

## Contextualização do Ensino de Química em uma Escola Militar



**Sérgio Henrique Frasson Scaff**

O presente trabalho aborda a contextualização do ensino de química aplicado a uma escola militar, onde atividades práticas de laboratório e demonstrações de reações químicas com enfoque ou aplicabilidade militar são desenvolvidas de forma contextualizada, permitindo aos alunos o desenvolvimento do raciocínio químico e despertando maior interesse pela aula. Os temas englobam assuntos ministrados na Escola Preparatória de Cadetes do Exército e servem de preparação para o futuro cadete nas atividades previstas na cadeira de química da Academia Militar das Agulhas Negras. São trabalhados em concomitância com o conteúdo dos conceitos teóricos aplicados em sala de aula. Constatou-se que, quando a atividade prática está relacionada com o cotidiano do militar ou à sua carreira, os alunos tornam-se mais acessíveis no processo de aprendizagem, e o interesse pela atividade se mostra muito mais efetivo, resultando numa melhora no processo de ensino e, por conseguinte, nos resultados obtidos pelos educandos em termos de notas, fixação dos conteúdos e aprendizagem.

► ensino militar, experimentos de química, práticas de laboratório ◀

Recebido em 23/10/09, aceito em 27/05/10

176

O conhecimento químico é uma ferramenta de extrema valia à vida humana. Desde os primórdios, a química se faz presente seja na formulação de pigmentos usados nas paredes das cavernas, seja na produção de cerâmicas ou artefatos bélicos como pólvoras das guerras etc. Atualmente, essa presença é mais acentuada e hoje somos dependentes das invenções científico-tecnológicas que ela nos proporciona (Gomes e cols., 2007).

Nesse contexto, o objetivo de relacionar conteúdos químicos com aspectos e temas da vida aparece referido em documentos oficiais por meio do conceito da contextualização (Marcano e Schnetzler, 2008), facilitando, assim, que os alunos compreendam algumas importantes contribuições da ciência química à sociedade e à vida das pessoas.

A contextualização pode ser qualificada como uma estratégia metodológica ou um artifício facilitador para a jus-

taposição e compreensão de fatos ou situações hodiernos do cotidiano dos alunos e conhecimentos formais escolares. Devido à sua potencialidade, o tratamento do conhecimento de forma contextualizada fulgura aprendizagens significativas mútuas entre o aluno e o objeto do conhecimento, suplantando o âmbito conceitual.

Tal conceito traduz a conexão entre as porções de um todo, o concatenamento de pensamentos, a problematização e a interpretação de circunstâncias expressivas para os alunos ou sua carreira, de tal modo que os conhecimentos químicos assessorem na compreensão e resolução dos problemas ou das missões.

Contextualizar consiste em realizar ações buscando estabelecer a analogia entre o conteúdo da educação formal ministrado em sala e o cotidiano do aluno ou de sua carreira, de maneira a facilitar o processo de ensino-aprendizagem pelo contato com o tema e o despertar do interesse

pelo conhecimento com aproximações entre conceitos químicos e a vida do indivíduo. É também criar um ambiente propício de ensino no qual o aluno possa vislumbrar a aplicabilidade dos conceitos em sua vida ou carreira como militar e interligar com experiências pessoais vivenciadas.

Tratar a química no cotidiano do aluno de forma contextualizada (Almeida e cols., 2008; Freire e cols., 2008) é uma dificuldade enfrentada por grande parte dos professores, devido principalmente ao preconceito gerado contra a disciplina (Uhmman e Maldaner, 2006). Esse preconceito pode ser ocasionado por combinação da complexidade do assunto atrelado à falta de pré-requisitos por parte dos alunos ou, ainda, pela prática docente ser distante da ideal. Infelizmente, muitas vezes, a difusão do conhecimento químico ainda é feita de forma tradicional, em que os alunos são meros expectadores, e os conteúdos, ministrados de forma desvinculada do cotidiano com conceitos e fórmu-

las prontas para serem decorados e escassos de interdisciplinaridade (Sá e Silva, 2008). Com isso, não desenvolvem o interesse e a capacidade de trazer os conceitos ministrados para o exercício de sua cidadania, o que acaba tornando-a uma disciplina abominada por muitos (Gomes e cols., 2007). Aliados aos fatores em comento, têm-se muitas vezes a falta de uma estrutura que possibilite a execução de aulas práticas de qualidade, muito importantes para a melhor compreensão das transformações químicas.

Uma das propostas atuais no ensino de química visa à aprendizagem por meio da descoberta, na qual o professor, por meio de experimentos, auxilia os alunos a tirar suas próprias conclusões a respeito do processo tratado e que este seja de interesse do aluno ou esteja voltado para aspectos do cotidiano ou da carreira do instruído (Gomes e cols., 2007).

Ao se propor trabalhar uma disciplina ou um conteúdo dentro dessa abordagem, invariavelmente se é levado a considerar que tudo é importante, relevante, instigante e que poderá ser aplicado futuramente. É com esse olhar que o professor deve procurar selecionar os assuntos a serem abordados, balizando-se pelos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) (Brasil, 1999) preconizados pelo Ministério da Educação (MEC), área de atuação e outros referenciais importantes para o educando e a comunidade em que está inserido, sempre de forma contextualizada.

Contextualizar o ensino de química é buscar motivar os alunos e potencializar o processo de ensino-aprendizagem, recorrendo à realização de experimentos com materiais do cotidiano do instruído como um simples café, produção de sabão, cosméticos, biodiesel ou ainda em temas mais aprofundados como cinética de reações químicas, conteúdos interdisciplinares (Sá e Silva, 2008) e atividades experimentais investigativas.

Buscando a melhoria da qualidade do ensino, o Exército Brasileiro tem procurado adequar o currículo e os conteúdos aos novos rumos e velocidade com que o conhecimento tem se mostrado. O ensino nas escolas

militares deve contemplar os conteúdos previstos pelos PCNEM, estar adequado aos requisitos inerentes à profissão militar e buscar um ensino contextualizado e atinente à carreira. Dentro dessa perspectiva, procurou-se contemplar no currículo da Escola conteúdos, situações e problemas de interesse dos alunos e de relevância para a carreira militar.

Quando se fala em ensino militar no Brasil, uma das referências é a Escola Preparatória de Cadetes do Exército (EsPCEEx), que é o acesso para a carreira de oficial combatente do Exército Brasileiro. Sediada em Campinas (SP), tem por objetivo selecionar e preparar o futuro Cadete da Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN). É uma instituição reconhecida pela excelência de seu ensino por realizar inovações pedagógicas e dinamizar as atividades que tenham por função auxiliar o aluno no processo de aprendizagem para dedicar-se à pesquisa e ao estudo. Para ingressar na EsPCEEx, o estudante deve ser aprovado em concurso público nacional, que exige como pré-requisito mínimo a conclusão do 2º ano do ensino médio. O curso preparatório militar na Escola corresponde ao terceiro ano do ensino médio e funciona em regime de internato, com alunos oriundos de todas as regiões do Brasil, e tem duração de um ano. Os aprovados em todas as disciplinas no curso estão habilitados à continuação dos estudos na AMAN, onde darão continuidade aos estudos em nível superior. Na Escola, os estudantes ingressantes na carreira militar possuem a graduação militar de

aluno. Em regime integral, as atividades incluem instruções militares, treinamento físico-militar, além das disciplinas componentes do ensino médio.

Uma das características da carreira militar é possibilitar ao profissional que, ao se encontrar em uma situação adversa, seja capaz de utilizar-se do que o meio lhe oferece, fazendo uso desse recurso como mecanismo de solução do problema. Sendo a Química uma disciplina predominantemente prática, ter o conhecimento de algumas técnicas simples e experimentos que possam ser realizados com material de fácil obtenção pode ajudar sobremaneira o militar em inúmeras situações. No mais, o conhecimento químico é de fundamental relevância na carreira militar, uma vez que muitas substâncias químicas são empregadas na composição de artefatos militares.

### Disciplina de Química na EsPCEEx

Em conjunção aos assuntos ministrados na cadeira de química da AMAN (AMAN, 2009), foi elaborado no curso da EsPCEEx um plano de disciplina (PLADIS), conforme exposto no Quadro 1. O conteúdo ministrado adequou-se ao proposto pela legislação e, também, às necessidades inerentes à continuação dos estudos na Academia Militar e posteriormente à vida profissional do militar.

Durante o ano letivo, os alunos são submetidos a avaliações diagnósticas, formativas, a quatro avaliações somativas escritas e a confecção de relatórios a respeito dos experimentos

Quadro 1: Assuntos ministrados pelas cadeiras da disciplina de Química da EsPCEEx e da AMAN.

Unidade didática	Assuntos ministrados na EsPCEEx	Unidade didática	Assuntos ministrados na AMAN
I	1. Química orgânica (funções orgânicas, nomenclatura e propriedades) 2. Polímeros	I	1. Explosivos 2. Propelentes 3. Agentes químicos de guerra 4. Munições e artifícios pirotécnicos 5. Estabilidade química
II	1. Termoquímica 2. Cinética química 3. Equilíbrio químico 4. Eletroquímica	II	1. Água 2. Corrosão 3. Tópicos especiais em materiais de emprego militar 4. Combustíveis

realizados. Além da área cognitiva, existe a preocupação com o desenvolvimento nos alunos dos atributos da área afetiva (AAA) que compreendem atributos como cooperação, criatividade, responsabilidade etc., dentre outros muito importantes para a carreira do oficial militar e líder. Na Química, são especialmente desenvolvidos os atributos responsabilidade e cooperação, particularmente pela metodologia de trabalho em grupo.

É importante salientar que um dos objetivos particulares da disciplina é que o aluno compreenda os “fenômenos químicos” relacionados ao seu cotidiano, particularmente aqueles que se aplicam à sua futura atividade profissional, e que demonstrem a sua capacidade de tomar decisões, desenvolvendo também atributos da área afetiva, capacidade de contribuir espontaneamente para o trabalho de alguém e/ou de uma equipe (COOPERANÇA), cumprir suas atribuições, assumir e enfrentar as consequências de atitudes e decisões (RESPONSABILIDADE).

### Atividades práticas contextualizadas de laboratório de Química

Em consonância com os PCNEM, o enfoque dado pela EsPCEX às ciências naturais tem como objetivo desenvolver competências e habilidades que sirvam para o exercício de intervenções e julgamentos práticos, criando, assim, um significado amplo de cidadania para a vida do militar. Um dos pontos de partida para esse processo é tratar, como conteúdo do aprendizado científico e tecnológico, elementos do domínio vivencial dos alunos. Para facilitar a compreensão dos fenômenos químicos, o aluno tem à sua disposição um laboratório onde as práticas são contextualizadas, particularmente aquelas voltadas à sua futura atividade profissional e particularidades. Em razão de o conteúdo ministrado estar obrigatoriamente adequado tanto aos preceitos do MEC (Brasil, 2008) quanto à Academia Militar, os professores da EsPCEX procuram, atendendo ao artigo 12 dos PCNEM, desenvolver atividades práticas de laboratório que possam ser realizadas paralelamente às aulas

teóricas, que envolvam conceitos estudados anteriormente e/ou no decorrer da abordagem dos assuntos e ainda que tenham uma relação direta com a profissão, o que reforça a atenção e o interesse dos alunos no decorrer da atividade. Isso também auxilia no rompimento do estereótipo de que a Química versa apenas e tão somente sobre fórmulas e assuntos complexos de interpretação inatingível e incompreensível, mostrando ser possível o entendimento mesmo de assuntos considerados abstrusos.

Estabelece o artigo supracitado: “não haverá dissociação entre formação geral e a preparação básica para o trabalho, nem esta última se confundirá com a formação profissional” (Brasil, 1998, p. 6).

Os experimentos visam abordar a Ciência Química de maneira contextualizada com assuntos escolhidos especialmente em função do plano de disciplina da AMAN como, por exemplo: o programa de produção e uso do biodiesel (Rinaldi e cols., 2007) adotado pelo Exército Brasileiro (uma vez que grande parte da frota de viaturas do Exército é movida a diesel); a produção de etanol para utilização como combustível; as propriedades de combustíveis e sua importância estratégica; nomenclatura e propriedades das substâncias químicas controladas pelo Exército que podem ser utilizadas na produção de explosivos ou agentes químicos de guerra; produção, manuseio e estocagem de explosivos e estudo para desenvolvimento de materiais sintéticos de interesse das forças armadas como coletes à prova de bala, capacetes, armamentos, fumígenos, dentre outros.

Nas atividades práticas de laboratório, algumas experiências simples são realizadas pelos alunos e têm o intuito de oferecer a eles uma visão prática da aplicação de algumas técnicas, materiais e experimentos de fácil realização cujos resultados são de grande valia para o desempenho eficaz de algumas missões, além de suscitar o interesse pela disciplina.

São desenvolvidas durante o ano várias atividades laboratoriais, envolvendo inúmeros experimentos em cada atividade, além de demonstra-

ções em sala de aula ou laboratório, baseados em uma apostila elaborada contendo roteiros de centenas de diferentes experimentos que abrangem todos os conteúdos ministrados na Escola de forma contextualizada à carreira militar. As aulas práticas são cuidadosamente preparadas com o objetivo de serem atrativas e possibilitarem ao aluno a compreensão da teoria e sua aplicabilidade na carreira, o que quase sempre apresenta relação direta com a carreira militar.

Antes da realização de experimentos propriamente ditos, é realizada uma primeira atividade de laboratório que visa fomentar o aluno com noções básicas laboratoriais e ambientá-lo a essa prática. Esta consiste em oficinas de manuseio de equipamentos e vidrarias, como transferências de líquidos entre vidrarias, técnicas de filtração, pesagem em balança, aquecimento com bico de Bunsen e pipetagem, conduta em laboratório e, especialmente, regras de segurança. Durante toda execução das atividades, os alunos usam obrigatoriamente equipamentos de segurança como jalecos e óculos de segurança fornecidos pela Escola.

A seguir, são apresentadas algumas atividades práticas contextualizadas de laboratório de química desenvolvidas na Escola e trabalhadas de forma simultânea ao assunto teórico ministrado em sala de aula.

### Unidade didática I (Química orgânica)

A química orgânica ministrada na Escola, com o estudo da nomenclatura, propriedades de compostos orgânicos e polímeros, visa fomentar a preparação do futuro Cadete nos assuntos diretamente relacionados à cadeira de química da Academia Militar.

Dentro da Unidade Didática I (UD I), a segunda atividade laboratorial (a primeira atividade prática envolvendo experimentos) explora a produção de sabão, utilizando-se como reagente o óleo vegetal usado nos ranchos (refeitórios) em uma reação com uma base forte que fornece como subproduto, além do sabão, a glicerina, que pode ser utilizada militarmente como base na produção de explosivos. Simultaneamente é realizada também a deter-

minuição do teor de etanol na gasolina tipo C, utilizada por algumas viaturas do quartel, para verificação da conformidade do combustível conforme legislação vigente, fomentando, assim, conteúdos que serão estudados na Academia como o tema combustíveis. A técnica denominada Teste da proveta é o teste oficial adotado pela Agência Nacional do Petróleo (ANP).

Destaca-se aqui o fato de que as peças de sabão produzidas foram utilizadas por alguns alunos que testemunharam a admiração diante dos resultados de limpeza satisfatórios na lavagem de suas fardas após atividade de campo. Da mesma forma, em relação ao experimento envolvendo a qualidade da gasolina, no qual alunos relataram que, para averiguar a qualidade do combustível durante abastecimentos de veículos particulares em postos de combustível, começaram a exigir a execução do teste, como previsto em legislação.

Nesses experimentos contextualizados, além de explorados os conceitos de propriedades de compostos orgânicos como polaridade, miscibilidade e reações orgânicas, espargem ainda a possibilidade futura de obtenção de sabão em campanhas militares e em quartéis isolados, partindo-se de matérias-primas locais e de fácil obtenção como cinzas e gordura animal, o que também suscita a questão ambiental, trabalhando questões como o despejo inadequado de óleo usado. Corrobora também o controle de qualidade do combustível de um quartel, missão essa pertencente aos militares responsáveis pela fiscalização administrativa da organização militar. Aborda-se ainda a possibilidade da separação e nitratação da glicerina obtida para obtenção de explosivos militares como a nitroglicerina (NG) da função orgânica nitrocompostos, fomentando, assim, os assuntos da UD I da Academia.

A terceira atividade laboratorial consiste na obtenção de etanol a partir da destilação de garapa de cana-de-açúcar fermentada e verificação da ação de ácidos fortes sobre a matéria orgânica no experimento de desidratação de açúcar com ácido sulfúrico concentrado. Esses experimentos demonstram a possibilidade

de obtenção de um biocombustível a partir de recursos simples (além de ser um tema estratégico no âmbito de geração de energia) e processos de separação, fato que pode ser útil ao militar em necessidade. Exploram-se conceitos de propriedades físicas como ponto de ebulição, métodos de separação, polaridade e interações intermoleculares. Discute-se também a questão da segurança no manuseio de substâncias químicas corrosivas e a periculosidade do manejo de ácidos fortes como o sulfúrico, além da comprovação de que a matéria orgânica em tese é composta por carboidratos.

A admiração dos alunos é evidente quando o odor do etanol é emanado e constatam a possibilidade de atear fogo ao destilado produzido, garantindo que o álcool foi gerado no processo. Da mesma forma, mostram-se admirados diante da reação de desidratação que se processa com significativa alteração do aspecto do produto, seguido de um aumento expressivo do volume pela geração de carvão e liberação de gases, principalmente vapor de água.

Outra atividade que também se mostra muito importante é a aula sobre polímeros, que fomenta assuntos ministrados na Academia como materiais de emprego militar. Nessa atividade, além da exposição de slides, são apresentados pellets de diferentes polímeros que darão origem aos produtos finais e objetos confeccionados com esses polímeros como embalagens, telhas, copos descartáveis e garrafas. No entanto, o que mais desperta a atenção é a poliamida Kevlar® muito utilizada militarmente em capacetes, coletes à prova de bala e blindagem de aeronaves militares como helicópteros. São expostos retalhos de Kevlar, blindagens e coletes feitos à base desse polímero, possibilitando aos alunos a oportunidade de manuseio e uso desses artefatos militares.

## Unidade didática II (Físico-Química):

Os assuntos abordados em Termoquímica e Cinética Química têm por objetivo a análise de situações que envolvam calor e velocidade de reações, diretamente relacionados ao uso, manuseio e estocagem de explosivos,

propelentes, munições e estabilidade química, assuntos basais na cadeira de química da AMAN. Alguns dispositivos utilizam reações químicas exotérmicas para gerar o aquecimento instantâneo em refeições de campanha.

Nessa unidade didática, são realizados quatro experimentos termoquímicos: a) os estudos endotérmicos da dissolução de tiocianato de amônio em água; b) estudos da reação entre cloreto de amônio e hidróxido de bário; c) estudos exotérmicos da dissolução de cloreto de cálcio em água; d) reação exotérmica de sódio metálico (ou potássio) com água. Os dois primeiros resultam em intenso abaixamento da temperatura da solução e absorção de calor do meio, e os dois últimos, em intensa liberação de energia para o meio e elevação da temperatura da solução.

O experimento com sódio é feito em pequena escala pelos alunos dentro do laboratório, onde são explorados os conceitos de calor de reação, observando-se a variação da temperatura da solução (que pode chegar a 30 °C) e produção de bases inorgânicas, conforme a equação da reação:  $2 \text{Na}_{(s)} + 2 \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow 2 \text{NaOH}_{(aq)} + \text{H}_{2(g)}$ , verificada pela adição de fenolftaleína. Posteriormente, de maneira segura, é realizada a demonstração em maior escala num grande gramado no interior da Escola, que desperta grande interesse dos alunos, pois normalmente ocorre uma reação de explosão do gás hidrogênio gerado (conforme a equação:  $2 \text{H}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}_{(g)}$ ) e fragmentação do recipiente onde se realiza o experimento com projeção de estilhaços, processo muito semelhante à detonação de granadas.

Os experimentos que podem ser aplicados militarmente atraem extremamente a atenção dos alunos. Dentre eles, destacam-se os que ocorrem de maneira ativa com intensa liberação de energia, como é o caso da demonstração da reação enérgica de oxidação da glicerina pelo permanganato de potássio com a intensa liberação de energia e geração de chama que pode se propagar a outro material inflamável.

Durante a aula, é explanado que a glicerina e o permanganato de potássio podem ser levados pelo militar em seu kit de primeiros-socorros durante

campanhas. Os alunos aprendem que a glicerina pode ser aplicada como agente umectante e hidratante, e o permanganato pode ser usado como antisséptico para ferimentos ocasionados durante as atividades militares. Em caso de necessidade, ambos podem ser misturados para obtenção de fogo, que pode ser ignificado sobre papel ou vegetação seca.

De forma contextualizada, essa reação pode ser aplicada também, por exemplo, em um sistema de alarme de acampamento que, montado em posição estratégica, é acionado pelo inimigo ao esbarrar em um cordel de tropeço transparente, promovendo a adição da glicerina sobre o permanganato, dando início à reação que provocará o acendimento de explosivos unidos ao sistema. Esse artifício foi utilizado na prática por um grupo de alunos durante um treinamento de atividade de campo. A mesma reação é utilizada como iniciadora da reação aluminotérmica da termita, demonstrada em aula, que é a reação entre o óxido de ferro e alumínio que gera intensa liberação de calor, podendo chegar até a 3000 °C. A reação de termita é empregada militarmente, principalmente por meio de granadas de mão, na destruição de peças de artilharia inimiga ou para imobilização e ataque a carros de combate. Em vez de glicerina, também podem ser empregados outros alcoóis, com o permanganato em meio ácido, obtendo-se como resultado a geração de fogo e até pequenas explosões. Essas práticas possibilitam ao aluno pensar em como obter calor e fogo em instruções de sobrevivência, bem como as condições de armazenamento e estabilidade de produtos químicos.

Dentre os experimentos que podem ser aplicados militarmente, há também a reação de oxidação do magnésio metálico (conforme a equação:  $2 \text{Mg}_{(s)} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow 2 \text{MgO}$ ) que gera intensa luminosidade e tem aplicação na confecção de granadas iluminativas, munição traçante e artefatos individuais para geração de fogo. Um pequeno pedaço de magnésio metálico é queimado, e os alunos podem visualizar a intensa emissão de luz gerada. São comentadas as aplicações desse material em artefatos militares

como granadas iluminativas que são lançadas sobre as linhas inimigas em ignescência e, caindo com auxílio de paraquedas, iluminam a área ocupada pelo inimigo; aplicação desse material na formulação de algumas munições traçantes que se incendiam em atrito com o ar durante um disparo e fornece a trajetória do projétil em condições de baixa luminosidade; e na formulação de artefatos militares para a geração de fogo de campanha. Cita-se aqui a utilização de sílex pirômacos capazes de produzir faíscas quando percutidos ou atritados por peças metálicas, que podem ser facilmente utilizadas pelo militar para geração de fogo pelo simples atrito com materiais metálicos como uma faca de campanha.

Um experimento que atrai muito a atenção dos alunos é a fabricação de artefatos militares como fumígenos (Figura 1), que são misturas químicas que após reação geram ampla quantidade de fumaça e têm por objetivo distrair e diminuir a visibilidade da tropa inimiga durante um combate ou camuflar ações coordenadas de ataque ou retirada. Muitas vezes, emitindo fumos coloridos, estes possuem também a função de auxílio na localização e resgate. Esse tipo de reação química é amplamente utilizado principalmente em granadas e munições fumígenas, que são facilmente transportadas e empregadas pelo militar para gerar uma distração durante uma ação. Podem ser fabricados misturando-se sob aquecimento proporções estequiométricas de alguns carboidratos, corantes orgânicos, sais com caráter oxidante e substâncias retardadoras de chamas que originam uma pasta de fácil transporte e ignição, podendo ser deixada em local estratégico e sua combustão iniciada por meio de um pavio ou espoletas elétricas. Outro fumígeno em pó semelhante pode ser obtido pela mistura direta desses ingredientes com outros sais com caráter oxidante.

Os alunos produzem em aula quantidade reduzida de fumígeno, que são iniciados no exterior do laboratório para verificação da eficácia da produção de fumaça.

Outras reações trabalhadas também geram grandes quantidades de fumos com intensa liberação de ener-



Figura 1: Ignição do fumígeno fabricado durante uma aula e usado militarmente para distração, sinalização e camuflagem.

gia. É o caso da síntese do sulfeto de zinco ( $\text{Zn} + \text{S} \rightarrow \text{ZnS}$ ) que, em uma reação enérgica, libera fumos amarelados após encetada por chama, e da síntese do iodeto de alumínio ( $3 \text{I}_2 + 2 \text{Al} \rightarrow 2 \text{AlI}_3$ ) que libera fumos de cor fúcsia após reação iniciada por adição de água.

Um dos experimentos que mais atraem a atenção dos alunos é a reação de queima da pólvora negra (pode ser empregada a nitrocelulósica de munições) para geração de fogo em campanha, ocasionado pela faísca obtida por meio de um curto-circuito em uma palha de aço causado por uma pilha ou bateria. As pilhas que alimentam lanternas e os pequenos pedaços de palha de aço fazem parte da composição dos kits de sobrevivência que o militar carrega consigo em campanhas.

Ao se desmontar uma munição, é possível atear fogo à pólvora e, em consequência a um material inflamável, ocasionar uma faísca por meio de um curto-circuito com a palha de aço. Tal conceito é muito empregado em instruções de sobrevivência em selva e em centros de referência de instruções especializadas do Exército Brasileiro.

Todavia, a atividade prática de laboratório que mais desperta o interesse dos alunos refere-se ao uso militar do fósforo branco -  $\text{P}_4$  (do inglês: White Phosphorus - WP). Apesar de ser muito utilizado como artefato militar e considerado como um agente químico de guerra, o fósforo branco não possui restrições ao uso quando utilizado em algumas situações como agente fumígeno. Tais aspectos estão ratificados na Convenção sobre proibições ou restrições ao emprego de certas armas convencionais, que podem ser

consideradas como excessivamente lesivas ou geradoras de efeitos indiscriminados, de 3 de outubro de 1995, sendo o Brasil signatário a partir de 2 de abril de 1996.

Em contato com o oxigênio do ar, o fósforo branco entra em combustão imediatamente, gerando um fluido incandescente segundo a seguinte reação:  $P_{4(s)} + 5 O_{2(g)} \rightarrow P_4O_{10(g)}$ . Por essa razão, é utilizado como arma de guerra de maneira encapsulada em munições de artilharia, munições de carro de combate ou granadas que, quando deflagradas, liberam o fósforo branco que se espalha atingindo o inimigo com uma “chuva de fogo”, gerando uma intensa cortina de fumaça tóxica. Apesar de seu emprego principal ser de agente fumígeno, ele é muito empregado como agente incendiário, pois causa inúmeras baixas e vítimas pela toxicidade de seus fumos e também adere e se difunde na pele na forma de fluido incandescente, causando severas queimaduras e podendo gerar ácidos em contato com água.

Nessa etapa dos estudos, é realizada com os alunos uma demonstração da combustão de um pequeno pedaço de fósforo branco em ambiente externo ao laboratório, onde se comentam os aspectos da sua utilização como arma, bem como os critérios de segurança no manuseio.

Para enriquecer a experiência, são apresentados vídeos de ataques recentes de alguns exércitos que utilizaram o fósforo branco como artefato militar e de vítimas do ataque.

Explorando-se conceitos de orgânica e termoquímica, realizam-se demonstrações que despertam muito a curiosidade, envolvendo combustíveis como etanol, metanol e gasolina tipo C. Nessa demonstração, é ateado fogo aos três combustíveis e comparada a queima de cada um e a chama produzida. Expõem-se os conceitos da influência do tamanho de cadeia carbônica e ligações químicas na combustão, evidenciando-se que a queima da gasolina gera uma quantidade grande de fuligem e chamas amareladas devido a uma reação incompleta, enquanto que a do metanol, por uma reação completa, praticamente não gera resíduos e apresenta uma chama clara e quase

imperceptível. São trabalhados os conceitos de combate a incêndio a esses combustíveis, assunto que é ministrado durante as instruções militares.

Por meio de experimentos realizados que abordam os conceitos de cinética química, são evidenciados a influência da temperatura, da concentração e da superfície de contato na velocidade da reação, conceitos essenciais para o assunto Explosivos, que será abordado na Academia. Para tanto, são utilizados comprimidos efervescentes, variando-se as condições experimentais (água quente e gelada, comprimido inteiro e em pó etc.) e cronometrando-se o tempo de decomposição em cada condição (Lima e cols., 2000).

Um experimento visualmente atrativo e que contempla o assunto catálise é realizado colocando-se uma mistura equivalente de peróxido de hidrogênio 10 volumes e detergente líquido em uma proveta. A decomposição do peróxido de hidrogênio é acelerada (catalisada) pela adição de iodeto de potássio ou óxido de manganês, gerando uma estrutura volumosa de espuma causada pela liberação de  $O_2$  que chega até a se projetar para fora da proveta, o que chama muito a atenção dos alunos que conseguem, assim, compreender um pouco mais a ação de catalisadores.

No estudo do equilíbrio químico, o objetivo principal é a compreensão de reações reversíveis e potenciais hidrogeniônicos (pH) e sua aplicação no controle de tratamento de água. Os conceitos explorados em equilíbrio químico preparam o aluno para o tópico de química didaticamente denominado Água, estudado na AMAN, que se reporta ao tratamento de água. Busca-se desenvolver a compreensão dos fatores relevantes no tratamento químico de água de campanha para consumo da tropa e da posição geográfica para construção de fossas. São realizados experimentos que abordam reações reversíveis, deslocamento de equilíbrio e medida do potencial hidrogeniônico de soluções.

Estuda-se o conceito da utilização de substâncias químicas como o hipoclorito de sódio no tratamento de água e da substância dicloro-S-

triazinotriona de sódio (fornecido no kit de alimentação de campanha - Ração operacional) no tratamento químico de água para consumo da tropa, além dos processos físicos de separação de misturas para purificação da água de campanha, realizando-se uma filtração em filtro de pedra e areia improvisado com garrafa PET e purificação da água com agentes floculantes como sulfato de alumínio em meio básico e esterilizantes como o dicloro-S-triazinotriona de sódio. Destaca-se aqui o entusiasmo dos alunos ante o entendimento do processo de tratamento de água, suas características e a possibilidade dessa aplicação em campanhas militares.

Para enriquecimento curricular, são realizadas visitas às estações de captação e tratamento de água e esgoto da Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento S.A. de Campinas (Sanasa), ampliando contato, exploração, vivência e conhecimento no tratamento de água.

Outra prática realizada que versa sobre equilíbrio químico consiste na reação entre cobre metálico e ácido nítrico, formando, após sucessivas reações, o dióxido de nitrogênio ( $NO_2$ ) e tetróxido de dinitrogênio ( $N_2O_4$ ) em equilíbrio, que pode ser deslocado com a variação de temperatura, destacando-se o equilíbrio químico segundo “Le Chatelier” (Ferreira e cols., 1997).

Em eletroquímica, o objetivo é utilizar conceitos químicos para a produção e condução de energia elétrica a partir de reações químicas, bem como manutenção, conservação e proteção de materiais metálicos quanto à corrosão (Palma e Tiera, 2003; Merçon e cols., 2004). Esse assunto é ministrado em consonância com o assunto Corrosão da UD II visto na AMAN.

No que se refere à oxirredução, reatividade de metais e corrosão, os conteúdos são explorados com o objetivo de entender, minimizar e evitar efeitos de corrosão, que podem prejudicar os inúmeros materiais metálicos utilizados pelo Exército como carros de combate, barcos e helicópteros, além do manuseio de armamentos, em que os militares são obrigados a fazer a manutenção de primeiro escalão,

que consiste na limpeza e lubrificação dos equipamentos.

São realizadas atividades práticas como a construção de uma pilha eletroquímica e associação em série e reatividade de diferentes metais frente a ácidos e soluções salinas. Durante a aula de laboratório, os alunos constroem duas pilhas de Daniell, medindo suas diferenças de potenciais, valendo-se de multímetros e verificando o aumento da d.d.p. pela associação em série. Verifica-se também a alteração na d.d.p. quando se utiliza solução de cátions diferente do metal utilizado na placa do eletrodo. Nessas atividades, são explorados os conceitos de oxirredução e associação em série de circuitos (interdisciplinaridade com a disciplina de Física) na montagem de pilhas.

Com o intuito de demonstrar ao aluno a possibilidade de adaptação de materiais às necessidades do momento, são utilizados também materiais alternativos (laranja, batata etc.) na construção de pilhas (Figura 2) e evidenciada a reutilização de pilhas usadas com aproveitamento da carcaça e eletrodo de grafite na confecção de pilhas alternativas.

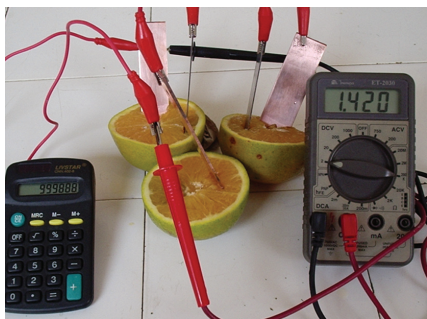


Figura 2: Arranjo de pilhas montadas com materiais alternativos (laranja) para geração de energia para funcionamento de equipamentos simples como calculadoras e lanternas.

O conhecimento da montagem de pilhas pode ser aplicado em situações de combate, usando-se, por exemplo, barras de ferro da estrutura de sustentação das barracas de campanha ou facas de campanha e fios de cobre, além de outros metais disponíveis, com o intuito de acender dispositivos elétricos de baixa resistência interna como calculadoras,

relógios ou lâmpadas de lanternas tipo LED. A montagem é realizada se valendo de frutas ou batatas como meio condutor, artigos facilmente encontrados nos acampamentos. A admiração dos alunos é inconteste, especialmente ao constatarem a possibilidade de acionar calculadoras e lanternas a partir de pilhas descartadas e de materiais alternativos como frutas e metais do cotidiano como um simples clipe de papel.

A reatividade dos metais é abordada utilizando-se placas de diferentes metais mergulhadas em soluções ácidas e salinas de íons de potenciais diferentes dos do metal. O experimento permite que o aluno, ao visualizar a ocorrência da reação, construa uma fila de reatividade das espécies químicas, ordenando-as conforme o potencial de redução.

Outros estudos envolvem a disposição de rebites ou pregos de ferro colocados em tubos de ensaio em diferentes condições: imerso totalmente em óleo vegetal; parcialmente imerso em água e envolto por sílica gel em um tubo seco e com tampa ou três pregos parcialmente imersos em água, sendo que um deles está envolto em um fio de cobre e outro em uma fita de magnésio para se avaliar o efeito de proteção catódica desses metais e sua relevância na manutenção da integridade dos materiais bélicos. Esses experimentos são muito bem recebidos e interpretados pelos alunos, principalmente quando remetidos a materiais militares amplamente empregados pelo exército como barcos de alumínio que usam rebites do mesmo material para minimização de corrosões eletroquímicas.

Vários outros experimentos contextualizados e de cunho militar estão disponíveis e podem ser trabalhados durante o ano letivo de modo a despertar maior interesse e fixar a atenção dos alunos para as aulas. A oportunidade de contextualização igualmente pode ser aproveitada em casos específicos. Situações fáticas são utilizadas para exemplificar tecnicamente os conceitos abordados, como num caso de comoção social amplamente noticiado, no qual houve o falecimento de uma menina que

caiu da janela de seu apartamento e que teve grande repercussão na mídia. A perícia forense realizou o reconhecimento de resíduos de sangue, por meio do reagente quimioluminescente Luminol que, de maneira simplificada, reage com sangue, emitindo uma luz de coloração azul e permitindo a identificação da presença de sangue em locais de crime. A realização de uma demonstração da ação do reativo Luminol suscitou grande interesse. Trazer aspectos do cotidiano, além de enriquecedor, desperta a busca pelo saber.

### Outras metodologias de ensino

Além das atividades práticas, outros recursos didáticos tornam a aula dinâmica, possibilitam maior participação dos alunos e facilitam o processo ensino-aprendizagem. Destacam-se a utilização de modelos moleculares (modelos de bolas), que permite a visualização espacial da estrutura molecular e suas propriedades; recursos audiovisuais de animações e slides feitos em computador; vídeos de experimentos; e utilização de programas computacionais específicos de química como o Chemwindow e o Chems sketch para desenho de moléculas, estudo de nomenclatura e configuração espacial e das propriedades atinadas à estrutura molecular.

### Considerações finais

Baseado nessa sistemática de ensino, constata-se maior interesse e motivação dos alunos, interagindo com as atividades, passando de meros espectadores a agentes atuantes, desenvolvendo sua capacidade de observar, analisar, sintetizar e agir pronta e apropriadamente frente às diferentes situações, qualidades inerentes à carreira militar.

Por serem muito mais dinâmicas e participativas, as atividades práticas mostraram resultados animadores, pois instigam os alunos a fazer parte do processo e, assim, desenvolver de maneira mais concisa o raciocínio químico, vivenciando inteiramente o processo de ensino-aprendizagem. Observou-se que quando os ex-

perimentos possuem um objetivo militar implícito, a participação dos alunos é muito maior, mais efetiva e ativa. Não são raras as vezes em que permanecem no laboratório após o encerramento das aulas para debates sobre os conceitos desenvolvidos e projeções sobre o futuro na carreira militar, sacrificando até mesmo os intervalos entre as aulas. Assim, crê-se que o emprego de atividades práticas de laboratório e a contextualização do ensino voltado à carreira militar, além de motivar a participação dos alunos, são fatores preponderantes que contribuem para um crescente aumento das médias das notas na disciplina nesses últimos anos.

Há de se destacar também a contribuição da experiência vivenciada, em que, mais relevante que os resultados expressos em termos

de graus, estão os progressos do processo de ensino construídos na perspectiva da contextualização, observados pela empolgação e participação ativa dos alunos nas atividades e maior interesse pelos tópicos. No entanto, há de se realçar que a média final das notas dos alunos na disciplina obteve ascensão em torno de 1,3 pontos nos últimos quatro anos, passando de 6,3 para 7,6, particularidade creditada fundamentalmente à metodologia adotada. Outro detalhe destacado é que o percentual de alunos que obtiveram graus excelentes (estabelecidos em termos de menção E com notas superiores a 8) passou de 0,93% no ano de 2006 para 10,57% no ano de 2009, com gradual crescimento.

Por meio do trabalho realizado, os alunos são levados a compre-

ender que a teoria e a prática a ela associada não constituem um mundo fechado, mas apenas o horizonte que deve ser vislumbrado, permitindo a conexão dos conteúdos vivenciados na escola à prática da carreira militar. A contextualização do ensino é uma ferramenta importante para instigar o interesse pela ciência. Acredita-se que de maneira efetiva a subseção de química da Escola contribui no aprendizado de instruções militares com aplicação de reações químicas e capacita o aluno no desenvolvimento do raciocínio lógico crítico.

**Sérgio Henrique Frasson Scaff** (shfscaff@espccex.ensino.eb.br), bacharel e licenciado em química, mestre em química analítica e doutor em ciências pela UNICAMP, 2º Ten. R/2 do Exército Brasileiro, é professor efetivo de química e de atividades práticas de laboratório da EsPCEx.

## Referências

ALMEIDA, E.C.S.; SILVA, M.F.C.; LIMA, J.P.; SILVA, M.L.; BRAGA, C.F. e BRASILLINO, M.G.A. Contextualização do ensino de química: motivando alunos de ensino médio. In: ENCONTRO DE EXTENSÃO, 10, 2008, João Pessoa. *Anais...* João Pessoa, 2008.

AMAN. *Academia Militar das Agulhas Negras*. Apostila de Química. Resende: AMAN, 2009.

BRASIL. *Resolução da Câmara de Educação Básica (CEB)*, Nº 3 de 26 de junho de 1998. Brasília: MEC, 1998.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação (MEC), Secretaria da Educação Média Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio*, Brasília: MEC; Semtec, 1999.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação (MEC). Secretaria da Educação Básica. *Orientações Curriculares para o Ensino Médio*, v. 2, Brasília: MEC, 2008.

FREIRE, M.P.; MARQUES, R.N.; WOLF, L.D.; CAMARGO, J.A. e ALVES, J.S. A contextualização do ensino de química como forma de motivar os alunos e potencializar o processo de ensino-aprendizagem. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFSCAR, 16, 2008, São Carlos. *Anais...* v. 4, p. 1029. São Carlos, 2008.

FERREIRA, L.H.; HARTWIG, D.H. e

ROCHA-FILHO, R.C. Algumas experiências simples envolvendo o princípio de Le Chatelier. *Química Nova na Escola*, n. 05, 1997.

GOMES, M.S.S.O.; BRITO, D.M. e MOITA NETO, J.M. *A outra face do ácido sulfúrico*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA – CBQ, 47, Natal, 2007. *Anais...* Natal, 2007.

LIMA, J.F.L.; PINA, M.S.L.; BARBOSA, R.M.N. e JÓFILI, Z.M.S. A contextualização no ensino de cinética química. *Química Nova na Escola*, n. 11, 2000.

MARCANO, K.D.N. e SCHNETZLER, R.P. *Ações e concepções de professores sobre contextualização de conhecimentos químicos no ensino médio de química*. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA – ENEQ, 14, Curitiba, 2008. *Anais...* Curitiba, 2008.

MERÇON, F.; GUIMARÃES, P.I.C. e MAINIER, F.B. Corrosão: um exemplo usual de fenômeno químico. *Química Nova na Escola*, n. 19, 2004.

PALMA, M.H.C. e TIERA, V.A.O. Oxidação de metais. *Química Nova na Escola*, n. 18, 2003.

RINALDI, R.; GARCIA, C.; MARCINIUK, L.L.; ROSSI, A.V. e SCHUCHARDT, U. Síntese de biodiesel: uma proposta contextualizada de experimento para laboratório de química geral. *Química Nova*, v. 30, n.

5, p. 1374-1380, 2007.

SÁ, H.C.A. e SILVA, R.R. Contextualização e interdisciplinaridade: concepções de professores no ensino de gases. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA – ENEQ, 14, Curitiba, 2008. *Anais...* Curitiba, 2008.

UHMANN, R.I.M. e MALDANER, O.A. *Aprendizagem significativa de conceitos químicos na contextualização ligado ao reaproveitamento de resíduos sólidos: um ensino diferenciado*. In: Fórum internacional integrado de cidadania da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – Santo Ângelo, 2006.

## Para saber mais

HIOKA, N.; SANTIN FILHO, O.; MENEZES, A.J.; YONEHARA, F.S.; BERGAMASKI, K. e PEREIRA, R.V. Pilhas de Cu/Mg construídas com material de fácil obtenção. *Química Nova na Escola*, n. 11, 2000.

SILVA, R.M.G. Contextualizando aprendizagens em química na formação escolar. *Química Nova na Escola*, n. 18, 2003.

SOUZA, E.T.; SOUZA, C.A.; MAINIER, F.B., GUIMARÃES, P.I.C. e MERÇON, F. Corrosão de metais por produtos de limpeza. *Química Nova na Escola*, n. 26, 2007.

**Abstract:** Contextualization of the Teaching of chemistry in a Military School. This paper refers the contextualization of teaching chemistry applied to a military school, where practical laboratory activities and demonstrations of chemical reactions with a focus or military application are developed in a contextualized, allowing students to the development of reasoning and arousing greater chemical interest in the class. Activities include themes and subjects taught in EsPCEx serve as preparation for the future Cadet activities planned in the chair of the chemistry of AMAN. Are worked in conjunction with the content of the theoretical concepts applied in the classroom. It appeared that when the practical activity is related to the daily military or their career, students become more accessible to the learning process and the interest shown by the activity more effective, resulting in an improvement in teaching process, and therefore, the results obtained by students in terms of grades, setting content and learning.

**Keywords:** military education, chemical experiments, laboratory practice