estar com tanta fome a ponto de delirar e falar sozinho... Você está bem, querido?

- Estou sim. Por quê? E quem está falando sozinho aqui? – pergunta seu Paulo. Tive um pensamento que irá te ajudar muito!

- Que maravilha! Vamos jantar antes que a comida esfrie. Nossos filhos já estão na mesa.

A família agradece a Deus pelo alimento e começa a comer. Daí alguns minutos, dona Lurdes se dirige a Jonas:

- Filho, conte a seu pai o que você conversou com o Raul.

- Ah sim. – responde Jonas. Estávamos conversando sobre a formação de misturas, e então Raul começou a me falar da gasolina, formada em sua maioria por átomos de Carbono e de Hidrogênio, e devido essa característica, não se misturava com a água, apesar de ser um líquido também.

- Por favor, vamos parar de fazer comparações por um instante. Alguém já parou para pensar como é a molécula de água? – pergunta seu Paulo ao filho.

- Para que pensar na molécula de água? – pergunta Jonas.

- Oras! Ainda vou além: vocês já pensaram sobre os átomos de Oxigênio e Hidrogênio, separados?

- Pai, deixe de paranóias! Para que iremos pensar nos átomos que constituem a molécula de água se queremos conhecer as possíveis interações entre moléculas diferentes?

- Veja, Jonas, estou começando a entender o que seu pai quer nos dizer. Primeiro de tudo – dirigindo-se a Paulo - temos que pensar nos átomos que constituem a molécula de água. São somente átomos de hidrogênio e de oxigênio, não são?

- Exato. Esses átomos são iguais? – pergunta seu Paulo.

- De maneira alguma. O átomo de hidrogênio possui um próton que atrai um elétron, tanto que esse átomo é o mais simples da natureza.

- Quanto ao átomo de oxigênio, qual a diferença em relação ao hidrogênio? – pergunta Jonas, se interessando pelo assunto.

- Os átomos de oxigênio têm 8 prótons em seu núcleo atômico. Isso faz com que a intensidade da atração sentida pelos elétrons no átomo de oxigênio seja muito maior que a experimentada pelo único elétron no átomo de hidrogênio – responde seu Paulo.

Depois de pensar um pouco, dona Lurdes pergunta:

- Paulo, nesse caso, como será a ligação entre o oxigênio e o hidrogênio?

- Ah, Lurdes... O núcleo do oxigênio atrai elétrons tão fortemente, que essa atração vai além dos limites do próprio átomo, tornando a ligação polarizada.

- Meu Deus! A atração que o núcleo do oxigênio exerce sobre os elétrons é estupidamente forte então! Isso que é ganância por elétrons! – exclama Jonas.

- Concordo! – diz dona Lurdes. Tem um nome específico para isso, na Química? Ou chamam de “*ganância por elétrons*”?

No meio da conversa, Jonas solta uma das suas:

- Meu estômago também está com “ganância por comida” e essa “ganância” aqui tem nome: é fome! Passe para mim a panela de arroz e a sardinha, por favor!

- Credo, Jonas! “Ganância por comida”? – pergunta seu Paulo, com cara de desaprovação.

- Opa! – responde o menino - Vocês não imaginam a fome que sinto depois dos treinos de basquete!

- Nós imaginamos... – responde a mãe.

Depois do breve momento de descontração, e de uns goles na laranjada, Jonas continua:

- Pai, isso que eu chamei de “*ganância eletrônica*” tem um nome especial?

- Tem sim, filho. O nome correto para a “*ganância eletrônica*” é chamada de eletronegatividade.

Dona Lurdes, impaciente, retruca:

- Mas que conversa de louco é essa! Daqui a pouco vamos pensar que essa tal de eletronegatividade vai ajudar em alguma coisa...

Levantando-se, ela completa:

- Sinceramente, para mim, em uma ligação covalente, se os dois átomos forem iguais, o par de elétrons será atraído com a mesma intensidade pelos dois núcleos. Se os átomos forem diferentes, deve existir um átomo que atraia mais o par de elétrons que os une em relação ao outro átomo da ligação.

- Mulheres... Sempre objetivas! Aplausos para dona Lurdes! Hahahaha – vibra seu Paulo, dando um beijo na esposa.

- O que foi que eu disse de mais?

- Você não disse nada de mais, meu bem, você simplesmente sintetizou toda nossa conversa em meia dúzia de palavras!

- Como?

- Quando temos dois átomos diferentes entre si unidos por ligações covalentes, a ligação será polarizada. Isso reflete o fato de que um dos átomos possui eletronegatividade maior que a eletronegatividade do outro átomo – responde seu Paulo.

- Pai, deixe-me ver se entendi: o senhor está querendo dizer que quando temos átomos diferentes, um dos átomos deverá atrair mais o par de elétrons para si?

- Sim, filho.

Paulo continua:

- Existem diversos átomos que são eletronegativos.

- Mas, querido, não é apenas o oxigênio que é eletronegativo? – pergunta dona Lurdes.

- Os átomos naturalmente mais eletronegativos – responde Paulo - são aqueles encontrados no canto superior direito da tabela periódica, como o flúor, o cloro, nitrogênio, bromo e enxofre.

- Que legal! Começamos a falar sobre tabela periódica – exclama dona Lurdes

- E nem falamos nada sobre a água... – resmungo Jonas.

- Como você é apressado, Jonas! Já falamos sobre os átomos de hidrogênio e sobre o oxigênio. Falta pouco! – ralha a mãe.

- Tudo bem, Jonas, vamos falar sobre água! Como é a molécula de água?

- H₂O!

- Muito bem! E como são as ligações entre o oxigênio e os dois átomos de hidrogênio?

- Responde aí, mãe!

- Já que amanhã serei eu que precisarei expor esses assuntos, eu respondo: são duas ligações covalentes polarizadas.

- É isso aí, querida!

- Estou percebendo que essa conversa vai render muito ainda... Vamos arrumar a cozinha. Logo mais preciso ajudar Luana com a tarefa da escola.

- Vamos sim, querida. Estarei ali na sala. Qualquer coisa pode me chamar!

- Mãe, - diz Jonas - estarei em meu quarto. Estou muito cansado do basquete. Se precisar de ajuda, é só me chamar...

- Nada disso! Pelo menos um de vocês ficará para me ajudar! – exclama dona Lurdes, exaltada.

- Tudo bem, eu fico – diz seu Paulo. Volto já para secar a louça e guardá-la.

Vendo não que ficara sozinha para dar conta da limpeza da cozinha, dona Lurdes, apesar de cansada de um dia inteiro de trabalho, encara a pia lotada de louça. Nem reclama com seu filho, porque, na verdade, gostaria de ficar um tempo sozinha para digerir o assunto e entender tudo aquilo que fora discutido durante o jantar.

Lavando os talheres e olhando a água que caía da torneira semi-aberta, ela teve o seguinte pensamento:

- Se a molécula de água possui um átomo tão eletronegativo, como Paulo falou, quais as interações que uma molécula de água terá com as moléculas de água vizinhas?

Assim que seu Paulo apontou no corredor, dona Lurdes já o chamava com empenho:

- Vamos, vamos! Venha aqui!

- Já terminou de lavar tudo?

- Já terminei. Você precisa me explicar uma coisa...

- Fale - diz seu Paulo, sempre atencioso.

- Até agora você não me explicou como podem ser as demais interações que o átomo de oxigênio pode estabelecer com outros átomos, principalmente entre moléculas de água e álcool! Vem me falando que vou colocar comida para o cachorro.

Chegando onde estava o cachorro, dona Lurdes o chamou:

- Thunder! Vem comer!

Logo o cachorro apareceu, esperado por sua refeição.

Seu Paulo continuou:

- A água se mistura com o quê? E o que essas moléculas têm em comum? – pergunta seu Paulo.

- Lá vem você com essa pergunta... A água se mistura com álcool, por exemplo. O que a molécula de água da molécula de etanol tem em comum é um átomo de oxigênio e ligado a um átomo de hidrogênio.

- Que é um átomo eletronegativo ligado ao átomo de hidrogênio.

- Sim, Paulo. Só que a molécula de etanol possui o CH_3CH_2- ligado ao oxigênio, além de um hidrogênio; diferente da água, que possui dois átomos de hidrogênio. Será que a mistura de etanol e água ocorre tão bem pelo fato de ambas possuírem um átomo de oxigênio ligado ao hidrogênio em suas moléculas?

- Aí você me apertou. Creio que sim, viu.

- Estou com o pressentimento que a chave do assunto está no O-H, presente tanto na água quanto no álcool – diz dona Lurdes.

- Parece razoável. Lurdes, minha querida, estou achando que você se sairá bem no desafio! – vibra seu Paulo. Enquanto vocês tomavam banho, fiquei pensando e algo me diz que tem relação com a presença do átomo de oxigênio ligado ao hidrogênio em ambas as moléculas, como você acabou de dizer.

- Se pensarmos que a gasolina não tem O-H e não se mistura com a água, podemos estar no caminho certo – confirma dona Lurdes.

- É isso mesmo. Nossas idéias estão muito coerentes. Amanhã, no escritório, você pode se dar muito bem. Não conhecemos a interação, mas podemos prever que ela exista – diz seu Paulo.

- Sim, claro. Vou ajudar nossa filha na tarefa da escola e vou dormir daqui a pouco. Estou exausta!

- Tudo bem, amor. Estarei te esperando.

Ao terminar de ajudar sua filha e colocá-la para dormir, dona Lurdes foi para seu quarto. Chegando lá, encontrou seu Paulo dormindo, vencido pelo sono. Com muito cuidado para não acordar seu marido, deitou-se na cama e dormiu também.

Na manhã seguinte, toda a família acorda cedo. Dona Lurdes é a pessoa mais ansiosa e rapidamente se apronta. Como a hora de se dirigir ao escritório havia chegado, deixou Jonas na escola e se dirigiu ao trabalho, repassando em sua mente tudo o que fora discutido no dia anterior.

Chegando ao escritório, seu patrão logo veio lhe perguntar:

- Bom dia, dona Lurdes. Está pronta para o desafio?

- Bom dia! Espero que sim. – responde dona Lurdes. A que horas ocorrerá o desafio?

- Acredito que próximo do horário do almoço. Ontem eu pesquisei sobre o assunto que será discutido, até porque serei o mediador da discussão.

Dona Lurdes foi ter com as pessoas que compunham seu grupo, notando certa falta de motivação das pessoas. Ninguém havia pesquisado nada, nem sequer pensado no assunto. Ela, porém, permaneceu calada naquele instante, sem revelar ao patrão a situação de seu grupo; dessa forma, mesmo que triste, começou a trabalhar.

Como o horário de almoço se aproximasse, o patrão deu a ordem para que todos os funcionários parassem suas atividades, porque o desafio iria começar. Os grupos foram divididos e o grupo número um (que não o de dona Lurdes) começou sua exposição sobre o assunto:

- A água se mistura muito bem com o álcool porque tanto a água quanto o álcool são moléculas que apresentam polaridade. Já o óleo não apresenta polaridade apreciável, visto que se mistura bem com outros componentes de baixa polaridade e não com a água. Vale aquele chavão: “semelhante dissolve semelhante”.

Depois da explicação apresentada pelo grupo número um, seus integrantes assoviavam, gritavam e festejavam, pois, segundo eles, haviam apresentado uma excelente explicação.

Chegada a vez do grupo de dona Lurdes, todas as pessoas de seu grupo ficaram em silêncio. Ela, porém, resolveu falar:

- Meu grupo não pensou em nada a respeito.

A vaia foi geral. O patrão, não entendendo o que havia acontecido, perguntou:

- Então quer dizer que vocês não vão apresentar uma proposta?

No que dona Lurdes responde:

- Nós não iremos. Eu é que falarei... sozinha!

O silêncio foi geral. Todos ficaram impressionados com a atitude de dona Lurdes e se preparavam para ouvi-la. Ela começou seu discurso:

- Primeiramente, dou os parabéns ao grupo adversário, por ter apresentado uma explicação racional para o assunto. Lamento informá-los que a explicação de que tanto se gabam é, ao mesmo

tempo, incorreta e explica de maneira muito parcial o fenômeno da mistura ou a não mistura da água com outros compostos.

Quando dona Lurdes terminou de dizer essas palavras, o grupo número um começou a querer intervir no discurso de dona Lurdes e se explicar. O patrão, atento a essa manifestação, tratou de não deixar que atrapalhassem dona Lurdes, pedindo para que ela prosseguisse com sua explicação.

Ela começou:

- Vejam, primeiramente precisamos falar um pouco sobre ligações químicas.

Um dos integrantes do grupo número um começou a gritar:

- Pare de enrolar!

O patrão, imediatamente, pediu que o indivíduo se calasse.

Ela continuou:

- Sabemos que as ligações químicas covalentes são definidas como um tipo de interação onde átomos se mantêm unidos através de elétrons que são atraídos por mais de um núcleo ao mesmo tempo.

- Sua definição é interessante, dona Lurdes – elogia o patrão - continue, por favor.

- O átomo de oxigênio, ao estabelecer uma ligação covalente com o átomo de hidrogênio, tende a atrair para si o par de elétrons dessa ligação por ser mais eletronegativo. Sabemos também que outros átomos são tão eletronegativos quanto o oxigênio, como o cloro e o flúor.

- E o que isso acarreta? – pergunta o patrão.

Ela responde:

- Acarreta uma ligação covalente polarizada. Existem grupos O-H nas moléculas de água e de etanol, o que pode explicar a maior interação entre essas espécies. A gasolina, por exemplo, não deve possuir tal grupo de átomos.

O pessoal do grupo um logo contesta:

- Mas dona Lurdes também não explicou o porquê do óleo não se misturar com a água!

- A senhora tem algo mais a dizer? – pergunta o patrão a dona Lurdes.

- Claro que tenho! Essa estória do “semelhante dissolve semelhante” só vale se for entendida da seguinte maneira: as semelhanças moleculares devem ter como consequência as interações intermoleculares que possibilitem espécies químicas diferentes se misturarem tão bem. Como o óleo não apresenta semelhança molecular com a água, certamente não vão se misturar.

- Alguém mais tem algo a dizer? – pergunta o patrão.

Como todos se calaram, ele começou a falar:

- Quanto à idéia apresentada pelo grupo um, realmente não são explicadas claramente as interações entre moléculas de água com o álcool e com o óleo. Na verdade, o chavão que propuseram é a frase mais utilizada pelo senso comum. Essa frase “semelhante dissolve semelhante” é aplicada quando se quer interpretar a dissolução de um soluto em um solvente, levando em conta as diferentes polaridades entre eles.

Os integrantes do grupo um nem se manifestaram. O patrão continuou:

- Já dona Lurdes, sozinha, - que vergonha, grupo dois! - propôs uma hipótese que é a que mais se aproxima da atual interpretação dada pelos cientistas para esse fenômeno.

- Jura? – pergunta dona Lurdes.

- Sim. Só faltou elucidar melhor essa interação dos grupos de átomos OH de moléculas vizinhas.

- Hahaha! Que maravilha! Ontem, na hora de nosso jantar, discutimos e formulamos essa hipótese! Meu esposo e meu filho tiveram participações importantes!

- Muito bom esse esforço familiar! Estão de parabéns! Na verdade, os átomos eletronegativos interagem com átomos de hidrogênio ligados também a átomos eletronegativos, presentes na molécula vizinha.

- Essa interação tem um nome específico? – pergunta um dos funcionários.

- Tem sim – responde o patrão. É a ligação hidrogênio. Isso porque o átomo hidrogênio fica entre dois átomos eletronegativos, unindo duas moléculas.

- Esse tipo de ligação ocorre entre as moléculas de água! – exclama dona Lurdes.

- Não só entre moléculas de água, mas também entre moléculas de água e álcool, álcool e acetona, entre outros.

- Certo. Podemos concluir que a água não se mistura com o óleo porque no óleo não existe a ligação hidrogênio?

- Exatamente, dona Lurdes. – responde o patrão.

E se dirigindo a todos:

- A alta concentração de sal dissolvidos na água do mar também dificulta interações fortes entre as moléculas de água e o óleo. Isso porque ocorre a solubilização preferencial do sal em água.

- Todos vocês estão de parabéns! Mas o grupo vencedor é o grupo dois! Assim, como havíamos combinado, o prêmio que ofereço ao grupo de dona Lurdes é ficar sem participar da limpeza do escritório hoje à tarde. – anuncia o patrão.

A festa do grupo dois foi geral! Caçoavam do grupo um e tiravam sarro.

- E – continua o patrão – dona Lurdes, que falou sozinha e se preocupou com o tema, será liberada da limpeza também na próxima semana!

Dona Lurdes pulava de alegria, muito emocionada pela conquista pessoal.

- E agora, dona Lurdes, a senhora será capaz de explicar todo esse assunto ao seu filho? – pergunta o patrão.

- Com certeza. Tenho que admitir que a iniciativa do senhor em unir as pessoas para que fosse discutido esse tema foi muito boa!

- Eu também gostei. Certamente virão outras; porém, não comente com ninguém...

- Claro! – responde dona Lurdes, com cara de aprovação.

- Vamos aprender em grupo para ensinar! Excelente lição que a senhora me ensinou!

- Que nada! Se podemos fazer a nossa parte e transformar o que está ao nosso redor, por que não fazê-lo? – diz dona Lurdes.

- É verdade. Mas já é hora do almoço. Vamos para casa. Ah, bom descanso para a senhora!

- Muito obrigada! Estava precisando! Até a próxima semana!

- Até. – responde o patrão, orgulhoso da funcionária.

Ao chegar à escola de Jonas, e não se contendo de felicidade, logo conta a novidade:

- Jonas!

- Oi, mãe! Como foi o desafio?

- Ah, filho, o que discutimos ontem estava bem próximo do correto e como prêmio, não trabalharei hoje à tarde!

- Que beleza, mãe! O pai deverá ficar muito feliz com seu sucesso!

Chegando a casa, a ansiedade de seu Paulo foi desfeita pelo sorriso de sua esposa.

- Tinha certeza do seu êxito, querida!

- Nem estou acreditando! – responde dona Lurdes. Já que estarei em casa, hoje, precisamos fazer algo de diferente. Vou assistir o treino de Jonas!

- O quê? Assistir meu treino? Não vai não! O pessoal vai tirar sarro de mim! – reclama Jonas.

- Tudo bem, eu entendo... Então você não vai treinar hoje! Vamos ao *shopping center* comprar umas blusas comigo!

- Vamos sim! Quero tomar aquele sorvete todo enroladinho! Posso?

- Pode sim. Mas apenas dois! E não me venha com a estória da “ganância no estômago” porque hoje você não treinará, hein!

A família caiu na risada! Na verdade, dona Lurdes queria um tempo a sós com seu filho, para poderem conversar e para ela poder tirar-lhe as dúvidas a respeito do óleo derramado no mar e de todas as conseqüências desse desastre ecológico. Certamente, essa conversa voltaria no jantar e se estenderia por mais dias...

Conclusão

A crônica *De olho na natureza e nas interações intermoleculares* é uma ferramenta a ser utilizada pelo professor de Química na explicação das interações intermoleculares, principalmente a Ligação Hidrogênio, e na explicação do conceito de solubilidade, sempre com o foco voltado para a Estrutura Atômica e nas Ligações Químicas.

Interações intermoleculares apresentam uma série de dificuldades para seu ensino, pelo fato de exigir do aluno de Ensino Médio alguns conhecimentos que não estão contidos na proposta curricular do Ensino Médio além de um alto nível de abstração. No entanto, noções de arranjo espacial de moléculas orientadas por interações intermoleculares, especialmente ligação hidrogênio, são simples de serem demonstradas pelos professores em suas aulas, que preferencialmente, já devem ter ensinado Ligações Químicas aos alunos. O ensino do conceito de solubilidade, nesse caso, não precisa se restringir àquilo que se costuma encontrar nos livros didáticos, como “semelhante dissolve semelhante”.

O conceito de eletronegatividade deve estar disponível aos alunos anteriormente à leitura da crônica, para que esse possa ter um maior aproveitamento da leitura e compreensão do texto, assim como os conceitos de Estrutura Atômica e Ligação Química. Omitimos alguns detalhes ao longo do texto, como no caso da gasolina, onde é sabido que tal combustível é uma mistura de gasolina e certa proporção de álcool combustível e alguns aditivos e corantes, não apenas a gasolina “pura” (sem álcool). Aqui está uma oportunidade para o professor de Química trabalhar o conceito de mistura homogênea e mistura heterogênea com os alunos.

Uma segunda forma de utilização desse material é durante a aula sobre interações intermoleculares, onde o próprio professor conduz a leitura e interpretação do material, pausando a leitura quando for conveniente para a explicação de algum conteúdo ou para o aprofundamento deste, sempre contextualizando-o com uma situação do cotidiano, como a crônica sugere.

Uma sugestão é a aplicação dessa crônica anteriormente à aplicação da crônica *A utilização da Matemática para medir a distância da ligação Carbono-Carbono em um composto aromático*, o que favoreceria o entendimento dessa crônica acima citada pelo subsídio de conteúdos que a crônica *De olho na natureza e nas interações intermoleculares* oferece.

4.1.3- Crônica *A utilização da Matemática para medir a distância da ligação Carbono-Carbono em um composto aromático*

Apresentação

Uma das grandes dificuldades dos alunos que estudam Química está justamente em realizar a transição do mundo macroscópico (observável) para o mundo microscópico, onde, pela sua característica de não ser observável ou não ser captado por algum de nossos sentidos, é explicado por modelos, que são fruto da imaginação e criação humana. Certamente, imaginar o mundo microscópico onde átomos e moléculas interagem uns com os outros, permear o universo da estrutura da matéria, das ligações químicas e interações intermoleculares somente é possível com o auxílio de modelos. Será que o aluno de Ensino Médio está pronto para perceber essa diferença entre realidade e imaginação?

O professor de Química também se vê no dilema de ter que trazer a idéia do microscópico para seus alunos com o objetivo de imprimir significado naquilo que ensina. Procurar situações no cotidiano que consigam fazer o intercâmbio entre o real e imaginário, portanto é uma das alternativas que os professores acabam buscando. Uma crônica que auxilie o professor a realizar tal intercâmbio entre o macroscópico e o microscópico, portanto, faz muito sentido.

Na presente crônica, um experimento é proposto como ferramenta para o professor de Química na explicação de diversos conceitos, como soluções, misturas simples, geometria de moléculas e interações intermoleculares. O conceito de modelo está presente de maneira indireta nesse material, pois algumas observações são feitas, hipóteses são levantadas e testadas, aceitas ou descartadas, observa-se uma repetição de fatos que vão sendo racionalizados, de maneira que o resultado final do experimento acaba sendo razoável, se comparado a dados da literatura.

Tal experimento é explicado e discutido por meio de diálogos com a inserção de situações do cotidiano, que tendem a facilitar o entendimento dos conceitos acima citados por parte do aluno, inclusive com a utilização de geometria e trigonometria, o que torna a crônica ainda mais interessante.

A utilização da Matemática para medir a distância da ligação Carbono-Carbono em um composto aromático

Nos primeiros dias do ano letivo, dona Célia fazia uma revisão de trigonometria com seus alunos. Falava sobre senos, cossenos, tangentes...

- Alguém de vocês pode dizer o que significa seno?

Silêncio total.

Como ninguém da sala se manifestou, ela resolveu escolher alguém. Com a lista de presença em mãos, foi descendo o dedo sobre os nomes dos alunos, de olhos fechados. Quando estava aproximadamente no meio da lista de nomes, dona Célia abriu os olhos, chamando pelo nome apontado pelo seu dedo:

- Miguel!

- Quem? Eu?

- Sim, você mesmo!

- Sim, professora – respondeu o menino, torcendo para não ter que ir à lousa.

- O que é seno? – pergunta dona Célia.

- A senhora disse aceno?

- Não, Miguel! Eu disse seno, uma das relações trigonométricas!

- Agora entendi! A senhora quis dizer seno! Então... Seno é isso aqui...

Percebendo que o menino estava tentando explicar através de gestos, ela o convida para ir à lousa, justamente aquilo que Miguel não queria...

Já na lousa, Miguel desenha um triângulo retângulo. Em seguida, após demonstrar o ângulo a que iria se referir, respondeu à professora e a todos da sala:

- Precisamos dar nomes aos lados do triângulo. Considerando esse ângulo aqui, o lado do triângulo em frente ao ângulo que escolhemos é o cateto oposto; o cateto adjacente é o lado do triângulo a 90° do cateto oposto, e, por fim, a hipotenusa é o último lado do triângulo, o maior lado do triângulo retângulo.

- Muito bem, Miguel! E o que é seno?

- O seno de um ângulo é a relação entre cateto oposto e a hipotenusa.
- Você falou bem. Se o seno é assim, explique-nos como é o cosseno e a tangente.
- O cosseno de um ângulo é a relação entre cateto adjacente e hipotenusa e a tangente de um ângulo é a relação entre cateto oposto e cateto adjacente – responde Miguel.
- Está de parabéns! Ponto positivo para você! – disse a professora.

Miguel voltou para sua carteira, todo orgulhoso de si. A aula continuou com a professora explicando mais algumas relações trigonométricas e dando exemplo para que os alunos lembrassem.

Enfim, o sinal tocou e os alunos foram dispensados. Rapidamente, Miguel saiu da escola. Chegando à sua casa, tratou de almoçar. Ligou também para seu melhor amigo, o Jonas:

- Jonas?
- Sou eu.
- Aqui é o Miguel. Tudo bem?
- Tudo bem sim e você?
- Estou bem. Você vai ao treino de basquete hoje?
- Vou sim.
- Quer que eu passe aí na sua casa antes de irmos? Vou de bicicleta, é caminho.
- Passe sim. Às três e meia te espero.

Aproveitando o tempo que teria antes de ir ao treino de basquete, Miguel foi até os cadernos, a fim de resolver a lista de exercícios que a professora de matemática havia entregado aos alunos.

Haviam os mais variados triângulos naquela lista! Em todos eles, os ângulos selecionados estavam em destaque e era necessário calcular seno, cosseno, tangente, secante, cossecante e cotangente...

- Preciso correr com isso, senão não poderei ir ao treino! – dizia.

Com muito empenho e rapidez, Miguel fez todas aquelas contas. Assim que terminou, ele partiu para a casa do amigo.

Na casa de Jonas, a campainha soou.

- Deve ser o Miguel!

Jonas foi atender a campainha. Vendo que era Miguel, pediu para o amigo entrasse e esperasse cinco minutos.

- Pronto! Vamos? – disse Miguel a Jonas.

- Vamos.

Os dois amigos saíram de bicicleta em direção ao ginásio de esportes. Jonas disse ao amigo:

- Você viu o desastre ecológico que ocorreu nesses dias?

- Você fala do navio que encalhou e derramou todo o óleo no mar? – pergunta Miguel.

- Esse mesmo! Imagine quanta água foi poluída!

- Nossa! Que tristeza...

- Mas você sabe que a água não se mistura com o óleo, não é?

- Sei sim. O óleo deve ter ficado na superfície da água do mar, impedindo a entrada de raios solares.

Ao que Jonas diz:

- As plantas aquáticas que realizam fotossíntese... Todas ameaçadas. Mas vamos deixar de tristeza! E suas aulas?

- Comecei o ano bem, viu... Minha professora de matemática já me chamou à lousa hoje.

- Você tinha que explicar o quê?

- Seno, cosseno... essas coisas de trigonometria. Mas era só revisão.

- Ah, entendo.

Assim que todos os rapazes estavam reunidos para o treino começar, Jonas disse a Miguel:

- Veja! O Raul não veio hoje... Será que ele está doente? Nem na escola ele foi.

- Não sei não... À noite a gente vai até a casa dele, para ver o que está acontecendo.

Depois do treino, Miguel convidou seu amigo para ir à sua casa. Jonas concorda, com a condição:

- Vamos passar em minha casa, primeiro, para que eu tome um banho e avise minha mãe. Ela já deve estar saindo do serviço nessa hora.

E seguiam conversando sobre o acidente com o navio, sobre a poluição. Nisso, Miguel diz:

- Jonas, tive uma idéia!

- O que é?

- Eu digo quando chegarmos à minha casa – disse Miguel, deixando o amigo curioso.

Eles chegaram, então, à casa de Jonas.

- Oi, meu filho! – diz dona Lurdes.

- Oi, mãe. Vou tomar meu banho bem rapidamente porque vou à casa do Miguel.

- Nem chegou e já vai sair! Não se esqueça de levar chave de casa, porque eu, seu pai e sua irmã iremos sair.

Já no quarto e correndo para o banheiro, ele responde:

- Pode deixar que pegarei as chaves!

Na cozinha, Miguel ficou esperando o amigo e conversando com dona Lurdes. Em menos de quinze minutos, Jonas se apresentou pronto para sair, com as chaves nas mãos. De posse de sua inseparável bicicleta, partiu juntamente com Miguel para a casa dele.

- Você não vai me contar sua idéia? – perguntava Jonas.

- Calma aí, rapaz! Estamos quase em casa!

- Você é muito chato, sabia?

- E você muito ansioso!

Já em casa, Miguel foi tomar banho enquanto Jonas o esperava na sala, assistindo TV. Após o banho, Miguel chamou Jonas até a cozinha:

- Jonas!

- Fala!

- Minha idéia é fazermos uma experiência aqui, para verificar qual a área, na superfície da água, que é poluída pela adição de algum líquido insolúvel.

- Mas não dá para fazer exatamente igual ao que ocorreu no mar. A menos que você tenha petróleo aqui em sua casa e eu não sei...

- Deixa de ser bobo, Jonas! Acha que tenho petróleo aqui!

- E como você pensa em fazer o experimento?

- Nem eu sei ainda... Vamos usar a criatividade!

Nesse instante, Miguel foi até a dispensa de sua mãe e buscou álcool etílico.

- Para que você pegou álcool? – pergunta Jonas.

- Vou avaliar o quanto ele se mistura com a água.

Pegando uma vasilha quadrada, de mais ou menos cinqüenta centímetros de lado, Miguel a encheu com água gelada. Com um conta-gotas, gotejou uma gota de álcool sobre a superfície da água, na expectativa de visualizar alguma mudança pelo fato de se misturar água e álcool. Porém, não conseguiu observar nenhuma mudança.

Vendo o que o amigo fazia, Jonas gargalhava.

- Do que você está rindo? – pergunta Miguel.

- Rio do que você está fazendo...

- E por que você ri?

- Sabe, Miguel, no dia em que houve o desastre ecológico, eu conversava com minha mãe sobre misturas. Portanto, eu já sabia que álcool e água se misturam muito bem.

- Por que você não me avisou?

- Ah, você não conta o que quer fazer!

- Tudo bem, vai... vamos trabalhar juntos. Sabemos agora que óleo não se mistura com a água e o álcool sim.

- Exatamente – afirma Jonas.

- Na verdade, eu gostaria de avaliar o quanto um composto se dispersa sobre a superfície da água... E gostaria de começar avaliando o álcool.

- Isso vai ser difícil, porque o álcool se mistura muito bem com a água, não ficando apenas na superfície.

- Mesmo que momentaneamente, a gente pode fazer isso, medindo o espalhamento no momento em que gotejarmos uma gota do álcool na água. Agora me deixe pensar em como fazer isso...

Olhando para o quintal, Miguel enxergou a churrasqueira, ainda com um pouco de carvão. Sem titubear, dirigiu-se ao saco de carvão, que se encontrava no quartinho dos fundos da casa, e pegou um pedacinho.

- Para que você está pegando carvão? – pergunta Jonas.

- É que tive uma idéia aqui.

- Que idéia?

- Vou triturar esse pedaço de carvão, até que se forme um pó. Em seguida, vou colocar o carvão em pó bem no centro da vasilha com água e pingar a gota de álcool sobre o carvão.

- Será que dá certo? – pergunta Jonas.

- Precisamos tentar.

Miguel tratou de fazer do pedaço de carvão um pó, enquanto Jonas lavava a vasilha que utilizariam. Enchendo novamente a vasilha com água gelada, Jonas a deixou sobre a mesa e esperava por Miguel.

Com o carvão em pó, Miguel retornou à cozinha para dar seguimento ao plano. Ele colocou um punhado de carvão em pó sobre a superfície da água, bem no meio da vasilha. Com um conta-gotas posicionado a uns vinte centímetros da vasilha, Miguel gotejou apenas uma gota de álcool sobre o carvão em pó.

Jonas não agüentou e disse:

- Caramba! Como você é esperto!

A exclamação de Jonas tinha motivo. Ao gotejar o álcool sobre o carvão, um círculo se formou sobre a superfície da água, delimitado pelo pó de carvão.

- Você viu o que fiz? – pergunta Miguel ao amigo.

- Claro que vi! Você conseguiu formar um círculo sobre a superfície da água com o pó do carvão! Impressionante!

- Mas, será que só formei um círculo? O que será que esse círculo representa?

- Não tenho idéia, Miguel...
- Preste atenção...

Quando Miguel ia explicar para Jonas, dona Maria, sua mãe, chega em casa e flagra seu filho e Jonas no meio do experimento.

Assustando com sua mãe, Miguel dá um grito:

- Ai!
- O que foi, meu filho?
- O que foi?! Quase desmaiei com o susto!
- Você está muito fraquinho, filho. Precisa comer alguma coisa... O que vocês estão fazendo?
- Estamos realizando um experimento aqui – responde Jonas.
- Sobre o quê? – pergunta dona Maria.
- Estamos tentando demarcar a porção de álcool que se expande, momentaneamente na superfície da água. O Miguel teve uma idéia genial ao propor que utilizássemos carvão em pó.

E os dois amigos se empenharam para explicar para dona Maria o que estavam fazendo. Olhando para a vasilha com o círculo formado sobre a superfície da água, dona Maira falou:

- Esse círculo é delimitado pelo carvão, porque ele não se mistura com a água. Por isso, o carvão pode ser utilizado para demarcar a expansão do álcool na superfície da água quando gotejado, mesmo que essa expansão não indique que todo o álcool adicionado tenha ficado na superfície e expandido nela. Na verdade, parte do álcool adicionado se expandiu, momentaneamente, na superfície e, logo em seguida, se difundiu através da água porque os dois líquidos se misturam muito bem.

- Sério? – pergunta Jonas a dona Maria.
- É claro! – responde ela.
- Era isso que justamente eu ia falar quando a senhora chegou... – disse Miguel, meio decepcionado.
- Não precisa ficar triste, filho. Saiba que você bolou uma maneira genial de marcar a expansão do álcool quando gotejado!

Miguel ficou orgulhoso de si com as palavras de sua mãe. Nisso, dona Maria sugeriu:

- Por que vocês não anotam o diâmetro desse círculo?
- Anotar para quê? - pergunta Jonas.
- Vocês podem calcular a área do espalhamento, oras! – diz dona Maria, colocando as mãos na cintura.

- Boa idéia, dona Maria!

Pegando um papel e uma régua, Miguel mediu o espalhamento e anotou o diâmetro do círculo, sobre a água. Dirigindo-se a Jonas, disse:

- Será que o tamanho do círculo é o mesmo, sempre?
- Temos que testar – disse Jonas.

Os dois amigos repetiram o experimento outras quatro vezes, sempre atentos para que apenas uma gota de álcool caísse sobre o carvão em pó. Em todos os cinco experimentos, os valores do diâmetro do círculo obtidos foram bem próximos. Jonas disse a Miguel:

- Veja! Os valores estão bem próximos!
- Isso deve ser bom, porque quer dizer que o volume das gotas de álcool é bem parecido nas cinco adições que fizemos – afirma Miguel.

- É... Parece que sim. Eu tenho uma dúvida.

- Fale, Jonas.

- Sua mãe falou que poderíamos medir o espalhamento, calculando a área do círculo. Mas, se a gente for calcular a área de um círculo, temos que assumir que o círculo não tem espessura.

- Você tem razão, porque se considerarmos a espessura, precisaremos calcular a área de um disco e não de um círculo.

- Exato. E não conseguimos medir a espessura do disco, se é que ele existe, sobre a superfície da água – completa Jonas.

- Vamos fazer dessa maneira, então – diz Miguel, concordando com o amigo.

Depois de anotarem todos os dados, Miguel diz a Jonas:

- Agora precisamos bolar uma maneira de marcar o espalhamento de um composto orgânico sobre a água, para compararmos com o espalhamento causado pelo álcool.

- É verdade. Podemos repetir o procedimento, utilizando o carvão como marcador novamente – diz Jonas.

- Sim. Porém, o que adicionaremos na superfície da água, para haver o espalhamento?
- Não sei, Miguel. E se a gente utilizar óleo de cozinha?
- Quer saber, vamos à casa do Raul. Depois a gente vê isso aqui.

Os dois rapazes se dirigiram à casa de Raul. Chegando lá, começaram a detalhar a ele todos os experimentos que estavam fazendo, inclusive compartilhando os problemas que estavam enfrentando.

Raul começou dizendo:

- É importante, antes de tudo, analisar as diferentes interações entre as moléculas. Jonas deve saber do que estou falando!

- Sei sim – responde Jonas. Você está falando da ligação hidrogênio que ocorre entre essas moléculas, não é?

- O que é ligação hidrogênio? – pergunta Miguel a Jonas.

Jonas responde:

- É um tipo de interação intermolecular onde um átomo de hidrogênio presente em uma molécula sofre a atração de um átomo eletronegativo de uma molécula vizinha, em uma solução.

- Ah, então a ligação hidrogênio ocorre entre moléculas de água! – exclama Miguel.

- Sim, você está certo. Também ocorre entre moléculas de álcool e água, o que explica a mistura tão eficiente desses dois líquidos – explica Raul.

Miguel, coçando a testa, lamenta:

- Bem que as ligações hidrogênio poderiam nos ajudar no espalhamento de um composto orgânico sobre a água...

Raul dá um tapa na mesa, levantando-se:

- É claro que as ligações hidrogênio ajudam! Sabemos que os compostos orgânicos, em sua maioria, são insolúveis em água por não estabelecerem esse tipo de interação com a água.
- Mas os compostos orgânicos são solúveis em solventes orgânicos – afirma Miguel.
- E em álcool também – atesta Jonas.
- É isso que eu queria dizer, Jonas! Precisamos preparar uma solução de álcool mais uma pequena quantidade de um composto orgânico dissolvido – afirma Raul.

Os três amigos começaram a procurar algum composto orgânico que fosse solúvel em álcool e insolúvel em água, ao mesmo tempo, para utilizarem no experimento. Ao procurarem algo na sala, o pai de Raul, seu Marcos, estava chegando em casa e lhes perguntou o que procuravam:

- Procuramos algum composto orgânico para dissolver em álcool – eles responderam.
- Para que?
- Para fazermos um experimento – disseram eles, contando o que gostariam de fazer, em seguida.

Seu Marcos deu uma sugestão:

- Por que vocês não utilizam naftalina?
- Naftalina? Aquelas bolinhas, bem pequeninas, que as pessoas colocavam nos armários para se protegerem das baratas? – pergunta Jonas.
- Sim, são daquelas esferas que estou falando.

Pegando um pouco de álcool e algumas daquelas esferas de naftalina, Raul testou a solubilidade das esferas em álcool e em água.

- Vejam só! A naftalina é dissolvida apenas no álcool – afirma Raul, chamando a atenção dos amigos.
- E em água? A naftalina é dissolvida? – pergunta Miguel.
- Em água, não – afirma Raul, mostrando aquele pequeno copo transparente com água e as esferas de naftalina, intactas.

Jonas, que só observava, lhes disse:

- Era de se esperar esse resultado. A molécula de álcool possui um “corpo” orgânico, o que favorece a interação com compostos orgânicos e justifica a solubilidade desses compostos nesse solvente.

Seu Marcos, ouvindo a conversa dos rapazes, intervém e diz:

- A molécula de álcool ainda apresenta uma “cabeça” capaz de interagir com as moléculas de água, através das ligações hidrogênio, por isso que se mistura tão bem com a água!

- A gente discutia essas interações intermoleculares agora a pouco – diz Miguel.

- Pois é! Elas estão presentes em muitas situações! – diz seu Marcos.

Já de posse da naftalina, o tão procurado composto orgânico, os rapazes estavam diante de um novo impasse. Precisavam conhecer a concentração da solução que preparariam.

Para isso, necessitavam medir a massa de naftalina que iriam dissolver no álcool... E qual balança conseguiria apontar o peso de algumas esferas de naftalina?

Esse impasse seguiu até que seu Marcos teve uma idéia fabulosa:

- Deixa que eu resolvo! Amanhã, pela manhã, vou falar com o Lucas, da farmácia. Pedirei que ele meça a massa de naftalina em uma das balanças de precisão que possui. Certamente, ele não vai negar esse favor para mim.

Como tinham que esperar a pesagem da massa de naftalina para continuar o experimento, Jonas e Miguel resolveram voltar para suas casas. No dia seguinte eles se encontrariam.

No amanhecer, os rapazes foram à escola. Em um intervalo entre as aulas, conversavam:

- Estou ansioso para continuar o experimento – diz Miguel.

- Também estamos – respondem Jonas e Raul.

- Sabe o que podemos fazer hoje à tarde? – diz Jonas.

- O quê? – os dois interrogam.

- Vamos pesquisar algo sobre a naftalina!

- Excelente idéia! – diz Miguel.

Logo depois do almoço, os rapazes voltam à escola, para utilizarem a biblioteca. Com diversos livros de química em mãos, começam a revirá-los, buscando encontrar algo sobre naftalina.

Encontrando apenas citações, os rapazes ficam frustrados:

- Não encontramos nada nesses livros! – diz Jonas.

- Nada mesmo. Vamos fazer o seguinte: procuraremos o Caio, professor de química. Talvez ele possa nos ajudar – sugere Miguel.

Chegando à sala dos professores, encontraram o professor Caio conversando com o professor Rubens, ambos professores de química.

- Que sorte! – diz Jonas. Dois professores de química nessa sala para nos ajudar!

- O que vocês precisam? – pergunta Caio.

- Estamos procurando algumas informações sobre naftalina. Vocês podem nos ajudar?

- Para quê vocês querem essas informações? – pergunta Rubens.

Então, os rapazes explicam o experimento que estão realizando aos professores, em todos os seus detalhes, inclusive ressaltando as dúvidas.

Aproximando-se da lousa que há na sala, Caio começa a dizer-lhes:

- Primeiro de tudo, precisamos conhecer a fórmula molecular da naftalina. Vocês já sabem que a naftalina é um composto orgânico, mas eu lhes digo mais: a molécula de naftalina é formada exclusivamente por átomos de carbono e hidrogênio, unidos através de ligações covalentes.

Os jovens acompanhavam tudo, bem atentos e anotando o que o professor falava. Caio continuou:

- A fórmula molecular da naftalina é $C_{10}H_8$, com massa molecular de 128, 17 g.mol⁻¹. Podemos dizer que, geometricamente, a molécula de naftalina é constituída por dois anéis benzênicos que compartilham uma de suas arestas.

Os rapazes agradeceram essas informações e prometeram voltar no dia seguinte, com mais novidades sobre o experimento. Certamente, os professores ficaram interessados por aquilo que os rapazes estavam fazendo.

À noite, novamente na casa de Raul, os três estavam reunidos. Miguel e Jonas haviam trazido as vasilhas que utilizaram no dia anterior, inclusive trazendo o mesmo conta-gotas.

- E aí, pai? Seu amigo conseguiu calcular a massa de naftalina?

- Ah sim, filho! Ele não só calculou a massa como preparou uma solução de naftalina e álcool para vocês.

- E ele informou a quantidade de massa que utilizou?

- Informou sim - responde seu Marcos. Ele pesou 0,0130 gramas e dissolveu em 10,00 mL de álcool.

- Que bom que nos foi informado o modo de preparo dessa solução! – exclama Miguel. Agora poderemos calcular a concentração de naftalina presente no álcool.

Com tudo preparado, inclusive com o carvão já em pó, eles começaram a experiência. Dessa vez, gotejariam a solução de álcool e naftalina, ao invés de gotejarem apenas o álcool.

Jonas colocou água na vasilha enquanto Miguel se aprontava para gotejar a solução sobre o pó de carvão, localizado bem no centro da vasilha e na superfície da água.

- 1... 2... 3! – contou Jonas.

No “3”, Miguel gotejou uma única gota da solução sobre o montinho de pó de carvão, na superfície da água.

O resultado foi comemorado por todos! A gota de solução espalhou o pó de carvão na superfície da água, formando um círculo perfeito.

- Anotarei o diâmetro desse círculo! Depois a gente calcula a área do espalhamento – diz Jonas.

Eles repetiram essa experiência mais quatro vezes, sempre anotando o diâmetro de cada círculo que se formou. Jonas, então, retirou um papel do bolso da bermuda, onde estavam anotados os valores de diâmetro do experimento que realizaram no dia anterior, com álcool apenas. Ao comparar os valores de diâmetro, Jonas percebeu que o espalhamento do pó de carvão na superfície da água, causado pela solução de álcool e naftalina, era maior que aquele causado pelo álcool.

Assim, ele resolveu mostrar os valores aos amigos:

- Vejam os valores de diâmetro:

$d_{\text{álcool}1} = 30,3 \text{ cm}$	$d_{\text{solução}1} = 35,4 \text{ cm}$
$d_{\text{álcool}2} = 30,5 \text{ cm}$	$d_{\text{solução}2} = 35,3 \text{ cm}$
$d_{\text{álcool}3} = 30,0 \text{ cm}$	$d_{\text{solução}3} = 35,0 \text{ cm}$
$d_{\text{álcool}4} = 29,9 \text{ cm}$	$d_{\text{solução}4} = 35,0 \text{ cm}$
$d_{\text{álcool}5} = 29,8 \text{ cm}$	$d_{\text{solução}5} = 35,1 \text{ cm}$

Olhando os valores do diâmetro, Raul sugere:

- Vamos calcular a média desses valores, para que calculemos a área com o valor médio dos círculos.

Rapidamente, ele fez as médias e apresentou aos amigos:

- Eis as médias: 30,1 cm para o espalhamento do álcool e 35,16 cm para o espalhamento da solução.

- Agora só falta calcular as áreas de espalhamento – diz seu Marcos.

Utilizando-se da fórmula para o cálculo de área de um círculo, $A = \pi d^2/4$, Raul calculou as respectivas áreas do espalhamento sobre a superfície da água:

$$A_{\text{álcool}} = 3,14 \cdot (30,1)^2/4$$
$$A_{\text{álcool}} = 711,2 \text{ cm}^2$$

E:

$$A_{\text{solução}} = 3,14 \cdot (35,16)^2/4$$
$$A_{\text{solução}} = 970,44 \text{ cm}^2$$

Depois dos cálculos desses valores, Miguel perguntou a Jonas:

- O que representa a diferença nos valores?

- Certamente, a diferença deve estar associada à presença de naftalina no álcool – Jonas responde.

- Até aí, tudo bem – diz Raul. Mas, como podemos medir, realmente, o espalhamento da solução alcoólica de naftalina sobre a água?

- Não sei, Raul. Mas podemos subtrair o valor da área do espalhamento do álcool do valor da área do espalhamento da solução.

- Isso me parece lógico – afirma Jonas. Fazendo essa subtração, estaremos admitindo que o resultado obtido é devido, exclusivamente, ao espalhamento causado pela naftalina.

Seu Marcos completou:

- Jonas tem razão. A solução de álcool e naftalina é pouco concentrada. Então, assumimos que os mesmos tipos de interações ocorrem entre a água e a solução, se comparadas com as interações entre água e álcool, apenas. Qualquer diferença na área de espalhamento deve ser causada pela naftalina presente na solução, e não pelo álcool, que já deve ter se misturado com a água.

Raul calculou a diferença entre as áreas obtidas, chegando ao valor de 259,24 cm² de área. Esse valor, então, foi associado ao espalhamento da naftalina sobre a superfície da água.

No dia seguinte, na escola, os três rapazes foram conversar com Caio e Rubens, seus professores, muito orgulhosos de seus resultados.

Nisso, Rubens lhes disse:

- Ontem vocês não nos perguntaram e nós também não informamos a fórmula estrutural da naftalina.

E dirigindo-se à lousa, desenhou dois anéis benzênicos, unidos entre si por um dos lados.



Raul, olhando de longe a representação da molécula de naftalina na lousa, começou a enquadrá-la com as mãos, dizendo:

- Olha que interessante, Rubens! Daqui de longe, dá para perceber que a molécula de naftalina cabe dentro de um retângulo!

Quando ele terminou de falar isso, Miguel levantou-se de sua cadeira e lhes informou:

- Opa! Opa! Opa! Eu ouvi alguém falando sobre retângulos aí? Relações trigonométricas é comigo mesmo! Haha...

Todos começaram a rir, à exceção de Caio.

- Você não achou engraçado, Caio? – perguntou Rubens.

- Claro que achei – responde. É que estou pensando aqui e vejo que podemos calcular a área que uma molécula de naftalina ocupa.

- De que maneira? – pergunta Jonas.

- É simples. Vocês assumiram que se forma uma monocamada do composto orgânico sobre a água, certo?

- Certo, continue – diz Miguel.

- Tendo calculado a área que as moléculas de naftalina ocupam sobre a água, basta dividir esse valor pelo número de moléculas presentes na monocamada! – afirma Caio.

Percebendo que os meninos não haviam entendido, Rubens explica:

- Vocês têm a concentração da solução de álcool e naftalina?

- Sim, temos – eles respondem.

- Então, primeiramente, vamos calcular o número de moléculas adicionadas. Para isso, multiplicamos o número de Avogadro pela concentração da solução, multiplicando ainda pelo volume da gota que foi adicionada.

- Volume da gota? Como saberemos o volume da gota? – pergunta Raul, levando as mãos à cabeça.

Caio indica uma solução:

- A maioria dos conta-gotas dispensa um volume de aproximadamente 0,020 mL. Utilize esse dado nos cálculos.

- Tudo bem – responde Raul, apressando-se para calcular a concentração da solução e o número de moléculas.

Em dois minutos, ele já tinha o valor em mãos: $1,222 \cdot 10^{17}$ moléculas!

- Extraordinário! – exclama Miguel.

- Agora, falta calcular a área de uma única molécula de naftalina – diz Rubens.

Raul divide a área ocupada pela monocamada de naftalina ($259,24 \text{ cm}^2$) pelo número de moléculas que acabou de calcular, chegando ao valor de $2,125 \cdot 10^{-15} \text{ cm}^2$ por molécula. Em seguida, mostra o resultado para Rubens:

- É isso mesmo! Você acaba de calcular a área de uma molécula de naftalina! Se você multiplicar esse valor por $1 \cdot 10^{16}$, a unidade será angstrom por molécula.

Raul fez a multiplicação e disse:

- Calculamos a área de uma molécula. Mas e daí? Qual a forma da molécula? Qual sua geometria? – pergunta Raul.

- Sabe o que podemos dizer sobre isso? Você mesmo deu a idéia e não percebeu... – diz Caio, referindo-se a uma atitude de Raul.

- Qual?

- Oras! Quando você enquadrou a molécula de naftalina com as mãos, dizendo que ela cabia dentro de um retângulo... – responde Caio.

Rubens olha para Caio, com cara de surpresa, e diz:

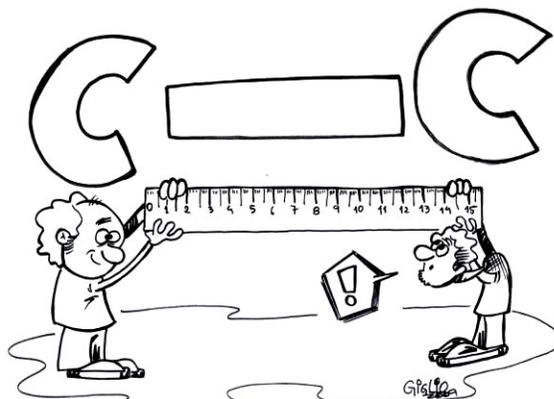
- Nossa! Eu não tinha me ligado nisso! Se a gente assumir que cada molécula de naftalina é um retângulo, poderemos calcular a distância entre dois átomos de carbono, que estão unidos por ligação covalente!

- Apesar de haver uma aproximação quando assumimos que a área “real” da molécula de naftalina seja um retângulo, podemos sim calcular a distância entre dois átomos de carbono – afirma Caio, traçando um retângulo em torno da molécula de naftalina que está desenhada na lousa.

Jonas perguntou aos professores:

- E o quer dizer essa distância entre dois átomos de carbono?

- Essa distância – explica Rubens – é o pequeno distanciamento que os átomos de carbono experimentam. Para átomos ligados através do compartilhamento de um par de elétrons, existe um certo distanciamento.



- E – prossegue Caio – quando existe o compartilhamento de mais de um par de elétrons, essa distância é menor, pois os átomos estão ligados de maneira mais eficiente.

- Entendo... – diz Jonas. E, qual a distância entre os átomos em um composto aromático, onde as ligações químicas não são simples nem duplas?

Rubens explica para Jonas:

- Em um composto aromático, a distância entre os átomos deve ser intermediária entre uma ligação simples e uma ligação dupla.

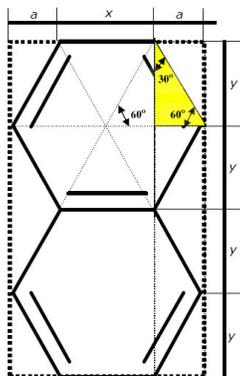
Os rapazes entenderam o que os professores explicavam. Miguel, porém, não tirava os olhos da lousa, observando o desenho da molécula dentro do retângulo. Nisso, Caio lança um desafio a Miguel:

- Será que você é tão bom em trigonometria como afirmou? Prove para nós suas qualidades, calculando a distância entre dois átomos de carbono na naftalina, através desse desenho que você tanto observa.

Miguel ficou em silêncio, só olhando para a figura. Em seguida, disse:

- Podemos dizer que a área da molécula de naftalina é igual a *base (b) vezes altura (h)*, a área do retângulo.

Começando a traçar vários riscos sobre o desenho da molécula na lousa, Miguel demonstrou que era possível calcular a distância entre dois átomos de carbono na molécula de naftalina:



- Baseado nesse desenho – dizia Miguel – podemos calcular a distância entre dois átomos de carbono utilizando algumas relações trigonométricas.

- Genial! – diz Jonas! Só que, antes de calcular a distância entre dois carbonos, você precisa calcular o tamanho dos lados do retângulo.

- Sim – responde Miguel.

- E para isso – diz Raul – você precisa assumir que a base é igual a $2a + x$ e que a altura o retângulo é igual a $4y$.

Usando as relações trigonométricas, os meninos chegaram à expressão para o valor de a , que é $x \operatorname{sen}(30^\circ)$ e para y , que $x \operatorname{sen}(60^\circ)$. Com $a = 0,5x$ e $y = 0,866x$, a área de uma molécula foi expressa como:

$$\text{Base} \times \text{Altura} = (2 \cdot 0,5x + x) \cdot (4 \cdot 0,866x) = 6,92x^2$$

Rubens virou-se para Caio e disse:

- Eles estão próximos de encontrar o valor. Basta igualar o valor encontrado da área de cada molécula por $6,92x^2$.

Miguel calcula, então, o valor de x , que representa a distância entre dois átomos de carbono na molécula de naftalina, de acordo com os cálculos e as aproximações que foram feitas:

$$6,92x^2 = 21,25$$

$$x = 1,7 \text{ angstrom}$$

- É isso mesmo! – exclama Caio! Observe que, com um experimento muito simples e com diversas aproximações, chegamos a um valor bem próximo para a distância C-C em outros compostos, como no benzeno, que é 1,397 angstrom. No tolueno, essa distância é pouco menor: 1,52 angstrom. Só que temos que tomar uma série de cuidados...

- Quais cuidados? – pergunta Miguel.

- Existem algumas limitações nessas medidas que devem ser observadas. Uma delas é a feliz associação da geometria molecular da naftalina com um retângulo. Se essa associação não fosse possível, certamente não poderíamos ter realizado todas aquelas relações trigonométricas que fizemos.

- Concordo com o que você diz – diz Miguel. E existe outro tipo de limitação?

- Outra limitação está em assumirmos que todas as moléculas de naftalina possuem a mesma orientação, formando uma monocamada, de espessura desprezível.

Todos vibravam muito. Jonas, certamente, iria demonstrar esse experimento em casa, para sua mãe. Raul e Miguel iriam conversar com a professora de Matemática, sugerindo um exercício interdisciplinar para a sala de aula.

Conclusão

A crônica *A utilização da Matemática para medir a distância da ligação Carbono-Carbono em um composto aromático* é baseada em um artigo do *Journal of Chemical Education* (Tubino *et al.*, 2004), disponível para consulta no endereço eletrônico <http://jchemed.chem.wisc.edu/> (site do periódico). Tal crônica apresenta grande capacidade de ser trabalhada de maneira interdisciplinar.

Nesse artigo, os autores desenvolvem um método para a determinação da distância Carbono-Carbono em um composto aromático lançando mão de algumas relações trigonométricas simples, algumas suposições e geometria. O professor de Química pode trabalhar juntamente com o professor de Matemática para que os conceitos necessários para

a plena interpretação da crônica possam estar disponíveis aos alunos quando essa crônica for aplicada.

Outros conceitos, como geometria de moléculas, interações intermoleculares, estequiometria, soluções e misturas devem ser trabalhados pelo professor de Química antes da aplicação desse material, que servirá de ferramenta para o desenvolvimento e fixação desses conteúdos químicos citados anteriormente. Apesar de a crônica possuir em si as explicações matemáticas necessárias para seu entendimento, o professor de Matemática pode desenvolver os cálculos de área, as relações trigonométricas, sempre contextualizando seu ensino na direção da crônica, que, pela interdisciplinaridade que lhe é característica, favorece também esse tipo de contextualização. O professor de Matemática pode ainda salientar a aplicação desses conceitos em algo do cotidiano, não apenas na sala de aula.

Os números presentes na crônica são fictícios, inventados, mas estão próximos dos números obtidos pelos pesquisadores em seu experimento original. Sugerimos a aplicação dessa crônica depois da aplicação da crônica *De olho na natureza e nas interações intermoleculares*.

4.1.4- Crônica *Namorados no ponto... de ebulição!*

Apresentação

As propriedades físicas e químicas da matéria talvez estejam entre os conteúdos que mais chamam a atenção dos alunos do Ensino Médio. As propriedades físicas, no entanto, são capazes de chamar mais a atenção do que as propriedades químicas por serem passíveis de medida e de muitas vezes serem possíveis de se tornarem objeto de observação. Com um termômetro em mãos, por exemplo, somos capazes de medir temperaturas de fusão e ebulição de algumas substâncias; nossos olhos são capazes de ver o gelo se derretendo, assim como o vapor de água se desprendendo quando água líquida é aquecida.

No entanto, as explicações para tais fenômenos não são tão simples de serem obtidas somente com a experimentação e com medidas, além de não ser possível o acesso a tais explicações pela simples observação dessas propriedades físicas. Notadamente, quando falamos de água, estamos falando de uma substância muito complexa, que possui diversas formas de interação com seus semelhantes, ainda com formas mais diversificadas de interação com moléculas diferentes de sua natureza.

Por meio de algumas simplificações que fizemos, tratar de água no Ensino Médio, na nossa concepção, passa a ser possível, e estudar algumas de suas propriedades passa a ser menos complicado. Os diálogos presentes na estória são uma forma de interação muito eficaz entre o conteúdo químico e o aluno, pois os personagens dialogam entre si à maneira que pessoas comuns dialogariam quando expostas a questionamentos e dúvidas acerca de um determinado conteúdo químico, que lhes são novidade.

Nessa crônica, o professor encontrará subsídios para o melhor entendimento das interações entre moléculas de água, a influência da temperatura e pressão no ponto de ebulição, entre outros conceitos, todos eles contextualizados nas diversas situações do cotidiano de seus alunos.

Namorados no ponto... de ebulição!

Na estrada deserta, cheia de curvas, descidas e subidas bem íngremes – cenário típico de uma serra - vinha Silvânia com seu fusca em alta velocidade. Oitenta, cem por hora! Ela precisava chegar rapidamente na cidade, pois havia perdido o ônibus e não gostaria de faltar às aulas de culinária que começaria naquele dia, ministradas pelo famoso e conceituado *chef* Fukuda. Até que ela viu, pelo retrovisor, uma fumaça saindo de seu automóvel: era o indício de problemas.

O carro começou a perder velocidade, foi andando devagar, devagar, até que Silvânia livrou a pista e estacionou seu possante. Muito nervosa, saiu do carro e abriu o capô traseiro, buscando averiguar o problema. Como entendia pouca coisa de mecânica, fechou-o novamente.

Ela temia perder sua aula de culinária e estava muito nervosa. Vinte minutos depois, surge um carro na estrada, certamente se dirigindo para a cidade. Silvânia conheceu o automóvel e resolveu pedir carona, acenando.

Arnaldo parou seu carro. Assim que ele parou o carro para lhe oferecer ajuda, o coração de Silvânia disparou. Ela nem podia imaginar que Arnaldo, que ela tanto gostava desde o tempo escolar e não lhe dizia nada, havia parado para lhe oferecer ajuda. Tentando manter a calma e agir com naturalidade, Silvânia lhe cumprimenta:

- Oi! É você, Arnaldo? Que surpresa! Vai para a cidade? É que estou atrasada para meu curso de culinária e meu carro quebrou.

Arnaldo era um amigo de escola de Silvânia. Ele não iria, de maneira alguma, deixar de ajudar e até dar carona, se preciso fosse, para uma das moças mais bonitas que conhecia...

Gentilmente, ele desceu do carro e foi até o automóvel de Silvânia, na tentativa de resolver o problema que este apresentava. Tentou dar partida algumas vezes, observou aqui, olhou ali e concluiu:

- Xi... Seu carro está com o motor fundido.
- E agora, o que eu faço?
- Vamos até a cidade chamar um guincho para levá-lo ao mecânico. Pode entrar em meu carro.

Os dois saíram para a cidade, que ficava a uns dez minutos dali. No caminho, Arnaldo se dirigiu a Silvânia:

- Sabe, hoje pela manhã estava observando minhas roupas no varal... Elas secam com o sol e sem ele também.

- Hum? Secam sem o sol? O que você quer dizer com isso?

- Quero dizer que secam na presença do vento também – afirma Arnaldo.

- Ah, sim, agora entendi. Já que você está falando de secagem, outro dia estava esquentando um pouco de água em um bule para fazer café e esqueci o fogo aceso com o bule! Quando eu voltei, não havia mais água: tudo tinha evaporado!

- Que interessante! Como minha roupa seca ao sol pelo fornecimento de energia, na forma de calor, a água de seu bule evaporou pelo fornecimento de calor pela chama do fogão.

- Para você ver... Aqui em minha bolsa, tenho uma garrafinha de água mineral, com um restinho ainda. Se eu ficar assoprando essa água, será que ela vai evaporar?

Arnaldo fez uma cara de dúvida e disse:

- Sei lá!

- Mas você não disse que sua roupa seca com o vento? – pergunta-lhe Silvânia.

- Sabe de uma coisa, precisamos tentar.

Decidiram então, que no percurso até a cidade, iriam ficar assoprando a água.

Silvânia dobrou seu corpo na direção de Arnaldo, para que a boca da garrafa também ficasse próxima da boca dele. Eram três bocas muito próximas...

Com a cidade no horizonte, os dois continuavam a assoprar a água dentro da garrafinha. Sem resultados aparentes, Arnaldo diz a amiga:

- Se a água da garrafinha não está se evaporando, como será que minha roupa seca? Será que é o vento mesmo que faz isso acontecer?

- Primeiro de tudo, vamos olhar nossa garrafinha aqui. Será que não houve nenhuma molécula de água que conseguiu se desligar do líquido e passou para o estado gasoso?

- Acredito que sim, só que não conseguimos observar. Notei que você falou que uma molécula se desliga do líquido. Para que isso acontecer, algum tipo de energia deve ser fornecida a esse líquido, da mesma que o sol fornece energia para aquecer a água e termos o vapor.

- Você está mais que correto. Agora você pode me levar à aula de culinária? Como sei que você voltará para casa no final da tarde, peço também que encontre alguém para guinchar meu carro. Pode ficar com a chave.

- Tudo bem. Vou procurar alguém. Só estou fazendo isso porque é você quem me pede, viu?
- Olha que gracinha de rapaz! Às seis você me pega aqui?
- Com certeza – diz Arnaldo.

Numa atitude no mínimo curiosa, e sem aviso, Silvânia derramou a água presente em sua garrafinha na cabeça de Arnaldo.

- Por que você me fez isso? – pergunta Arnaldo, visivelmente irritado.
- Fiz isso para que você pense um pouco mais como a água evapora. Não se irrite, por favor! Conversamos mais tarde sobre isso.

Mais calmo, e com um sorriso sem-graça no rosto, Arnaldo deixa sua amiga no curso de culinária. Curiosamente, na quadra de cima do lugar onde havia deixado Silvânia havia um mecânico. Chegando à oficina, foi logo atendido:

- Boa tarde! – diz o mecânico.
- Boa tarde. O senhor pode buscar meu carro que acabou quebrando na estrada?
- Posso sim. Cinqüenta reais.
- Cinqüenta reais? Só para buscar? O senhor deve estar de brincadeira!

Novamente irritado, Arnaldo saiu da oficina e foi ter com Silvânia. Discretamente, ele entra no local onde o curso é oferecido. Para não parecer um estranho, coloca um avental que vê pendurado em uma espécie de copa da casa e dirige-se para a cozinha, à procura de Silvânia.

Quando Arnaldo aponta na porta da cozinha, as mulheres vibram:

- Chegou o *chef* Fukuda!

Correndo, foram ao encontro de Arnaldo. Silvânia foi a única entre elas que não foi, ficando na observação.

Arnaldo, aproveitando a oportunidade de se fazer de importante, logo adianta para as mulheres:

- Desculpem-me, mas não sou o *chef* Fuduka, quer dizer... Fukuda. Sou seu assistente, Arnaldo. Infelizmente nosso querido *chef* não poderá vir hoje e estou aqui em respeito a todas vocês. Vamos começar a primeira aula.

Silvânia pensava consigo mesma:

- Não acredito que ele vai fazer isso! Eu vou testá-lo, começando pela pergunta sobre suas roupas...

Enquanto o "*chef*" Arnaldo amarrava, dificultosamente, seu avental, Silvânia lhe disse:

- Chefinho, posso fazer uma pergunta?

- Claro! – responde ele.

- Sua camisa já secou da água?

- Minha camisa? Ainda não... E seu carro? Já o mandou para o conserto? O mecânico cobra cinquenta reais para buscá-lo.

- Cinquenta reais? Isso é muito dinheiro! Vou pedir para um amigo meu, que me dará carona ao final da aula. Ele guinchará o carro sem cobrar nada!

Arnaldo sorriu com o que Silvânia havia dito.

Vendo que precisava ensinar algo para aquelas mulheres, tratou de perguntar a elas:

- Todas vocês sabem o que é um banho-maria?

Cleuzinha, uma baixinha da turma, logo disse:

- É uma maneira de aquecimento que utilizamos, em determinados pratos, onde o recipiente que contém a receita é colocado dentro de outro recipiente cheio de água, sob aquecimento.

- Meus parabéns, Cleuzinha! – diz Arnaldo.

Logo, Silvânia pergunta:

- Chefinho, porque fazemos determinados pratos em banho-maria, se podemos aquecer direto no fogo?

Quando Arnaldo ia responder, ela se adiantou:

- Fazemos alguns pratos em banho-maria para garantir que a temperatura de aquecimento não ultrapasse a temperatura de ebulição da água, que é 100°C e para que o aquecimento seja lento e gradual.

- Eu nunca havia pensado nisso! – afirma Helen.

- Pois é, – diz Arnaldo – no banho-maria temos esse controle sobre a temperatura, ao contrário da situação onde aquecemos diretamente na chama do fogo. E por que temos esse controle?

Nenhuma das mulheres ousava responder. Depois de um tempo em silêncio, Silvânia arrisca:

- No ponto de ebulição, há um equilíbrio entre a água líquida e o vapor de água. Se fornecermos mais energia, como aconteceria se aquecêssemos diretamente na chama, ocorre a evaporação da água e a temperatura não aumenta.

Cleusinha completa, dizendo:

- Aquecemos a água da vasilha externa, para que a água quente aqueça a vasilha interna, onde está contida a receita, por transferência de calor.

- Então, porque há a transferência de calor, a água não ferve. É isso? – pergunta Arnaldo, muito interessado em aprender.

- Sim, tanto que podemos notar o desprendimento de vapor – afirma Silvânia.

Arnaldo se apóia na mesa e diz:

- Desprendimento... Vocês já pensaram que moléculas de água devem se desprender do líquido?

- Sim – responde Helen.

Como possuíam fogão e diversas vasilhas, resolveram ver se realmente o banho-maria funcionava daquela maneira. Encheram duas vasilhas com água e uma delas foi colocada no fogo para aquecimento. A segunda vasilha foi colocada dentro da primeira. Passado alguns minutos, todos os que estavam na cozinha observaram que acontecia exatamente da maneira que haviam conversado: a água da vasilha externa não entrava em ebulição, ao passo que transferia calor para a

vasilha interna, aquecendo a água que estava dentro desta. Observavam, também, vapor de água saindo da vasilha externa. Em seguida, separaram uma vasilha com água e a colocaram no fogo, a fim de medir a temperatura de ebulição da água.

Silvânia disse a Arnaldo:

- Chefinho, realmente toda a água não entra em ebulição, como Cleuzinha falou. Somente algumas se desprendem para compor o vapor.

- Você tem razão, Silvânia. Note que precisamos fornecer energia para que isso aconteça.

Helen virou-se para eles e disse:

- O calor que fornecemos é necessário para que essas moléculas vençam as interações intermoleculares que tornam o líquido coeso.

Nesse momento, Silvânia, rindo, interrompe e diz:

- Mas, chefinho, a roupa que estendemos no varal seca de que maneira?

Arnaldo não responde. Apenas propõe que observassem um pouco mais o banho-maria que prepararam.

Helen começou a reclamar:

- Ah, Arnaldo, não consigo ver direito o que acontece dentro das vasilhas! Quando chego perto para ver, meus óculos embaçam!

Todos caíram na risada. Naquele momento, Arnaldo se lembrou dos vidros das janelas, nas casas, que embaçam no inverno. Sem que aconteça a ebulição da água, ocorre a evaporação, naturalmente. Nisso, ele caiu em si e entendeu algo que não conhecia: a evaporação ocorre de maneira independente de ebulição. Dirigindo-se à Silvânia, diz:

- Já que nossa amiga Silvânia perguntou como as roupas dela secam, temos que entender que ocorre a evaporação sem que haja a ebulição. Podemos observar que ocorre a evaporação da água

pelo vapor que se desprende do líquido, mesmo que a temperatura do líquido não tenha alcançado a temperatura de ebulição.

- Foi o vapor de água que embaçou meus óculos, então? – pergunta Helen.

- Exato. O vapor de água também embaça os vidros de nossas janelas, em dias com alta umidade – responde Arnaldo.

Ele continua:

- Quanto às roupas, essas secam pela evaporação causada pelo calor do sol e pela evaporação causada por uma corrente de ar, por exemplo. Ocorre a evaporação e as moléculas são carregadas pelo vento.

Helen, prestando atenção no que Arnaldo falava, diz:

- Se acontece dessa maneira, existe um tipo de interação entre o vento e as moléculas de água que compõem o vapor de água.

- O que causa essa interação é a umidade presente no vento – afirma Arnaldo – capaz de arrastar mais moléculas do estado líquido para o estado gasoso.

Silvânia lembrou-se que havia outra vasilha no fogão. Enquanto os demais conversavam, ela pegou um termômetro especial que havia em uma das gavetas do armário e resolveu medir o ponto de ebulição da água. Ficou surpresa ao olhar o termômetro e ver que a água estava fervendo a menos de 100°C, como normalmente se aprende que é a temperatura de ebulição da água. Ela guardou essa informação consigo, para dizê-la no tempo oportuno.

Em seguida, fugindo um pouco do assunto que todos conversavam, Cleusinha acrescenta:

- E o *chef* Fukuda? Ele virá amanhã?

Essa pergunta desconcertou Arnaldo. Lembrando que tinha que sair antes do fim da aula, para não ser desmascarado pelas mulheres, pergunta:

- Que horas são?

- São cinco e meia – respondem em coro.

- Hoje nossa aula de culinária terminará um pouco mais cedo. Amanhã o *chef* Kufuda... quer dizer, Fukuda, estará presente e iniciará curso de culinária com deliciosos pratos.

Helen lhe diz:

- Você pode nos adiantar quais pratos são esses? Outra coisa: você vem na segunda-feira?

Arnaldo já estava com a face vermelha de vergonha e medo, mas respondeu:

- Na próxima aula não virei, pois o *chef* não precisará de minha ajuda. Até mais e bom descanso.

Uma a uma, as mulheres iam saindo, restando apenas Silvânia. Rapidamente Arnaldo retirou seu avental, devolvendo-o onde o havia encontrado. Os dois amigos riam do que acontecera e de todo o teatro que Arnaldo havia feito. Também reconheceram que as discussões sobre a água foram muito importantes.

Arnaldo foi buscar seu carro que estava estacionado a umas duas quadras dali, enquanto Silvânia ficou esperando. Assim que Arnaldo chegou, os dois partiram.

- Silvânia, preciso ir ao posto de gasolina para colocar combustível no carro. Não iremos nos atrasar, fique tranqüila.

- Fique à vontade – disse Silvânia – não estou com pressa.

Chegando ao posto, Arnaldo estacionou o carro para esperar ser atendido. Logo os vapores de combustível alcançaram o nariz dos dois amigos:

- Sinta! Cheiro de gasolina.

- É mesmo – responde Arnaldo.

Ainda no posto de combustível, Silvânia pergunta:

- E esses vapores de combustível?

Arnaldo lhe faz um convite antes de responder:

- Eu só respondo depois que você concordar em passar o final de semana com minha família lá na praia.

- Não sei não... Meu pai não iria deixar – lamenta Silvânia.

- Como irei levar seu carro até sua casa, conversarei com ele. Só que temos que arrumar nossas malas e sairmos ainda hoje.

- Se você conversar com meu pai e ele aceitar, eu aceito! – disse Silvânia, dando um beijo na face de Arnaldo.

Rapidamente, eles saíram da cidade a caminho da casa de Silvânia.

- Como você imita bem, Arnaldo! – diz Silvânia, referindo-se ao fato de Arnaldo se disfarçar de assistente do *chef* Fukuda.

- Obrigado, hehe. Eu precisava lhe dizer o que o mecânico havia me falado, para que você decidisse o que deveríamos fazer com seu carro. O pior é que sempre eu errava o nome do *chef*..

- Isso era o pior! Eu quase não conseguia segurar a risada quando você trocava os nomes.

- E eu? Tinha vontade de gargalhar quando você me chamava de chefinho.

- Nem me fale!

E continuavam a conversar sobre o que haviam discutido na falsa aula de culinária. Chegando ao lugar onde seu carro havia quebrado, Arnaldo tratou de fazer o papel de “guincho”, amarrando o carro de Silvânia em seu carro com cordas bem grossas.

Chegando à casa de Silvânia, seu Geraldo, seu pai, veio ao encontro deles:

- O que aconteceu, minha filha?

- O carro quebrou quando eu estava indo ao curso de culinária. Ainda bem que o Arnaldo apareceu por lá e me deu carona até a cidade!

Seu Geraldo agradece a assistência de Arnaldo dizendo-lhe:

- Entre Arnaldo! Vamos comer alguma coisa!

- Estou entrando – responde Arnaldo.

Os pais de Silvânia conversam com Arnaldo por horas, sobre os mais variados assuntos. Olhando a hora, Arnaldo diz:

- Preciso voltar para a cidade, já está tarde!
- De maneira alguma! – diz seu Geraldo. Durma conosco essa noite.

Percebendo que não daria mais tempo de descer para o litoral naquela noite, Arnaldo decide aceitar o convite, dizendo:

- Eu aceito sim. Na verdade, estou me preparando para descer ao litoral e viajaria hoje à noite. Aliás, a Silvânia poderia ir comigo?

Depois de pensar cinco segundos, seu Geraldo diz:

- Se ela quiser ir, pode ir, sem problemas!

Silvânia ficou muito feliz e tratou de arrumar suas malas para a viagem do dia seguinte.

Chegada a hora de dormir. A Arnaldo foi designado o quarto de hóspedes da casa. Ao entrar no quarto, ele notou que havia uma cama, dois travesseiros, duas colchas de retalhos (apesar do calor), um guarda-roupa pequeno e uma bacia de água, sob a cama.

- Uma bacia com água?! – pensava. Para que essa bacia no quarto?

Sem pensar no que dizer, chamou dona Cândida, mãe de Silvânia, e disse:

- Dona Cândida, esqueceram o penico usado debaixo da cama.
- Que penico nada, rapaz! – ralha dona Cândida. Você nunca ouviu dizer que isso faz bem para o pulmão?
- Para o pulmão? Não entendi.
- Para o pulmão, oras!
- E a senhora sempre coloca bacias de água nos quartos?
- Sempre. Aprendi com meus pais a fazer isso e o faço todos os dias! – afirma dona Cândida, com certo orgulho.

Sem entender naquele momento, Arnaldo concordou que a bacia com água era para seu próprio bem. Deitado em sua cama, começou a pensar sobre o porquê da bacia com água. Lembrando

do assunto do vapor de água, discutido durante aquela tarde com as meninas no curso de culinária, e das roupas que secam sob a ação do vento, Arnaldo começou a pensar:

- É certeza que há a evaporação sem que haja ebulição da água... A evaporação da água aumenta a umidade do ar, o que fará bem para meus pulmões. O ar ambiente deve estar com baixa umidade e as moléculas de água passam do estado líquido para o vapor. Como não pensei nisso antes!

Certo de que havia encontrado a explicação para a bacia cheia de água, ele admirava a sabedoria popular, que, mesmo não possuindo um entendimento total de como a água na bacia melhorava a umidade no ambiente, sabia que o aumento da umidade favorecia os órgãos responsáveis pela respiração e a qualidade de vida da pessoa.

Depois de uma noite de sono bem dormida, Arnaldo está pronto para partir para o litoral. Sua amiga, Silvânia, está terminando de se arrumar.

- Está pronta? Precisamos nos apressar. Temos que descer a montanha e ainda andar um bocado para chegar à praia – diz Arnaldo a Silvânia.

Com o carro arrumado, eles se despedem dos pais de Silvânia e partem para a viagem até o litoral. O sol estava saindo quando eles partiram.

Assim que pegaram a estrada, Arnaldo disse:

- Tenho uma pergunta: a garrafinha com água, que vínhamos assoprando seu conteúdo anteriormente, está com você?

- Está sim. Você quer que eu pegue? – pergunta Silvânia, com outras intenções.

- Pegue sim. Vamos continuar assoprando? Ainda não concluímos nossa conversa.

Da mesma maneira que fez anteriormente, Silvânia aproximou a garrafinha de sua boca e da boca de Arnaldo, para que pudessem assoprar. Arnaldo ia assoprando e mantendo a atenção no trânsito. Silvânia foi chegando, chegando e lhe deu um beijo.

Arnaldo disse-lhe:

- Pensei que você não tinha notado que eu estava interessado em você.

- Claro que sim! Tanto que aceitei o convite de ir à praia – responde Silvânia.

- Agora falando da água na garrafa – continua Arnaldo – poderíamos ter segurado a garrafa fora do carro para que ventasse nela, e não ficarmos assoprando. Porém, quando você sugeriu que ficássemos assoprando, acabei concordando para me aproximar de você.

- Entendo. Acabei propondo que soprássemos na garrafa para ver se ocorria evaporação, não é isso?

- Sim, isso mesmo! Como podemos observar, não houve perda de volume de água a ponto de percebermos a evaporação causada pelo sopro.

Olhando para a garrafa, Silvânia diz:

- Concordo com você, mas podemos ver que a garrafa possui gotinhas de água em toda sua parede, acima do líquido.

- Falando nisso, na noite passada, lá em sua casa, acabei descobrindo o porquê de se usar a bacia com água sob a cama...

- E você dormiu bem com o quarto mais úmido?

- Dormi sim – responde Arnaldo – apesar de ter ficado ansioso para o dia de hoje e nossa viagem.

- Então, a umidade no quarto, proveniente da evaporação da água na bacia, afirma a hipótese de que a evaporação não depende da ebulição da água.

- É isso aí – responde Arnaldo, beijando Silvânia.

A viagem prosseguiu e depois de quatro horas o casal chegou ao destino: a Praia dos Macacos!

Dirigindo-se para o apartamento de sua família, Arnaldo tratou de descarregar o carro. Em seguida, foram almoçar.

Após o almoço, eles voltaram para o apartamento, pois os pais de Arnaldo estavam para chegar. Silvânia lembrou-se do resultado do teste que a turma havia feito na aula de culinária, onde, somente ela, observou que a água não fervia exatamente a 100°C, mas a uma temperatura um pouco mais baixa.

Ela resolveu, então, aquecer um pouco de água e medir a temperatura de ebulição. Enquanto realizava esse teste, Arnaldo se aproximou e perguntou:

- O que você está fazendo?

- Vou medir a temperatura de ebulição da água.

- Mas porque fazer isso? Não sabemos que é 100°C?

- Lá no curso de culinária, apenas eu observei que a água não fervia nessa temperatura – disse Silvânia.

Assim que a água começou a ferver, Silvânia mediu a temperatura, encontrando a temperatura de 100°C. Vendo que a temperatura de ebulição era aquela que costumavam ter como correta, disse a Arnaldo:

- Agora não sei o que dizer! Não estou entendendo!

- Podemos pensar: o que há de diferente entre esse experimento e aquele que realizamos na aula de culinária, lá em nossa cidade?

- Nada. A não ser a altitude diferente, pois estamos ao nível do mar e nossa cidade se encontra nas montanhas – responde Silvânia.

Arnaldo ficou pensativo. Então sugeriu à sua amiga:

- Na altitude, a pressão atmosférica é menor, o que baixou a temperatura de ebulição da água.

- Só pode ser! – afirma Silvânia.

Nesse momento, os pais de Arnaldo estavam chegando. Os dois jovens foram ao encontro deles:

- Oi, pai! Oi, mãe!

- Olá – respondem seu Juvenal e dona Célia – e quem é essa moça bonita aí?

- Ah... essa é minha... minha... amiga, a Silvânia. Vocês não lembram dela?

- Não lembro, filho – responde dona Célia.

- Nós estudamos juntos – afirma Arnaldo.

Silvânia lhes diz:

- Prazer, sou Silvânia!

- Prazer, minha filha – responde seu Juvenal.

- Que bom que estamos aqui, todos reunidos! – diz dona Célia. Vocês estão prontos para ir à praia?

- Vamos daqui a pouco – responde Silvânia.
- Nós vamos agora. Cuida do meu filho! – diz dona Célia, brincando com Silvânia.

A cidade Praia dos Macacos é muito acolhedora e com diversos pontos turísticos. Naquela tarde, Arnaldo e Silvânia visitaram diversos deles: conheceram a estátua de *Dom Pedro I* e o famoso *Bar do Portuga*, onde se encontra o melhor pastel daquela cidade. Visitaram o *shopping center* local, especialista em moda praia e único na região, além de visitarem o aquário da cidade, rico em espécies marinhas.

As praias constituem a grande beleza da cidade, atraindo turistas de todo a região. A “Praia do Porto” é uma das principais, juntamente com a “Praia do Areião”. Nessa última praia se encontram os macacos, moradores da mata nativa. Daí que veio a inspiração para o nome da cidade. Foi justamente nessa praia que o casal mais aproveitou a viagem, maravilhados com a beleza natural.

Como a hora avançasse, decidiram que precisavam voltar, pois pretendiam sair naquela noite. Assim que chegaram ao apartamento, os dois encontraram os pais de Arnaldo, que também estavam chegando naquele momento.

Deixando as mulheres, pai e filho foram abastecer o carro de Arnaldo em um posto de combustível próximo. Chegando lá, seu Juvenal diz:

- Que cheiro bom! Vapor de gasolina!
- Veja que interessante: ontem, quando abastecíamos o carro para a viagem, Silvânia fez a mesma observação que o senhor... – diz Arnaldo, com cara de apaixonado.
- Você está apaixonado, meu filho! – afirma seu Juvenal.
- É, pai, também estou achando...
- Voltando a falar dos vapores, também sentimos o cheiro do vapor de álcool, se prestarmos atenção.
- Verdade. Outra coisa que podemos falar desses combustíveis é sobre o ponto de ebulição de cada um deles.
- São menores que o ponto de ebulição da água – afirma seu Juvenal.
- O senhor fez uma observação muito importante. Vamos voltar para a casa, porque a Silvânia certamente vai gostar de participar dessa conversa.

Voltando ao apartamento, pai e filho encontraram dona Célia e Silvânia conversando sobre casamento, sobre relacionamentos.

Ao ouvir que Arnaldo havia chegado, dona Célia lhe faz a pergunta mais difícil de ser respondida naquele momento, ainda mais diante de Silvânia:

- Você gosta de Silvânia?

Meio que gaguejando, ele responde que sim. Então dona Célia lhe faz outra pergunta:

- Você está namorando ela, meu filho?

- Ah, mãe! Não estou não! Nem sei se ela gosta de mim a ponto de namorarmos...

Silvânia apenas se levanta do sofá onde está sentada. Indiretamente pressionado a falar algo ou tomar uma decisão, ele diz:

- Vou tomar banho!

E sai rapidamente da sala.

Durante o banho, Arnaldo começa a pensar como seria bom assumir um compromisso mais sério com Silvânia, pedindo-a em namoro. Afinal, eles possuíam muita sintonia, tanto nos pensamentos quanto nas atitudes.

Assim, ele saiu do banho decidido em realizar tal feito. Chamando Silvânia à parte, disse:

- Percebo que você gosta de mim e estou gostando de você. Quer namorar comigo?

- Claro que quero! – respondeu Silvânia, sorrindo.

Para oficializar o feito, eles comunicaram a decisão aos pais de Arnaldo. Em seguida, Silvânia ligou para sua casa, buscando contar à sua mãe a novidade.

Seu Juvenal se aproximou do casal e pergunta a Silvânia:

- O Arnaldo lhe falou o que conversávamos no caminho?

- Não. O que é?

- Fiquei sabendo que você gosta do cheiro de gasolina, assim como eu. Estávamos no posto de combustível e Arnaldo me contou.

- Sim, eu gosto – responde Silvânia.

- O importante nisso tudo é perceber que esses combustíveis são voláteis e apresentam pontos de ebulição menores que o da água – diz seu Juvenal.

- Pensando no álcool etílico ou etanol, o ponto de ebulição é de aproximadamente 78°C – afirma Arnaldo – e a água, como sabemos, tem ponto de ebulição de aproximadamente 100°C.

- Isso dependendo da pressão atmosférica! – lembra Silvânia.

- De cara, dá para a gente perceber que as forças que fazem das moléculas de etanol um líquido coeso são mais fracas que aquelas que atuam sobre as moléculas de água – diz Arnaldo.

Depois de alguns instantes, seu Juvenal fala:

- Acabei de me lembrar do metano. Como todos nós sabemos, esse composto é um gás.

- E o que tem a ver com o que estamos falando? – pergunta Arnaldo, sem entender.

- Você já viu metano líquido, à temperatura ambiente? – pergunta seu pai.

- Não, nunca vi. Mas vou pesquisar.

Dirigindo-se à Silvânia, disse-lhe:

- Vamos passear um pouco e comemorar! Amanhã a gente continua com a conversa.

Ela aceitou e os dois saíram.

Havia um restaurante, à beira-mar, muito famoso. Assim que entraram, eles viram o enorme cartaz:

BEM-VINDOS AO RESTAURANTE **BOLHA D'ÁGUA**
DELICIEM-SE COM OS MARAVILHOSOS PRATOS QUE AQUI
SERVIMOS!

ATENCIOSAMENTE,

CHEF FUKUDA

O casal começou a gargalhar, pela tamanha coincidência. Eles estarem ali, no restaurante do *chef* Fukuda que tanta alegria tinha proporcionado a eles no dia anterior, era realmente demais! Antes

de pedirem algo a comer, foram conhecer o *chef*, contando também a ele tudo que aconteceu na aula de culinária sem sua presença.



No dia seguinte, domingo, pela tarde, todos já começavam a arrumar as malas. Arnaldo e Silvânia voltariam para casa naquela tarde mesmo. Já os pais de Arnaldo ficariam até um pouco mais tarde.

Na viagem de volta, o casal vinha com o rádio do carro ligado. Em uma notícia meio bizarra, o locutor dizia que as vacas estavam entre os animais que mais contribuíam para o efeito estufa por produzirem muito metano.

Nesse momento, Arnaldo teve a idéia de conferir se as vacas realmente emitiam metano e também conferir se o tal do metano era líquido ou gasoso.

Chegando à cidade em que moravam, Arnaldo levou sua namorada diretamente para a casa de seus pais. Depois de alguns minutos de conversa com os pais de Silvânia e das felicitações recebidas, Arnaldo pergunta a seu Geraldo:

- O senhor já recolheu as vacas para o curral?
- Ainda não. Você quer ir comigo?
- Eu quero.

Já imaginando que algo de esquisito estava para acontecer, Silvânia lhe perguntou:

- Arnaldinho, meu querido, você não está com vontade de ir atrás de metano essas horas ou está?

Arnaldo só sorriu e seguiu seu Geraldo.

Chegando ao curral, Arnaldo tratou de esperar que as vacas estivessem todas ali, agrupadas. Seu Geraldo lhe perguntou:

- O que você quer com as vacas?

- Metano – respondeu ele.

- Sei... faz o seguinte: fique aqui, logo atrás e perto da vaquinha Formosa. Essa vaquinha é especialista!

Arnaldo ficou aguardando. Tinha em suas mãos uma garrafinha - para a hipótese de o metano ser líquido - e um saco plástico, para a hipótese de o metano ser gasoso. Daí cinco minutos, a vaquinha Formosa eliminou gases em sua cara...

Seu Geraldo estava próximo de Arnaldo e gritou, ao ver a cena:

- Olha o metano saindo!

Arnaldo estava convencido: o metano era gás!

Aproximando de Arnaldo, seu Geraldo falou:

- Não falei que a Formosa era especialista?

Arnaldo respondeu:

- Acabei de sentir o quanto ela é!

Utilizando o saco plástico que carregava, Arnaldo conseguiu armazenar um pouco de metano para mostrá-lo a Silvânia.

- O que você está fazendo com esse saco? – pergunta seu Geraldo a Arnaldo, curioso.

- Vou levar um pouquinho desse gás para Silvânia. Com isso vou comprovar que metano é gasoso.

- Deixa de ser besta, homem! Você acha que Silvânia não conhece? Ela vive aqui na fazenda desde criança!

- De qualquer maneira, vou levar.

Chegando até a casa, Arnaldo chama por Silvânia:

- Silvânia! Venha ver! Consegui metano!

Assim que ela chega, Arnaldo resolve estourar o saco plástico. Com o cheiro ruim se espalhando, Silvânia lhe diz:

- Então foi isso que você foi fazer, não é?

- Sim – responde ele, todo empolgado. É que o metano está presente nos gases expelidos pelas vacas. Daí elas ajudarem no efeito estufa.

- Entendi! Isso comprova que o metano é gás, à temperatura ambiente.

- Exatamente! Uma coisa que me impressiona é o fato da molécula de metano, CH_4 , possuir aproximadamente a mesma massa molecular que uma molécula de água, H_2O , e ser um gás, ao contrário da água, que é líquida, à temperatura ambiente.

- Como a massa molecular dessas moléculas é pequena, o natural é que se encontrassem todas no estado gasoso e jamais no estado líquido, tanto o metano quanto a água – concorda Silvânia.

Arnaldo sugere:

- Vamos comparar as moléculas de metano e água para tentar justificar essa aparente anomalia. Podemos ainda incluir amônia, NH_3 , nessa comparação, visto que também é um gás e possui massa molecular pequena.

Pegando um papel, eles desenharam as moléculas. Em seguida, Arnaldo afirmou:

- A presença do átomo de oxigênio na molécula de água deve ser o diferenciador, favorecendo a coesão entre as moléculas.

- Só pode ser! Digo ainda mais: o incremento na eletronegatividade também é importante, pois o oxigênio presente na molécula de água é mais eletronegativo que o nitrogênio e que o carbono e o nitrogênio, por sua vez, possui eletronegatividade intermediária entre o oxigênio e o carbono.

- Sabe, Silvânia, amanhã vou pesquisar a temperatura de ebulição do metano e da amônia e a gente termina com esse assunto!

Despedindo-se de dona Cândida e seu Geraldo, Arnaldo curte mais alguns momentos com sua namorada, conversando sobre o fim de semana que tiveram.

No dia seguinte, Arnaldo vai atrás das informações que precisa. Dirigindo-se à biblioteca pública, consulta a temperatura de ebulição da amônia e do metano.

Já bem tardezinha, ele decide buscar sua namorada no curso de culinária. Chegando ao local, resolve entrar, esquecendo-se do que fizera na sexta passada. Quando ele entra na cozinha onde todas as meninas estão reunidas, inclusive Silvânia, a surpresa é geral. *Chef* Fukuda, sabendo de tudo o que havia acontecido na semana anterior, apresenta Arnaldo como seu ajudante.

Depois da aula, e já com Silvânia, Arnaldo apresenta os dados sobre os gases em um papelzinho:

Metano = -188°C

Amônia = -33°C

Água = 100°C

Quando vê esses valores da temperatura de ebulição para a amônia e para o metano, Silvânia conclui:

- Na verdade, a presença de um átomo eletronegativo, tanto o nitrogênio no caso da amônia quanto o oxigênio no caso da água, deve gerar maiores interações entre essas moléculas. Basta a gente comparar esses números.

- Então, quanto maiores as forças que unem as moléculas, maior o ponto de ebulição!

- Olha só! Meu amorzinho é muito inteligente! – exclama Silvânia.

Arnaldo completa:

- E quanto maior o tamanho das moléculas, maior o ponto de ebulição também!

- Espere aí: baseado em que você diz isso?

Retirando outro papel do bolso, Arnaldo o entrega a Silvânia:

CH_4 (metano) = -188°C	CH_3OH (metanol) = $64,5^{\circ}\text{C}$
C_2H_6 (etano) = $-88,4^{\circ}\text{C}$	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ (etanol) = $78,3^{\circ}\text{C}$
C_3H_8 (propano) = $-42,5^{\circ}\text{C}$	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ (propanol) = $97,2^{\circ}\text{C}$

- Nossa! É verdade mesmo! – exclama Silvânia. Conforme há o aumento do tamanho das moléculas, o ponto de ebulição aumenta! Você é realmente maravilhoso!

E deu um beijo em seu namorado.

Juntos, os dois se entendiam muito bem! Arnaldo estava satisfeito e feliz pela decisão de namorar Silvânia. Essa, por sua vez, tinha a convicção de que o tempo de espera por Arnaldo valera à pena e que, além de muito engraçado, Arnaldo era muito inteligente. O namoro dos dois estava no ponto... de ebulição inclusive!

Conclusão

Propriedades físicas da matéria sempre estão presentes no Ensino Médio, inclusive em todos os livros didáticos utilizados atualmente. Entretanto, o ensino contextualizado de tal conteúdo é praticamente inexistente. Observando essa carência, propomos o desenvolvimento de uma crônica que tratasse desse conteúdo.

Na crônica *Namorados no ponto... de ebulição!*, começamos a falar de evaporação da água. Certamente, esse assunto é muito mais complexo do que é apresentado nesse material. A pergunta “*como as roupas secam?*” talvez seja o exemplo que mais chame a atenção no princípio da crônica. A explicação completa para esse fenômeno não está presente na crônica por considerarmos complexa demais para ser digerida pelos alunos do Ensino Médio. Deixamos de considerar todas as interações existentes entre as moléculas de água em uma roupa molhada com as fibras do tecido, as interações entre quaisquer outras moléculas presentes no ar e as moléculas de água no tecido molhado e as interações de moléculas de água no interior do tecido que, comparativamente, são diferentes das interações das moléculas de água na superfície do mesmo; consideramos apenas as interações entre as moléculas de água do tecido molhado (tanto na superfície quanto no interior como sendo iguais) com as moléculas de água presentes na atmosfera, ainda considerando o equilíbrio existente entre a água no estado líquido e água no estado de vapor e a influência da temperatura no deslocamento desse equilíbrio.

Objetivamos também salientar o fato de que a evaporação da água ocorre em temperaturas abaixo da temperatura aceita como a temperatura de ebulição da água. Uma observação importante é a influência da pressão atmosférica no equilíbrio entre água no estado líquido e no estado de vapor, facilmente detectado pela variação do ponto de ebulição, apesar dessa influência ser muito pouco perceptível na grande maioria dos lugares em que estivermos. Na altitude, entretanto, essa influência é mais expressiva e mais facilmente detectável.

Quando comparamos o ponto de ebulição de algumas moléculas de mesma massa molecular, como metano, amônia e água, objetivamos mostrar a maior interação das moléculas de água entre si se comparadas, por exemplo, as interações entre moléculas de metano. A variação do ponto de ebulição dessas moléculas é o indicativo que mais energia deve ser fornecida para que ocorra a mudança de estado de agregação - como a passagem do estado líquido para o estado gasoso - para as moléculas de água, se comparadas com amônia ou metano. A comparação da amônia com o metano segue o mesmo princípio.

Como resultado, temos que a atração entre as moléculas de metano deve ser menor que a atração entre as moléculas de amônia, que deve ser menor que a atração entre as moléculas de água. A maior eletronegatividade da molécula de água frente às moléculas de amônia e metano faz com que haja uma maior interação entre essa molécula com as moléculas de água vizinhas; as interações, portanto, entre moléculas de amônia são menores, assim como aquelas que existem entre moléculas de metano. Essas interações intermoleculares são, majoritariamente, ligações hidrogênio (mais fortes) e forças de van der Waals (mais fracas), sendo que as ligações hidrogênio ocorrem entre átomos eletronegativos que possuam pares de elétrons não utilizados em nenhuma ligação na molécula e, portanto, disponíveis para interagirem com um ou mais átomos de hidrogênio de moléculas vizinhas (um par de elétrons não utilizados para cada hidrogênio de uma molécula vizinha).

Interações maiores representam maior coesão e maior coesão representa a necessidade do fornecimento de maior quantidade de energia para romper a coesão e provocar a mudança no estado de agregação. Entende-se aqui que, quando falamos de

fornecimento de energia, estamos falando no fornecimento de energia na forma de calor, representado e medido pelas mudanças de temperatura.

A comparação entre os pontos de ebulição entre metano, etano e propano objetiva demonstrar que as interações intermoleculares de van der Waals aumentam com o aumento da cadeia carbônica, o que favorece a coesão e o aumento do ponto de ebulição do metano ao propano. Tal aumento nas interações intermoleculares de van der Waals também ocorre com o aumento da cadeia carbônica nos alcoóis correspondentes (metanol, etanol e propanol), assim como passam a ocorrer as ligações hidrogênio entre essas moléculas pela presença do átomo de oxigênio (no OH do álcool), favorecendo a coesão e elevando o ponto de ebulição dos alcoóis, se comparados com seus alcanos correspondentes. O que se observa, então, é o aumento da temperatura de ebulição desses alcoóis, do metanol ao propanol, como também é observado nos alcanos correspondentes. Os alcoóis possuem também, temperaturas de ebulição maiores se comparados aos alcanos correspondentes pelo fato de, nos alcoóis, as forças de coesão serem maiores (van der Waals e ligações hidrogênio).

Assim, sugerimos ao professor de Química aprofundar seus conhecimentos em livros de Físico-Química e verificar, sempre, se as discussões dos conteúdos contidos na crônica estão de acordo com a proposta curricular do Ensino Médio. Os alunos deverão conhecer as interações intermoleculares possíveis de acontecer entre moléculas orgânicas e entre moléculas onde um átomo eletronegativo estiver presente e diferenciá-las, tanto na forma, na causa e na intensidade. Conceitos de Equilíbrio Físico, Estrutura Atômica e Ligação Química também são necessários aos alunos para a compreensão da crônica em sua totalidade.

4.1.5- Crônica *Cozinhando com a densidade*

Apresentação

Se perguntarmos a qualquer pessoa comum sobre seu entendimento sobre *massa* e/ou *volume*, colheremos as mais variadas respostas. Agora, se perguntarmos para essas mesmas pessoas em que meio líquido elas seriam capazes de boiar, obteremos respostas das mais variadas, dos quais algumas eventualmente sigam em direção das respostas sobre massa e volume.

Aqui está um desafio para o professor de Química: apresentar o conceito de densidade de forma que os alunos sejam capazes de relacionar massa e volume com desenvoltura, auxiliado por um experimento bem simples de se fazer em sala de aula e com diálogos que simulam uma conversa entre dois personagens na cozinha, haja vista que a cozinha de uma casa é um lugar privilegiado para que ocorra a contextualização de diversos conceitos químicos.

Cozinhando com a densidade

Genésio é um rapaz que particularmente gosta da cozinha e possui uma curiosidade muito grande.

Certo dia, Genésio foi até a casa de sua namorada, Sofia, que estava auxiliando sua mãe com o almoço. A mãe de Sofia, entretanto, precisou sair de casa e deixou a preparação do almoço aos cuidados da filha. Mal sabia ela que Genésio teria uma participação extra...

- Oi, Genésio!
- Oi, Sofia! Você está muito ocupada?
- Estou fazendo o almoço. Entre!
- Claro.

Chegando à cozinha da casa de Sofia, Genésio pede um copo de água enquanto dá uma “pesquisada” no cardápio daquele dia.

- Veja! Você está cozinhando ovo! Eu adoro ovo! Mas é ovo de galinha, não é?
- Sim, é ovo de galinha – responde Sofia. Não conhece ovo de galinha, rapaz?
- É que eu vi meio que de relance...
- Você já almoçou, Genésio? Se não almoçou, almoce com a gente.
- Ainda não almocei. Acabei de chegar do centro da cidade. Almoçarei com vocês, então!

Ainda perto do fogão, Genésio olha para a panela com os ovos e diz:

- Sofia, você percebeu que o ovo não bóia na água?
- Claro que sim! Que conversa mais esquisita é essa, Genésio!
- Sabe que, um dia desses, eu estava vendo um documentário na televisão que falava sobre o Mar Morto, que fica lá no Oriente Médio, perto de Israel, Jordânia e da Cisjordânia.

- E o que tem a ver o Mar Morto com o ovo que não bóia na água? – pergunta Sofia, com as mãos na cintura.

- No documentário – continua Genésio – vários turistas eram filmados simplesmente boiando nesse mar. Você acredita nisso?

- Olha... Não sei se acredito. O que ouvi dizer é que o Mar Morto leva esse nome por não haver nenhum tipo de vida nele, nenhum peixe sequer.

- Hum. O curioso é que quando a gente foi ao litoral, eu não consegui boiar na superfície do mar – lamenta Genésio

- Eu me lembro desse dia... Se não fosse o bombeiro chegar a tempo para te salvar, você teria morrido! – diz Sofia.

Passado um minuto, Genésio continua com a história do Mar Morto:

- Você sabia que a concentração salina no Mar Morto é cerca de dez vezes maior que a concentração de sal em outros mares do mundo?

- Não sabia.

Lavando as mãos, ele pergunta à namorada:

- E você sabe o porquê o ovo não bóia na água?
- É porque o ovo é mais denso que a água.
- Realmente você sabe o motivo – diz Genésio, coçando a cabeça. E será que o ovo boiaria no

Mar Morto?

- Ah Genésio! Vou lá saber! Nunca levei um ovo no Mar Morto e nem fui lá!

Na verdade, Genésio tinha algo a mostrar para a namorada. Assim que Sofia o deixou sozinho na cozinha, ele executou o que tinha em mente.

Em alguns minutos, Sofia retornou para a cozinha. Para a surpresa dela, o ovo que estava no fundo da vasilha com água, já não estava mais!

Olhando para Genésio, ela perguntou:

- O que você fez?
- Fiz o ovo desprender do fundo da vasilha!
- Tudo bem! Mas de que maneira?
- Agora é com você! Pense! Hehe



Vendo que não ia conseguir fazer o namorado contar o que tinha feito, ela começou a pensar:

- Bem... A força da gravidade continua a mesma, portanto não é isso que está em questão. O volume de água na vasilha continua o mesmo...

- Você está indo bem, querida. Já eliminou duas importantes considerações que poderiam interferir, mas que não interferem, nesse caso.

- Olha, Genésio, acho que você mudou a densidade da água da vasilha!

- Por que você está dizendo isso?

- Não sei, mas penso que pode ser isso. Anteriormente, você havia me perguntado a respeito das densidades da água e do ovo e falado a respeito do Mar Morto. Você não deve ter modificado a densidade do ovo... – responde Sofia, olhando para Genésio de canto de olho e com expressão de desconfiada.

Genésio resmungo e resolve contar o que fez:

- É isso mesmo, Sofia. Eu modifiquei a densidade da água.

- E como você fez isso?

- Sabemos que a densidade é expressa pela razão entre a quantidade de massa contida em um determinado volume. A observação que você fez a respeito do volume de água foi fundamental.

- Partindo do que você está falando, como você não modificou o volume de água na vasilha, você deve, então, ter aumentado a massa contida naquele volume de água dentro da vasilha. Assim, você modificou a densidade. Estou certa?

- Está sim, querida. Aí que está o segredo! Como aumentei a massa, de maneira a modificar a densidade da água?

- Hum! Não sei! Se você estragou todo meu trabalho com o almoço com essa gracinha sua, você vai ver! Irá lavar a louça, sozinho!

- Calma! Não precisa estressar! Não estraguei nada! O que fiz foi adicionar sal á água que cozinha o ovo. Aumentei a densidade da água pela adição de um soluto que é bem solúvel.

- Ah, então é por isso que não observo aumento de volume! – diz Sofia, surpresa.

- Mais do que isso. O ovo não fica mais no fundo da vasilha porque a densidade da solução de água com sal está mais próxima de sua densidade.

- Entendo. Vamos adicionar mais um pouco de sal e ver o que acontece? – sugere Sofia.

- Vamos sim!

Eles adicionaram mais um pouco de sal na vasilha onde o ovo era cozido e viram que o ovo se aproximou um pouco mais da superfície da água.

- Nossa! Que bacana! – disse Sofia.

- Mais um pouco de sal – disse Genésio.

E o ovo se aproximou mais da superfície da água. Sofia decidiu adicionar mais sal à água e logo o ovo estava boiando na água.

- Veja! O ovo está boiando! – exclama Genésio.

- Sim! A densidade da água foi aumentada pela adição do sal a ponto de se tornar próxima à do ovo. Por isso o ovo bóia! – diz Sofia.

Depois de pedir para Genésio verificar se os ovos já haviam cozinhado, ela diz:

- E respondendo sua pergunta, provavelmente os ovos boiariam em uma água tão densa como a do Mar Morto!

- Também acho isso – responde Genésio

- Já que está preparando os ovos para o almoço, aproveite e lave a vasilha e esses talheres da pia também, viu!

- Lavo sim, querida.

E Genésio diz consigo mesmo:

- Esse é o sacrifício que faço pelo almoço... Sacrifício? Que sacrifício? Logo estarei com meu estômago cheio e serei mais denso do que sou! hehehe

Conclusão

O conceito de densidade exposto na crônica e demonstrado pelo experimento de mudança de densidade da solução água+sal de cozinha se comparada à água pura é muito simples de ser preparado.

Quando se adiciona um soluto, no caso o sal de cozinha, na água, a densidade dessa solução será maior daquela encontrada na água pura. Isso é possível porque as moléculas de água tendem a separar os íons cloreto e sódio presentes no cloreto de sódio sólido e hidratá-los, cercando cada íon e orientando seu momento dipolar, de acordo com a natureza de cada íon (cátion ou ânion).

As sucessivas adições de sal irão, então, aumentar a densidade da solução água+sal, até o ponto dessa densidade se aproximar da densidade do ovo, que possui densidade maior que a densidade da água pura.

Microscopicamente, as interações intermoleculares que predominam na água pura não são as mesmas presentes em uma solução de água mais sal. As interações dos íons cloreto e sódio com as moléculas de água passam a ocorrer com maior intensidade, modificando o arranjo que as moléculas de água possuíam antes da dissolução do sal. Essa modificação é significativa, visto que as moléculas de água passam a se orientar em torno de cada íon, solvatando-o. Quando ocorre a solvatação, as distâncias entre as moléculas de água são diminuídas, se comparadas com as distâncias entre as moléculas de água sem grande concentração de íons. Como resultado, a solução de água mais sal conterá mais matéria (dissolução do sal) no mesmo volume (as distâncias intermoleculares foram diminuídas), possuindo, assim, densidade maior que a densidade encontrada na água pura.

Com relação à água do mar, estamos admitindo que esse seja uma solução de água e sal apenas, com uma alta concentração salina. Consideramos essa simplificação para que pudéssemos fazer a relação entre a água na vasilha com sal e a água do mar, considerando que essas são iguais, diferindo apenas na concentração de sal dissolvido. Também desconsideramos na crônica o efeito da tensão superficial da água e nas soluções, tanto naquela solução que apresenta baixas concentrações salinas quanto nas soluções concentradas.

4.1.6- Crônica *Determinação de volumes e densidades: criatividade a toda prova!*

Apresentação

Uma das verificações mais simples de serem feitas pelas pessoas é a verificação do que é *mais denso* e do que é *menos denso*. Muitas vezes, no entanto, as pessoas confundem massa com densidade. É simples verificar essa confusão com uma pergunta simples, como *quem pesa mais: um quilo de chumbo ou um quilo de algodão doce?* Muitos responderiam que o quilo de chumbo pesa muito mais que o quilo de algodão doce, justamente pela confusão entre mais denso e mais pesado.

Observa-se, porém, que a determinação do volume de alguns objetos comuns não é uma tarefa simples, mas que pode ser realizada aproximando o formato do objeto de interesse a alguma forma geométrica que possua uma fórmula específica para o cálculo de seu volume, como cubo, retângulo, quadrado, triângulo, esfera, paralelepípedo, pirâmide, cilindro, entre outras formas geométricas regulares.

O interesse nesse tipo de determinação talvez esteja dentro dos anseios dos alunos de Ensino Médio como fruto e consequência da curiosidade, que pode ser mais ou menos aguçada pelo professor de Química ou de Matemática. Uma crônica que servisse de ferramenta para o professor aguçar a curiosidade dos alunos, seja por meio de sua simples interpretação ou pela repetição dos experimentos nela contidos, faz muito sentido, segundo nossa concepção.

E se o professor quisesse ousar: seria possível determinar não apenas os volumes, mas também densidades dos materiais que constituem os objetos simples? São questões que o professor de Química eventualmente pode fazer e cujas sugestões de respostas para esses questionamentos são encontrados na crônica a seguir.

Determinação de volumes e densidades: criatividade a toda prova!

Tiago trabalhava em um escritório de contabilidade e sua mesa ficava bem na frente da mesa de Saulo, grande amigo e parceiro.

No final do expediente de serviço, os dois amigos dirigiram-se a um barzinho, próximo da casa de Saulo, para bebericarem uma cerveja antes de se dirigirem às suas casas, a pé.

Entre um assunto e outro, Tiago dirigiu-se a Saulo, retirando-lhe a caneta que trazia no bolso da camisa:

- Que caneta bonita!
- É! Comprei semana passada! Só a utilizo para assinaturas!
- Por quê? – pergunta Tiago.
- Sei lá... Costume meu...

Mesmo sem entender o real motivo, Tiago continua:

- Você me empresta essa caneta por uns instantes?
- Ela já está em suas mãos... Empresto sim.

Olhando para a caneta, Tiago desafia o amigo:

- Você conseguiria determinar o volume dessa caneta?
- Volume? Deixe-me ver...

Depois de dois minutos pensando, Saulo diz:

- Poderíamos assumir que essa caneta é um cilindro. Com as informações de diâmetro, comprimento, e fórmulas apropriadas, poderíamos chegar a um valor aproximado.

- Que complicação, Saulo! Vamos até sua casa que te mostro uma maneira mais simples e eficiente.

Eles pagaram a conta e logo estavam na casa de Saulo. Na cozinha, Tiago pediu a Saulo um copo que houvesse graduação de volume e água. Em seguida e com a caneta em mãos, Tiago adiciona 40 mL de água no copo graduado. Quando foi colocar a caneta na água, Saulo deu um grito:

- Não!!!



Mas não deu tempo. Tiago já havia lançado sua caneta no copo...

- Por que você fez isso? Sua anta! – diz Saulo, irritado.

- Olhe aqui e preste atenção. Qual foi o volume de água que havia no copo antes que sua caneta fosse colocada?

- Hum... Eram 40 mL de água. Agora são 40 mL de água mais minha caneta novinha! Ughhhh!!!

- Sossegue, Saulo! Nós não estávamos buscando uma maneira de medir o volume de sua caneta? Pois veja: tínhamos um volume de 40 mL de água; agora, temos um volume de 48,2 mL. O que isso quer dizer?

- Não sei – responde Saulo, mais calmo.

- O acréscimo no volume no copo indica, necessariamente, que algo lhe foi adicionado. Portanto, a caneta ocupa um volume de 8,2 mL, justamente o aumento no volume do copo.

Conformado com sua caneta, Saulo aplaude o amigo:

- Brilhante! Brilhante, Tiago!

Com um recipiente graduado, água e criatividade, Tiago havia demonstrado ao amigo uma maneira eficiente para se determinar o volume de sua caneta.

Depois de quase ter sua caneta estragada, Saulo começou a pensar sobre o que Tiago havia feito. Chegou à conclusão que essa maneira de determinar o volume da caneta poderia muito bem ser empregada para medir o volume... do relógio tão estimado de seu pai.

Certificando-se que o relógio era à prova d' água, Saulo tratou de encher com água o copo graduado que eles acabaram de utilizar. Mergulhando o relógio, eles observaram um aumento do volume de água.

- Veja! Também podemos determinar o volume do relógio de seu pai! – diz Tiago a Saulo.

Naquele instante, a campainha toca. Era o vizinho de Saulo, Adoniran, que veio devolver a balança de cozinha que fora emprestada pela mãe de Saulo à sua mãe, no dia anterior.

- Entre, Adoniran! Estamos determinando o volume de tudo por aqui!

Os rapazes contaram a Adoniran o que estavam fazendo e como determinavam o volume de coisas pequenas, não somente uma caneta ou um relógio.

Adoniran olhou para a balança e disse-lhes:

- Já que vocês estão determinando o volume de diversas coisas e objetos, por que vocês não tentam determinar as densidades dos materiais que os constituem?

Saulo olha para Tiago, que olha para Saulo. Tiago coça seu cavanhaque em formação e diz:

- Não sei fazer isso!

- Nem eu – completa Saulo.

Rindo, Adoniran disse-lhes que era perfeitamente possível determinar a densidade de vários materiais de uma maneira bem simples:

- Com a balança que temos, conseguimos determinar as densidades dos materiais. Basta colocarmos o copo graduado com água sobre a balança e depois imergirmos um objeto. Emprésteme sua caneta para eu tentar – diz Adoniran a Saulo.

- Minha caneta novinha, de novo!

Aceitando emprestar a caneta, Saulo pegou o copo graduado com água e o colocou sobre a balança. A balança acusava a massa de 75,7 gramas.

- 75,7 gramas! – diz Tiago.

- Sim. Assumimos primeiro, que 1 mL é igual a 1 cm³. Assim, a densidade da água que é 1 g/cm³ passa a ser considerada como 1 grama por mililitro. Ou seja: temos 40 gramas de água nos 40 mL adicionados no copo; as 35,7 gramas restantes são devidas à massa do copo – diz Adoniran, anotando esses números em um pedaço de papel.

- Entendo – acena Saulo com a cabeça.

- E agora, caneta na água! – grita Adoniran.

Logo que a caneta foi colocada dentro do copo graduado com água que estava sob a balança, a balança passou a acusar a massa total de 100,1 gramas. Rapidamente, Tiago calculou a massa da caneta:

$$85,2 \text{ gramas} - 75,7 \text{ gramas} = 9,5 \text{ gramas}$$

Para ajudar nas contas, Saulo forneceu o segundo dado necessário para o cálculo da densidade de sua caneta:

- Minha linda caneta ocupa 8,2 mL de volume.

Adoniran anotou esse valor e fez o cálculo da densidade da caneta:

$$\text{Densidade da caneta} = 9,5 \text{ gramas} / 8,2 \text{ mL}$$

$$\text{Densidade da caneta} = 1,158 \text{ g/mL}$$

$$\text{ou aproximadamente } 1,16 \text{ g/mL}$$

Já com esse valor em mãos, eles decidiram também calcular a densidade de outros materiais, utilizando o mesmo princípio: uns possuíam densidade maior que a densidade da água e afundavam; outros possuíam densidade menor que a densidade da água e ficavam na superfície da mesma, sem afundar. Em um determinado momento, Saulo colocou um objeto dentro do copo sobre a balança que fez a água de dentro do copo transbordar. Já anotando os dados para calcular a densidade, ele foi interrompido por Adoniran:

- Você não pode calcular a densidade desse objeto! Não percebeu que já não é possível determinar o volume do mesmo, visto que a água transbordou o copo?

- Eu nem tinha percebido esse detalhe. Se eu estragar essa balança, minha mãe ficará muito brava comigo!

- Você necessita de um copo maior e com uma quantidade de água conhecida dentro dele, justamente para poder conhecer a variação de volume que esse objeto causa na água contida no copo.

- Cuidado com a balança! Senão, sua mãe pode pensar que foi a minha mãe que a estragou! – previne Tiago.

A observação de Adoniran foi muito importante e corrigiu o procedimento que Saulo e Tiago estavam utilizando. Certamente, eles estavam utilizando uma maneira bem simples para a determinação qualitativa do volume e das densidades de diversos materiais, tomando o devido cuidado para não estragarem a balança.

Já que estavam na cozinha, Saulo pegou uma faca de mesa e decidiu determinar seu volume pelo mesmo método que eles estavam utilizando, encontrando 3,3 mL. Com a balança disponível, mediu a massa da faca, encontrando 22,5 gramas e observou que a faca afundava na vasilha com água. Com a massa e o volume, calculou a densidade:

$$\text{Densidade faca} = 27,1 \text{ gramas}/4,0 \text{ mL}$$

$$\text{Densidade faca} = 6,8 \text{ g/mL}$$

Adoniran gostou da brincadeira. Tratou de pegar um garfo na gaveta e fazer o mesmo procedimento que Saulo havia acabado de fazer. Encontrou uma massa de 22,3 gramas e um volume de 3,3mL.

Fazendo o cálculo, ele ficou inconformado:

$$\text{Densidade garfo} = 22,3 \text{ gramas}/3,3 \text{ mL}$$

$$\text{Densidade garfo} = 6,8 \text{ gramas/mL}$$

- Não acredito! O mesmo resultado que você! Eu devo ter errado em alguma conta!

Para tirar a dúvida, Tiago foi à gaveta e pegou uma colher, objeto diferente daqueles que seus amigos haviam escolhido. Mediu a massa e o volume, constatando:

Densidade colher = 21,9 gramas/3,2 mL

Densidade colher = 6,8 gramas/mL

Depois de verificarem as contas em conjunto, os três estavam boquiabertos. Como três objetos diferentes, com volumes e massas distintos, possuíam a mesma densidade?

Saulo disse-lhes:

- A única coisa que esses objetos têm em comum é que são de aço inoxidável...

De repente, Tiago dá um grito:

- Exatamente! Não estamos medindo a densidade de objetos, mas sim dos materiais que o constituem!

- Então quer dizer que nós obtivemos o mesmo valor de densidade para os três talheres porque, na verdade, acabamos por determinar a densidade do aço? – pergunta Adoniran.

- Eu também entendi isso – diz Saulo.

- Sim, foi isso que fizemos. Como esses talheres são feitos do mesmo material, é lógico que a densidade desses objetos deverá ser a mesma! – diz Tiago.

- Tanto que para qualquer coisa no mundo feita do mesmo aço do qual foram feitos esses talheres, a densidade será a mesma, não importando sua massa nem seu volume! – diz Saulo, concluindo o pensamento de Tiago.

- Vocês também observaram que a densidade maior do aço inoxidável frente à água é perfeitamente justificada, pois os talheres não bóiam e afundam – observa Adoniran.

Os três, agora conscientes de que não se determina a densidade de um objeto e sim do material do qual ele é feito, continuam a medir massas e volumes dos mais variados objetos, sendo interrompidos apenas com o barulho do portão da casa de Saulo: sua mãe havia chegado.

Conclusão

Uma aproximação feita durante o experimento descrito na crônica é dizer que a água possui uma densidade de 1g/cm^3 . Ao fazer tal aproximação, podemos dizer que a adição de

qualquer objeto dentro de um recipiente contendo água causará um aumento de volume, única e exclusivamente devido ao objeto, pois se conhece a massa e o volume que certa quantidade de água possui no recipiente anteriormente, fixando-se sua densidade. A determinação do volume de qualquer objeto está limitada ao volume total do recipiente que contém a quantidade conhecida de água, justamente porque se houver o transbordamento de água, a precisão da determinação está comprometida pelo fato de não se poder determinar o aumento do volume da água causado pela imersão total do objeto.

A determinação da densidade de um material também pode ser relacionada com a densidade da água. A medida da massa de um objeto qualquer deve ser anterior à sua imersão na vasilha com água. Com o valor da massa e do aumento do volume da água causado pela adição de um objeto, determina-se facilmente a densidade do material que o constitui.

Depois de exposta essa maneira de determinação de densidades, o segundo objetivo da crônica está em esclarecer que não se determina a densidade de um objeto em si e sim se determina a densidade do material que o constitui. Para exemplificar, escolhemos objetos bem simples e que podem ter os valores calculados da densidade comparados entre si, como no caso da determinação da densidade do aço que constitui os talheres.

Os valores de massa e densidade apresentados na crônica são reais, encontrados para alguns talheres encontrados em nosso laboratório. Os resultados que o professor de Química ou o aluno de Ensino Médio poderão encontrar quando utilizarem outros talheres que não os que utilizamos podem ser diferentes, o que não invalida, de maneira nenhuma, a determinação de volumes e densidades que propomos na crônica acima, salvo, é claro, se ocorrer algum erro nessas determinações a serem realizadas de ordem numérica, de leitura de peso e/ou volume desses objetos.

4.1.7- Crônica *Agitações Noturnas...*

Apresentação

É praticamente impossível para o professor conseguir imaginar quais as construções mentais realizadas pelos alunos quando esses travam contato com algo novo ou algo que exija certo nível de abstração para o entendimento e compreensão, como no caso das transformações da matéria, alvo de estudo da Química. Utilizar as associações que os alunos eventualmente façam pode ser um caminho no qual o professor, principalmente o de Química, trilhe com o objetivo de aproximar o conteúdo químico da vivência do aluno e imprimir-lhe significado.

Equilíbrio, mais especificamente equilíbrio químico, ocupa uma posição de destaque dentro da Química, pois a grande maioria das transformações químicas se processa nessa condição: reagentes podendo se transformar em produtos concomitantemente com a formação dos reagentes a partir dos produtos, em um processo ditado por grandezas termodinâmicas e cinéticas.

Quando se fala de equilíbrio, qual imagem vem à mente dos alunos? A própria palavra *equilíbrio* nos remete à imagem de uma balança, com seus pratos em situação de equilíbrio. Essa imagem é adequada para a compreensão do Equilíbrio Estático, assim como muitas outras imagens podem ser associadas a tal equilíbrio. Porém, tal imagem é insuficiente para o entendimento do Equilíbrio Dinâmico, conceito necessário para o entendimento das transformações da matéria.

Diálogos, fome, leite, pó de chocolate e aquecimento... Será possível criar situações onde os alunos possam compreender o Equilíbrio Dinâmico com esses ingredientes? A crônica *Agitações Noturnas* responderá isso a você!

Agitações Noturnas

Já tarde da noite, o sentimento de vazio começa a tomar conta de Silas. Sentado na cama, ele começa a lembrar o que existe na geladeira para petiscar. Seu irmão mais velho, Silvério, de férias da faculdade, começa a dar tapas em si mesmo, na região dos ouvidos.

- O que é isso, Silvério? – pergunta Silas.

- Não acredito que eles não estejam em você! – responde Silvério, meio irritado.

- Eles quem?

- Os pernilongos! Assim que pego no sono, esses insetos vêm e ficam zumbindo nos meus ouvidos. Picaram até minha cara!

- Não há nada em mim, não. Acredito que os pernilongos gostam mesmo é de você! Lembra que quando éramos menores, você sempre me zoava, dizendo que era muito mais bonito que eu?

- Sim, claro que lembro. E sou muito mais esbelto que você... – diz Silvério, se vangloriando.

- Ao menos os pernilongos te acham maravilhoso! Agora agüente as conseqüências de ser lindão... hahahaha!

- Pare com esse papo mole e me ajude a espantá-los – diz Silvério.

- Posso até te ajudar – responde Silas – mas só depois que eu comer alguma coisa.

- Comer? Agora? Nessa hora da madrugada?

- Sim, oras... Estômago não tem relógio! – responde categoricamente Silas.

- O que você está pensando em comer?

- Não sei... Vamos até a geladeira para ver.

- Vamos. – concorda Silvério.

Os dois irmãos descem as escadas correndo, na disputa de quem chega primeiro à cozinha. Silvério chega à frente e abre a geladeira para conferir:

- Vejamos: água, suco, tomates, pizza de ontem e leite.

- Pensando bem, vou ficar só com o leite mesmo... – diz Silas, meio decepcionado.

- Vou lhe fazer companhia: beberei leite também! Só que preparo o meu leite sempre quente.

- Sai fora! Leite quente? Nem passo perto! Leite, para mim, só gelado! – atesta Silas.

Enquanto decidiam como fazer o leite, na maior discrição para não acordar os pais e sua irmã mais velha, Silvânia, que estavam dormindo, os rapazes continuavam a conversar:

- Já que você gosta de tomar leite quente e eu gosto de beber leite gelado, faço um desafio: vamos ver quem prepara o leite sem deixar sobrar chocolate em pó no fundo do copo?

- Eu aceito o desafio! – responde Silvério.

Para tanto, pegaram a balança de cozinha que a mãe sempre usava para preparar os bolos e doces que fazia para vender. A mesma massa de chocolate em pó foi pesada em duas vezes, para que Silas e Silvério tivessem a mesma massa de chocolate em pó a ser dissolvida e para que o resultado pudesse ser comparado. Mediram também o mesmo volume de leite que iam utilizar.

O duelo começou. Silas se debruçou sobre seu copo de leite gelado, transferindo quantitativamente toda a massa de chocolate em pó e agitando vigorosamente sua solução láctea. Depois de um tempo agitando, notou que todo o chocolate em pó havia se dissolvido. Já com o resultado de seu feito, começou a se gabar e a tirar sarro de Silvério:

- Olha só... foi acordado pelos pernilongos e não queria vir comer algo. Só para me acompanhar, ou imitar, acabou descendo para tomar leite... e ainda perde o desafio!

Silvério, calmamente, pegou um dos bules no armário, verteu o volume de leite e começou a esquentá-lo, juntamente com a massa de chocolate em pó que havia separado, agitando levemente. Depois de alguns minutos, retirou o bule do fogo e colocou a mistura de leite e chocolate em pó no copo.

Com ambos os copos prontos, imediatamente os dois irmãos começam a beber o leite que prepararam. Silas, no entanto, começa a notar que vestígios de chocolate em pó começam a sobrar no fundo do seu copo... Mesmo que ele agitasse a solução, não havia mais dissolução.



Logo Silvério percebeu que estava sobrando chocolate em pó no fundo do copo do irmão e lhe perguntou:

- Estranho... Está sobrando chocolate em seu copo?

- É, está. – afirma Silas.

- Agora a pouco você estava brincando comigo, não estava? Veja: você perdeu o desafio!

- Tenho que admitir que perdi o duelo, porque não adiantou nada eu ficar agitando o leite para ver se dissolvia mais.

- Como você foi ingênuo, Silas... Você pensou que eu iria topar um desafio, nessa hora da madrugada, para perder?

Silas não falava nada, visivelmente abatido.

- Já que estamos acordados, vamos papear mais um pouco.

- Tudo bem, diz Silas.

- Tenho certeza que você não entendeu o porquê de ter dissolvido todo o chocolate em pó em meu copo de leite e ter sobrado achocolatado em seu copo.

- Realmente eu não entendi. Nós colocamos a mesma quantidade de chocolate em pó e mesmo assim, sobrou um pouco no meu copo!

- É, e a quantidade de leite também era a mesma – atesta Silvério.

- Hum, será que não agitei direito?

- Você quase quebrou o copo de tanto que bateu a colher nele para agitar seu leite! Você é, praticamente, um liquidificador humano!

- Haha, pare com isso! – ria Silas de si mesmo.

- Verdade!

- A diferença entre os dois modos de preparo está no fato de que eu gosto de leite gelado e você, de leite quente! Só isso.

- E é exatamente aí que está o detalhe!

- De que maneira? Não estou conseguindo entender.

- Veja bem, a única diferença entre nossos copos de leite, como você disse, está na maneira como o preparamos. Você toma leite gelado e eu, quente. O aumento da temperatura certamente aumenta a solubilidade do achocolatado no leite. Isso não tem que se discutir – afirma Silvério.

- Não sei se acredito, porque uma boa agitação deve ser tão efetiva para que o chocolate em pó se dissolva quanto o aquecimento do leite.

- Justamente ai que está o engano, meu caro!

- Engano? Por quê?

- Quando agitamos para dissolver um soluto, que é o chocolate em pó, no solvente, que é o leite, favorecemos a velocidade com que o soluto, que é o achocolatado, é dissolvido. Quando aquecemos leite, mesmo que sem agitação, a velocidade de dissolução do soluto é muito maior e a solubilidade também passa a ser maior.

- E isso quer dizer que a solubilidade aumenta com o aumento da temperatura!

- É isso que estou dizendo. Nesse caso, é isso que acontece.

- Mas não tínhamos a mesma quantidade de achocolatado?

- Tínhamos sim. Existe certa quantidade máxima de soluto que pode ser dissolvida em um solvente. A concentração de soluto, ou seja, a quantidade de chocolate em pó que se dissolve no leite é proporcional à temperatura, até que se alcança um limite de soluto que pode ser dissolvido. Dizemos que a solução está saturada quando esse limite é alcançado.

- Ah, então é por isso que, mesmo com a mesma massa de chocolate em pó, houve sobras no meu copo, que continha leite gelado?

- Parece que você está entendendo bem o que estou querendo dizer. Se você pegar o bule que acabei de esquentar meu leite, vai ver que dentro do bule existe um pouco de leite e um pouco de chocolate em pó que não se dissolveu.

- Espere... Deixe-me pegá-lo. Realmente está como você falou.

- Se eu demorasse em tomar meu copo de leite, certamente sobraria um pouco de chocolate em pó no fundo do meu copo; porém, em uma quantidade bem menor daquela que sobrou no seu.

- Agora estou confuso! Você acabou de me dizer que o pó de chocolate se dissolvia mais facilmente no leite quando o leite era aquecido e agora vem me dizer que se o seu copo de leite esfriasse, sobraria um pouco de pó de chocolate no fundo de copo?

- Foi isso que eu disse.

- E eu ganharia o desafio?

- Talvez...

- Caramba! Foi por isso que você não esperou nem um tempinho para tomar o leite, não é? Seu espertalhão...

- Lógico que não esperei! Tenho cara de bobo, mas não sou!

E caíram na risada!

- De tudo que até agora falamos – comenta Silas – entendo que a temperatura aumenta a solubilidade do soluto no solvente. Explique uma coisinha: por que sobrou pó de chocolate no leite que restou no bule? É só porque a temperatura do leite diminuiu?

- Boa pergunta! Até agora, omiti um detalhe que é extremamente importante para o prosseguimento de nossa conversa. Precisamos entender um pouco sobre Equilíbrio.

- Equilíbrio? – pergunta Silas – Para que preciso aprender sobre Equilíbrio? Não vou aprender a patinar nem fazer *ballet*!

- Deixa de ser besta! O equilíbrio que estou falando é o Equilíbrio Químico!

- Desculpe. Você não se explica!

- Estou tentando!

- E o que esse tal de Equilíbrio Químico explica sobre o chocolate que ficou no bule? – pergunta Silas, com o bule na mão.

- Veja, quando estamos dissolvendo algo, a dissolução ocorre a uma certa velocidade, concorda?

- Concordo.

- Como acabei de te falar, existe uma quantidade máxima de soluto que pode ser dissolvido em um solvente, no nosso caso, o chocolate e o leite, assim como essa dissolução é maior ou menor de acordo com a temperatura.

- Até agora, nenhuma novidade. Você está relacionando o aumento da temperatura do leite e a maior dissolução do chocolate, certo?

- Certo, garoto! E por que não se pode dissolver mais chocolate no leite? – pergunta Silvério.

- Agora você me apertou... Se aumentarmos cada vez mais a temperatura, conseguiremos dissolver mais!

- Vamos extrapolar, então! Se você estivesse certo, poderíamos aumentar a temperatura do leite a 1000 graus Celsius e dissolver todo o pote de chocolate?

- Claro que não. – responde Silas.

- Então me explique.

- Com certeza, não poderíamos dissolver todo o chocolate. Só se aumentarmos o volume do leite, que é o solvente.

- Sim, boa resposta. Só que voltaríamos na questão inicial, não acha?

- Pensando bem, você está certo. Deve haver um limite na quantidade de soluto que se dissolve, que depende da temperatura – responde Silas, sentando-se na cadeira.

- Esse limite que você fala está relacionado com o *equilíbrio*. Quando eu digo “*equilíbrio*”, o que lhe vem à mente? O que você imagina que seja “*equilíbrio*”?

- Ah, sei lá. Penso na gangorra, conforme brincávamos antigamente, tentando nos equilibrar.

- Só isso? – pergunta Silvério.

- Já falei da bailarina... Mas lembro-me também, dos artistas de circo, que se equilibram sobre bolas ou bicicletas.

- Tem também os equilibristas, que andam sobre aquelas cordas, bem devagarinho, para não derrubarem as garrafas...

- Você me fez lembrar – diz Silas – daquelas balanças de peixeiro. Lembra que a gente ia à praia e sempre ficava olhando o pessoal comprar peixe?

Com o olhar distante e depois de um suspiro, Silvério responde:

- É verdade... Claro que lembro. Até parece que o cheiro do mar me vem ao nariz agora...

- Também estou sentindo... – responde Silas, olhando para a mesma direção que Silvério olhava.

Depois de “viajarem” um pouco nos pensamentos, os dois continuam conversando:

- Mas essa história de equilíbrio é interessante mesmo! Você viu quantas situações podemos citar sobre esse assunto? – comenta Silvério.

- Na verdade – responde Silvério -, todas essas situações de equilíbrio que citamos nos lembram de uma situação de *equilíbrio estático*.

- Como assim? – pergunta Silvério.

- Oras, um exemplo de equilíbrio estático é você tentando equilibrar uma vassoura pelo cabo, com apenas um dedo: a partir do momento que a quantidade de massa, em cada lado do apoio de seu dedo, tiver a mesma proporção, a vassoura se equilibra...

Para demonstrar melhor o que queria dizer e com muito cuidado para não acordar seus pais, Silvério pega a vassoura no quintal, equilibrando-a com apenas um dedo.

- Nossa, Silvério! Você deveria trabalhar no circo! Você é um equilibrista nato!

- Sou? Que bacana! Mas o mais importante agora é observar o que significa equilíbrio estático.

- Sim. E o que é?

- Olhando a vassoura aqui você vai entender. O equilíbrio se estabelece e se mantém quando eu não movimento o dedo que apóia a vassoura. Por isso que é estático.

- Estou entendendo – afirma Silas. E existe outro tipo de *equilíbrio*?

- Claro que existe. É o chamado equilíbrio dinâmico, como ocorre na Química.

- Na Química?

- Exato. Na Química, o equilíbrio é uma situação onde os reagentes se transformam em produtos na mesma velocidade em que os produtos se tornam reagentes novamente.

- Como isso é possível? Se os reagentes se tornam produtos na mesma velocidade em que os produtos voltam a ser reagentes, não ocorre transformação alguma!

- Claro que ocorre! Existe uma confusão no que você está dizendo. Você está misturando a velocidade com que as transformações ocorrem com a quantidade de matéria que se torna produto ou que se torna reagente.

- Agora não entendi...

- Preste atenção, Silas: você precisa pensar em *equilíbrio* como equilíbrio dinâmico. Produtos são formados, simultaneamente, com a transformação inversa, que é a formação dos reagentes a partir dos produtos.

Mesmo com as explicações, Silas continua sem entender totalmente o que Silvério quer dizer. Silvério continua:

- Para cada pouquinho de leite, existe um pouquinho de chocolate que pode se dissolver nele. Isso quer dizer que um pouquinho de leite mais um pouquinho de chocolate dão um pouquinho de achocolatado, certo?

- Sim, certo, tanto que podemos ver a cor do leite mudando. Isso quer dizer que a quantidade de leite “sem chocolate” e a quantidade de chocolate em pó diminuíram um pouquinho. Isso vai ocorrer até quando?

- Até quando a quantidade máxima de chocolate que pode ser dissolvida no leite for alcançada, responde Silvério.

- Sei... E tudo isso ocorre a uma certa velocidade, não é?

- Exato. Não podemos esquecer a transformação oposta, inversa, que é a formação do leite livre de chocolate mais o pó do chocolate, a partir do achocolatado. Isso ocorre quando a temperatura é diminuída e se vê claramente pela quantidade de pó de chocolate que sobra no fundo do copo.

As explicações que Silas mostrava eram muito convincentes, faltando apenas uma conclusão a fazer.

- Dessa maneira - continua Silvério – a velocidade com que o achocolatado, que é o produto, se torna o leite e o pó de chocolate, os reagentes, deve ser comparada com a velocidade com que o leite puro mais o pó de chocolate forma achocolatado.

- Agora sim ficou mais fácil, hehe. Basta saber qual dessas velocidades é maior!

- Não apenas isso, mas também é necessário saber que a situação de equilíbrio sempre se estabelece, mesmo quando uma das velocidades for muito superior que a outra, dando-nos a impressão de que somente um dos caminhos da transformação exista: ou só a formação do produto, ou a não formação do produto.

No relógio, quase três e meia da manhã. Mesmo interessado no assunto, Silas não estava agüentando mais o sono.

- Essa história de *equilíbrio* é muito interessante mesmo! Precisamos dormir agora.

- Vamos para a cama! Boa noite!

- Vamos sim, porque estou escutando uns barulhos na casa que não estou gostando... – resmungo Silas.

Nesse momento, Silvânia, a irmã dos dois, aparece na cozinha e lhes diz:

- O que vocês fazem aqui?

Os dois rapazes dão um grito, pelo tamanho susto que levaram. Rapidamente eles voltam para o quarto e tratam de dormir, já saciados.

Conclusão

As definições de equilíbrio estático e equilíbrio dinâmico estão presentes na crônica, mas devem ser aprofundadas pelo professor de Química em suas aulas. Talvez, a melhor forma de aplicação dessa crônica seja justamente com a aula do professor sobre esse assunto. Muitas das dúvidas dos alunos poderão ser sanadas dessa maneira porque a crônica, apesar de explicar esses conceitos, não é auto-suficiente nem substitui a prática docente.

O princípio de Le Chatelier “*quando uma perturbação exterior é aplicada a um sistema em equilíbrio dinâmico, o equilíbrio tende a se ajustar para minimizar o efeito dessa perturbação*” é um dos conceitos chave contidos na crônica. Claro, duas aproximações são feitas: a primeira, que o leite é uma substância pura e não uma mistura e a segunda, que o pó de chocolate (comumente chamado de achocolatado), também é uma substância pura e não uma mistura. Com base nessas aproximações, a influência da temperatura (perturbação externa) na solubilidade do pó de chocolate no leite é uma forma de se explicar o equilíbrio dinâmico e testar o princípio de Le Chatelier, de uma forma simples e fácil de ser compreendida pelos alunos.

Desconsideramos aqui o efeito da pressão e não comentamos como outras formas de perturbação desse sistema em equilíbrio dinâmico (leite mais pó de chocolate, formando achocolatado) poderiam interferir, simplificando o entendimento. Não consideramos também as grandezas termodinâmicas e suas variações (ΔG , ΔH , ΔS) que certamente ocorrem cada vez que o equilíbrio dinâmico é perturbado.

4.1.8- Crônica *Calor pra lá, calor pra cá.*

Apresentação

Alguns dos conceitos químicos mais comumente encontrados no dia-a-dia, como o calor, são quase sempre tratados nas aulas de Química ou Física de maneira quantitativa. Entendemos que o tratamento desse conteúdo específico (calor) seja válido se acompanhado de um tratamento qualitativo, ou seja, de um tratamento que privilegie os conhecimentos que os alunos já possuem, mesmo que ainda não saibam localizá-lo em suas vidas.

Assim, tratar de calor, de equilíbrio térmico, diferenciar calor de temperatura (afirmação do senso comum de que são a mesma coisa), além de utilizar diversos objetos comuns para explicar a maior ou menor transferência de calor entre esses objetos com o olhar voltado em suas propriedades e características, é um desafio para o ensino desse conteúdo. Um material que contivesse estes tratamentos qualitativos, e que levasse em consideração o cotidiano e a vivência do aluno, seria muito interessante para o professor de Química preocupado em proporcionar a seus alunos um melhor entendimento e compreensão de tal conteúdo.

Calor pra lá, calor pra cá

Silvânia, que havia chegado de sua viagem com Arnaldo à praia no dia anterior, não dormira nada. Seus irmãos, Silas e Silvério, tiraram-lhe o sono devido aos barulhos na cozinha e conversas na madrugada.

As discussões que os dois tiveram a respeito de equilíbrio ficaram em sua mente, a ponto de ela perguntar a si mesma, quando já estava novamente deitada em sua cama, esperando o dia amanhecer:

- Meus irmãos falavam de equilíbrio estático e equilíbrio dinâmico. Mas não comentaram nada a respeito da temperatura... O que é a temperatura, de fato?

Virando-se para o lado, tratou de se cobrir, dizendo:

- Estou com frio! Deixe-me pegar uma dessas colchas de retalhos para me aquecer...

No mesmo instante, veio-lhe o pensamento:

- Espera aí! Essa colcha não me esquenta coisa nenhuma! O papel dela é não deixar que o calor do meu corpo saia de mim para o ambiente!

Sabendo que a temperatura do corpo humano está em torno de 37°C, Silvânia disse a si mesma:

- Com certeza a temperatura ambiente é menor do que 37°C. Quando eu estava na estrada, com meu carro quebrado, esperando ajuda, sentia muito calor; se eu sentia o calor do ambiente, a temperatura do ambiente era mais alta que a do meu corpo.

Com esses pensamentos, Silvânia conclui:

- Há, então, uma tendência de saída de calor de um corpo mais quente para um corpo mais frio, ou seja, uma tendência ao equilíbrio térmico.

Já com sono, acabou por dormir em meio aos pensamentos. Na manhã seguinte, dona Cândida chamou a filha logo de manhã:

- Filha, levante! Seu pai já ordenhou a Formosa. Venha tomar seu leite com café.

Nem podendo ouvir falar sobre leite com café, leite com pó de chocolate, leite com nada (...) de tanto sono, ela responde:

- Só mais dois minutos!

Passada meia hora desde a resposta de Silvânia, dona Cândida entrou em seu quarto, já abrindo a janela e retirando a colcha que cobria sua filha. Somente depois dessa atitude é que Silvânia saiu da cama, forçadamente, é claro.

Já com a janela aberta e com o sol radiante no céu, Silvânia vai até a porta da cozinha, procurando um lugar para se esquentar. Sentando-se num dos degraus da escadinha que havia ali, ela espera seu copo de leite com café. Dona Cândida lhe traz o copo e logo Silvânia diz:

- Esse leite está quente demais!

Correndo para a pia, Silvânia trata de esfriar seu copo na água corrente. Como ela terminou o curso de culinária e até conheceu o *chef* Fukuda, o almoço seria por sua conta. O que ela não esperava é que Arnaldo viria para o almoço...

De repente, Silvânia olhou para a estrada que cortava a fazenda e viu o carro de Arnaldo lá no horizonte, aproximando-se de sua casa. Rapidamente, ela correu para dentro, para se trocar e esperá-lo.

- Bom dia! – diz Arnaldo a seu Geraldo.
- Bom dia! Quer algo da vaquinha Formosa hoje?
- Não, hoje não – diz Arnaldo, rindo.
- Vamos entrar! Quer café?
- Ah, sim, aceito. Se possível, leite com café.

Quando os dois entram na cozinha, Silvânia estava chegando também, vindo da sala. Recepcionando o namorado e servindo-lhe o copo de leite com café, eles começaram a conversar:

- Você gosta de leite com café?
- Gosto sim – responde Arnaldo.
- Que legal! Eu também gosto! Ainda mais se o leite estiver quente.
- Sim! Uma coisa que eu acho interessante é o que as mães fazem ao preparar o leite para as crianças, sentindo a temperatura nas mãos, quase na altura dos pulsos.
- É que essa região é bem sensível – responde dona Cândida.

Depois de pensar um pouco, Silvânia fala:

- Será que temperatura é uma sensação, apenas?
- Convém pensarmos sobre isso – responde Arnaldo, que bebia o leite.
- Nessa madrugada, eu pensava sobre equilíbrio térmico e sobre temperatura.

- Sei. Só que podemos pensar em quente e frio como se fossem apenas sensações que sentimos.

- Sensação depende de nossos sentidos. É como a sensação de frio que estava nessa noite – diz Silvânia.

- Na verdade, era você mesma que perdia calor para o ambiente que estava mais frio. E o calor pode ser considerado energia. Muitas vezes, as pessoas associam temperatura à sensação de transferência de calor entre um corpo mais quente para um corpo mais frio – diz Arnaldo, próximo da pia.

Silvânia pede a Arnaldo:

- Voltando a falar de temperatura, acenda o forno para mim?

- Pronto! Forno aceso.

- Como eu estava falando, quando existe uma diferença de temperatura, o calor é transferido do sistema de temperatura maior para o sistema de temperatura menor, até atingir um novo equilíbrio térmico. E o forno? Está esquentando bem?

- Estou sentindo o calor do forno sendo transferido para minhas pernas, que estão próximas dele...

- Você pretende ficar aí, esperando que o equilíbrio térmico se estabeleça? – pergunta Silvânia, rindo do namorado.

- Isso quer dizer que minhas pernas aquecerão até atingir a temperatura do forno... Já estou saindo fora! – diz Arnaldo, dando um salto para frente.

Nisso, Silas e Silvério chegam à cozinha. Logo, começam a perguntar o que Silvânia iria preparar no almoço. Guardando segredo, ela tratou de despistar seus irmãos. Quando eles já estavam saindo da cozinha ela lhes disse:

- Vocês estavam com muita fome ontem à noite, não estavam?

- Nós estávamos.

- E o desafio que vocês fizeram? Não acredito que vocês tiveram toda aquela discussão a respeito de equilíbrio estático e dinâmico naquela hora da madrugada!

- Você escutou tudo? – pergunta Silas.

- Claro que escutei! Vocês até me deram umas idéias bem legais a respeito de equilíbrio.

- Quais idéias? - pergunta Silvério.

- Sobre o que significa temperatura e o que é equilíbrio térmico – responde ela.

Silas fala-lhes:

- Calor, temperatura... Para mim, é tudo a mesma coisa!
- Não é não! - responde Arnaldo.
- E como você pode me mostrar o que você fala? – provoca Silas

Naquele mesmo instante, Arnaldo pede uma vasilha com água e a coloca no fogo. Depois de alguns minutos, a água de dentro da vasilha começa a ferver, a entrar em ebulição. Virando-se para Silas, Arnaldo pergunta:

- Qual a temperatura de ebulição da água?
- Essa é fácil – responde o rapaz. É aproximadamente 100°C!
- Parabéns! Você pode ver que o fogo continua aceso e a água está fervendo. Qual a temperatura dessa água líquida aqui na vasilha?

Coçando a cabeça e com dúvida, Silas arrisca uma resposta:

- Deve ser maior que 100°C...
- É aí que você se engana! Se a água ferve a 100°C, ou seja, passa a vapor nessa temperatura, não deve haver água líquida em temperatura superior ao seu ponto de ebulição.
- Então essa água se encontra a 100°C? – pergunta Silvério, se interessando ao assunto.

Arnaldo responde aos dois:

- A água líquida está a 100°C.

Os dois ainda não tinham entendido.

- O calor que o fogo continua a fornecer à água não faz a temperatura da água líquida aumentar. Portanto, calor e temperatura não são a mesma coisa – diz Arnaldo.

- Agora entendi! – diz Silas a Arnaldo. Só que tem outro problema: você aqueceu essa vasilha com esse tanto de água até a ebulição... Com essa mesma quantidade de calor, você aqueceria uma caixa de água, cheia, até a ebulição?

- Claro que não – responde Silvânia. Iríamos precisar de muito mais calor para elevar a temperatura de tanta água!

Arnaldo conclui daí:

- Por isso que a temperatura é proporcional ao calor. E tem mais: cada substância necessita de certa quantidade de calor para ter sua temperatura elevada em um grau. Portanto, podemos relacionar o calor fornecido a uma massa utilizando a variação de temperatura sofrida.

Naquele instante, Silas e Silvério viram o bule com leite sobre o fogão, que foi utilizada por dona Cândida para aquecer o leite para sua filha e para Arnaldo. O leite ainda estava quente, portanto.

Silvério buscou no armário duas canecas: uma para si e outra seu irmão. Uma das canecas era plástica e a outra era uma canequinha de alumínio, estimada por Silvério desde criança.

Depois de colocar o leite em ambos os copos, Silas tratou de pegar sua caneca para esfriar o leite, já que não gostava de leite quente, enquanto Silvério pegou sua canequinha na mão...

- Caramba! Esse leite está fervendo! – exclama Silvério, quase queimando sua mão na caneca e devolvendo-a a pia, rapidamente.

- Veja que engraçado... Minha caneca não está quente – diz Silas.

- Só que a sua caneca é de plástico e a minha é de alumínio! – exclama Silvério ao irmão.

Virando-se para Silvério, Silas disse-lhe:

- Será que você não percebeu? O Arnaldo acabou de nos falar sobre o fato de que substâncias diferentes necessitam de quantidades diferentes de calor para aquecerem o mesmo tanto!

Silvânia intervém:

- O leite, que está na mesma temperatura em ambas as canecas, deveria aquecê-las igualmente... Mas elas são feitas de materiais diferentes. A caneca de Silvério é de alumínio, que é um

bom condutor de calor, enquanto a caneca de Silas é de plástico, que não conduz tão bem o calor quanto o alumínio.

- Todo material tem uma propriedade conhecida como *calor específico*, que significa que o material, de acordo com sua condutividade térmica, ao receber certa quantidade de calor, terá sua temperatura aumentada em um grau. Claro que materiais diferentes necessitarão de quantidades diferentes de calor para ter a temperatura aumentada em um grau, se comparados entre si – diz Arnaldo.

- Como assim? – pergunta Silas.

- É simples de entender: precisamos fornecer menos calor para elevar a temperatura do alumínio em um grau do que, comparativamente, precisaríamos fornecer para elevar a temperatura em um grau de uma caneca plástica, por exemplo.

- Ah sim! Acabamos de presenciar isso! – diz Silvério. Para completar esse pensamento, se fornecermos a mesma quantidade de calor para dois materiais que possuem *calores específicos* diferentes, o que possuir menor calor específico terá sua temperatura maior que o material de maior calor específico, não é?

- Sim, isso mesmo – diz Arnaldo.

- Então foi por isso que quase queimei minha mão na caneca de alumínio? – pergunta Silvério.

- Sim – responde Arnaldo.

- Hum... Minha canequinha preferida... De hoje em diante, só beberei líquidos gelados em você...

Os quatro começaram a rir da expressão de Silvério ao dizer essas palavras olhando para a caneca.

- O calor específico de determinado material não muda com a alteração da temperatura, mas só com a mudança de estado do material... Ao colocar uma bebida gelada em sua canequinha, você também sentirá o efeito do calor específico do alumínio – diz Arnaldo.

Silas, que já havia terminado de beber seu leite, disse-lhes:

- Vou buscar uma garrafa de água gelada na geladeira.

Voltando com a garrafa nas mãos, ele coloca um pouco da água gelada em ambas as canecas: na sua e na de seu irmão. E prossegue dizendo:

- Com uma caneca de plástico, não percebo o gelado da água tanto quanto o percebo na caneca de alumínio.

Arnaldo diz aos rapazes:

- Sim, é isso mesmo. O calor específico, tanto do alumínio quanto do plástico, não muda com a temperatura.

Silvério, que era o mais quieto entre eles, diz:

- E a temperatura? Mede o quê, afinal?

- Na verdade, a gente tem que observar as *diferenças de temperatura*, justamente porque essas diferenças é que nos mostram se há e para onde há a transferência de calor entre dois corpos quaisquer – responde Silvânia.

- E será que o átomo sente calor? – pergunta Silas.

- Deixe de ser bobo, rapaz! – diz Silvério ao irmão. Claro que não sentem calor! Os átomos não têm sentimentos como a gente tem!

- É uma boa pergunta... Podemos pensar assim: quando se fornece energia térmica para uma substância, são os átomos ou as moléculas que são aquecidas. Esse aquecimento faz com que esses átomos ou moléculas vibrem mais – diz Silvânia.

- Agora, por que vocês não vão colocar comida para o Oliver? (Oliver era o gatinho que eles tinham) – sugere Arnaldo.

- Sim, estamos indo! – dizem os rapazes, que saem correndo para a varanda da casa, atrás do Oliver.

Disfarçadamente, Silas e Silvério pegam diversos sacos de lixo juntamente com o pacote de ração do Oliver. Depois de colocarem comida para o faminto animalzinho, os dois irmãos enchem os quatro sacos de lixo com a própria boca e os fecham com um nó, formando um balão improvisado. Amarrando cada um deles a um fio de barbante, Silas e Silvério colocam os balões no telhado da casa.



Aquele dia estava bem quente, com o sol mostrando toda sua força. Naquela hora da manhã, a temperatura batia os 31°C!

Próximo ao meio dia, eles voltam para a cozinha. Silas, o mais falante, chama Arnaldo para o quintal:

- Veja, Arnaldo! Olhe nossos balões!

Arnaldo vê os sacos de lixo cheios de ar flutuando, presos somente pelo barbante.

- O que vocês fizeram? – pergunta Arnaldo.

- Só enchemos esses sacos com ar e os deixamos ao sol – responde Silvério, rindo.

- Hahaha! Que interessante! Agora há pouco, falávamos do fornecimento de energia térmica para os átomos e moléculas. O sol forneceu calor para as moléculas que constituem essa mistura que é o ar, e o ar de dentro do saco de lixo se expandiu, inflando o balão.

- Como assim? – pergunta Silas a Arnaldo, enquanto apertava um dos balões com as mãos.

Nesse instante, Silvânia vem para o quintal e vê os três conversando. Como já ouvia o que eles falavam lá da cozinha, comentou:

- Os átomos ou moléculas que constituem o ar ganharam calor do sol, o que fez essas moléculas se movimentarem muito mais, tendendo a ocupar um volume maior do que o anterior. Por isso o balão parece estar mais cheio quando aquecido pelo sol, apesar de possuir a mesma quantidade de ar de quando ele está frio, longe do sol – diz Silvânia.

- Traduzindo: as moléculas ganharam energia cinética e há mudança na densidade do ar – completa Arnaldo.

- Só para ver se eu entendi direito: a energia térmica fornecida causa aumento da temperatura. E o aumento da temperatura é representado pela maior energia cinética dos átomos? – pergunta Silvério a Arnaldo.

- Sim, – responde ele a Silvério – e como o ar quente é menos denso que o ar frio, a tendência é que o ar quente suba e o ar frio desça na atmosfera. Se você soltar seu balão com o ar aquecido, fatalmente ele subirá, assim como será levado pelo vento.

- Isso a gente já sabe porque a gente já o fez na prática, não é Silas? – pergunta Silvério.

Silas finge que a conversa não é com ele, disfarçando com uma risada de canto de boca.

Os dois perguntam ao casal:

- E o que vocês estão preparando para o almoço?

- Surpresa! Surpresa! É uma receita que o *chef* Fukuda ensinou para mim – diz Silvânia.

- E com a ajuda de seu assistente! – exclama Arnaldo.

Os dois namorados riem. Como Silas e Silvério não sabem do que eles estão rindo, acabam rindo junto e se contentam em esperar o almoço na varanda, enquanto vêem seus balões flutuando e sendo agitados pelo vento...

Conclusão

Em algumas crônicas a temperatura está sendo continuamente utilizada, mas sem uma maior atenção para aquilo que representa ou para um aprofundamento no sentido de se ter uma definição.

Na crônica *Calor pra cá, calor pra lá*, objetivamos mostrar a diferença existente entre calor e temperatura, pois muitas vezes a sensação (algo relativo a algum sentido) é quem acaba por ser a responsável pela confusão. Ao aquecer certa quantidade de água ao fogo, fornecemos calor a essa vasilha (que por sua vez fornece calor à água nela contida) até o momento em que a água começa a evaporar de maneira apreciável. Mantendo o fornecimento de calor, a água entra em ebulição, com o termômetro registrando 100°C. Se continuarmos a fornecer calor, a água líquida continuará a absorver calor, mas não passará de 100°C; todo o

calor fornecido será responsável pela mudança de estado de agregação, de líquido para vapor. Omitimos os diagramas de fase que facilitariam, por um lado, o entendimento desse conceito, mas que seriam avançados demais para o Ensino Médio.

As trocas de calor entre as substâncias e materiais são demonstradas com alguns exemplos, que visam auxiliar o professor de Química a contextualizar os conteúdos químicos, além de permitir uma discussão muito saudável desse conceito: Para onde o calor vai? Se o calor sai de um *lado* e vai para o outro, e pode também fazer o caminho inverso, será que o calor não vai para *lado* nenhum? A temperatura, então, mede o quê? Essas são algumas sugestões para o professor dirigir a discussão junto sua sala de aula.

O conceito de calor específico, por sua vez, é mais fácil de ser ensinado e entendido, assim como as diversas situações de contextualização presentes na crônica facilitam tal compreensão. Mesmo assim, a crônica não deve ser entendida como a única fonte de consulta do aluno, muito menos ser utilizada dessa maneira pelo professor de Química.

4.1.9- Crônica *Escritos ocultos*

Apresentação

A utilização de *tintas invisíveis* foi uma prática muito comum entre agentes secretos, como também em situações de guerra, onde informações importantes deviam ser transportadas e enviadas a determinadas cabeças pensantes ou ainda como uma maneira que os prisioneiros de guerra tinham para descrever os horrores de uma prisão, confinamento ou campo de concentração.

Entre as brincadeiras de meninos, há o desejo de conhecer alguma forma de escrever de maneira oculta, que somente alguém especial saiba o que está escrito. Hoje em dia, algumas *tintas invisíveis* podem facilmente ser produzidas em casa com materiais muito simples encontrados no cotidiano. Uma *tinta invisível* pode ser preparada e ainda servir de discussão sobre combustão de compostos orgânicos, como na crônica a seguir.

Escritos ocultos

No salão de embarque do aeroporto internacional, Flora abraça Ramon dizendo:

- Desejo a você uma excelente viagem a Madri, meu amor!
- Obrigado. Posso dizer, desde já, que sentirei muito sua falta.

E pudera. Flora e Ramon começaram a namorar há pouco tempo e agora, Ramon estava indo para a Europa, em um intercâmbio escolar. Longos seis meses separariam o casal...

- Prometo mandar cartas a você, todas as semanas em que eu estiver em Madri.
- Vou esperá-las e, assim que você me enviar a primeira delas com seu endereço fixo, mandarei cartas também – diz Flora.

E assim combinaram. A carta era o método mais seguro e eficaz de conversação entre os dois, pois o acesso à internet por parte de Ramon seria imprevisível, enquanto que Flora ainda não tinha comprado seu computador.

Depois do embarque de Ramon, Flora, visivelmente abatida, dizia à sua mãe:

- Estou insegura, mãe!

- Fique tranqüila, minha filha. Se Flora realmente gosta de você, continuará gostando. A distância entre vocês só fará com que o sentimento que vocês têm um pelo outro aumente.

Depois dessas palavras de sua mãe, Flora se acalmou. Passada mais de uma semana da viagem de Ramon à Madri, na Espanha, Flora aguardava ansiosamente sua carta. À tarde, naquele dia, a carta de Ramon chegou e Flora pulava de alegria!

Ao abrir a carta, porém, teve uma tremenda decepção: os papéis que compunham a carta estavam em branco, com um leve odor cítrico... Imediatamente, Flora escreveu sua carta e a enviou ao namorado.

Eis a carta:

*“Oi, meu amor, tudo bem? Espero que sim.
Como está a vida aí em Madri? Está se adaptando à escola?
Recebi sua carta e por incrível que pareça, ela estava em branco. Gostaria de ter notícias de você.
Por aqui, está tudo bem. A professora Juliana continua sendo bem rigorosa nas provas, mas nada diferente do que ela já era enquanto você estava por aqui...”*

Estou com muita saudade! (ah, adorei seu perfume novo; é bem cítrico, né?)

Beijos,

Flora”

De sua casa em Madri, Ramon recebeu a carta de Flora na semana seguinte, muito feliz. Na verdade, Ramon não era nem um pouco convencional em suas atitudes. Ao invés de escrever com seu próprio punho, ele escreveu a primeira carta com uma *tinta invisível*, utilizando um pincel.

Sem titubear, ele escreve uma nova carta, contando de seus dias e todas as novidades, agora com caneta convencional, mas enviando um papel escrito com sua *tinta invisível*.

- Ele deve estar brincando comigo! – dizia Flora à sua mãe, indignada com a carta em mãos.
- Eu acredito que esteja mesmo, dizia a mãe de Flora.
- Mas não vou deixar barato dessa vez! – diz Flora, fora de si.

Assim ela escreve ao namorado:

“Oi Ramon.

Você está bem? Porque eu estou muito brava com você. Que história é essa de ficar me mandando folhas em branco, apenas com seu novo perfume cítrico? Está pensando o quê? Você não quer mais falar comigo? É isso? Se a próxima carta vier dessa maneira, juro que coloco fogo em tudo, seu miserável!

Flora”

Ao receber a carta de Flora, Ramon riu muito. Aproximar as cartas de uma fonte de calor! Era exatamente o que Ramon queria que Flora fizesse. Enviou-lhe, então, outra carta escrita com sua tinta invisível...

Quando Flora recebeu a terceira carta enviada por Ramon, já fazia aproximadamente um mês e meio que Ramon estava em Madri. Na terceira carta, além de várias folhas de sulfite, Ramon apenas escreve com caneta esferográfica na primeira folha:

- “Duvido que você queimará essas cartas...”

Flora, ao ler o que seu namorado havia escrito, fica em estado de choque. Rapidamente, tudo aquilo que os dois haviam vivido passou como um *flash* em seu pensamento. Seria, realmente, o fim?

Em meio a lágrimas, Flora prepara o fogo, acendendo uma vela... Naquele momento, sua mãe lhe chama para fazer algo na cozinha, mas ela não a atende. Vendo que a filha não atendeu, dona Núbia vai até seu quarto, onde Flora se encontrava, sentada ao chão, com a vela acesa e as cartas na mão:

- O que você vai fazer, minha filha?

- Bem que eu temia, mãe... Ramon não pensa mais em mim. Ele nem me escreve! Só fica tirando sarro, mandando cartas em branco. Quer saber, vou queimá-las! Todas! – diz Flora à mãe, aproximando os papéis à chama.

- Não faça isso, minha filha!

Flora não tinha coragem para queimar as cartas. Estava muito nervosa e chorando. Portanto, ficava com as cartas nas mãos, próximo à chama da vela, mas sem deixar que nada se queimasse.



Nisso, dona Núbia vê algo suspeito nos papéis e alerta a filha:

- Olhe para os papéis!

Flora olha para os papéis e vê uns escritos como manchas marrons.

- O que é isso?

- Não sei, filha... Também estou curiosa para saber. Não queime nada até que você descubra o que é.

Uma a uma, as folhas de papel foram sendo reveladas na chama e tudo o que Ramon escreveu a Flora aparece. Ele escreveu nas diversas folhas que compunham a terceira carta:

“Oi amor.

Eu estou bem sim, graças a Deus. Estudando muito, pois o ensino aqui na Espanha é diferente do que estamos acostumados.

Você deveria saber que gosto de ser diferente! Estou escrevendo cartas a você, contando da minha vida, mas acho que você não está conseguindo ler nada, hehe...

Portanto, aqueça esses papéis e salve a Química!

Beijos, com muita saudade!

Ramon”

- Veja, mãe! Ramon não se esqueceu de mim! Olha só! E todo esse tempo eu achando que ele estava tirando sarro de mim! Ele é mesmo um safadinho!

Dona Núbia ri da expressão de sua filha e pergunta:

- O que você fez para conseguir ler essas cartas?

- Nada de especial. Apenas as aproximei da chama da vela.

- Só isso?

- Só, mãe! Eu havia te contado que as cartas sempre chegavam com um odor cítrico, parecido com limão?

- Falou sim. E só pode ser!

Flora olhou surpresa para a mãe, sem entender nada. Dona Núbia explica:

- O que Ramon fez foi escrever com uma *tinta invisível*, que é revelada só por aquecimento!

- E por que é revelada por aquecimento? – pergunta Flora à sua mãe.

- Ah, filha. O suco de limão apresenta compostos orgânicos, que são voláteis e inflamáveis.

- Hum, e daí?

- Quando próximos a uma fonte de calor e na presença de oxigênio atmosférico, esses compostos sofrem combustão.

- Tudo bem, mãe, eu entendo. Só que os produtos da combustão são apenas água e CO₂! Como esses produtos registrariam cada uma dessas folhas?

- Agora não sei, mas deve ser por aí mesmo, filha... Acabe de ler suas cartas e venha me ajudar, certo?

Flora havia ficado com uma dúvida daquelas! Como as cartas foram escritas? O que ficou registrado no papel? Já mais tranqüila, resolveu ajudar sua mãe e dormir em seguida, feliz da vida!

No dia seguinte, na escola, Flora contava para suas amigas o que seu namorado havia feito:

- Exatamente, Brígida! Quando eu ia queimar as cartas, minha mãe viu que elas estavam escritas. Foi quando eu as aproximei do fogo que apareceram as letras e pude ver que ele sempre me escrevia!

- Nossa! Mas seu namorado é muito inteligente! – comentava Joelma.

- E você não sabe como ele fez isso? – diz Brígida a Flora.

- Ainda não. Ontem, eu conversava com minha mãe e não chegamos a nenhuma resposta.

- Também nem imaginamos como ele fez isso... – respondem as duas amigas, desprezando Flora por terem inveja de seu namoro.

Chegada a hora do almoço, Flora foi para a casa. No caminho, viu uma enorme nuvem de fumaça e fuligem que se levantava do sul e vinha em direção à cidade, trazida pelo vento. Disse consigo mesma:

- Deixe-me correr para a casa e avisar minha mãe! É já que os ciscos começam a cair e sujarão toda a roupa que está no varal nesse horário.

Rapidamente Flora chega a sua casa e encontra sua mãe recolhendo as roupas do varal.

- Oi mãe. Era exatamente isso que eu ia fazer ao chegar aqui. Você viu a nuvem de fuligem que o vento está trazendo para a cidade?

- Vi sim, filha! Essas queimadas nos canaviais...

Enquanto sua mãe ainda falava, Flora se lembra do assunto das cartas (se é que esse assunto lhe saiu da cabeça desde o dia anterior) e de toda a conversa sobre combustão. Logo diz a dona Núbia:

- Mãe! Se toda a matéria orgânica queimasse completamente, não haveria fuligem, não acha?
- É verdade, filha! Então, se há fuligem, deve haver combustão incompleta!
- Sim! E a combustão incompleta gera compostos de carbono não totalmente oxidados, que podem ser impregnados em alguns materiais, assim como a fuligem suja a roupa!
- Você não deve estar pensando o que estou pensando!
- Estou sim, mãe! Estou sim! Compostos orgânicos do suco de limão, ao sofrerem aquecimento e posterior combustão - incompleta, por sinal - podem ter impregnado as folhas de papel com a fuligem que sobrou da combustão!
- Como em suas cartas! Mas Ramon é realmente esperto, viu! – exclama dona Núbia à filha!
- Ele me escreveu com compostos orgânicos que não se oxidaram totalmente a CO_2 . É por isso que, na última carta, Ramon me pedia para aquecer todas as cartas que ele havia mandado desde Madri! Desvendado o segredo de Ramon, Flora só pensava em uma maneira de escrever ao namorado, utilizando *tinta invisível* também, é claro!

Conclusão

A *tinta invisível* à base de suco de limão deve ser preparada diluindo-se o suco de um limão fresco em um pouco de água pura. Escreve-se em um papel com um pincel, cotonete ou outro objeto que proporcione legibilidade na escrita.

A combustão incompleta de compostos orgânicos (entenda-se combustão incompleta como a oxidação parcial desses compostos, gerando resíduos, monóxido de carbono e energia, ao invés de apenas água e dióxido de carbono, produtos da combustão completa, além de energia) é a responsável pela revelação no papel.

Não consideramos, a princípio, o possível acúmulo de fuligem no papel da carta devido à combustão incompleta da parafina, constituinte da vela; apenas consideramos que os compostos orgânicos inflamáveis presentes no suco de limão sofreram combustão incompleta quando o papel que o continha foi aproximado da chama. A revelação da tinta invisível à base de suco de limão, portanto, ocorre dessa maneira.

Outras variações na revelação dessa tinta invisível podem ser feitas, utilizando-se um ferro de passar já aquecido, uma lâmpada de alta intensidade (e que emita calor), com resultados muito bons. A revelação feita utilizando-se um ferro de passar é a que oferece o melhor resultado quanto à legibilidade do escrito e é feita passando-se a folha com a tinta invisível seca quando o ferro já estiver aquecido. Recomendamos muito cuidado na revelação dessa tinta invisível, pois envolve fogo, no caso da vela, e objetos quentes, como a lâmpada e o ferro de passar.

Essa crônica pode ser utilizada pelos professores de Química antes de suas aulas de Química Orgânica, onde se destaca a combustão desses compostos, tanto a completa quanto a incompleta, principalmente. Toda a discussão sobre como o suco de limão serve de *tinta* pode ser posterior à leitura da crônica pelos alunos, mesmo que na própria crônica já se fale um pouco sobre esse assunto, de maneira muito superficial e apenas introdutória.

4.1.10- Crônica *Escritos ocultos – a resposta de Flora*

Apresentação

A nomenclatura química está presente na vida das pessoas e na sociedade contemporânea. Portanto, a possibilidade de interpretação e associações das mais diversas pode ocorrer sem muita dificuldade. Muitas vezes, o sentido que essas palavras adquirem acaba por distorcer a visão que essas mesmas pessoas possuem acerca da Química enquanto ciência e enquanto conhecimento humano.

Entre essas palavras, a palavra *ácido*, por exemplo, quase sempre remete a pessoa à associação com algo perigoso, corrosivo, nocivo à vida, enquanto a palavra *base*, por exemplo, até por possuir várias definições, dificilmente é associada a algo nocivo, apesar dessa associação ainda ocorrer.

O entendimento de *ácido* e *base* à luz de duas definições diferentes, em situações contextualizadas, pode ser uma ótima ferramenta para o professor de Química desmistificar alguns dos preconceitos ou visões adquiridas por alunos que ainda não possuem uma compreensão do sentido completo desses termos, segundo a linguagem Química.

Além das definições de ácido e base, o conceito de indicador ácido-base, em nossa concepção, deve estar vinculado a essas definições por considerarmos um momento oportuno para o desenvolvimento desse conteúdo.

Uma tinta invisível, em especial, pode ser feita com um indicador ácido-base e revelada com uma base fraca. Então, vamos lá! Papel e indicador na mão porque essa é uma excelente maneira de se comunicar com alguém muito distante, que também aprecia a Química!

Escritos Ocultos – a resposta de Flora

Flora gostaria de produzir uma tinta invisível para responder as cartas enviadas por seu namorado, que estava estudando em Madri, Espanha. Para tanto, ela começou a pesquisar como poderia adquirir ou mesmo preparar uma dessas em sua casa. Depois de alguns dias de pesquisa na biblioteca escolar, Flora consegue uma maneira de produzir sua tinta invisível. Sem demora, escreve a Ramon, respondendo-lhe as cartas enviadas.

Uma semana depois, com a carta de Flora em mãos, ansiosamente Ramon se debruça a abri-la. Ao abri-la, ele tem uma surpresa:

- Ela me enviou folhas em branco! É bem provável que Flora tenha utilizado alguma tinta invisível – diz Ramon.

Pegando uma vela, Ramon aproxima a carta do calor da chama. Ele esperava revelar a tinta invisível por aquecimento. Só que isso não aconteceu!

- Mas olha só! Flora me envia uma carta, só que realmente em branco! Sem nada escrito! Como poderei revelá-la?

Sem titubear, Ramon pega uma folha de papel e escreve com caneta mesmo, à sua namorada que está aqui no Brasil perguntando se ela havia escrito algo nas cartas. Quando Flora recebeu a carta, deu muita risada:

- Do que você está rindo tanto, Flora? – pergunta dona Núbia.
- Estou rindo do Ramon – responde a filha. Ele não conseguiu ler a carta que lhe enviei!
- Por que você utilizou aquela tinta invisível?
- Sim, mãe! E já vou responder a carta dele!

Lançando mão de sua tinta invisível, Flora responde a carta do namorado. Com a carta pronta, ela pega as folhas “escritas” e as coloca contra a claridade que entrava da janela de seu quarto:

- É impressionante! Fica invisível mesmo!

Selando o envelope, Flora o leva até a agência dos correios mais próxima de sua casa, ali no bairro mesmo.

Lá do outro lado do Atlântico, tem uma pessoa que está pensando nessas cartas... Com a segunda carta em branco nas mãos, Ramon não quer acreditar que sua namorada não lhe escreve mais. De alguma maneira, aquela carta está escrita; porém, Ramon não sabe como fazer a revelação e finalmente ler o que Flora provavelmente lhe escreve, de maneira oculta a seus olhos.



Como já havia tentado aquecê-la sem resultado, ele resolve, dessa vez, deixá-la como está, guardada em seu envelope. Como resposta a essa segunda carta, Ramon conta das matérias que está estudando na escola. Diz também sobre a disciplina Química, uma das preferidas do casal. Relata, com seu próprio punho, sobre o que estudava: ácidos, bases, indicadores. E assim, ele envia a carta a Flora.

Passado alguns dias, Flora recebe a carta de Ramon, esperando que o namorado tenha decifrado o enigma da tinta invisível que ela havia utilizado. Mas não... Ele ainda não havia descoberto.

Certa tarde de um sábado, Ramon saiu do alojamento em que estava hospedado, junto à escola em que estudava. Essa escola ficava bem no centro de Madri e, por isso, Ramon preferiu andar pela cidade, ao invés de utilizar algum meio de transporte. Afinal, já fazia aproximadamente três meses que ele estava na Espanha e pouco conhecia daquela cidade onde habitava, a não ser o circuito que fazia todo dia em suas corridas. Andando pelas ruas, sozinho, começou pensar no Brasil e a sentir muita saudade de sua família, de seus amigos, e de Flora.

Mesmo com a cabeça quente pela saudade, Ramon começou a pensar nas matérias que estudava e a relacionar as definições de ácido e base com algumas substâncias do dia-a-dia.

Enquanto pensava nesse assunto, ele parou em um dos mercados daquela região para comprar alguns chocolates e produtos de higiene pessoal, como cotonetes.

Voltando para seu alojamento, Ramon resolveu fazer um teste para saber se, eventualmente, Flora havia utilizado alguma tinta ácida ou básica. Pegando apenas o envelope da carta mais recente, Ramon aplicou um pouco de amoníaco diluído em água, utilizando um cotonete. Para sua surpresa, a parte do envelope que sofreu a aplicação de amoníaco ficou rosada...

- É isso! Consegui!

Rapidamente, Ramon aplica amoníaco sobre todas as folhas que Flora havia enviado nas cartas, podendo ler tudo o que sua namorada havia escrito em ambas as cartas. Sem perder tempo, ele pegou papel e caneta, escrevendo a Flora para lhe contar que ele havia descoberto do que a tinta invisível de Flora era feita:

“Oi Flora!

Descobri do que sua tinta é feita! Você utilizou uma solução indicadora de fenolftaleína para escrever suas cartas!

Acabei descobrindo quando fiz um teste em parte de um dos envelopes, aplicando uma pequena quantidade de amoníaco com um cotonete. As regiões onde você escreveu ficaram rosadas!

Não sei ainda como esses indicadores funcionam, pois estamos estudando essa matéria agora, mas sei agora como ler suas cartas!

Beijos, com saudade!

Ramon”

Ao receber a carta de Ramon contando que havia conseguido ler suas cartas depois de decifrar qual tinta ela usou nas cartas e a maneira para revelá-las, Flora encheu-se orgulho de seu namorado pela conquista:

- Finalmente ele conseguiu!

Já que Flora tinha conhecimento sobre a força de ácidos e bases, e que essas forças são mensuradas em soluções aquosas, ela seguiu explicando na carta resposta:

“Oi meu amor!

Que bom que você descobriu o que eu havia escrito e como havia escrito!

Os indicadores são substâncias que indicam a variação do pH - de uma solução ácida, com a adição de uma base, ou de uma solução básica, com a adição de um ácido - pela mudança de coloração. Podem ser utilizados na discriminação um ácido ou uma base.

A tinta invisível que utilizei é uma solução de fenolftaleína, que é um ácido de Brønsted-Lowry fraco, utilizado como um indicador ácido-base.

Indicadores, por serem ácidos ou bases fracas, não reagem preferencialmente com a adição de ácidos ou bases durante uma titulação. Falando da fenolftaleína, especialmente, esse composto é incolor quando presente em soluções com pH maior que 8,0. Nessas condições, há a presença de espécies OH em excesso na solução. Porém, as espécies OH somente passarão a reagir com a fenolftaleína, abstraindo um de seus prótons, quando atingirem uma maior concentração, o que indica o aumento do pH. A fenolftaleína, em pH maior que 10, deixa de ser incolor e tingem a solução de rosa.

O amoníaco é uma base fraca; porém libera seus grupos OH em uma solução, que reagem com a fenolftaleína, tornando-a rosa:



Pela equação acima, todas essas espécies estão presentes no amoníaco, justamente pelo hidróxido de amônio ser uma base fraca.

Beijos e se cuida! Saudade!

Flora”

Assim, Flora termina sua carta e a envia para Ramon lá na Espanha. Como ele estudava esses assuntos na escola, conseguiu entender o que Flora lhe falava

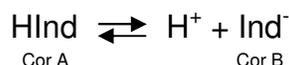
Ele em Madri, ela aqui em Curitiba... Longos dois meses separam o casal. Apesar da distância, as cartas ajudam muito na comunicação, enquanto o *e-mail* não é possível. Aliás: as cartas ajudam quando conseguem ser lidas...

Conclusão

Os indicadores, como o próprio nome diz, *indicam* algo. Indicadores ácido-base, portanto, devem ter a capacidade de indicar se algum meio é ácido ou básico pela sua mudança de coloração.

Os indicadores quase sempre são produtos naturais, como por exemplo, o extrato de repolho roxo; alguns indicadores utilizados em laboratório também podem ser sintéticos, como a fenolftaleína, por exemplo, que quando dissolvida em água, se ioniza e gera íons, estabelecendo um equilíbrio. O indicador e sua forma ionizada apresentam cores diferentes.

Genericamente, o comportamento de um indicador pode ser representado por:



A cor da solução dependerá de qual espécie [HInd] e [Ind⁻] estiver presente em maior concentração.

Se a esse equilíbrio adicionarmos:

1. um ácido: o aumento da concentração de [H⁺] deslocará o equilíbrio para a esquerda e, como consequência, [HInd] será maior que [Ind⁻]; a solução adquire a coloração A.

2. uma base: os íons OH⁻ retiram H⁺ do equilíbrio, o que o deslocará para a direita e, como consequência, [HInd] será menor que [Ind⁻]; a solução adquire a coloração B.

A mudança de cor ocorre em determinados intervalos de pH, denominados *faixa* ou *intervalo de viragem*. Quando o valor do pH é inferior ao intervalo de viragem, temos uma cor; quando o valor é superior ao intervalo, temos outra cor; na faixa de viragem temos uma cor intermediária às duas.

O indicador alaranjado de metila, por exemplo, torna a solução vermelha se presente em uma solução com pH abaixo de 3,2 e torna uma solução amarela se presente em uma solução com pH acima de 4,4. Nota-se, nesse exemplo, que a mudança de coloração se dá em ambas as soluções ainda ácidas e que seu intervalo de viragem é entre pH 3,2 e 4,4.

Já a fenolftaleína é um indicador incolor em qualquer solução que apresente pH menor que 8,2. A adição de um ácido em uma solução que contém fenolftaleína tornará a solução incolor, enquanto que a adição de uma base tornará tal solução rosa/vermelha.

4.1.11- Crônica *Ramon, meu herói!*

Apresentação

A importância de se ensinar o conceito de equilíbrio físico e químico no Ensino Médio é ressaltada pelos documentos reguladores do ensino de Ciências. Dessa forma, é crescente o desenvolvimento de materiais alternativos que auxiliem o professor na ensinar tais conceitos. Acreditamos que, para a compreensão do conceito de equilíbrio em fase aquosa, seja necessário também o entendimento dos conceitos de equilíbrio físico e químico.

Uma reação simples que ocorre em nosso ambiente, assim como em nosso organismo, é a dissolução de gás carbônico em água, formando o ácido carbônico. Nessa reação, o ácido formado é um ácido de Brønsted fraco, podendo se dissociar em água e gás carbônico novamente; mas também esse ácido pode ser formado pela acidificação de um meio contendo íons hidrogenocarbonato (bicarbonato), reação que ocorre a todo instante em nosso organismo.

Processos metabólicos normalmente mantêm o pH do sangue humano dentro de uma pequeno intervalo (7,35 - 7,45). Para controlar o pH do sangue, o corpo usa inicialmente o sistema iônico ácido carbônico/hidrogenocarbonato (bicarbonato). A razão normal de HCO_3^- e H_2CO_3 no sangue é 20:1, com a maioria do ácido carbônico na forma de CO_2 dissolvido. Quando a concentração de HCO_3^- aumenta muito em relação àquela de H_2CO_3 , o pH do sangue sobe. Se o pH sobe acima da faixa normal, a condição é chamada *alcalose*. Inversamente, o pH do sangue decresce quando a razão decresce; e quando o pH do sangue está abaixo da *faixa* normal, a condição é chamada *acidose*. Essas condições são vitais e podem resultar em morte em questão de minutos.

Assim, além de ser uma ferramenta para o ensino de conteúdos, a crônica *Ramon, meu herói!* pode ser um importante meio de contextualização e interdisciplinaridade dentro da sala de aula.

Ramon, meu herói!

Ramon era um exímio corredor, fato que muitas pessoas não sabiam. Quando esteve na Espanha, participou de algumas maratonas e corridas de curta distância, para manter seu preparo físico.

Certo dia, ele se lembrou de um fato interessante que presenciou: antes de uma corrida, ele reparou que um corredor, daqueles que são velocistas, respirava de forma rápida e sucessiva, como se quisesse ganhar fôlego. Então, começou a pensar:

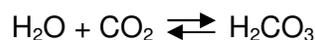
- Ele deve estar expulsando gás carbônico do organismo.



Ciente de que seu pensamento tinha fundamento, ele guardou essa lembrança para discutir depois, com sua namorada, que também era muito interessada nesses assuntos. No dia seguinte, na casa de Flora, começaram a conversar:

- O gás carbônico, CO₂, é um produto gerado na quebra dos açúcares em nosso organismo, mas também pode ser absorvido na respiração, em menor escala – diz Flora.

- Sim, é isso que estou pensando. O CO₂, tanto o absorvido na respiração quanto aquele que é produto da quebra dos açúcares, reage com a água presente no organismo, formando o ácido carbônico, dessa maneira:



- Veja, Flora, essa reação leva à formação de ácido, ou seja, diminui o pH do sangue por consequência.

- Você tem razão, Ramon! Mesmo que seja um ácido fraco, o H_2CO_3 ainda é ácido, e o pH sanguíneo realmente deve diminuir. Vamos procurar os efeitos dessa diminuição do pH sanguíneo em algum livro.

Os dois procuraram algumas informações na biblioteca local e acabaram encontrando algo que também falava sobre a diminuição do pH sanguíneo. A acidose metabólica, que poderia ser causada pela liberação excessiva de ácido lático no sangue, entre outros fatores, era uma das possíveis causas da diminuição do pH sanguíneo.

Os dois ficaram pensando como isso poderia ocorrer. De papel e lápis na mão, Flora diz a Ramon:

- Ramon, o ácido carbônico também pode reagir dessa maneira:



- Essa reação – diz Ramon – deve ocorrer no organismo causando a acidose metabólica. É só imaginarmos que o H^+ na fórmula que você acabou de escrever é proveniente do ácido lático, o ácido de Brønsted; já o HCO_3^- , a gente possui no organismo, e age como uma base de Brønsted, aceitando o H^+ , formando o H_2CO_3 .

- Gostei, Ramon! E tem mais: você percebeu o porquê dos velocistas respirarem rapidamente e expulsarem o máximo de CO_2 do organismo antes da corrida?

- Ainda não – diz ele, coçando a cabeça e fazendo careta.

- Como está dizendo aqui no livro, quando uma pessoa faz exercícios físicos, há o derramamento de ácido lático no sangue.

- Isso eu já ouvi falar nas aulas de Biologia e também já senti muitas vezes no meu próprio corpo. Quando faço uma atividade física muito intensa, como uma maratona, fico com uma série de dores nos músculos assim que termino de correr.

- É disso que estou falando. Já que o velocista vai enfrentar uma situação limite numa corrida, onde a respiração deve ser rápida, ele tenta eliminar o máximo de CO_2 , deslocando o equilíbrio da reação que acabei de te mostrar, a fim de diminuir a concentração de H_2CO_3 , por consequência.

- Hum! Estou entendendo! Como na corrida ele vai ter uma liberação excessiva de ácido láctico, que diminuirá o pH do seu sangue, ele se antecipa, eliminando o CO₂ e aumentando o pH sanguíneo. Mas isso não pode gerar algum problema?

- Acho que sim – diz Flora. Em uma situação extrema, pode ocorrer a alcalose respiratória.

- Se a acidose está relacionada com o abaixamento do pH sanguíneo, então a alcalose deve estar relacionada com o aumento do pH.

- Exato, Ramon. Empreste-me o papel e a caneta.

Ramon empresta o papel e a caneta e Flora escreve as fórmulas, para poder explicar melhor:



- Essas são duas possíveis reações do H₂CO₃ no organismo. Veja agora:



- Portanto - continua ela - se o organismo elimina CO₂ ou elimina HCO₃⁻, há a diminuição da concentração do ácido carbônico e conseqüente aumento do pH sanguíneo, pois estamos falando de reações no equilíbrio.

- Entendo. Então, a concentração de CO₂ é controlada pela respiração. E a concentração de HCO₃⁻?

- Deixe-me ver...

Depois de folhear o livro que tinha em mãos, ela encontra que a concentração de HCO₃⁻ é controlada principalmente pela excreção na urina, uma vez que o próprio organismo possui um sistema tampão que mantém o pH sanguíneo em torno de 7,4, formado pelo H₂CO₃ e o íon HCO₃⁻. O livro informava ainda que a proporção de HCO₃⁻ em relação ao H₂CO₃ é cerca de 20:1, ou seja, os íons HCO₃⁻ estão presentes em uma quantidade muito maior que o H₂CO₃ e que essa proporção é a ótima para que o sistema tampão funcione adequadamente, mantendo o pH sanguíneo entre 7,35 e 7,45.

- Quando o organismo elimina muito HCO₃⁻, a pessoa pode ter alcalose metabólica – diz Flora – pois a concentração de H₂CO₃ é diminuída para aumentar a disponibilidade de íons HCO₃⁻ no organismo, uma vez que a concentração dos íons HCO₃⁻ diminuiu quando houve eliminação na urina.

- Se diminuirmos a concentração de H_2CO_3 , não importando de que forma, então, aumentamos o pH do sangue – conclui Ramon. Nós só não podemos achar que a alcalose respiratória é a mesma coisa que a alcalose metabólica.

- Sim, não podemos confundir as coisas: alcalose metabólica ocorre quando eliminamos muito HCO_3^- pela urina e a alcalose respiratória ocorre quando uma pessoa elimina muito CO_2 , quando está com febre ou ansiosa, pois acaba respirando muito rapidamente.

- Os velocistas – diz Ramon – provocam, dessa maneira, uma “mini” alcalose respiratória antes da corrida.

- Guardadas as devidas proporções, é isso que acontece – diz Flora, sorrindo.

Ela explicava para Ramon com muito empenho em ajudá-lo a entender. Em meio à sua explicação, soa o alarme de incêndio na biblioteca. Como estavam no terceiro andar e a única maneira de saírem de lá era pelas escadas, trataram de pegar seus pertences e saíram correndo. Para piorar a situação, o fogo estava no andar de baixo, caminho obrigatório para o abandono daquele lugar.

A fumaça já tinha tomado todo o lugar e Flora começou a passar mal, sufocada pela falta de oxigênio. Numa atitude heróica, Ramon toma-a nos braços e decide retirá-la de lá, de qualquer maneira. Quando eles estavam quase na extremidade contrária daquele salão que dava acesso à escada para o primeiro andar, um soldado do corpo de bombeiros o alcança, ajudando Ramon a salvar Flora e a si mesmo.

Rapidamente, o bombeiro entrega Flora a um dos paramédicos, visto que havia muitos deles nas imediações para atender as vítimas. Eles estavam utilizando um galpão próximo ao local do incêndio como mini pronto-socorro.

O paramédico deixa Flora na presença de um ventilador e respirando um pouco de oxigênio puro. Ramon pergunta o porquê daquele procedimento:

- É para fazer a menina respirar mais rapidamente e eliminar o excesso de CO_2 , que poderia causar acidose respiratória – diz o paramédico.

- Acidose respiratória?

- Isso mesmo. Como a respiração é reduzida pela fumaça, que causa asfixia, o CO_2 produzido no organismo não é eliminado, diminuindo, assim, o pH sanguíneo.

- Entendo. Ela vai ficar bem? – pergunta Ramon, em desespero.

- Em pouco tempo estará bem. Graças à sua atitude heróica, ela não morrerá. Cuide dela enquanto vou cuidar dos demais.

Ramon permanece ao lado de sua namorada, chorando, apesar de um pouco mais confortado pelas palavras do paramédico. Depois de algum tempo, Flora se recupera e respira sem dificuldades. O paramédico vem até os dois e, vendo que Flora já está bem, deixa-os partir.

Flora nem sabe como agradecer seu namorado. Ele nem se preocupa com isso; está tão feliz de ter Flora, ali, em seus braços, que nem se importa com os agradecimentos.

Dona Núbia, igualmente agradecida e emocionada, não sabe como retribuir a Ramon por ter salvado sua filha.

- Não precisa agradecer, dona Núbia. Amo sua filha e faria isso novamente, se necessário.

Lembrando o que o paramédico havia dito sobre a asfixia temporária, Flora comenta com Ramon:

- Quase que tive acidose respiratória!

- Exatamente. Segundo o paramédico, o pH de seu sangue, baixo naquelas circunstâncias, aumentaria assim que você eliminasse o CO_2 em excesso pela respiração e fosse ajudada com o oxigênio puro. Graças a Deus que você está bem!

- Graças a Ele! Eu eliminando o CO_2 , diminuiria a concentração de H_2CO_3 . É por isso que aquele ventilador foi colocado diante de mim: quem não respiraria rápido com aquele turbilhão de vento na cara? – diz Flora, lembrando da cena.

Ramon agora ri de uma cena que acabara de viver, chorando. Bem mais calmo, ele até sugere a Flora para correrem um pouco. Claro que ele estava brincando...

Da biblioteca, o segundo andar foi quase todo destruído pelo incêndio. Os bombeiros trabalharam com eficiência e não permitiram que o fogo se espalhasse ainda mais. Aquele soldado que havia ajudado Ramon viu naquele rapaz um exemplo de coragem; por outro lado, Ramon começou a pensar na possibilidade de se tornar um bombeiro, justamente como aquele soldado que havia ajudado a salvar sua vida e a vida de Flora.

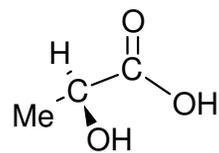
Conclusão

As concentrações de ácido carbônico e hidrogenocarbonato no sangue são controladas por mecanismos independentes. A concentração de ácido carbônico é controlada pela respiração: à medida que expiramos, esvaziamos o nosso sistema de CO_2 , e, com isso,

diminuimos a concentração de H_2CO_3 também, aumentando o pH sanguíneo. Respirando mais rápido e mais profundamente, aumentamos a quantidade de CO_2 exalado e assim a concentração de ácido carbônico no sangue decresce e o pH do sangue aumenta. A concentração do íon hidrogenocarbonato é controlada pela taxa de excreção na urina.

A *acidose respiratória* ocorre quando a respiração reduzida aumenta a concentração de CO_2 no sangue. Asma, pneumonia, enfisema ou inalação de fumaça podem causar acidose respiratória, assim como pode ocorrer com qualquer condição que reduza a taxa de respiração de uma pessoa. A acidose respiratória é geralmente tratada com um ventilador mecânico para ajudar na respiração da vítima. A exalação melhorada aumenta a excreção de CO_2 e aumenta o pH do sangue. Em muitos casos de asma, medicamentos podem também facilitar a respiração abrindo as passagens comprimidas dos brônquios.

Acidose metabólica é causada pela liberação excessiva de ácido láctico, mostrado a seguir, além de outros produtos ácidos do metabolismo na corrente sanguínea.



Esses ácidos entram na corrente sanguínea, reagem com o íon hidrogenocarbonato para produzir H_2CO_3 e mudar a razão entre HCO_3^- e H_2CO_3 a um valor menor. Exercícios pesados, diabete e jejum podem produzir acidose metabólica. A reação normal do corpo é aumentar a taxa de respiração para eliminar um pouco do CO_2 . Assim, ofegamos intensamente quando corremos montanha acima.

Acidose metabólica pode também ocorrer quando uma pessoa está gravemente queimada. O plasma sanguíneo vaza do sistema circulatório para a área afetada, produzindo edema (inchaço) e reduzindo o volume de sangue. Se a área queimada é grande, essa perda de sangue pode ser suficiente para reduzir o seu fluxo e o fornecimento de oxigênio para todos os tecidos do corpo. A falta de oxigênio, por sua vez, leva os tecidos a produzirem uma quantidade excessiva de ácido láctico causando acidose metabólica. Para minimizar a redução do pH, a pessoa machucada respira mais forte para eliminar o excesso de CO_2 . Entretanto, se

o volume de sangue cai abaixo dos níveis para os quais o corpo pode compensar, ocorre um ciclo vicioso no qual o fluxo de sangue decresce ainda mais, a pressão do sangue cai, a excreção de CO_2 diminui e a acidose se torna mais grave. Pessoas nesse estado são ditas estar em *choque* e morrerão se não forem tratadas imediatamente.

Os perigos de choque são evitados ou tratados por infusão intravenosa de grandes volumes de uma solução contendo sal, geralmente uma conhecida como *solução de Ringer lactada*. O líquido adicionado aumenta o volume e o fluxo de sangue, o que melhora a distribuição do oxigênio. A razão $[\text{HCO}_3^-]/[\text{H}_2\text{CO}_3]$, então, aumenta em direção à normalidade, permitindo, assim, que a pessoa gravemente machucada sobreviva.

A *alcalose respiratória* é o aumento do pH associado com respiração excessiva. A hiperventilação, a qual pode ser proveniente de ansiedade ou de febre alta, é uma causa comum. O corpo pode controlar o pH do sangue em um indivíduo hiperventilado provocando desmaio, resultando em uma respiração mais lenta. Uma intervenção que pode evitar o desmaio é fazer com que a pessoa hiperventilada respire dentro de um saco de papel, o que permite que uma grande parte do CO_2 expirado seja inspirado de volta.

A *alcalose metabólica* é o aumento do pH resultante de doença ou de ingestão química. Vomitar repetidamente ou usar diuréticos em excesso podem causar alcalose metabólica. Mais uma vez o corpo compensa, desta vez pela redução da taxa de respiração.

Todas essas informações devem ser conhecidas pelos professores de Química, que ainda podem trabalhar em conjunto com os professores de Biologia e assim, extraírem tudo o que essa crônica pode oferecer aos alunos.

4.1.12- Crônica: O segredo do “ai” em cada urinada

Apresentação

Brincadeiras de garotos são repletas de oportunidades para o ensino de Química e sua contextualização. Na crônica a seguir, os meninos se deparam com o fato de que, quando se urinava em um determinado terreno, alguém gritava de dor sem saber o porquê... Situação inusitada, onde a condutividade elétrica de soluções aquosas contendo sais dissolvidos pode ser trabalhada pelo professor de Química, utilizando a crônica *O segredo do “ai” em cada urinada* como um texto introdutório.

O segredo do “ai” em cada urinada

Aqueles vizinhos sempre se juntavam para conversar e aprontar malandragens. Sempre em conjunto, sempre os quatro amigos reunidos: Matias, Joaquim, Benjamim e Bento. Eles ficaram sabendo que havia algo intrigante no bairro vizinho: quando os meninos daquele bairro urinavam em determinado lugar, sempre gritavam. Cada urinada era acompanhada de um “Ai!” de dor...

- O que será que ocorre naquele lugar? – pergunta Benjamim.
- Nem sei... – responde Joaquim.
- Precisamos investigar! – diz Benjamim aos demais.

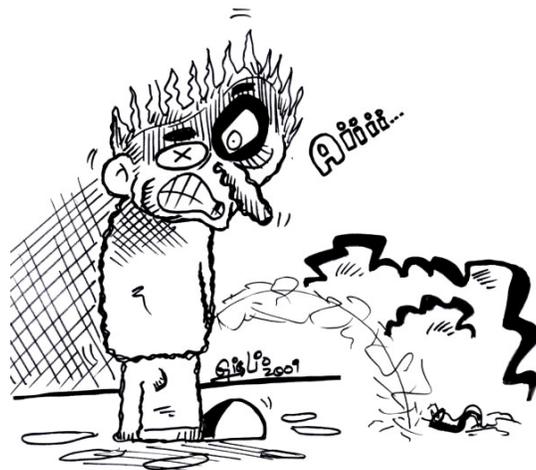
Para tanto, organizam um campeonato para ver quem urinava mais longe: se era o pessoal do bairro Paraíso, onde os quatro moravam, ou se era o pessoal do bairro das Orquídeas, que abrigava os desafiados e aquele lugar sombrio.

Aceito o desafio, todos os meninos se preparavam com afinco para a peleja, bebendo muita água. Depois de umas três horas, todos estavam com *o tanque cheio*, prontos para urinar. Os anfitriões levaram os quatro para aquele temido lugar - um terreno próximo de uma antiga construção - onde sempre alguém dava um grito depois de urinar, e, como eram os anfitriões, deram início ao desafio. Na linha de tiro, ficava um membro de cada equipe, para certificar e validar a distância alcançada pelo jogador durante a eliminação da urina.

O primeiro candidato começou e logo deu o grito. O segundo também. E assim foi até o quarto.

Era chegada a vez do pessoal do bairro Paraíso. Bento tremia de medo, pois era o primeiro, por ordem alfabética. Com Matias posicionado para medir seu alcance, juntamente com um menino do outro bairro, Bento começa a urinar e logo grita:

- Aaaaaaaaaiiiiiiiiiiiiiii!



Matias, Benjamim e Joaquim correm para junto dele e perguntam se ele está bem. Bento responde que sim, mas que realmente aconteceu algo ali que o fez gritar de dor. Todos ficam preocupados, mas, como haviam desafiado os meninos do bairro Orquídeas, não poderiam fugir ao desafio. Então, eles combinaram entre si:

- Não importa a dor, nós vamos vencer!

Com essa determinação, Benjamim se preparou para sua vez, e logo urinou, gritando em seguida. Da mesma maneira aconteceu com Joaquim. Matias, vendo o que acontecia com seus amigos, logo gritou:

- Eu não vou urinar coisa nenhuma!

- Ah, mas é lógico que você vai! – disseram os três. Se a gente perder esse desafio por sua conta, a gente te *pega* depois. Aí sim você vai gritar de dor! Seu fracote!

Convencido por seus amigos a urinar, ele coloca uma condição:

- Tudo bem, mas eu vou urinar daqui donde estou. Mesmo que eu não esteja aí onde vocês estão, vocês meçam a distância a partir daqui. Não dou nenhum passo adiante!

Todos concordaram, inclusive os adversários.

Movido pelo medo e pela pressa, Matias começou a urinar... e foi a urinada mais espetacular que aqueles meninos já tinham visto! O bairro Paraíso saía vencedor do desafio!

Assim que ele terminou seu grande feito, todos os meninos se juntaram ao seu lado e perguntaram:

- Cadê o “aí”?

- Que “aí”? – responde Matias.

- Oras! Não vai me dizer que você não sentiu dor alguma? – perguntou um dos anfitriões.

- Nenhumzinha – disse Matias.

Ninguém podia acreditar: ele não havia sentido dor. No dia seguinte, novamente com seus *tanques cheios*, os quatro se dirigiram novamente ao lugar do desafio, no bairro das Orquídeas, para tentarem saber as causas das dores para uns e a ausência de dor para Matias. Dessa vez, Joaquim e Bento urinaram juntos, do mesmo lugar onde todos haviam urinado e logo gritaram. Benjamim acompanhou Matias do lugar um pouco mais afastado, onde Matias havia realizado o feito no dia anterior, não sentindo dor alguma.

- Estranho... – diz Benjamim.

Mesmo sem entender, ele começa a investigar o terreno onde estavam e acaba por descobrir a presença de um fio de eletricidade, desencapado, no chão. Sem o mínimo de juízo, ele pega o fio e acaba gritando também, pelo choque que acabara de tomar!

Os três, ao ouvirem Benjamim gritando, correm ao lugar onde ele se encontra e veem o fio estendido no chão. Decidem, então, saber a origem desse fio e acabam por descobrir que, provavelmente, um dos pedreiros daquela construção abandonada necessitou de energia elétrica e acabou fazendo uma extensão improvisada, a partir da fiação elétrica do vizinho da direita, que ficava a uns 40 metros dali. Depois de comunicarem o vizinho daquele terreno, eles cortaram o fio, livrando as pessoas e animais, que ali poderiam passar, de se acidentarem com um choque.

- Então quer dizer que você não sentiu dor porque não tomou choque? – pergunta Bento a Matias.

- Deve ser por isso... – responde Matias, sem entender.

Voltando para casa, eles discutiam:

- Os objetos metálicos conduzem bem a eletricidade, tanto que os fios são feitos, quase sempre, com cobre – diz Joaquim.

- Sim, é verdade – diz Benjamim. Fui eu mesmo que cortei aquele fio e verifiquei que realmente ele era de cobre. E mais: boa parte daquele fio estava molhada com urina, além de estar com um odor horrível!

- Então a gente urinou nesse fio? – pergunta Joaquim.

- Sim, com certeza – respondem Bento e Benjamim ao mesmo tempo.

- Mas e quanto à urina? Será que foi ela que fez dar choque? – pergunta Bento.

- Parece que sim, pois só a urina estava “ligando” o nosso corpo ao fio desencapado! – responde Benjamim.

- Mas será então que a urina pode conduzir eletricidade? Será possível? – pergunta Bento, novamente, a Benjamim.

E, dirigindo-se a Joaquim e Matias:

- Alguém de vocês sabe o que é a urina, de verdade? Tirando o cheiro e a cor, em que mais a urina é diferente da água pura? Será que ela tem metal dissolvido para poder dar choque?

- Já sei! Se o fio que dá choque é feito de cobre, então a urina também deve ter cobre dissolvido e isso faz com que ela seja amarela e dê choque – conclui Matias.

Benjamim olha bem para Matias e diz:

- Será mesmo?

Enquanto eles iam conversando, seguiram de volta para seu bairro. No caminho, resolveram parar na casa de Ramon.

Na casa de Ramon, sua irmãzinha estava doente, provavelmente com infecção urinária, segundo os médicos informaram. Assim que os meninos chegaram, Ramon os recebeu e os convidou

a acompanhá-lo ao laboratório de análises clínicas para retirar o exame de urina solicitado pelos médicos.

Os meninos acompanham Ramon e, durante o percurso, contam sobre a disputa com o pessoal do bairro vizinho:

- Nós nem te contamos! Nós desafiamos os meninos do bairro das Orquídeas para ver quem urinava mais longe e ganhamos! – diz Matias.

- Ah é? E por que vocês desafiaram aqueles meninos? – pergunta Ramon.

- Para descobrirmos o porquê de todas as pessoas urinarem em determinada construção abandonada daquele bairro e gritarem de dor – diz Benjamim.

- E vocês descobriram?

- Sim, quer dizer, aparentemente sim. Encontramos um fio no chão daquela construção que dava choque quando tocávamos nele. Mas não sabemos o porquê das pessoas tomarem choque urinando sobre esse fio... – lamenta Bento.

- Choque ao urinar no fio? Nossa! – diz Ramon.

Em dez minutos eles estavam de volta. A mãe de Ramon olhava os exames:

- Concentração de sódio, potássio, cálcio, magnésio, fosfato, uréia... até aqui eu entendo. Agora: hemoglobina, leucócitos... não sei o que significa! Só o médico para nos dizer!

Matias, não se agüentando de curiosidade, pergunta:

- E a concentração de cobre na urina? Está alta?

A mãe de Ramon confere novamente o exame e lhe diz que não há medida da concentração de cobre na urina de sua filha.

- Não há cobre? Como assim?

- Não. As principais concentrações registradas aqui são de sódio e potássio – diz a mãe de Ramon, retirando-se para a cozinha.

Joaquim diz:

- Então quer dizer que a urina acaba sendo uma solução aquosa, muito pouco concentrada destes íons?

- Acredito que sim, diz Ramon. Um pedaço de metal, como um fio de cobre, deve conduzir bem mais eletricidade que a urina.

- Apesar de ser pouco condutora se comparado aos metais, um pouco ela acaba conduzindo e deve ter sido por causa disto que o choque que sentimos não foi tão intenso. Mas que assustou, assustou! – diz Bento, fazendo careta.

Ramon convida-os para o almoço:

- Vamos fazer o seguinte: enquanto conversamos, vamos almoçar. Hoje minha mãe preparou carne seca com batatas, uma delícia!

Os amigos aceitaram o convite. A mãe de Ramon, excelente cozinheira, naquele dia havia errado na quantidade de sal na comida...

Depois do almoço os cinco meninos se revezavam no bebedouro da casa, devido à sede que todos ficaram. Ramon disse-lhes:

- Acho que minha mãe exagerou no sal dessa vez...

- Também acho – disse Joaquim, bebendo água.

- Interessante: quando comemos algo muito salgado, ficamos com mais sede – constata Bento.

Ramon ouviu o que Bento acabou de dizer e falou:

- Deve ser para diminuir a concentração do sal em nosso organismo.

- E, se bebemos muita água, temos mais vontade de urinar – completa Benjamim, pedindo banheiro.

Continuando a conversa de antes do almoço, Ramon diz:

- O sal de cozinha deve ser dissolvido na água e eliminado na urina, assim como deve acontecer com outros íons, provenientes de compostos iônicos solúveis que podem estar em nosso organismo.

- Se você tiver razão, Ramon, então nossa urina deve conduzir eletricidade, pois na urina deve haver uma quantidade razoável de íons, o que favorece a condução de eletricidade! – vibra Matias.

Bento olha meio com desdém e diz:

- E a água pura? Não conduz eletricidade também? Outro dia, lá em minha casa, minha mãe estava colocando algumas roupas na máquina de lavar, já cheia de água e ligada. Assim que ela encostou a mão na água, tomou um choque daqueles! Daí meu pai chamou o técnico, que nos disse que havia caído água nos circuitos elétricos da máquina de lavar e por isso que minha mãe havia tomado choque.

- Hum... agora não sei! – diz Benjamim.

- E quem falou que a água que você chama de pura não contém íons dissolvidos? – diz Ramon a Bento.

- Ninguém...

- Sabemos que a concentração de OH^- e H^+ , fruto da auto-ionização da água, é muito pequena, a ponto de a condutividade elétrica ser muito baixa. Quando há a presença de íons dissolvidos, a condutividade da água aumenta muito. Portanto, a presença de íons dissolvidos é a responsável pela condução de eletricidade na água e na urina também – diz Ramon.

- Hahaha... O “ai” que todos os meninos deram - inclusive vocês - se deve à condução de eletricidade na urina, devido à quantidade de íons que estavam sendo eliminados. Ainda bem que não gritei nenhum “ai”! Deve doer um bocado! – ri Matias.

- Doeu sim – responde Joaquim – mas agora a gente dá uns tapas em você, somente para ouvirmos alguns “ais” de sua boca!

Joaquim nem havia terminado de falar e Matias, esperto, já estava lá no portão, correndo dos quatro amigos...

Conclusão

Diversos íons, solvatados pela água, são eliminados pela urina humana. Há a perda desses íons também pelo suor, durante os exercícios físicos, tanto que é recomendada aos atletas a ingestão de isotônicos depois de suas atividades, justamente para repor os nutrientes perdidos.

Também existe, em nosso organismo, a formação de compostos insolúveis em água. Esses compostos acabam por se acumular nos rins, órgãos do corpo humano responsáveis por filtrar o sangue, retirando aquilo que é solúvel e não é necessário, para ser eliminado na urina. Um dos compostos insolúveis é o carbonato de cálcio, que provoca os cálculos renais, causadores de dores agudíssimas em um caso clínico crônico.

Essa crônica é apenas um texto introdutório para um conteúdo químico tão amplo como a condutividade elétrica em soluções contendo íons. Ressalta-se, no entanto, que a situação do cotidiano contida na crônica alcança a maioria dos jovens, principalmente os rapazes.

4.1.13- Crônica *Que odor é esse! Lavem-me!*

Apresentação

O xampu é, sem dúvida, um dos produtos de higiene pessoal e animal indispensável no mundo moderno. A remoção de odores desagradáveis, a limpeza e nutrição dos cabelos são alcançadas com relativo sucesso pelas fórmulas atuais, que consideram o tipo de cabelo, a qualidade da água e o gosto do usuário.

Com o passar do tempo, essas formulações foram se tornando mais baratas e acessíveis, assim como cada vez mais sofisticadas. Apesar das formulações terem se desenvolvido, nessa crônica trazemos uma formulação muito simples, feita basicamente com produtos do cotidiano. Na verdade, essa é uma das formulações primitivas do xampu. Quem se habilitaria a utilizá-lo? Por essa o Pedrinho não esperava...

Que odor é esse?! Lavem-me!

Hoje é aniversário do Pedrinho! Seus amigos, Acácio e Leônidas estavam esperando a festa no período noturno, assim como esperavam que Pedrinho saísse de sua sala de aula...

Assim que Pedrinho apontou no portão da escola, Acácio e Leônidas atiraram vários ovos em sua cabeça, completando o serviço com um pouco de farinha.

Em um primeiro momento, Pedrinho ficou muito irritado. Porém, percebendo que foram seus melhores amigos que lhe aprontaram, ele se tranqüilizou e até riu de si mesmo.

- E agora? Como farei para me livrar desse odor? – dizia.
- Você vai ter que tomar banho, Pedrinho... hahaha – dizia-lhe Leônidas.



Acácio completou:

- E hoje é dia de você tomar banho mesmo! É seu aniversário! E que cabelo estranho é esse em sua cabeça?

- Sei que é meu aniversário... Por saber que hoje é meu aniversário, decidi vir de peruca para não correr o risco de sujar meus cabelos, caso vocês me atirassem ovos. Acontece que eu peguei essa peruca na loja de minha mãe ontem à tarde, e preciso devolvê-la sem cheiro algum.

- Peruca? - Pergunta Leônidas, espantado.

- Isso mesmo! Vocês acabaram de sujar a peruca, deixando meu cabelo sem nenhuma sujeira.

- Fica calmo, Pedrinho! Como foi a gente que atirou os ovos, a gente mesmo vai se encarregar de deixá-la limpa e cheirosa para ser devolvida, para não termos problemas na festa à noite – diz Acácio.

- Festa? Que festa? Eu não estou sabendo de festa nenhuma.

Nesse momento, Leônidas dá um tremendo pisão nos pés de Acácio. É que no dia anterior, os dois amigos haviam combinado de fazer uma festa surpresa para Pedrinho. E como a festa seria surpresa, ele não poderia ficar sabendo... Logo, a mãe de Pedrinho deveria deixá-lo ir e a peruca deveria ficar limpa... Decidiram, portanto, dar um jeito na fedentina da peruca de Pedrinho: levaram-na para a casa de Acácio.

Com Pedrinho esperando no tanque, Leônidas chamou Acácio do lado e disse-lhe:

- Seu paspalho! Você quase contou ao Pedrinho sobre a festa surpresa que estamos preparando!

- Mas não podia contar? – pergunta Acácio.

- Não, Acácio! Não! É festa SURPRESA! Entendeu?

Acácio respondeu afirmativamente com a cabeça. Então, os dois voltaram para o tanque, onde Pedrinho estava:

- Vamos lavar sua peruca. Fica tranqüilo que vai dar certo.

- Tranqüilo eu estou... Só quero livrá-la desse cheiro, senão minha mãe me pega! – responde Pedrinho.

Acácio e Leônidas abriram a torneira e a água estava muito fria. Mesmo assim, os dois amigos molhavam a peruca cabeça de Pedrinho.

Depois de lavarem a peruca cabeça de Pedrinho com água fria, eles a secaram. Toda a farinha tinha se desgrudado, mas o odor de ovo permanecia...

- A peruca continua cheirando ovo! Tentem lavá-la com água morna – sugere Pedrinho.

Acácio vai até a cozinha de sua casa e prepara água morna, aquecendo no fogão. Com o cuidado para não aquecê-la muito, ele retorna com a água morna até o tanque, onde Pedrinho e Leônidas se encontravam. Em seguida, eles mergulham a peruca na vasilha, não obtendo, porém, o resultado que gostariam.

- Tenho uma idéia! – diz Acácio.

- Qual? – diz Pedrinho.

- Vou pegar álcool. Quem sabe a gente não consegue?

Sem esperar a resposta de Pedrinho, rapidamente, Acácio busca álcool e o lança na peruca.

- Agora eu acho que o odor se foi! – torce Pedrinho.

Depois de alguns minutos, e após os amigos enxaguarem-na com água e a secarem, Leônidas aproxima-se e cheira:

- Agh! Esse cheiro não sai! O que poderemos fazer agora?

- Não sei o que vocês vão fazer, mas vocês têm que dar um jeito nesse cheiro! – diz Pedrinho, irritando-se e cruzando os braços.

- A gente já sabe, Pedrinho! Precisamos tentar algo mais potente. Deixe-me ver... hum, já sei! Vamos tentar utilizar amoníaco!

- Amoníaco? Nem a pau!

- Como não, Pedrinho? A gente vai utilizar o amoníaco nessa peruca e você não vai contar para sua mãe. Está me entendendo? – ralha Leônidas - Vou buscá-lo rapidamente em minha casa e já volto.

Em dez minutos, Leônidas estava de volta com o vasilhame de amoníaco nas mãos. Assim que o frasco foi aberto, o cheiro característico se alastrou pelo lugar que estavam.

Colocando o amoníaco em um balde com água, Leônidas vai mergulhando a peruca na solução. Mesmo com a utilização do amoníaco, o cheiro de ovo insistia em permanecer...

Acácio virou-se para o lado, à beira do tanque, e viu sabão em barra, daqueles que se utiliza para lavar roupas. Sem titubear, lançou mão da barra de sabão e esfregou a peruca de Pedrinho, ensaboando-a bem.

Depois de enxaguar, Pedrinho seca a peruca que havia pegado da loja de sua mãe. Vendo que nada tinha ocorrido com a peruca, ele pergunta aos amigos se o odor de ovo havia saído. Obtendo resposta negativa, Pedrinho, já desolado, senta-se e diz:

- Bem que eu desconfiava que vocês me atirariam ovos! Só me falta esse cheiro não sair e minha mãe brigar comigo...

- Olha, Pedrinho – diz Acácio – nós vamos tomar uma atitude drástica com a peruca. Você aceita?

- Não tenho escolha. Aceito.

- Tudo bem. Leônidas, traga o amoníaco aqui para dentro da cozinha.

De posse do álcool, Acácio o mistura com água e o amoníaco, formando uma solução.

- Você vai lavar a peruca do Pedrinho com essa solução? – pergunta Leônidas, espantado.

- Vou sim, mas só depois de colocar um pouco daquele sabão aqui na solução – afirma Acácio.

- Sabe, Acácio, estou preocupado. E se não conseguirmos fazer o odor de ovo sair da peruca do Pedrinho? Ele não irá à festa! Coitado, ele não merece!

- Essa é nossa última tentativa. Vamos torcer para dar certo.

De volta ao tanque, os amigos não contaram o que haviam feito e nem com o quê lavariam a peruca de Pedrinho, para que ele não ficasse mais preocupado do que estava.

Começaram a lavar. Lava daqui, esfrega dali, enxágua de lá, e Pedrinho estava pronto para secar cheirar sua peruca.

- Será que o cheiro saiu? – pergunta ele.

- Vamos ver – respondem os dois.

Acácio e Leônidas reviraram a peruca, juntamente com Pedrinho à procura do tal cheiro de ovo e não encontraram nada!

- Beleza! O cheiro de ovo se foi! – comemora Leônidas.

- Nem posso acreditar! – alegra-se Pedrinho.

- Obrigado por confiar na gente! – diz Acácio.

Desfazendo rapidamente a bagunça de sua casa, Acácio e Leônidas tratam de acompanhar Pedrinho até a casa dele:

- Até mais, Pedrinho! – eles se despedem.

- Até!

Pedrinho nem imaginava a festa que seus amigos lhe preparavam, na casa de Leônidas. Sem perder tempo, Leônidas e Acácio já foram comprar os doces, salgados e o bolo. Eles também terminaram de combinar a festa com outros amigos e amigas.

Próximo das sete da noite, Acácio telefona para Pedrinho, simulando uma conversa:

- Oi, Pedrinho! Tudo bem? E o cheiro de ovo?

- Fala Acácio! Não tem mais cheiro de ovo, haha. Ainda bem, viu, porque minha mãe já ralhou por eu ter pegado uma das perucas da loja sem sua permissão. Imagine se ela descobre que a peruca ficou cheia de ovos, com aquele cheiro horrível?

- Que bom! Daqui a pouco vou passar aí em sua casa, para conversarmos sobre o que colocamos na peruca na derradeira lavagem. Ou não está curioso?

- Verdade! Nem fiquei sabendo o que vocês fizeram!
- Daqui a pouco estarei aí.

E desligou o telefone.

Todos os amigos já estavam na casa de Leônidas, à espera de Pedrinho. Então, Acácio pegou a bicicleta de Leônidas e foi à casa de Pedrinho, para acompanhá-lo, enquanto todos os demais ficaram esperando Acácio voltar com o aniversariante.

Em menos de quinze minutos, Leônidas ouviu Acácio e Pedrinho chamando por ele. Como sua casa estava totalmente apagada para dar a impressão que não havia ninguém além dele próprio, Leônidas foi atendê-los, convidando-os para entrar.

E deu certo! Assim que Leônidas acendeu a luz da sala, juntamente com Pedrinho e Acácio, todos os que estavam na casa começaram a cantar-lhe os parabéns!

Pedrinho, muito feliz e admirado, abraçava os amigos e todos os que estavam presentes. Depois dos parabéns, eles começaram a conversar sobre como lavaram a peruca de Pedrinho, livrando-lhe daquele odor:

- Isso mesmo! Água, um pouco de álcool, amoníaco e o sabão - diz Acácio.
- Ainda bem que vocês não me contaram! Senão não iria deixar vocês lavarem aquela peruca com essa solução, apesar dela ter sido muito eficaz.
- O curioso é que a gente já tinha lavado a peruca com esses produtos separadamente e não havíamos tido sucesso – lembra Leônidas.
- Acho que é porque só há efeito quando todos esses produtos estão juntos e na presença de ovo - brinca um dos convidados que ouvia a conversa.
- Sabe que essa é uma boa resposta! De repente, alguma proteína do ovo, juntamente com a solução que preparamos, é capaz de promover limpeza – diz Leônidas, enquanto bebia um gole de refrigerante e batia repetidamente os pés no chão.

Pedrinho, rindo, disse aos amigos:

- Sem querer inventamos um tipo de detergente próprio para os cabelos!
- E com produtos muito simples! – responde Leônidas.

Outros amigos presentes na festa queriam saber mais sobre esse detergente próprio para os cabelos e se ajuntavam aos pés daqueles rapazes para aprender como fazê-lo. Os três estavam contentes por terem livrado Pedrinho daquele odor e, junto com Pedrinho, ensinavam os outros, com entusiasmo.

Conclusão

Os produtos utilizados pelos personagens na tentativa de eliminar o odor desagradável de ovo, se utilizados separadamente, não têm a capacidade de se tornarem efetivos e eliminar o mau-cheiro.

Lavagem com água é capaz de remover, fisicamente, apenas aquilo que está aderido ao couro cabeludo ou aos cabelos, sem remover odor algum; amoníaco também não remove o odor por si só; álcool também não; nem mesmo o sabão, com sua capacidade de remover gorduras, não é capaz de higienizar corretamente os cabelos e retirar o odor de ovo.

A fórmula básica para o xampu feito antigamente é alguma proteína (como a albumina presente na clara do ovo), amoníaco, álcool e sabão, além de algum aromatizante. Em conjunto e nas proporções devidas, essa formulação é capaz de lavar e higienizar os cabelos, eliminando odores desagradáveis.

4.1.14- Crônica *Lá na Pescaria...*

Apresentação

A crônica *Lá na Pescaria...* é uma versão satírica da descoberta do sabão, criada por nós, que não possui nenhum fundamento histórico. Entretanto, como a descoberta do sabão permanece uma incógnita até os dias atuais, nossa versão pode ser formidável, levando-se em consideração a precariedade da vida em um período histórico muito distante do hoje, onde eventualmente não se procurava um material que tivesse a capacidade de limpar.

Lá na pescaria...

Jurandir e Eustáquio decidiram pescar naquele feriado. Chegando ao rancho de seu Dito, onde sempre acostumavam ir, Jurandir e Eustáquio descarregaram o carro e foram se lavar do barro da estrada. Depois de se lavarem, os dois se preparavam para a pescaria e conversavam sobre sabão:

- Sabe, Jurandir, acho o sabão algo muito útil!
- Ah, é? E você sabe como o sabão foi descoberto?
- Não sei não, compadre!

Lançando a isca na água e bebericando da cachaça, Jurandir conta sua versão:

- Antigamente, você sabe que o homem precisava caçar para poder se alimentar.
- Sei sim. E toda a caça tinha que ser preparada naquele momento, pois não havia geladeira, não é mesmo?
- Exato, compadre. Cozinhava-se toda a caça, o que dava para alimentar, geralmente, várias pessoas.
- Naquele tempo que o pessoal devia ser feliz! Todos comiam juntos, dividiam tudo... – comenta Eustáquio, com a atenção dividida entre o amigo e a fígada na vara.

- Depois que assavam a caça no fogo, sempre a gordura do animal ia derretendo, caindo sobre o fogo e misturando com as cinzas que ali estavam – diz Jurandir.

- E com certeza, a carne ficava toda escura, parecendo o churrasco que você prepara...

- Hei! Não precisa ofender só porque não sei fazer churrasco, hehe.

- Não quis ofender, compadre. Só fiz uma observação. Continue a estória.

- Certo dia – continua Jurandir – os homens daquela pequena aldeia saíram para caçar e não conseguiram nada.

- Nada? E o que comeram? – pergunta Eustáquio.

Nesse instante, Jurandir percebe uma fisgada em sua vara e trata de trazer ao barco o primeiro peixe que conseguiu pescar. Sob muita festa, os dois amigos de abraçam e comemoram.

Logo em seguida é a vez de Eustáquio pegar um peixe:

- É dos grandes, compadre! É dos grandes!

Com esforço, Eustáquio consegue trazer o peixe ao barco, comemorando muito. Jurandir pega, rapidamente a máquina fotográfica para registrar a cena dos dois amigos com aquele baita peixão! Depois de pescarem o suficiente, decidiram retornar para preparar sua caça.

- Estamos parecendo os homens da antiguidade, que você falava – diz Eustáquio a Jurandir.

- É verdade! Estamos pescando para comer! Mas só estamos parando de pescar agora porque precisamos preparar o jantar. Não é justo seu Dito fazer tudo sozinho...

- Você tem razão, Jurandir. Amanhã a gente pesca mais.

E assim fizeram, retornando ao rancho.



Depois de jantarem, e perto da fogueira que havia ali, os três homens se divertiam com saudáveis conversas e trocas de experiências de vida. Eustáquio, porém, foi lembrar Jurandir da conversa sobre o sabão:

- Jurandir, continue a falar sobre o sabão.
- Claro que sim. Eu havia comentado que tinha dia que os homens não conseguiam caçar.
- Foi aí mesmo que você parou a estória.
- Então, compadre. Um daqueles homens estava com muita fome. Muita fome mesmo!
- Mas eles não tinham caçado!
- Eu sei. Escute. Esse homem faminto foi ao local onde assavam a caça e, olhando para o chão, viu um negócio escuro. Sem titubear, pensou: “Deve ser carne!”.
- Só se fosse a carne que você prepara no churrasco, não é, Jurandir?
- Mas de novo você vem com essa piadinha? Que chato! – resmungava Jurandir.
- Continua com a estória e deixa de ser enjoado! – pede Eustáquio.
- Vou continuar, mas presta atenção! O homem pegou aquele negócio preto, e achou que fosse carne. Como estava com muita fome, levou à boca e provou.
- E aí?
- Aí ele fez uma careta e disse: “- Mas que gosto de sabão é esse?!”
- “Gosto de sabão”? – pergunta Eustáquio, não entendendo direito.
- Foi exatamente isso que ele disse! Depois disso, ele foi lavar as mãos. Aqui vem uma observação muito importante: ele reparou que suas mãos, quase sempre sujas, ficaram limpas quando ele as lavou com um pouco daquela massa escura que ele havia encontrado perto do local onde assavam carne. E mais: quanto mais suas mãos estavam sujas daquela massa escura, mais elas ficavam limpas depois que ele as lavava na água!
- Mas que estória é essa! E, dessa maneira, os homens daquela aldeia descobriram o sabão?
- Foram eles! – hehe
- Puxa... Nunca imaginei que o sabão tivesse sido descoberto dessa maneira! – diz Eustáquio, espantado.
- Nem eu, meu amigo, nem eu! – afirma Jurandir.

Já tarde da noite, os dois se preparam para dormir. Amanhã será um dia de grandes pescarias e excelentes estórias...

Conclusão

Apesar de ser uma sátira sobre a possível descoberta do sabão (claro que ainda sem esse nome e sem os objetivos que o sabão possui na atualidade), uma abordagem química pode perfeitamente ser feita sobre tal crônica. A gordura (animal ou vegetal), geralmente triglicerídeos que contém três grupos carboxílicos, reage primeiramente com óleos, formando ésteres. Esses ésteres, reagindo com hidróxido de metal alcalino/alcalino terroso, formam glicerol e sais de metal alcalino/alcalino terroso, numa reação conhecida como saponificação. Esses sais são os sabões que utilizamos, que possuem uma cadeia carbônica apolar ligada a um grupo carboxilato, polar.

A ausência de polaridade em uma parte da molécula favorece sua interação com espécies apolares, como a maioria das gorduras, enquanto a polaridade do grupo carboxílico é a responsável pela solubilidade desse sal (sabão) em líquidos polares, como a água, por haver interações fortes entre os grupos carboxílicos com as moléculas de água. Entendendo como o sabão se comporta diante de espécies polares e apolares, é possível compreender sua atuação na remoção de gorduras e sujeiras, como um tensoativo.

Na crônica, gordura animal cai sobre brasas e cinzas enquanto a caça é preparada; nas cinzas, quantidades significativas de hidróxido de cálcio, entre outros, estão presentes. A condição essencial para que a reação de saponificação ocorra é a presença de calor, o que não é problema em uma churrasqueira, mesmo que improvisada. Dessa maneira, é razoável pensar que eventualmente o sabão tenha se formado, como uma massa escura que se acumulava nas imediações do local de preparo da caça.

Seria muito interessante o professor de Química procurar saber mais e conversar com seus alunos sobre o sabão de cinzas, muito utilizado antigamente (em alguns lugares, seu uso continua intenso, principalmente no interior e no campo). O princípio para a fabricação desse tipo de sabão é muito próximo ao exposto na crônica, em nossa sátira e, certamente, enriqueceria muito mais sua discussão e contextualização.

4.1.15- Crônica *É na balada que eu apareço!*

Apresentação

Quando se pensa na interação da radiação eletromagnética com a matéria, os conceitos e os modelos necessários para o entendimento e compreensão da estrutura da matéria, ou seja, como os átomos comportam-se, se organizam e como interagem uns com os outros, são fundamentais para que o interessado possa efetivamente compreender ou pelo menos ter uma noção do que trata seu objeto de interesse.

Esses conhecimentos, tidos como básicos em Química, acompanharão o estudante por toda sua vida e serão utilizados em diversas situações do seu dia-a-dia com relativa eficácia se forem bem entendidos e solidificados durante o período de aprendizagem.

No caso específico do conceito de Luminescência, tão comum na vida das pessoas quanto carente de explicações que sejam capazes de colocar a pessoa comum em condições de entender e compreender um conceito tão denso, diversos conceitos químicos e físicos devem ser relacionados entre si, sendo que fundamentalmente os conhecimentos de Estrutura Atômica e Ligação Química estão presentes e ditam o sucesso ou fracasso no seu ensino. Alguns conhecimentos secundários necessários para a formação do conceito de Luminescência, como o conceito de fósforo, de fluorescência e fosforescência, podem ser ensinados lançando mão de situações do dia-a-dia, ainda que nenhum desses conceitos faça parte da proposta curricular do Ensino Médio.

Sem querer trazer ao aluno de Ensino Médio conhecimentos avançados e que estejam fora da proposta de ensino, mas enfatizando o interesse geral que muitas situações do cotidiano suscitam e podem ser explicadas, a crônica *É na balada que eu apareço!* pretende ser uma ferramenta nas mãos do professor de Química preocupado em fazer *um algo a mais* para seus alunos, sem interferir nos conteúdos programáticos do Ensino Médio que ele deve ensinar.

É na *balada* que eu apareço!

Romeu e seus amigos adoravam festas. Sempre que uma festa era promovida na cidadezinha onde moravam, eles participavam, com muito empenho.

Eis que uma dessas festas estava para acontecer...

Mateus, o primo de Romeu que morava na capital, estava para chegar naqueles dias. Na véspera do tão esperado dia da festa, Mateus chegou à casa de Romeu:

- Fala gente grande!

- Está me chamando de gordo, Mateus?

- Que nada! Estou brincando com você. E a tia Josefina? Como está? – pergunta Mateus ao primo.

- Está bem sim. Não sei se te contei no telefone, mas amanhã vai rolar uma festa muito legal lá no clube.

- Não falou não... Vai ser boa mesmo?

- Com certeza! Precisávamos arrumar uma fantasia para você...

- Festa à fantasia? Essa é boa.

Na tarde daquele dia, os dois primos saíram para comprar alguma fantasia. Romeu encontrou dois de seus amigos também, e os quatro rapazes começaram a revirar as lojas à procura de algo para Mateus se fantasiar.

Entraram em diversas lojas... Olharam em muitas vitrines... Mas não encontraram uma fantasia que agradasse Romeu.

Frustrados, os rapazes voltaram muito tristes para a casa de Romeu. A única boa notícia é que Cícero, um de seus amigos, havia conseguido comprar os convites por um bom preço.

- Será que conseguiremos uma fantasia para mim? – pergunta Mateus, com certa desconfiança.

- Ah, alguma fantasia a gente arruma! Nem que for para você ir fantasiado de *papel higiênico!*

- *Papel higiênico?*

- Falei só para te tranquilizar – disse Romeu ao primo.

- Não! Você acaba de me dar uma excelente idéia! Amanhã cedindo, a gente vai à papelaria comprar alguns pacotes de papel sulfite.

- Você está falando sério, Mateus?

- Claro que estou!

Depois disso, Romeu chamou seus amigos para jogarem umas partidas de truco, juntamente com Mateus. Enquanto jogavam, Mateus começou a expor-lhes como seria sua fantasia:

- Minha fantasia será de *papel higiênico*. Preciso arrumar um tubo, ou algo cilíndrico para revestir meu corpo. Daí, colamos as folhas de papel em torno desse cilindro e está pronta a fantasia.

- Vai ser tão simples assim? – pergunta João.

- Isso mesmo! Simples e fácil de fazer! Você nem imagina o sucesso que vou fazer com essa fantasia...

- Sucesso? – resmungo Cícero. O pessoal vai se limpar em você!

- Que nada! Aguarde e verá!

Como a hora se adiantasse e os rapazes já estavam cansados de jogar baralho, decidiram parar de jogar e cada um deles voltar para sua casa. Como Mateus estava se hospedando na casa de Romeu, os dois entraram e se preparavam para dormir. O dia seguinte prometia ser de atividade intensa.

Os rapazes dormiram até o final da manhã. Acordados pela mãe de Romeu, logo se lembraram da fantasia do Mateus...

- Onde arrumaremos esse tubo para sua fantasia? – pergunta Romeu.

- Ah... sei lá! Também não tenho idéia.

Andando pela cidade, os rapazes compraram sorvete e seguiam, olhando vitrines e procurando o tal do tubo para Mateus. Aproximando-se do lixo público, para lançar os papéis que revestiam o sorvete, Mateus teve uma idéia excelente:

- Já sei o que você vai vestir!

- O que? – perguntou Mateus.

- Vamos comprar para você uma desses tambores de lixo, um bem grande! Aí a gente cola as folhas de papel nele! O que acha?

- Acho que ficará legal! Vamos procurar alguma loja que venda desses tambores.

Sem muito esforço, Romeu e Mateus encontraram muitos daqueles tambores à venda, em uma loja de materiais utilitários para a casa.

O atendente da loja se aproximou dos rapazes e perguntou, educadamente:

- Posso ajudar?
- Claro que pode! – disse-lhe Romeu.
- O que os senhores precisam?
- Precisamos de um tambor desses aqui.
- De quantos litros?
- Ah, agora você me apertou... Espere um pouco.

Dirigindo-se a Mateus, que estava adiante deles, Romeu pergunta:

- Precisamos medir seu volume...
- Para quê?
- Para poder comprar o tambor correto.
- Deixa de ser bobo, Romeu!

E, dirigindo-se ao vendedor da loja, Mateus diz:

- Preciso de um tambor que me envolva, que eu caiba dentro dele.

Disfarçadamente, o vendedor começa a rir dos dois rapazes, mas atende o pedido de Mateus.

Saindo da loja com aquele baita tamborzão de lixo, Mateus e Romeu resolvem passar em uma papelaria, para que pudessem comprar papel sulfite em quantidade suficiente para envolver todo o tambor de lixo que cobriria o corpo de Mateus. Como não podiam entrar no estabelecimento com aquele tambor, Mateus foi comprar o papel sozinho, enquanto Romeu o esperava na praça, logo em frente à papelaria.

Mateus chegou à papelaria e pediu alguns pacotes de papel sulfite. Era papel para mais de metro... Saindo da papelaria, Mateus não vê que Romeu está tomando seu caldo de cana lá na esquina e começa a soltar desaforos contra o primo, alegando que este o havia deixado na papelaria.

Desde a barraquinha, Romeu grita:

- Ow, do papel!

Todas as pessoas que transitavam por perto da papelaria olhavam para Mateus, que estava com os fardos de papel sulfite na cabeça, e riam daquela cena cômica. Os velhinhos, que jogavam baralho na esquina, bem próxima à papelaria, riam até perder o fôlego. Mateus começa a procurar quem é o autor da gracinha...

Novamente, Romeu grita, insultando Mateus.

Nesse momento, Mateus reconhece que é seu primo. Para não ficar por baixo e passar vergonha sozinho, ele responde, também com um grito:

- Pronto, já comprei o papel que você me pediu. Pode ir curar seu desarranjo intestinal...

Muito sem-graça, Romeu pega seu caldo e o tambor, dirigindo-se a Mateus, que o esperava para irem para a casa. Afinal, ele nunca havia sido chamado assim em público...

De volta para casa, Mateus e Romeu tramam como vão fazer a fantasia, utilizando-se dos papéis que compraram. A mãe de Romeu lhes diz:

- Encapem esse tambor com o papel sulfite, colando-o aos poucos e unindo folha a folha.

Os rapazes aceitaram as sugestões da mãe de Mateus. Então, em poucos minutos, a fantasia de Mateus ficou pronta. Já na noite da festa, eles estavam prontos... e a cena era hilária: Mateus fantasiado de *papel higiênico*!

Com todo o cuidado do mundo para não sujar sua fantasia branquíssima (...), eles foram à festa e logo na portaria encontraram seus amigos, que na noite passada haviam jogado baralho juntos:

- Você ficou bem vestido de papel higiênico! – disse Romeu a Mateus.

- Ah, obrigado! E que bebida é essa em sua mão?

- É água tônica. Quer um pouco?

- Não. Mais tarde eu pego. Vai que eu derrubo na fantasia...

No ambiente da festa os quatro rapazes encontravam muitas fantasias esquisitas; outras, muito bem boladas. Quando as luzes se apagaram, algo aconteceu que eles não esperavam: a fantasia de Mateus ficou com a coloração branca, levemente azulada, mesmo sem luz visível no ambiente!



A partir daí, ele começou a ser a sensação daquela festa. Todas as pessoas queriam ver sua fantasia, saber o que ela tinha de especial. Quando essas pessoas ficavam sabendo que a fantasia era feita usando papel sulfite, ficavam mais impressionadas ainda!

Cícero e João, os amigos que estavam com Mateus e Romeu, resolveram chamar a atenção também: retiraram do bolso seus copos plásticos transparentes e verteram a água tônica que traziam desde a entrada da festa. Para a surpresa de Mateus e Romeu, a bebida de seus amigos, antes transparentes também adquiriu coloração, sendo perfeitamente visível através dos copos transparentes!

Quando João foi levar o copo na boca para bebê-la, Mateus deu um grito:

- Não beba isso! Deve ter *química*!

- Eu já bebi antes, fique tranquilo – responde João.

- Você vai morrer!

- Ah, pare com isso! Será que só aqui, dentro do meu copo, que tem *química*? Você está considerando a *química* como algo prejudicial e danoso para a gente, sem levar em conta seus benefícios. Não é toda *química* que mata!

Mesmo sem entender tudo o que seu amigo falava, Mateus ficou quieto e aparentemente concordou.

João, observador como é, virou para Cícero e disse:

- Vem cá, Cícero: você está percebendo que as fantasias que possuem detalhes em branco, das outras pessoas, também estão se destacando no escuro?

- É verdade, João! Não tinha reparado. Espere eu chamar o Mateus.

No que ele grita:

- MATEUS!!

O coitado do Mateus, naquele instante, estava conversando com uma menina. Ele teve que interromper seu papo para atender Cícero:

- Espero que você me fale algo de importância, porque, se eu perder aquela menina de vista, você vai ver só!

- Olha só, Mateus. Você também consegue notar que as outras fantasias brancas também estão brilhando, mesmo nesse escuro?

- Consigo sim. Isso deve acontecer porque aquelas luzes, com uma luminosidade roxa, lá em cima, estão acesas. Depois a gente conversa mais...

Rapidamente Mateus voltou a falar com a menina, enquanto os outros se divertiam dançando.

Chegada certa hora, eles voltaram para a casa. Prontos para dormir, foram para o quarto de Romeu.

E cadê o sono? Mesmo com a luz apagada, eles não pregavam os olhos. Os quatro amigos, então, começaram a conversar sobre o sucesso da fantasia feita com um tambor e papel sulfite e sobre a água tônica que emitia luz na presença de luz negra.

- Mas será que aquela luz roxa influencia na coloração das roupas brancas? – pergunta Cícero a Romeu.

- Sim, ela mesma!

- Por quê?

- Agora não sei te responder. Sei apenas que aquela luz é de raios ultravioletas.

- Ultravioleta? – pergunta Mateus.

- Sim. Já vi daquelas luzes nos açougues de supermercados também – diz Romeu.

João tem o olhar distante... Sua memória estaciona há alguns meses atrás, quando ele via o mágico fazendo experiências com alguns pós na chama, lá no circo, assim como a festa junina que ele participou com Zezinho, seu primo (naquela época, eles discutiram muito sobre cores). Voltando-se para os amigos que ali se encontravam, João começou a falar-lhes:

- Amigos, acabei de pensar em algo que pode ser relevante. É bem possível que aquela lâmpada interaja com alguns átomos ou moléculas em especial.

- O que é o raio ultravioleta? – pergunta Cícero.

- Raio ultravioleta é uma luz que possui maior energia que a luz azul ou violeta. E quanto maior a energia, menor o comprimento da onda.

- Sei. Será que os raios ultravioletas devem interagir tanto com o papel sulfite quanto com a água tônica, a ponto de a gente ver alguma cor desses materiais sem a presença da luz branca? – pergunta Mateus.

- Acredito que sim. Só que tanto na água tônica quanto no sulfite deve haver moléculas ou átomos que interagem com os raios ultravioletas – responde João.

- O interessante – diz Mateus – é que tanto o papel sulfite quanto a água tônica não apresentam mais coloração nenhuma sem aquela luz.

- Eu não tinha notado isso – diz Cícero. Tanto é que voltamos para a casa e já no caminho, a fantasia de Mateus não tinha mais aquela cor branca...

Nisso Mateus olha para a direção da porta do quarto, que estava fechada, e vê o interruptor da luz do quarto em destaque na parede branca, como se brilhasse no escuro. Imediatamente ele diz aos seus amigos:

- E o que será que acontece nesses interruptores? Você tem uma daquelas luzes aqui em seu quarto, Romeu?

-Não, não tenho. E agora?

Ninguém se arriscava a falar nada. Até que Cícero resolve falar:

- É quase a mesma coisa que deve acontecer com o papel sulfite naquela luz. Temos uma fonte de excitação eletrônica, que é a luz da lâmpada. Assim que a desligamos a luz, o material de que é feito o interruptor emite essa cor esverdeada.

- Mas será que é a mesma coisa? Porque, nesse caso, o interruptor se mantém “aceso” por mais tempo se comparado com a água tônica, quando apagamos a fonte de excitação, que é tanto a lâmpada comum quanto a lâmpada de raios ultravioleta... – diz Mateus.

Quando Mateus ia falar novamente, percebeu três pessoas roncando em seu quarto... O sono havia chegado para seus amigos. Assim, ele tratou de virar para o lado e dormir também.

Na manhã seguinte, João, o primeiro a acordar, reparou que o interruptor não estava mais emitindo nenhuma luz. Logo, foi chamando seus amigos, para mostrar o interruptor.

Mateus não acordava de maneira nenhuma. Cícero sugeriu, através de sinais e gestos, para que eles acordassem Mateus com seus travesseiros... Dito e feito! Ele tomou tanta pancada de seus amigos que levantou rapidinho!

No café da manhã, todos percebem que Cícero está preocupado...

- O que foi, Cícero? – pergunta Mateus.

- Estou meio preocupado...

- Com o quê?

- É que conversamos ontem sobre a luz negra, lá da festa. Vocês sabem que os raios ultravioletas são prejudiciais ao nosso organismo, não é?

Todos ficaram em silêncio. Dona Josefina, que ouvia a conversa, disse-lhes:

- A preocupação de Cícero faz sentido, sim. Existem casos de pessoas que ficaram muito tempo expostas a essa radiação e desenvolveram doenças de pele.

Mateus disse:

- Se a gente soubesse que aquela lâmpada emitia esse tipo de radiação, deveríamos ter passado filtro solar para ir à festa...

Dois segundos depois, João diz:

- Dona Josefina, a senhora tem aí algum desses filtros solares?

- Tenho sim.

Já com o filtro solar nas mãos, João lê a embalagem:

- “Proteção contra UV-B e UV-C”

- O que será que significa UV-B e UV-C? – pergunta Cícero.

- Não sei, mas teremos que entender um pouco sobre os raios ultravioletas para depois entender direitinho o que é a luz negra – atesta João.

Os quatro saíram logo em seguida. Cícero e João voltaram para suas casas, enquanto Romeu e Mateus os acompanhavam.

Mateus, lembrando a noite passada, diz a Romeu:

- Nem te conto quem eu conheci na festa...
- Ah, conta sim! Quem é?
- O nome dela é Isadora.
- Eu a conheço. Ela é filha do Dr. Ambrósio, dermatologista!
- Dermatologista? Será que o encontramos no posto de saúde? – pergunta Mateus.
- Talvez sim, mas o que você quer com ele?
- Quero conversar com ele, oras! Leve-me até lá.

Assim que chegaram ao posto de saúde, perguntaram pelo Dr. Ambrósio. Depois de esperarem uns cinco minutos, lá vem um homem alto, barbudo, de voz grossa. Era o doutor...

- O que vocês querem, rapazes?
- Gostaria de lhe fazer umas perguntas – diz Mateus.
- Então fale.
- Ontem fomos à festa à fantasia e ficamos expostos àquelas lâmpadas que emitem raios ultravioletas. Será que precisávamos ter utilizado filtro solar?

Depois de dez segundos olhando os rapazes, Ambrósio responde:

- Aquelas lâmpadas emitem radiação ultravioleta chamada UV-A, que é menos danosa à pele que as anteriores, mas o vidro da lâmpada deve ser suficiente para bloquear grande parte dessa radiação. Os raios UV-B e UV-C são muito nocivos, mas vocês não foram expostos a essa radiação na festa. Fiquem tranquilos.

Já dando as costas para eles, Ambrósio acrescenta:

- Minha filha foi nessa festa também. Ela chegou bem tarde e cheirando perfume masculino...
Gostaria de saber quem é o *cabra*!

Mateus empalideceu. Romeu, que sabia da história da noite anterior, contada por seu primo, tratou de tranquilizá-lo:

- Deve ser um bom moço, doutor! Se eu souber quem é o *cabra*, contarei para o senhor. Muito obrigado pelas informações!

Na porta de saída do posto de saúde, Romeu, já não segurando o riso, começa a gargalhar, por ver Mateus pálido, com medo de ser descoberto pelo pai de Isadora.

- Será que o doutor Ambrósio está achando que eu tive algo com a filha dele ontem? Nós apenas dançamos!

- Já não posso dizer nada sobre isso – diz Romeu. Foi você que quis conversar com ele...

Ao mesmo tempo em que Mateus e Romeu estavam no posto de saúde, Cícero teve a idéia de comprar uma daquelas luzes em uma loja de materiais elétricos. Para sua surpresa, aquela lâmpada era negra mesmo: o vidro que revestia a lâmpada era escuro, quase preto.

- Mas... e aquela luz roxa que eu via? O que pode ser? – se perguntava Cícero.

À noite, quando os quatro amigos se encontraram novamente, Cícero foi logo contando da luz que comprou. Em seguida, Mateus contou da conversa que teve com o doutor Ambrósio, contando inclusive, o susto que passou.

João só ouvia os amigos comentando... De repente, começou a ligar os assuntos:

- A lâmpada negra deve emitir os raios UV-A, que deve ter energia pouco maior que o azul ou roxo, mas com menos energia que os raios UV-B e UV-C.

Cícero diz:

- Perguntei ao meu pai sobre as lâmpadas e ele disse que a lâmpada convencional, dessas cilíndricas e brancas, chamadas de fluorescentes, possui gás inerte com um pouco de mercúrio em

seu interior. Com a passagem de corrente elétrica pelo gás, os átomos de mercúrio emitem radiação ultravioleta.

- Essa informação parece-nos importante – diz Mateus.

- Sim. E se a gente observar, a lâmpada negra se diferencia da lâmpada convencional por não possuir aquela coloração branca.

- Falando em coloração branca, outro dia, lá em minha casa, meu pai foi substituir uma dessas lâmpadas convencionais e acabou derrubando-a no chão. A gente reparou que, por dentro, ela possui um pó branco, revestindo o vidro – diz Mateus.

- Cuidado com aquilo, Mateus! – exclama dona Josefina. Aquele pó é um fósforo!

- Fósforo? – os quatro perguntam ao mesmo tempo.

- Sim – responde ela.

- A senhora fala do elemento químico, o Fósforo?

- Não tenho certeza – responde a mãe.

- Já sei – diz Romeu. Vou perguntar para o Alexandre, que mora ali em frente!

Os quatro jovens foram até a casa de Alexandre.

- Fósforo é um nome genérico para os materiais que emitem luz quando são iluminados e interagem com alguma fonte de radiação, como a luz negra que vocês estão me contando – diz Alexandre.

- Ah é? Esses materiais não possuem o elemento Fósforo? – pergunta Cícero.

- Não necessariamente. O elemento Fósforo foi descoberto pelo alquimista chamado Hennig Brandt, em um experimento que ele fez, utilizando urina!

- Urina? – pergunta Romeu a Alexandre.

- Sim, urina estragada.

- Que interessante! – diz Mateus, curioso para saber mais sobre a descoberta.

Alexandre continuou:

- Pelo fato do elemento Fósforo emitir luz no escuro, qualquer material ou substância que também emita luz quando interage com algum tipo de radiação, ou seja, que apresente *Luminescência*, também é chamado de fósforo, mesmo que não possua o elemento Fósforo. Entenderam?

- Só não entendi essa história da *Luminescência* que você falou... – diz Romeu.

- Ora, Romeu. *Luminescência* deve ser o fenômeno da emissão de luz por alguns materiais, depois de interagirem com uma fonte de radiação!

- Exatamente, João. Exatamente – responde Alexandre.

Voltando para a casa de Mateus, os quatro continuavam a conversar. Cícero não havia entendido completamente o que Alexandre tinha falado a eles:

- Fósforo... O que isso tem a ver com os raios ultravioletas?

- Só pode ser! O pó presente dentro da lâmpada - um fósforo, nesse caso - deve ser o responsável por emitir a luz branca! – diz João.

Mateus duvida:

- Será? Mas na luz negra não tem fósforo!

- Realmente – diz Romeu. A luz negra, lá da festa, não tem fósforo. Mas essa luz emite radiação UV-A que interage com algum fósforo.

- A luz branca deve ser bloqueada pelo vidro escuro da luz negra – diz Cícero a Romeu. Tanto que a gente só enxerga aquela luz roxa quando ela está acesa.

- Do jeito que você fala, é o fósforo que absorve os raios ultravioletas, emitindo luz branca, como acontece na luz fluorescente, assim como João acabou de nos dizer - diz Romeu.

Já que estavam falando de fósforo, Cícero soltou uma de suas:

- Hum... Então quer dizer que a fantasia de Mateus possuía algum fósforo?

- Não fala bobagem! – diz Romeu.

- Ele não está falando bobagem. Sua fantasia deve ter feito a mesma função que o fósforo presente na lâmpada fluorescente faz, interagindo com os raios ultravioletas e emitindo luz branca. Não foi isso que vimos na festa? – diz João aos demais.

- Puxa vida! – exclama Mateus. Minha fantasia feita com papel sulfite emite luz branca na presença da luz negra!

- Hahaha – ri Romeu. É por isso que você parecia uma lâmpada acesa no meio daquela galera!

O pai de Romeu, seu Filipe, que ouve a conversa lá da cozinha, intervém nesse momento:

- Mateus, sua fantasia não brilha coisa nenhuma! O que acontece em sua fantasia é a reflexão da luz negra, e não uma emissão de luz, que causaria brilho. Reflexão e emissão são coisas diferentes...

- Entendi – disse Mateus. Mas, de qualquer, maneira, eu me destaquei na festa, eu *apareci!*

Os amigos riem muito com o que Mateus diz. Naquele momento, comiam alguns salgadinhos com suco de laranja.

- Vocês lembram-se do interruptor de luz, que conversávamos ontem à noite? – pergunta João.

- Sim – eles respondem com a cabeça.

- Aquele interruptor deve possuir algum material que interage com a luz ambiente, emitindo aquela luz verde depois que apagamos a lâmpada.

- É, deve ser por isso que se usa o termo *fosforescente* para alguns materiais... – diz Cícero, com a boca cheia.

- Concordo com você, Cícero. Só que as lâmpadas brancas e compridas são chamadas de *fluorescentes*, e não *fosforescentes!* – diz Mateus, levando a mão pegar alguns salgadinhos.

Seu Filipe, que havia voltado para a cozinha, onde estava na companhia de dona Josefina, interveio novamente:

- Vocês estão confundindo os termos! O mesmo fenômeno acontece de duas maneiras diferentes: fluorescência acontece na lâmpada e na fantasia do Romeu, e fosforescência acontece nos interruptores.

- Como assim, pai? – pergunta Romeu.

- Filho, quando você saiu da presença da luz negra, sua fantasia não parou de refletir a luz negra?

- Sim.

- Quando a gente desliga uma lâmpada, ela continua a emitir luz?

- Não.

Mateus intervém e diz:

- O senhor quer nos dizer que a fluorescência ocorre quando os materiais param de emitir luz ao cessar a fonte de radiação?

- Sim – responde seu Filipe.

- E na fosforescência acontece o mesmo fenômeno, mas o material continua a emitir luz mesmo quando a fonte de radiação é desligada ou retirada – diz João, completando o pensamento de seu Filipe.

- Eu falei isso a vocês, ontem à noite! – diz Mateus.

- Não falou não! Nós prestamos atenção em tudo o que você nos falava ontem, até o momento que dormimos – diz Cícero, já rindo.

- A gente nem falou da água tônica... – diz Mateus.

- Falaremos já! – diz Romeu, buscando quatro daquelas latas na geladeira.

Olhando a composição química da água tônica, no rótulo da lata, viram um nome não comum: *sulfato de quinina*.

Cícero pergunta:

- O que será sulfato de quinina?

- Não sei. Mas é o único composto que não temos familiaridade, de acordo com a composição química – responde Romeu.

Os quatro amigos observaram a fluorescência da água tônica, isso era fato. Portanto, classificaram o sulfato de quinina como o agente fluorescente da bebida.

João observou:

- A fluorescência, então, não se limita a materiais sólidos. Tanto que podemos ter soluções que emitam luz na presença de uma fonte de radiação, como a luz negra.

Todos concordam com a observação de João. Satisfeitos com o entendimento da *Luminescência*, fenômeno que se manifesta através da fluorescência e da fosforescência nos materiais, eles refrescavam-se com a água tônica trazida por Romeu.

Como Cícero havia comprado uma daquelas lâmpadas negras e possuía algumas latas de água tônica em sua casa, certamente o sulfato de quinina voltaria a estar presente na conversa dos amigos...

Conclusão

Sabemos que o conceito de Luminescência não está previsto na proposta curricular do Ensino Médio. Mesmo assim, a proposta de se utilizar uma crônica que trate desse assunto é válida se acompanhada do professor de Química, que dosará o que deve ser ensinado e o que deve ser omitido, sem que haja prejuízo no entendimento e compreensão desse assunto por parte dos alunos.

Fosforescência, fluorescência e luminescência são conceitos muito complexos, mas que foram expostos na crônica acima de maneira simplificada. Seria uma incoerência de nossa parte exigir que o professor explique e que se instrumentalize com a crônica para um ensino mais aprofundado desses conceitos ou ainda supor que a crônica seja auto-suficiente no ensino desses conceitos; objetivamos, sim, suscitar ainda mais a curiosidade dos alunos, de forma que eles busquem mais conhecimentos e que possam contar com o professor de Química para ajudá-los.

5- Resultados

As crônicas *Lá na Pescaria...*, *Namorados no ponto... de ebulição!* e *De olho na natureza e nas interações intermoleculares* foram avaliadas por alunos do Ensino Médio, que responderam a um questionário. Esse questionário foi desenvolvido por nós, sem seguir qualquer formalismo ou rigor jornalístico, investigativo ou que levasse em consideração métodos estatísticos.

No questionário buscamos avaliar se o aluno gostou da crônica, se existem dificuldades para interpretação e entendimento, se linguagem usada nas crônicas é adequada, e se os diálogos e situações do dia-a-dia, presentes nas crônicas, favorecem o entendimento dos conteúdos.

Também buscamos avaliar o alcance da crônica junto àqueles que não estão na escola (pais e amigos); como o professor poderia utilizar as crônicas, se o aluno associou a crônica a seu cotidiano, e se o conteúdo químico é claro e adequado.

Em seguida, apresentamos o questionário que os alunos responderam, depois de ler as crônicas, juntamente com os gráficos das respostas.

5.1- Avaliação de três crônicas pelos alunos do Terceiro ano do Ensino Médio público

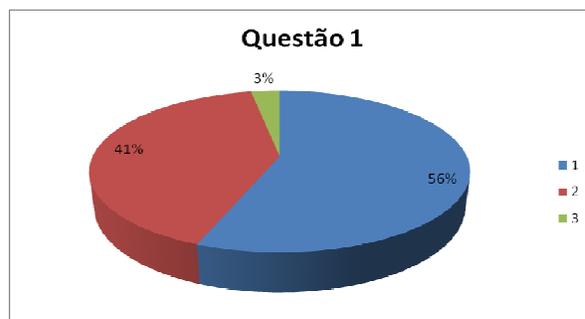
Crônicas: *Lá na Pescaria...*, *Namorados no ponto... de ebulição!* e *De olho na natureza e nas interações intermoleculares*.

Cada uma das crônicas foi aplicada e avaliada pelas três salas de Terceiros anos do Ensino Médio, totalizando 71 alunos, sendo o 3º A com 23 alunos, o 3º B com 21 alunos e o 3º C com 27 alunos. Essa aplicação se deu depois que os alunos haviam aprendido o conteúdo químico presente nas crônicas, em suas aulas regulares de Química, menos o conteúdo químico contido na crônica *Lá na Pescaria...*, mas que foi ressaltada pelos professores de Química da escola como interessantes de serem discutidos posteriormente. Os alunos responderam apenas um questionário, apesar de terem lido mais de uma crônica.

5.1.1- Gráficos com a média aritmética das respostas dos alunos dos terceiros anos e análise das respostas.

Questão 1- Você encontrou dificuldade na leitura/interpretação da crônica?

- 1-() nenhuma
- 2-() pouca
- 3-() muita



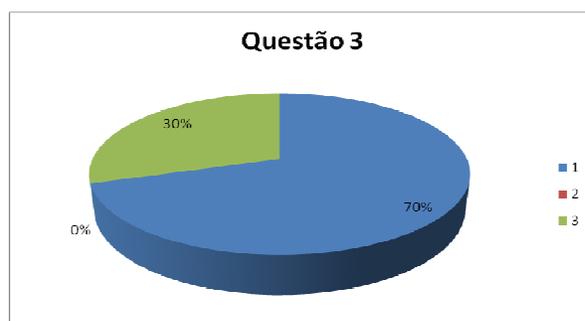
Questão 2- Você acha esta maneira de se estudar (com a crônica) mais prazerosa que aquela utilizando os livros convencionais que você conhece?

- 1-() sim
- 2-() não
- 3-() não percebo diferença



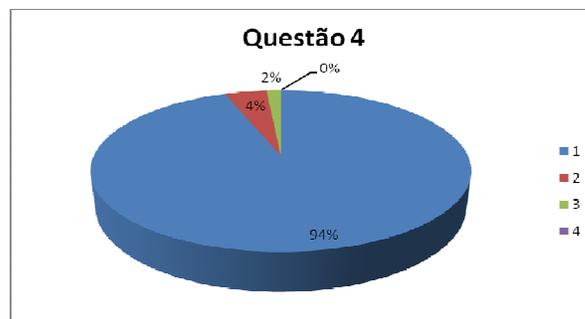
Questão 3- Você acha que os diálogos ao longo das crônicas auxiliam no entendimento do conteúdo químico?

- 1-() auxiliam
- 2-() não auxiliam
- 3-() mais ou menos
- 4-() não sei responder



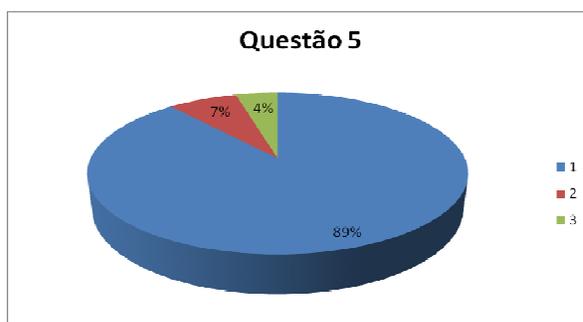
Questão 4- O que você achou desta maneira de se estudar química?

- 1-() interessante e adequada
- 2-() interessante e inadequada
- 3-() inadequada
- 4-() não sei responder



Questão 5- Você acha que esta maneira de estudar através de crônicas prende mais a atenção do estudante ou dispersa o seu raciocínio e atrapalha o aprendizado?

- 1-() prende a atenção e facilita o aprendizado
- 2-() prende a atenção mas dificulta o aprendizado
- 3-() dispersa o raciocínio e dificulta o aprendizado



Questão 6- Você conseguiu entender a crônica e associá-la a alguma situação do seu dia-a-dia?

- 1-() sim
- 2-() não



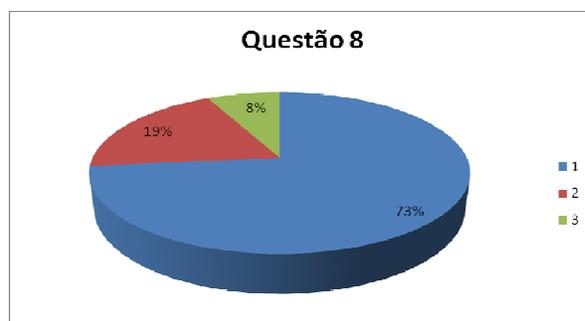
Questão 7- Antes de ler um material deste tipo você imaginava que o conteúdo de química estivesse tão presente em nosso dia-a-dia?

- 1-() não imaginava
- 2-() continuo não imaginando
- 3-() eu já imaginava que a química estava presente em nosso dia-a-dia



Questão 8- Você reconheceu algum conteúdo químico na crônica?

- 1- () reconheci facilmente
- 2- () reconheci com dificuldade
- 3- () não reconheci



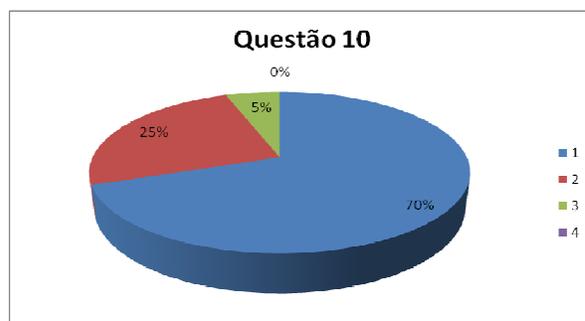
Questão 9- Na crônica aparecem diversas situações do dia-a-dia. Para você, essas situações:

- 1- () facilitam bastante o entendimento do conteúdo
- 2- () facilitam pouco o entendimento do conteúdo
- 3- () não facilitam o entendimento do conteúdo



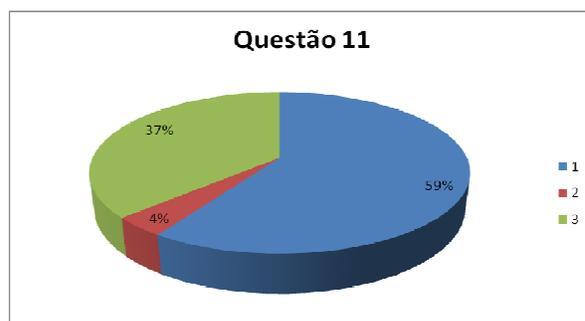
Questão 10- A estória trazida na crônica ajuda no entendimento dos conteúdos químicos?

- 1- () ajuda bastante
- 2- () ajuda pouco
- 3- () tanto faz
- 4- () atrapalha



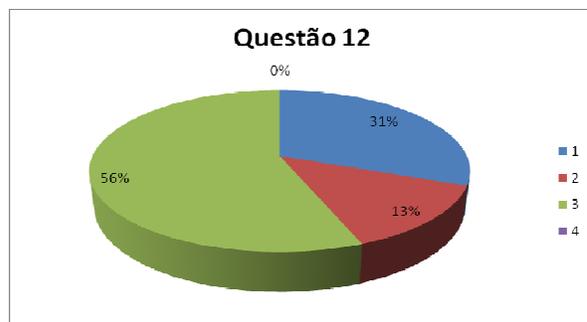
Questão 11- Nos casos em que são descritas algumas observações experimentais, você acha que seria capaz de reproduzi-las em casa?

- 1- () sim
- 2- () não
- 3- () não sei



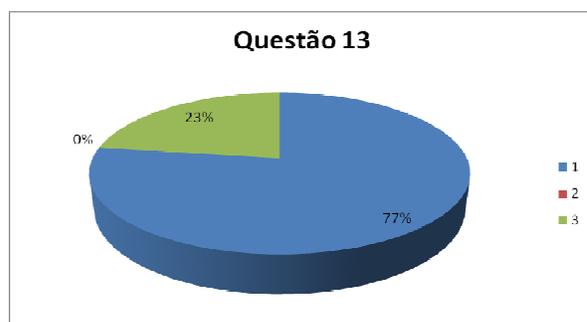
Questão 12- O que acharia mais conveniente?

- 1- () ler a crônica e depois assistir a aula do professor
- 2- () assistir a aula do professor e depois ler a crônica
- 3- () ler a crônica durante uma aula com o auxílio do professor
- 4- () não ler a crônica



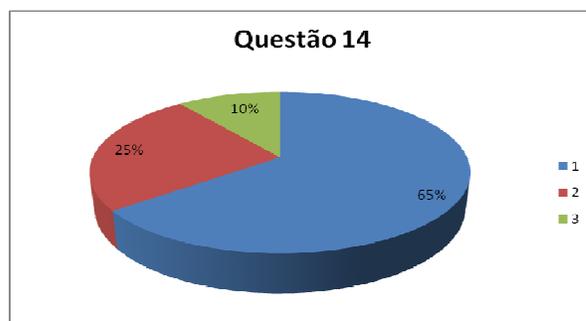
Questão 13- Na eventualidade da crônica ser lida durante a aula, você acha que esse material contribui para a aula do professor?

- 1- () sim
- 2- () não
- 3- () parcialmente



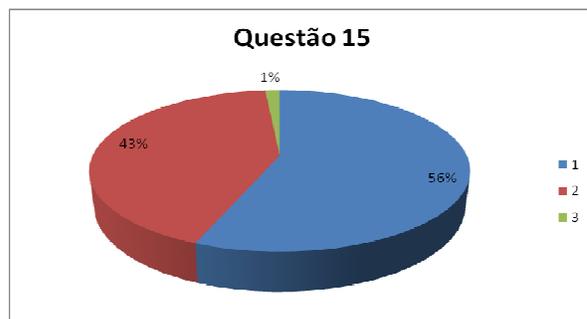
Questão 14- Você conversaria sobre o conteúdo da crônica com seus pais, amigos ou com outras pessoas fora da escola?

- 1- () com certeza
- 2- () não sei se consigo
- 3- () não conversaria



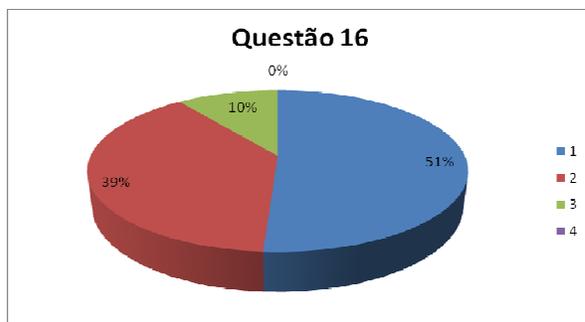
Questão 15- Seus pais e amigos entenderiam a crônica e o conteúdo químico que está contido nela?

- 1- () entenderiam
- 2- () entenderiam com dificuldade
- 3- () não entenderiam



Questão 16- O que você acha da linguagem utilizada na crônica:

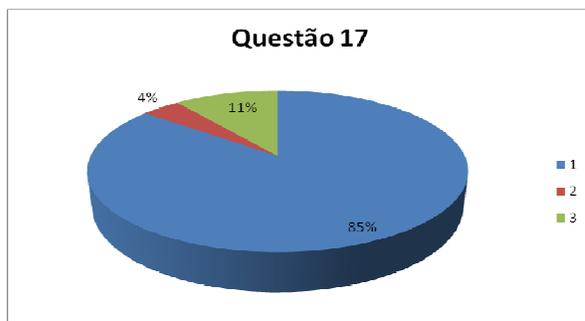
- 1- () bem compreensível
- 2- () compreensível
- 3- () pouco compreensível
- 4- () não entendi o conteúdo devido à linguagem ruim



As questões 17 e 18 foram analisadas em conjunto:

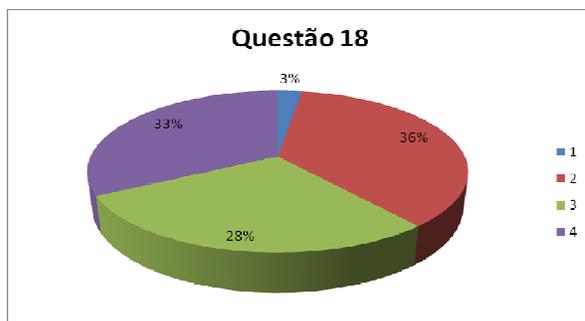
Questão 17- Você acha que os conteúdos químicos presentes na crônica são:

- 1- () adequados
- 2- () não são adequados
- 3- () não sei responder



Questão 18- Se você fosse avaliar a crônica quanto ao conteúdo químico, como você a classificaria:

- 1- () ruim
- 2- () boa
- 3- () muito boa
- 4- () excelente



Observamos que a maioria dos alunos teve pouca ou nenhuma dificuldade em ler/interpretar as crônicas. Menos de 5% do total dos alunos atestaram que tiveram muita dificuldade na leitura e interpretação, como mostrado no gráfico referente à questão 1, sendo que a dificuldade foi encontrada na leitura e interpretação da crônica *De olho na natureza e nas interações intermoleculares*. Isso indica que as crônicas são fáceis de serem lidas e compreendidas, de maneira geral.

Segundo o gráfico para a questão 2, 90% dos alunos que responderam o questionário dizem ser mais prazeroso o estudo através das crônicas, o que é relevante pelo fato desses alunos já terem tido contato com o livro didático anteriormente e 70% dos alunos responderam que os diálogos presentes nas crônicas auxiliam no entendimento, de acordo com o gráfico para a questão 3. Nenhum deles respondeu que os diálogos não auxiliam ou atrapalham o entendimento do conteúdo químico. Vale ressaltar que um dos objetivos do desenvolvimento desse tipo de material é favorecer o entendimento dos conteúdos através dos diálogos também.

O estudo por meio de crônicas é interessante e adequado para 94% dos alunos, e ainda prende a atenção e facilita o aprendizado para 89% deles, segundo aponta os gráficos com as respostas da questão 4 e 5. Salienta-se, novamente, que esses alunos já estudaram os assuntos presentes em cada uma das crônicas em livros didáticos e/ou tiveram aulas sobre eles, menos os conteúdos presentes na crônica *Lá na Pescaria...*. Algumas modificações foram feitas nas crônicas que foram aplicadas, para que as crônicas alcancem aceitação ainda maior entre os alunos.

A maioria dos alunos (88%) conseguiu entender as crônicas e associá-las a alguma situação do cotidiano, de acordo com o gráfico com os resultados da questão 6. Alguns alunos responderam que não conseguiram entender a crônica *Lá na Pescaria...* e associá-la ao cotidiano. A natureza dessa crônica talvez justifique essas respostas, ou porque os alunos não sabem como é feito o sabão ou ainda porque eles conhecem os conteúdos químicos presentes nessa crônica, mas não todos eles juntos e ainda contextualizados no dia-a-dia. Os resultados da questão 6 devem ser observados juntamente com os resultados da questão 5, de maneira que é possível dizer que, para a maioria dos alunos que tiveram contato com as crônicas, essas prendem a atenção, facilitam o aprendizado e ainda conseguem fazer o aluno perceber os conteúdos químicos presentes no cotidiano. Vale ressaltar que as observações das respostas dos alunos, citadas anteriormente, vão ao encontro do objetivo do trabalho, dos PCN e das diretrizes curriculares.

De acordo com o gráfico da questão 7, 57% dos alunos já imaginavam que a Química estivesse presente no cotidiano, enquanto 43% de todos os alunos não imaginavam que a Química estivesse presente no dia-a-dia. Esse dado é interessante porque pode nos mostrar que as situações escolhidas para compor a crônica faziam parte do cotidiano desses alunos,

mas, até o presente momento, eles não sabiam que nessas situações, a Química estava presente.

A grande maioria dos alunos (92%) reconheceu algum conteúdo químico nas crônicas de maneira fácil ou com alguma dificuldade, assim como nenhum aluno respondeu que as situações do dia-a-dia, presentes em qualquer uma das três crônicas, não facilitassem o entendimento do conteúdo, de acordo com os gráficos das questões 8 e 9. A estória contida nas crônicas acaba ajudando no entendimento dos conteúdos químicos para 95% dos alunos, em maior ou menor intensidade. A resposta para essa questão (gráfico com as respostas da questão 10) pode ser confrontada com a resposta dos alunos para a questão 5, por serem parecidas: ou seja, para a grande maioria dos alunos, as crônicas, com suas histórias, prendem a atenção e facilitam o aprendizado.

Algumas crônicas possuem observações experimentais e pequenos experimentos, como no caso da crônica *Namorados no ponto... de ebulição!* O gráfico da questão 11 revela que 59% dos alunos se acham capazes de reproduzir as medidas de temperaturas de ebulição descritas na crônica *Namorados no ponto... de ebulição!*. Nota-se uma porcentagem sensivelmente menor de alunos que responderam que conseguiriam reproduzir alguma observação experimental/medida para as crônicas *Lá na Pescaria...* e *De olho na natureza e nas interações intermoleculares*, justamente pelas histórias não conterem observações experimentais.

A questão 12 é baseada no pressuposto de que os alunos não tiveram a oportunidade de ler uma crônica antes de estudar o conteúdo contido nela. Segundo os resultados apresentados no gráfico dessa questão, 87% dos alunos preferem ler a crônica antes ou durante a aula, com o auxílio do professor. As respostas para essa questão acenam para a melhor estratégia de emprego e aplicação desse material pelos professores junto aos seus alunos, indicada pelos próprios alunos. Salienta-se, também, que nenhum aluno respondeu que a leitura ou utilização das crônicas seria prejudicial ou atrapalharia o próprio desenvolvimento cognitivo. Ainda, 77% dos alunos responderam que as crônicas contribuem para a aula do professor, na eventualidade da mesma ser utilizada em conjunto com a aula, segundo o gráfico com os resultados da questão 13.

De acordo com o gráfico da questão 14, 90% dos alunos afirmam que conversariam com outras pessoas sobre o conteúdo das crônicas, independentemente se conseguem fazê-

lo ou não. Para a grande maioria dos alunos, na eventualidade das crônicas serem conversadas fora do ambiente escolar e apresentadas a pais e amigos, elas seriam entendidas por essas pessoas, em alguns casos com dificuldade, e acordo com o gráfico da questão 15. Apenas 1% do total de alunos e justamente entre os que leram e analisaram a crônica *De olho na natureza e nas interações intermoleculares*, afirmou que outras pessoas (pais, amigos) não entenderiam o conteúdo químico presente nessa crônica. Isto pode ser um indicativo de que o material também é acessível às pessoas que não participam do ambiente escolar.

Observando o gráfico das respostas para a questão 16, notamos que 90% dos alunos responderam que a linguagem utilizada nas crônicas é bem compreensível ou compreensível, sendo que nenhum aluno respondeu que não entendeu o conteúdo presente na crônica por dificuldades com a linguagem.

Na avaliação dos alunos, os conteúdos foram considerados adequados (85%), oscilando entre bons a excelentes para a grande maioria dos alunos (96%). O percentual dos alunos que classificaram os conteúdos como ruins e inadequados correspondem a 3% e 4%, respectivamente, de acordo com os gráficos para as questões 17 e 18.

5.2- Avaliação das mesmas crônicas pelos alunos de três anos diferentes do ensino público.

Crônicas: *Lá na Pescaria...* e *Namorados no ponto... de ebulição!*.

Cada uma das crônicas foi aplicada aos alunos de Primeiro (1º B – 27 alunos), Segundo (2º B – 25 alunos) e Terceiro (3º B – 21 alunos) anos do Ensino Médio, totalizando 73 alunos. Essa aplicação se deu depois que os alunos haviam aprendido o conteúdo químico presente nas crônicas, em suas aulas regulares de Química, com exceção do conteúdo químico contido na crônica *Lá na Pescaria....* Cada aluno respondeu apenas um questionário depois de ler as duas crônicas.

5.2.1- Gráficos com as respostas dos alunos do primeiro, segundo e terceiro anos e análise das respostas questão por questão.

Questão 1- Você encontrou dificuldade na leitura/interpretação da crônica?

1-() nenhuma 2-() pouca 3-() muita



A totalidade dos alunos teve pouca ou nenhuma dificuldade de leitura/interpretação, sendo que foi observada uma diminuição da dificuldade do Primeiro para o Terceiro ano do Ensino Médio. Independentemente da “qualidade” da crônica em si, na opinião dos alunos, sua leitura parece ser fácil.

Questão 2- Você acha esta maneira de se estudar (com a crônica) mais prazerosa que aquela utilizando os livros convencionais que você conhece?

1-() sim 2-() não 3-() não percebo diferença

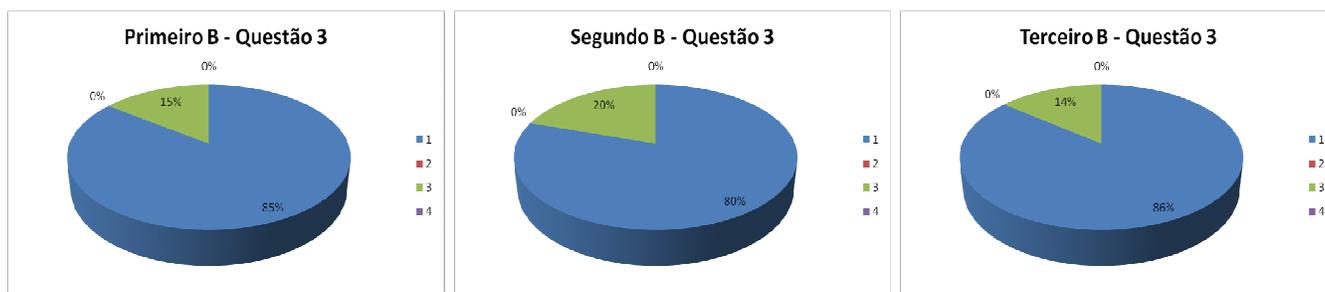


Com relação à maneira de se estudar pela crônica, o “prazer” em se estudar em um material alternativo – como as crônicas - também aumenta do Primeiro para o Terceiro ano,

mas, de qualquer forma, mesmo no Primeiro ano a preferência por esse tipo de material é superior a 80%.

Questão 3- Você acha que os diálogos ao longo das crônicas auxiliam no entendimento do conteúdo químico?

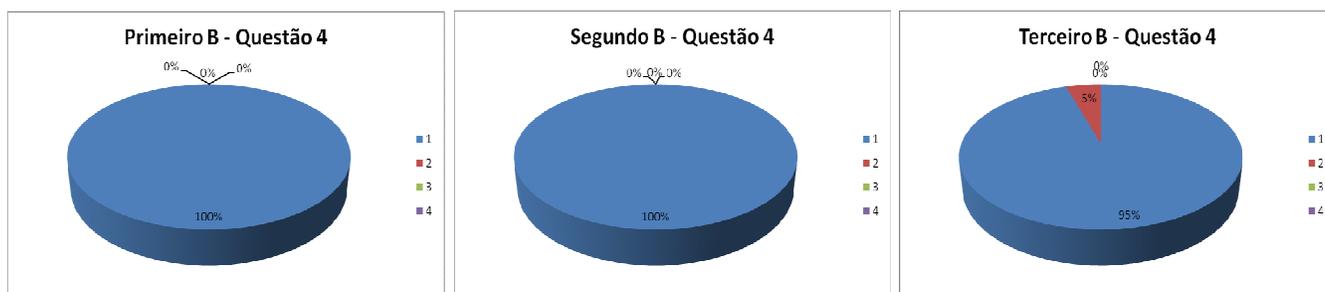
1-() auxiliam 2-() não auxiliam 3-() mais ou menos 4-() não sei responder



Os diálogos auxiliam no entendimento para mais de 80% dos alunos, de maneira geral. Aproximadamente a metade dos alunos que avaliaram a crônica *Lá na Pescaria...* disseram que os diálogos auxiliam “mais ou menos”, o que pode refletir a pouca familiaridade com o conteúdo presente nessa estória.

Questão 4- O que você achou desta maneira de se estudar química?

1-() interessante e adequada 2-() interessante e inadequada
3-() inadequada 4-() não sei responder



Quase a totalidade dos alunos acha esta maneira de estudar interessante e adequada, muito embora eles já tivessem estudado o assunto anteriormente. Justamente pelo fato dos alunos já terem estudado os assuntos apresentados na crônica, tal comparação é válida.

Questão 5- Você acha que esta maneira de estudar através de crônicas prende mais a atenção do estudante ou dispersa o seu raciocínio e atrapalha o aprendizado?

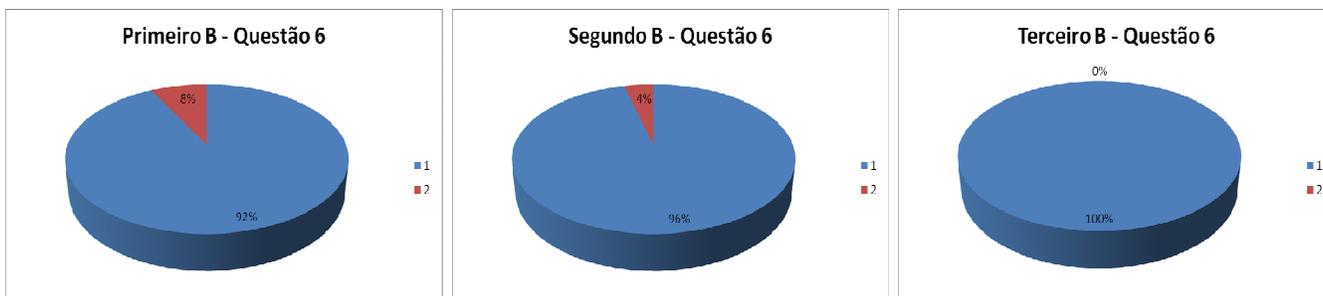
- 1- () prende a atenção e facilita o aprendizado
- 2- () prende a atenção mas dificulta o aprendizado
- 3- () dispersa o raciocínio e dificulta o aprendizado



Em torno de 90% dos alunos afirmam que as crônicas prendem a atenção e facilitam o aprendizado, sendo que poucos acham que esta forma de estudar possui alguma desvantagem, ora dispersando o raciocínio, ora dificultando o aprendizado, ou os dois ao mesmo tempo.

Questão 6- Você conseguiu entender a crônica e associá-la a alguma situação do seu dia-a-dia?

- 1- () sim
- 2- () não



A maioria dos alunos (acima de 90%) conseguiu entender as crônicas e associá-las a alguma situação do cotidiano. A análise conjunta das questões 5 e 6 indica que além de prender a atenção e facilitar o aprendizado, os alunos conseguem associar o ensino ao seu dia-a-dia, que é objetivo tanto do presente trabalho quanto dos PCN e das diretrizes curriculares atuais.

Questão 7- Antes de ler um material deste tipo você imaginava que o conteúdo de química estivesse tão presente em nosso dia-a-dia?

1- () não imaginava

2- () continuo não imaginando

3- () eu já imaginava que a química estava presente em nosso dia-a-dia



Mais de 60% dos alunos já imaginava que a Química estivesse tão presente no dia-a-dia, mas, muitos deles afirmam – inclusive alunos que estão no Terceiro ano – que não imaginavam que a Química estivesse tão presente no cotidiano. Essa resposta ressalta ainda mais a necessidade do ensino de Química de maneira contextualizada.

Questão 8- Você reconheceu algum conteúdo químico na crônica?

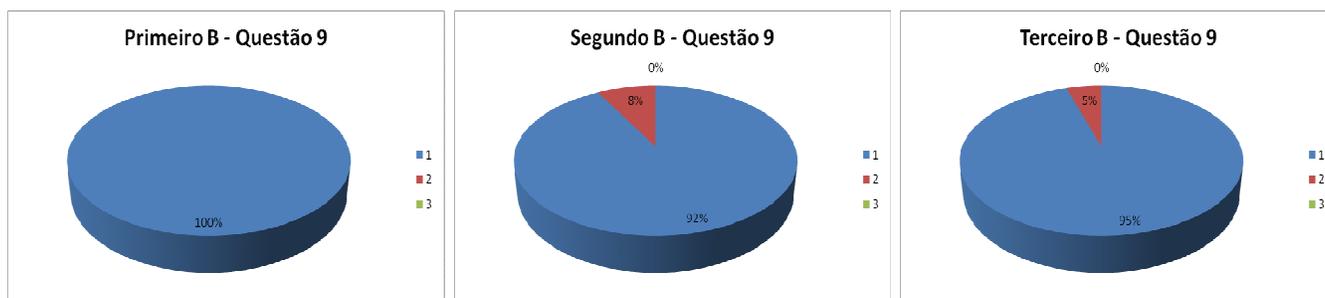
1-() reconheci facilmente 2-() reconheci com dificuldade 3-() não reconheci



Independentemente da facilidade ou da dificuldade, a maioria dos alunos reconheceu algum conteúdo químico nas crônicas. Os alunos que leram e analisaram a crônica *Lá na Pescaria...*, tiveram alguma dificuldade em reconhecer o conteúdo químico na crônica, o que pode sugerir que eles não tenham visto o conteúdo de tal crônica anteriormente ou este não deve ter sido abordado de maneira contextualizada, apesar de esses mesmos alunos responderem positivamente a questão anterior.

Questão 9- Na crônica aparecem diversas situações do dia-a-dia. Para você, essas situações:

1-() facilitam bastante o entendimento do conteúdo
2-() facilitam pouco o entendimento do conteúdo
3-() não facilitam o entendimento do conteúdo



De maneira geral, as situações do cotidiano, presentes em cada uma das crônicas facilitam o entendimento do conteúdo, segundo a opinião dos alunos.

Questão 10- A estória trazida na crônica ajuda no entendimento dos conteúdos químicos?

1-() ajuda bastante 2-() ajuda pouco 3-() tanto faz 4-() atrapalha



A estória contida em cada uma das crônicas ajuda no entendimento dos conteúdos químicos, segundo a opinião da grande maioria dos alunos. Para nenhum deles, a estória atrapalha o entendimento dos conteúdos contidos nas crônicas

Questão 11- Nos casos em que são descritas algumas observações experimentais, você acha que seria capaz de reproduzi-las em casa?

1-() sim 2-() não 3-() não sei



A maioria dos alunos respondeu que se acham capazes de reproduzir as medidas de temperaturas de ebulição descritas na crônica *Namorados no ponto... de ebulição!*.

Questão 12- O que acharia mais conveniente?

- 1-() ler a crônica e depois assistir a aula do professor
- 2-() assistir a aula do professor e depois ler a crônica
- 3-() ler a crônica durante uma aula com o auxílio do professor
- 4-() não ler a crônica



Essa questão é baseada no pressuposto de que os alunos não tiveram a oportunidade de ler uma crônica antes de estudar o conteúdo químico nela contido.

Para a crônica *Namorados no ponto... de ebulição!*, o que se percebe é a preferência pela leitura antes ou durante a aula, com o auxílio do professor. Já para a crônica *Lá na pescaria...*, os alunos responderam, majoritariamente, que preferem ler a crônica durante a aula e com o auxílio do professor, com aproximadamente a mesma porcentagem de alunos respondendo que preferem ler a crônica antes da aula sobre tal conteúdo ou assistir a aula sobre tal conteúdo e depois ler a crônica.

Essa constatação acena para uma eventual melhor estratégia de utilização do material pelo professor junto aos alunos do Ensino Médio. Indiretamente, essas respostas indicam que para nenhum dos alunos a leitura ou utilização da crônica seria prejudicial ou atrapalharia o próprio desenvolvimento cognitivo.

Questão 13- Na eventualidade da crônica ser lida durante a aula, você acha que esse material contribui para a aula do professor?

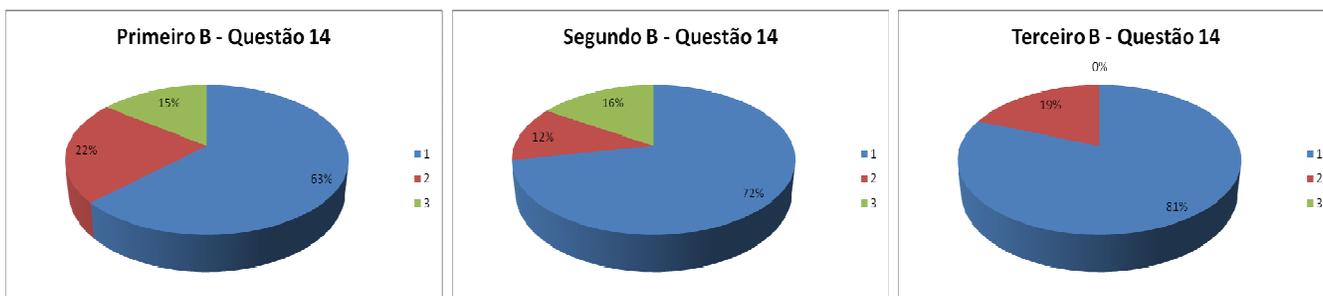
- a-() sim b-() não c-() parcialmente



Na eventualidade das crônicas serem lidas durante a aula, a maioria dos alunos acha que esse material contribui para a aula do professor, enquanto o restante dos alunos acha que esse material contribui parcialmente para a aula do professor.

Questão 14- Você conversaria sobre o conteúdo da crônica com seus pais, amigos ou com outras pessoas fora da escola?

1-() com certeza 2-() não sei se consigo 3-() não conversaria



Com relação à intenção dos alunos de conversar sobre o conteúdo das crônicas aplicadas com pessoas fora da escola, enquanto que para os alunos dos Terceiros anos eles gostariam de fazê-lo, independentemente se conseguissem ou não, no caso dos alunos dos Segundos e Primeiros anos do Ensino Médio, 15 a 16% não gostariam de fazê-lo.

Questão 15- Seus pais e amigos entenderiam a crônica e o conteúdo químico que está contido nela?

1-() entenderiam 2-() entenderiam com dificuldade 3-() não entenderiam



Para todos os alunos, na eventualidade das crônicas serem conversadas fora do ambiente escolar e apresentadas a pais e amigos, todos os alunos acham que estes entenderiam, em alguns casos com dificuldade, tanto as crônicas quanto o conteúdo químico nela contido. Isto pode ser um indicativo de que o material também é acessível às pessoas que não participam do ambiente escolar. A porcentagem de alunos do Terceiro ano que afirmam que pais, amigos e outras pessoas seriam capazes de compreender as crônicas aplicadas é maior se comparada com a mesma porcentagem de alunos de anos anteriores.

Questão 16- O que você acha da linguagem utilizada na crônica:

- 1- () bem compreensível 2- () compreensível
 3- () pouco compreensível 4- () não entendi o conteúdo devido à linguagem ruim

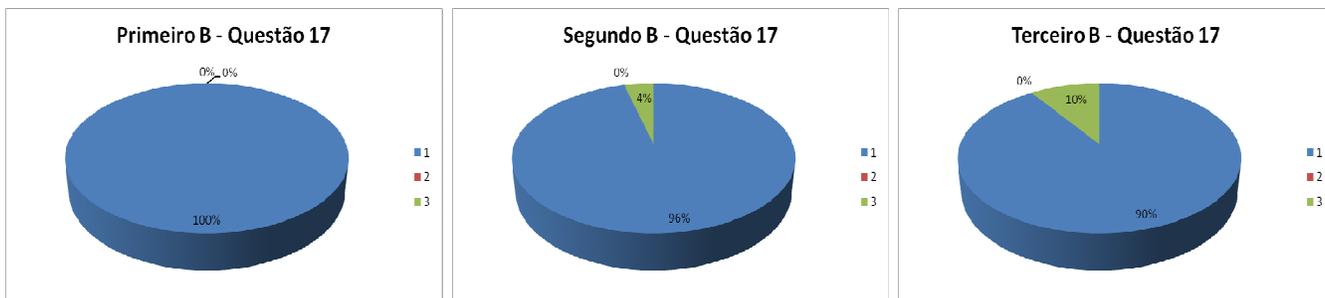


A linguagem utilizada nas crônicas é compreensível para quase a totalidade dos alunos, sendo que nenhum deles afirmou que não entendeu o conteúdo ou a crônica devido à linguagem.

As questões 17 e 18 foram analisadas em conjunto:

Questão 17- Você acha que os conteúdos químicos presentes na crônica são:

1-() adequados 2-() não são adequados 3-() não sei responder



Questão 18- Se você fosse avaliar a crônica quanto ao conteúdo químico, como você a classificaria:

a-() ruim b-() boa c-() muito boa d-() excelente



Na avaliação dos alunos, os conteúdos químicos presentes nas crônicas foram considerados adequados, oscilando entre bons a excelentes. Apenas 4% dos alunos do primeiro ano classificaram os conteúdos como ruins, porém adequados.

5.3- Avaliação geral da aplicação das crônicas

A avaliação geral das crônicas aplicadas junto aos alunos do Ensino Médio é bastante positiva, visto que há uma grande aceitação desse tipo de material, além da surpresa quando os alunos tomaram contato com esses textos. É evidente que a amostragem de alunos não é muito grande, mas as indicações que se têm dessas avaliações são relevantes e merecem destaque pelos números positivos alcançados em todos os quesitos contemplados pelo questionário.

Considerando os elementos que compõem cada crônica, que são *conteúdo químico*, *estória* (enredo), com sua *linguagem apropriada e contextualização do conteúdo no cotidiano*, buscando a *interdisciplinaridade*, notamos que todos esses elementos aparecem de maneira equilibrada em cada crônica e são destacados pelos alunos como elementos relevantes na aprendizagem, caminhando em direção ao objetivo original do trabalho; certamente, desenvolver um material alternativo para ser utilizado pelos professores junto aos seus alunos que não favorecesse a aprendizagem seria uma involução e em nada contribuiria com os materiais didáticos alternativos existentes.

Portanto, o enfoque no conteúdo químico que as crônicas possuem é desejado, tendo em vista a necessidade de se ensinar tais conteúdos de forma que o aluno aprenda. Não se pode deixar de destacar que o grande interesse desse trabalho é que o aluno, após ler cada uma das crônicas, possa ser verdadeiramente beneficiado, seja por meio dos diálogos, seja pelas situações do cotidiano ou ainda pela inserção dos conteúdos no dia-a-dia, já salientados por especialistas em Ensino de Química como uma das maneiras mais eficazes de imprimir significado naquilo que é ensinado aos alunos.

Para os professores, as crônicas são materiais complementares à sua aula, favorecendo a maneira de se ensinar os conteúdos químicos e a aproximação desses mesmos conteúdos da vida de cada um de seus alunos, seja pela contextualização, seja pela sugestão de situações do cotidiano para ele (professor) poder melhorar sua aula, ou ainda utilizando as crônicas como uma ferramenta a mais para que o ensino de tal conteúdo seja efetivo e imprimindo-lhe significado.

Ressalta-se, aqui, que seria pretensão dizer que algum conteúdo químico poderia ser ensinado exclusivamente pela crônica, sem depender do professor e/ou do livro didático.

Portanto, cada crônica foi criada como *uma ferramenta, um material alternativo*, e não um substituinte do livro didático, da tarefa docente ou de ambos.

A aplicação das crônicas se deu após os alunos terem aprendido os conteúdos, contidos nas crônicas, junto aos livros didáticos e nas aulas de Química. Essa forma de aplicação foi a única possível, dentro dos limites do número de aulas de Química por série e pela aplicação ter sido realizada no final do segundo semestre do ano letivo da escola que, gentilmente, nos abriu as portas para a realização dessa parte tão importante do presente trabalho.

Porém, a maioria dos alunos que participaram da aplicação desse material indica que a melhor forma de aplicação da crônica pelo professor seja junto com sua aula, enquanto ele mesmo dirige a leitura e interpretação desse material, ou que a crônica seja aplicada depois que o professor deu a aula sobre o conteúdo contido na crônica. Talvez, pelas crônicas terem sido aplicadas dessa maneira (depois dos conteúdos terem sido ensinados), a resposta dos alunos quanto à aplicação seja a observada; talvez, a resposta dos alunos, que já viram os conteúdos contidos nas crônicas anteriormente, realmente indique que é mais proveitoso, para eles, aprenderem esses conteúdos com o auxílio mais uma ferramenta (crônica) ou verem na crônica, lida depois de aprenderem o conteúdo nas aulas e nos livros didáticos, uma aplicação daqueles conteúdos ensinados, além de poderem “comprovar” que os conteúdos *realmente* fazem parte de suas vidas e, portanto, merecem importância.

Todas as três crônicas aplicadas alcançaram uma alta aceitação entre os alunos. A crônica *Lá na Pescaria...* é, talvez, a mais diferente no que diz respeito ao conteúdo químico que traz, por falar sobre a “descoberta” do sabão, segundo nossa versão. A análise da aplicação também nos mostrou que a crônica *De olho na natureza e nas interações intermoleculares* é a mais difícil de ser compreendida entre as três aplicadas, talvez por tratar de um conteúdo químico que, em nossa opinião, seja o mais difícil de ser ensinado entre os três conteúdos diferentes que estão presentes em cada crônica, tanto por qualquer material alternativo ou por meio da aula.

Convém lembrar que se encontra apenas um trabalho sobre crônicas na literatura atual. Supomos haver dois motivos principais para essa ausência: desinteresse por parte dos pesquisadores em Ensino de Química em desenvolver esse tipo de material ou a série de dificuldades encontradas em se desenvolver crônicas.

Não é objetivo do trabalho a transcrição do conteúdo químico, encontrado em qualquer livro didático, na forma de diálogos e enxertar algumas situações do cotidiano, e, no fim, chamar tal texto desenvolvido de *crônica*. Muito cuidado foi dispensado justamente para não ocorrer tal equívoco durante todo o trabalho.

Nem todo conhecimento químico é possível de ser tratado em uma crônica, assim como existem muitos conteúdos químicos que carecem de situações no cotidiano que os contextualizem. Portanto, não basta olhar o índice dos conteúdos de Ciências/Química a serem ensinados no Ensino Médio e decidir escrever uma (ou mais) crônica (s) para cada um dos tópicos a serem ensinados. Exemplo claro da dificuldade que se tem em escrever uma crônica é sobre *Estruturas de Lewis*, um conteúdo importante na formação do aluno e que o acompanhará até, pelo menos, no vestibular.

Considerando as dificuldades no desenvolvimento das crônicas já apresentadas no presente texto, salienta-se a grande satisfação em se ver as crônicas aplicadas alcançando elevados índices de aceitação por parte dos alunos, o verdadeiro alvo desses materiais. Na verdade, a criação de cada uma das crônicas aqui já apresentadas como finalizadas é acompanhada por muita imaginação dispensada e, ao contrário do que possa parecer, muito tempo é necessário para se pensar nas possíveis situações do cotidiano onde o conhecimento químico possa ser contextualizado, na maneira de apresentar esse conhecimento ao aluno, na linguagem a ser utilizada que favoreça o entendimento, mas que não fuja da linguagem cientificamente aceita, nas possibilidades de proporcionar interação do aluno com a crônica e em enxergar a interdisciplinaridade escondida no dia-a-dia.

Se alguma crônica parece artificial, como se uma história real fosse adaptada com o enxerto de possíveis situações para contextualização e ensino de conteúdos, isso se deve à dificuldade em se desenvolver um material desse tipo e não que efetivamente se tenha utilizado de uma história real com o enxerto de situações para o ensino de conteúdos químicos. Situações reais, encontradas no dia-a-dia das pessoas, são, nesse caso, buscadas e até bem vindas quando encontradas em jornais, revistas, nos noticiários de televisão ou por meio da sabedoria popular, pois servirão de contexto para o ensino de algum conteúdo químico e estão muito próximos da vida do leitor/aluno.

Todas as crônicas, com seus enredos, diálogos e situações do cotidiano são fruto de muita imaginação e criatividade: são histórias. Apenas uma das crônicas baseia-se em um artigo da literatura, que é a crônica *A utilização da Matemática para medir a distância da ligação Carbono-Carbono em um composto aromático*, baseada em um artigo publicado no *Journal of Chemical Education* por pesquisadores do IQ – UNICAMP (Tubino, Simoni e Ricchi Jr., 2004).

6- Conclusões

O *feedback* dos alunos que utilizaram o material elaborado neste trabalho indica que ele estimula a leitura e facilita a compreensão dos alunos nos tópicos abordados. Este é um indicativo muito forte de que a redação de materiais alternativos para o ensino de química deve ser estimulada e apoiada pela comunidade científica.

A surpresa demonstrada pelos alunos diante da novidade de estudar através de um material com características bem distintas de todos os que já haviam utilizado até então, também foi um fator muito positivo, que acabou contribuindo para a boa aceitação deste material. Muito embora ainda não tenhamos um dado conclusivo quanto à eficiência do material no aprendizado dos alunos, estes dados preliminares corroboram com aquilo que é, normalmente, afirmado pelos especialistas em ensino, no que diz respeito à ansiedade dos alunos por materiais que integrem o conteúdo com a sua própria vivência.

Alguns indicativos, como o fato dos alunos afirmarem que se sentiriam à vontade para conversar sobre o conteúdo químico fora do ambiente escolar, além de se predisporem a reproduzir alguns dos experimentos descritos em algumas crônicas, servem de estímulo para se continuar o desenvolvimento desta proposta de trabalho e quem sabe, consigamos, em um futuro bem próximo propor um conjunto de crônicas que contemple parte do conteúdo desenvolvido em alguma série do Ensino Médio. Ainda, esses indicativos vão ao encontro daquilo que os Parâmetros Curriculares Nacionais têm como objetivo, que é o ensino contextualizado e interdisciplinar.

Por fim, esses indicativos também atentam para o fato de que as crônicas podem servir para que a Química, enquanto construção humana e disciplina, seja divulgada tanto entre os alunos como entre a comunidade em geral. A aproximação com a vivência dos alunos tende a quebrar o estigma *cultural* de que a Química é algo chato, difícil, distante da realidade e do cotidiano, além de ser nociva em sua essência.

7- Referências Bibliográficas

- BEHE, M. J. **A Caixa Preta de Darwin: O desafio da bioquímica à teoria da evolução.** Tradução Ruy Jungmann. Consultoria Rui Cerqueira. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 1997, 300 p.
- BRASIL. Ministério da Educação. *Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Ciências Matemáticas e da Natureza e suas tecnologias.* Secretaria de Educação Média e Tecnológica - Brasília: MEC; SEMTEC, v. 3, 1999.
- _____. Ministério da Educação. *Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN: Bases Legais.* Secretaria da Educação Média e Tecnológica – Brasília: MEC; SEMTEC, 1999a.
- _____. Ministério da Educação. *Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias.* Secretaria da Educação Média e Tecnológica – Brasília: MEC; SEMTEC, 1999b.
- CAMPBELL, D. J. Of Four Scottish Chemists: A Burns-Supper Inspired Poem. *Journal of Chemical Education*, n. 4, v. 84, p. 607, 2007.
- CHEVALLARD, Y. La transposición Didáctica: del saber sabio al saber enseñado. Traducción: Claudia Gilman. Buenos Aires: Aique Gurpo Editor S.A., 1991.
- Dicionário interativo da Educação Brasileira – Agência Educabrazil Em <<http://www.educabrazil.com.br/eb/dic/dicionario.asp?id=161>> acessado em 31/03/03.
- EMSLEY, J. **Moléculas em exposição: o fantástico mundo das substâncias que fazem parte do nosso dia-a-dia.** Tradução Ginalucca C. Azzellini, Cassius V. Stevani e Erick L. Bastos. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda, 2001, 208 p.
- FERNANDEZ, C. e MARCONDES, M. E. R. Concepções dos Estudantes sobre Ligação Química. *Química Nova na Escola*, n. 24, p. 20-24. 2006.
- GAGLIARI, P. J. e GIORDAN, A. La Historia de las Ciencias: Una herramienta para la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 4, p. 253-258, 1986.
- HARRISON, A. G. e TREAGUST, D. F. Learning about atoms, molecules, and chemical bonds: A case study of multiple-model use in grade 11 chemistry. *Science Education*, v. 84, p. 352-381, 2000.
- HODSON, D. Philosophy of science, science and science education. *Studies in Science Education*, v. 12, p. 25-27, 1985.
- HURST, M. O. How we teach molecular structure to freshmen. *Journal of Chemical Education*, v. 79, p.763-764, 2002.
- LOBATO, M., Obras Infantis Completas, Círculo do Livro S. A. v. 4; v.10; v.12. São Paulo, Brasil, (s/d).
- LÔBO, S. F. e MORADILLO, E. F. Epistemologia e a formação docente em Química. *Química Nova na Escola*, n.17, p. 39-41, 2003.
- LOWE, J. P. Entropy: Conceptual Disorder. *Journal of Chemical Education*, n.5, v. 55, p. 403-406, 1988.
- MEDEIROS, A. **Santos Dumont e a Física do Cotidiano.** São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006, 193 p.

- OLIVEIRA, A. B. H. **Novo dicionário Aurélio da Língua Portuguesa**. 2^a edição revisada e aumentada. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira, 1992. p. 502-503.
- PORLÁN ARIZA, J.; RIVERO GARCÍA, A. e MARTÍN DEL POZO, R. Conocimiento profesional y epistemología de los profesores. II: Estudios empiricos e conclusiones. *Ensenanza de las Ciencias*, v. 16, p. 271-288, 1998.
- PORTO, P. A. Augusto dos Anjos: Ciência e Poesia. *Química Nova na Escola*, n.11, p. 30-34, 2000.
- PRAIA, J. e CACHAPUZ, F. Un análisis de las concepciones acerca de la naturaleza del conocimiento científico de los profesores portugueses de la enseñanza secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 12, p. 352, 1994.
- REBELO, I. S.; MARTINS, I. P. e PEDROSA, M. A. Formação Contínua de Professores para uma Orientação CTS do Ensino de Química: Um Estudo de Caso. *Química Nova na Escola*, n. 27, p. 30-33, 2008.
- RYBOLT, T. R. e WADDELL, T. G. The Chemical Adventures of Sherlock Holmes: The Case of Three. *Journal of Chemical Education*, n. 4, v. 79, p. 448, 2002.
- RYBOLT, T. R. e WADDELL, T. G. The Chemical Adventures of Sherlock Holmes: The Death Puzzle at 221B Baker Street. *Journal of Chemical Education*, n. 4, v. 76, p. 489, 1999.
- RYBOLT, T. R. e WADDELL, T. G. The Chemical Adventures of Sherlock Holmes: The Problem of Woolthshrap Prison. *Journal of Chemical Education*, n. 12, v. 72, p. 1090, 1995.
- SACKS, O. W. **Tio Tungstênio: memórias de uma infância química**. Tradução Laura Teixeira Motta. São Paulo: Companhia das Letras, 2002, 334 p.
- SANTOS, W. L. P. e SCHNETZLER, R. P. *Educação em Química. Compromisso com a Cidadania*. Ijuí: Editora Unijuí, 1997.
- SANTOS FILHO, P. F. dos. A divulgação científica em Ensino de Química. In: ARAUJO, E. S. N. N.; CALUZI, J. J. e CALDEIRA, A. M. A. (Orgs.). **Divulgação científica e ensino de ciências: estudos e experiências**. Educação para a ciência, n. 7. São Paulo: Escrituras Editora, 2006. p. 115-138.
- SANTOS FILHO, P. F. dos; Crônicas para o Ensino de Química: A Construção do Conceito da Densidade a partir de Situações do Cotidiano. *Revista Brasileira de Ensino de Química*, v. 1, fasc. 1, p.21-25, 2006.
- SCHNETZLER R. P. A pesquisa no Ensino de Química e a importância da Química Nova na Escola. *Química Nova na Escola*, n. 20, p. 49-54, 2004.
- SCHNETZLER, R. P. e ARAGÃO, R. M. R. (Orgs.) *Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens*. Piracicaba: UNIMEP/CAPES, 2000.
- SCHNETZLER, R. P. e ARAGÃO, R. M. R. Importância, sentido e contribuições de pesquisas para o ensino de química, *Química Nova na Escola*, n. 1, p. 27-31, 1995.
- SCHÖN, D. A. *Educando o profissional reflexivo: um novo design para o ensino e a aprendizagem*. Trad. R. C. Costa. Porto Alegre: Editora Artes Médicas Sul, 2000.
- SHAW, K. The Chemical Adventures of Sherlock Holmes: The Serpentine Remains. *Journal of Chemical Education*, n.4, v.85, p. 507, 2008.
- SILVA, R. M. G. Contextualizando aprendizagens de Química na educação escolar. *Química Nova na Escola*, n.18, p. 26-30, 2003.

SILVEIRA, M. P. da e KIOURANIS, N. M. M. A Música e o Ensino de Química. *Química Nova na Escola*, n. 28, p. 28-31, 2008.

SNYDER, C. H. **The Extraordinary Chemistry of Ordinary Things**. 4th. ed. Miami: John Wiley & Sons, Inc. 2003, 612 p.

TAKAHASHI, J. A., MARTINS, P. F. F. e QUADROS, A. L. de. Questões Tecnológicas Permeando o Ensino de Química: o Caso dos Transgênicos. *Química Nova na Escola*, n. 29, p. 3-7, 2008.

TUBINO, M.; SIMONI, J. A. e RICCHI Jr. R. A. Determining the Carbon-Carbon Distance in a Organic Molecule with a Ruler. *Journal of Chemical Education*, n. 6, v. 81, p. 847-849, 2004.

WADDELL, T. G. e RYBOLT, T. R. The Chemical Adventures of Sherlock Holmes: Autopsy in Blue. *Journal of Chemical Education*, n. 4, v. 81, p. 497, 2004.

WADDELL, T. G. e RYBOLT, T. R. The Chemical Adventures of Sherlock Holmes: The Blackwater Escape. *Journal of Chemical Education*, n. 4, v. 80, p. 401, 2003.

WADDELL, T. G. e RYBOLT, T. R. The Chemical Adventures of Sherlock Holmes: The Shroud of Spartacus. *Journal of Chemical Education*, n. 4, v. 78, p. 470, 2001.

WADDELL, T. G. e RYBOLT, T. R. The Chemical Adventures of Sherlock Holmes: The Ghost of Gordon Square. *Journal of Chemical Education*, n. 4, v. 77, p. 471, 2000.

WADDELL, T. G. e RYBOLT, T. R. The Chemical Adventures of Sherlock Holmes: The Baker Street Burning. *Journal of Chemical Education*, n. 4, v. 75, p. 484, 1998.

WADDELL, T. G. e RYBOLT, T. R. The Chemical Adventures of Sherlock Holmes: The Hound of Henry Armitage. *Journal of Chemical Education*, n. 12, v. 71, p. 1049, 1994.

WADDELL, T. G. e RYBOLT, T. R. The Chemical Adventures of Sherlock Holmes: The Case of the Stoichiometric Solution. *Journal of Chemical Education*, n. 12, v. 70, p. 1003, 1993.

WADDELL, T. G. e RYBOLT, T. R. The Chemical Adventures of Sherlock Holmes: The Case of the Screaming Stepmother. *Journal of Chemical Education*, n. 12, v. 69, p. 999, 1992.

WADDELL, T. G. e RYBOLT, T. R. The Chemical Adventures of Sherlock Holmes: A Christmas Story. *Journal of Chemical Education*, n. 12, v. 68, p. 1023, 1991.

WESTPHAL, M., PINHEIRO, T. C. e TEIXEIRA, C. S. PCN-EM: contextualização ou recontextualização. In. XVI SNEF - Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2005, Rio de Janeiro – R.J.. Atas do XVI SNEF – Simpósio Brasileiro de Ensino de Física, 2005.

WOLKE, R. L. **O que Einstein disse a seu cozinheiro: a ciência na cozinha**. v. 1, 1. ed. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 2003, 299 p.

WOLKE, R. L. **O que Einstein disse a seu cozinheiro: a ciência na cozinha**. v. 2, 1. ed. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 2005, 352 p.

Bibliografia utilizada e não citada:

ATKINS, P. e JONES, L. **Princípios de Química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**; trad. Ignez Caracelli *et al.* 1 ed. Porto Alegre: Bookman, 2001, 914 p.

BLASSE, G. e GRABMAIER, B. C. **Luminescent Materials**; 1 st ed. Berlim: Springer-Verlag, 1994, 233 p.

HUHEEY, J.E., KEITER, E. A., KEITER, R. L. **Inorganic Chemistry: Principles of Structure and Reactivity**, 4 th ed. New York: Harper-Collins College Publishers, 1993, 964 p.

REIS, A. S. *“Ligações Hidrogênio no cotidiano: uma contribuição para o Ensino de Química”*. Tese de Mestrado, UNICAMP, Campinas – SP. **2008**. 193 p.

RETONDO, C. G. e SANTOS FILHO, P. F. dos. **Química das Sensações**, 1.ed. Campinas: Editora Átomo, 2006, 267 p.

SANTOS FILHO, P. F. dos. **Estrutura Atômica e Ligação Química**. 2. ed. Campinas: Autor-Editor, 2007, 303 p.