

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE QUÍMICA
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

HELAINÉ SPECALSKI ALVES

**ELABORAÇÃO, DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE UMA
SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE ARMAS QUÍMICAS PARA O
ENSINO DE QUÍMICA ORGÂNICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO

2016

**ELABORAÇÃO, DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE UMA
SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE ARMAS QUÍMICAS PARA O
ENSINO DE QUÍMICA ORGÂNICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2 (TCC2), do Curso de Licenciatura em Química do Departamento Acadêmico de Química – DAQUI – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Licenciado em Química.

Orientador: Prof. Msc. Adriano Lopes Romero

CAMPO MOURÃO

2016



Ministério da Educação
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
Câmpus Campo Mourão
Diretoria de Graduação e Educação Profissional
Departamento Acadêmico de Química - DAQUI
Curso de Licenciatura em Química



TERMO DE APROVAÇÃO

**ELABORAÇÃO, DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA
DIDÁTICA SOBRE ARMAS QUÍMICAS PARA O ENSINO DE QUÍMICA
ORGÂNICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA**

por

Helaine Specalski Alves

Este trabalho foi apresentado em 29 de junho de 2016 como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciado em Química. O Candidato foi argüido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação a Banca Examinadora considerou o trabalho APROVADO.

Prof.^a. Dr.^a. Estela Reis Crespan
(UTFPR)

Prof. Msc. Gustavo Pricinotto
(UTFPR)

Prof. Msc. Adriano Lopes Romero
Orientador

**“E não diga
Que a vitória está perdida
Se é de batalhas
Que se vive a vida”.**
Tente Outra Vez, Raul Seixas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter permitido chegar até aqui e principalmente por ter colocado em meu caminho oportunidades e pessoas certas.

Reverencio ao Professor Msc. Adriano Lopes Romero por toda a sua dedicação e paciência no desenvolvimento deste trabalho, agradeço por todos os ensinamentos e conselhos que recebi não somente no período de desenvolvimento deste trabalho, mas também durante toda a graduação. Com toda a certeza levarei estes conhecimentos por toda a minha caminhada futura.

Agradeço a todos os meus professores que fizeram parte de toda a minha caminhada acadêmica. Bem como a Professora Marta Regina de Brito por ter me cedido suas aulas de química para a aplicação deste projeto.

Agradeço a minha família por todo o apoio durante toda a minha caminhada acadêmica, sem vocês o caminho que percorri teria sido muito mais árduo. Obrigado por toda a imensa paciência dedicada a mim, principalmente naqueles momentos difíceis.

Por fim o meu muito obrigado a todos os meus amigos que me acompanharam nesta caminhada e que compartilharam comigo todos os bons momentos, e que ajudaram a deixar mais leve os momentos ruins.

Obrigado a todos!

RESUMO

SPECALSKI, Helaine Alves. Elaboração, desenvolvimento e avaliação de uma sequência didática sobre armas químicas para o ensino de química orgânica na educação básica. 2016. 91f. TCC (Curso de Licenciatura em Química), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2016.

Ainda hoje, observa-se que o Ensino de Química continua sendo trabalhado de forma mecânica e descontextualizada, no qual o aluno não vê sentido em aprendê-la. Nesta perspectiva de ensino, os conteúdos são trabalhados de forma descontextualizada, tornando-se distantes da realidade e de difícil compreensão, não despertando o interesse e a motivação dos alunos. Neste contexto, o objetivo desse trabalho foi elaborar, desenvolver e avaliar uma Sequência Didática (SD), pautada no uso de tema gerador e na aprendizagem significativa, que possibilite trabalhar, com alunos do Ensino Médio, conhecimentos de Química Orgânica aliados aos fatores históricos, sociais, políticos e econômicos associado ao tema armas químicas. A SD foi desenvolvida em 12 aulas de 50 minutos (aulas geminadas) em duas turmas do Colégio Estadual de Campo Mourão, localizado na região Noroeste do Paraná. A avaliação da SD foi realizada seguindo-se uma pesquisa de abordagem metodológica qualitativa com observação participante, com base na observação dos alunos e gravação/transcrição de falas durante as aulas. A análise das produções dos alunos, tal como o plano de ataque, em situações hipotéticas, utilizando de informações sobre as propriedades das substâncias tóxicas sugerem que o desenvolvimento da SD contribuiu para a significação dos conhecimentos de Química Orgânica trabalhados. Desta forma, fórmulas, estruturas, grupos funcionais puderam ser relacionadas às propriedades físicas (conceitualmente estudadas em anos anteriores) e toxicológicas de substâncias orgânicas utilizadas como armas químicas.

Palavras-chave: Ensino de Química. Tema gerador. Armas químicas. História da Ciência. Aprendizagem significativa.

ABSTRACT

SPECALSKI, Helaine Alves. Design, development and evaluation of a teaching sequence about chemical weapons for the organic chemistry teaching in high school. 2016. 91f. Completion of Course Work (in Chemistry), Federal University of Technology - Paraná. Campo Mourão, 2016.

Even today, it is observed that the teaching of Chemistry still working mechanics and decontextualized way, in which the student does not see the point in learning. In this educational perspective the contents are worked decontextualized form, becoming distant from reality and difficult to understand, not arousing the interest and motivation of students. In this context, the objective was to design, develop and evaluate a Didactic Sequence (DS), based on the use of generative theme and meaningful learning, which allows working with high school students, Organic Chemistry knowledge allied to historical factors, social, political and economic issue associated with chemical weapons. The DS was developed in 12 lessons (twinned classes) in two classes of the State College of Campo Mourão. The evaluation of DS was performed following a qualitative methodological approach with participant observation, based on observation of students and record / transcript of speeches during class. The analysis of students' productions, such as the plan of attack, in hypothetical situations, using information on the properties of toxic substances suggest that the development of DS contributed to the significance of the Organic Chemistry knowledge worked. Thus, structures formulas, functional groups could be related to the physical properties (conceptually studied in previous years) and toxicological of organic substances used as chemical weapons.

Keywords: Chemical education. Generator themes. History of science. Significant learning.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	9
2 REVISÃO TEÓRICA.....	11
2.1 O ENSINO DE QUÍMICA.....	11
2.2 ENSINO DE QUÍMICA ORGÂNICA.....	11
2.3 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.....	14
2.4 TEMAS GERADORES.....	14
2.5 ARMAS QUÍMICAS: ALGUMAS CONSIDERAÇÕES.....	18
OBJETIVOS.....	25
3.1 OBJETIVO GERAL.....	25
3.2 OBJETIVO ESPECÍFICOS.....	25
4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	26
5 RESULTADOS.....	28
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	43
REFERÊNCIAS.....	44
ANEXOS.....	48

1 INTRODUÇÃO

Há duas décadas atrás Schnetzler e Aragão (1995) observaram que o Ensino de Química constituía-se:

“Uma prática de ensino encaminhada quase exclusivamente para a retenção, por parte do aluno, de enormes quantidades de informações passivas, com o propósito de que essas sejam memorizadas, evocadas e devolvidas nos mesmos termos em que foram apresentadas na hora dos exames, através de provas, testes, exercícios mecânicos repetitivos...”. (SCHNETZLER e ARAGÃO, 1995, p. 27)

Mais de vinte anos se passaram, e ainda hoje observa-se que o Ensino de Química continua sendo trabalhado de forma mecânica e descontextualizada, no qual o aluno não vê sentido em aprender. De acordo com Pontes (2008, p. 1) os “conteúdos são trabalhados de forma descontextualizada, tornando-se distantes da realidade e difíceis de compreender, não despertando o interesse e a motivação dos alunos”.

Ao trabalhar a disciplina de Química desta maneira "os alunos não estariam entendendo a Química como um todo, mas como pedaços isolados de conhecimentos utilizáveis em situações específicas. Estariam reproduzindo pedaços de conhecimento, mas não aprendendo Química” (JUSTI e RUAS, 1997, p. 27).

Tal forma de trabalhar a disciplina de Química vai contra as diretrizes contidas nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), que afirma que:

“O ensino de Química tem que possibilitar ao aluno a compreensão tanto dos processos químicos em si, quanto da construção de um conhecimento científico em estreita relação com as aplicações tecnológicas e suas implicações sociais, políticas e econômicas” (BRASIL, ano, p. xx).

Segundo Santos e Schnetzler (2003) o Ensino de Química deve estar centrado na inter-relação de componentes básicos: a conhecimento químico e o contexto social, pois a formação do cidadão passa não só por compreender a Química, como entender a sociedade em que está inserido. Desta forma, consideramos que a relação do conhecimento químico com a vida, com o cotidiano e com a sociedade deve ser o ponto de partida para a busca/seleção de estratégias de ensino. Nesse sentido, uma alternativa recomendada pelos PCNs, é a utilização de temáticas.

A ideia do uso de tema gerador no contexto educacional foi proposta, em torno de 1950, por Paulo Freire. Esta abordagem tem como intuito trazer a realidade do aluno para a sala de aula, deixando o conteúdo mais próximo da vivência do aluno, permitindo

um estudo da realidade que faz surgir uma rede de relações entre situações significativas, numa dimensão individual, social e histórica (SANTOS, 2015, p. 29).

As "armas químicas", enquanto tema gerador, tem sido pouco explorada para o ensino de Química na Educação Básica. Levando em consideração o grande número de informações - contidas em livros, *sites* e vídeos, mas pouco utilizados no contexto educacional - e dos problemas para a sociedade ocasionados pelo uso de armas químicas, consideramos que esta temática possui grande potencial para trabalhar diversos conteúdos de Química, principalmente de Química Orgânica.

As armas químicas são definidas como “qualquer substância química cujas propriedades tóxicas são utilizadas com a finalidade de matar, ferir ou incapacitar algum inimigo na guerra ou associado a operações militares” (SMART, 1997). Este tipo de arma vem sendo usada desde a antiguidade, e há relatos de seu uso anterior à Era Cristã (E.C.). Durante a I e II Guerra Mundial várias armas químicas foram desenvolvidas e utilizadas, a grande maioria são substâncias orgânicas voláteis ou volatilizáveis com efeitos toxicológicos diversos. Ainda hoje, várias destas substâncias, como o sarin, continuam sendo utilizadas em atentados terroristas e conflitos entre países.

Neste contexto, o objetivo desse trabalho consiste na elaboração, desenvolvimento e avaliação de uma sequência didática (SD) que possibilite trabalhar conhecimentos químicos, em especial os relacionados à Química Orgânica, a partir do tema gerador "Armas Químicas" e sua relação com os fatores históricos, econômicos, sociais e políticos.

2 REVISÃO TEÓRICA

2.1 O ENSINO DE QUÍMICA

Um dos objetivos do Ensino de Química na Educação Básica tem sido o de relacionar conteúdos químicos com aspectos e temas da vida cotidiana a fim de que os alunos compreendam algumas importantes contribuições da ciência Química à sociedade e à vida das pessoas (SCHNETZLER, NIEVES e CAMPOS, 2007). Tal objetivo é reafirmado nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, que propõe, no documento disciplinar de Química, a relação da Química com aspectos tecnológicos, sociais, políticos, econômicos e ambientais, salientando a necessidade de contextualização” (LOPES, 2005, p. 273).

Apesar disto, ainda hoje, o ensino de Química continua sendo trabalhado de forma tradicional, desvinculado do cotidiano do aluno, limitando-se apenas à memorização e aplicação de definições, conceitos, fórmulas, regras e nomenclaturas. Ao utilizar apenas a tendência tradicional de ensino, acreditamos que dificilmente o aluno conseguirá ver significado nos conteúdos trabalhados, e resistências à disciplina de Química acabam sendo criadas.

Diante disso, verifica-se que mudanças no atual modelo de ensino são necessárias para que os alunos consigam relacionar o conhecimento químico com questões científicas, sociais, ambientais e tecnológicas. Essa mudança vem sendo defendida por diversos educadores e pesquisadores como um meio de possibilitar ao aluno uma educação para a cidadania e, ao mesmo tempo, proporcionar uma aprendizagem significativa de conteúdos (NUNES et al., 2009).

2.2 ENSINO DE QUÍMICA ORGÂNICA

Historicamente, a Química Orgânica surgiu mediante proposta didática de divisão da ciência Química, feita pelo químico sueco Torben Olof Bergman (1735-1784) no ano de 1777. Para ele, a Química se dividia em duas: orgânica (que estudava os compostos do corpo dos seres vivos) e inorgânica (que estuda os minerais). A mudança na definição da Química Orgânica veio apenas com o químico francês Antoine

Laurent Lavoisier (1743-1794), que verificou a presença do elemento químico carbono em todos os compostos até então dito orgânicos (SIMÕES NETO, 2009). Atualmente, segundo Solomons e Fryhle (2000), a Química Orgânica é definida como a química do carbono que tem seus compostos formados por moléculas orgânicas que são as unidades químicas fundamentais da vida.

Na Educação Básica Nacional, a Química Orgânica é trabalhada, geralmente, no terceiro ano do ensino médio. A forma como esta disciplina é trabalhada é influenciada pela divisão rígida, apresentada pelos livros didáticos brasileiros, entre os conteúdos de química, geralmente classificando-a em Química Geral, Físico-Química e Química Orgânica, aonde cada volume irá trabalhar apenas com a área da Química abordada, sem que o conhecimento dessas três áreas sejam conectados e se relacionem entre si, criando uma visão que não há relação entre elas (MARCONDES et al., 2014, p. 9).

Para esses autores o Ensino de Química Orgânica tem sido um dos grandes problemas da Educação Química no Brasil, por três grandes razões: ser desvinculado dos demais conteúdos da Química, ter como foco operações de classificação e nomenclatura de compostos orgânicos e não ser contextualizado. Para eles, o Ensino de Química Orgânica deveria, então, ter como foco a aprendizagem de conceitos químicos e o desenvolvimento da capacidade de aplicá-los na compreensão e previsão das propriedades e das transformações de compostos orgânicos, sendo as classificações e demais regras tratadas de maneira comedida como conhecimentos auxiliares nesse processo.

Levando em consideração que a vida, e sua manutenção, é baseada em grande parte por substâncias orgânicas concordamos com Diniz Júnior e Silva (2016) que defendem que a Química Orgânica pode ser trabalhada em todas as séries e não ser visto apenas em uma única etapa da vida dos estudantes.

Apesar disto, a realidade mostra que estudantes da Educação Básica apresentam grande dificuldade na compreensão dos conceitos/conteúdos de Química Orgânica, principalmente no momento de relacioná-la com o cotidiano.

Na escola vivemos um paradoxo, pois o ensino de Química Orgânica geralmente possui uma abordagem desconectada do cotidiano do aluno, extremamente teórica. O ensino de Química Orgânica nas escolas deve ser trabalhado de forma mais dinâmica e contextualizada, tendo como objetivo despertar o interesse do aluno através da correlação entre os conteúdos abordados na disciplina, seja de cunho teórico ou prático. (NASCIMENTO, RICARTE E RIBEIRO, 2007, p. 01)

Para superar tal distanciamento - da Química Orgânica idealizada por documentos norteadores e por autores como Diniz Júnior e Silva (2016) e Marcondes et al. (2014) da Química Orgânica ensinada nas escolas - vários trabalhos têm sido reportados em revistas e apresentados em eventos área de Ensino de Química.

Trabalhos envolvendo temáticas atuais, principalmente com destaque na mídia, como a associação da gordura *trans* e seus malefícios à saúde ou o uso de substâncias naturais ditas antioxidantes e sua relação com os radicais livres e envelhecimento precoce foi explorado - no âmbito do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência, PIBID/Química da UFRPE - para trabalhar funções orgânicas e isomeria (DINIZ JÚNIOR e SILVA, 2016). Neste mesmo sentido, Pazinato et al. (2012), apresentam propostas de atividades experimentais para identificação de grupos funcionais presentes em medicamentos comerciais (codeína, ácido ascórbico, paracetamol e ácido acetilsalicílico) amplamente utilizados pela população.

2.3 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

O Ensino de Química na Educação Básica, como mencionado na seção anterior, continua pautado na aprendizagem mecânica que:

...ocorre com a incorporação de um conhecimento novo de forma arbitrária, ou seja, o aluno precisa aprender sem entender do que se trata ou compreender o significado do porquê. Essa aprendizagem também acontece de maneira literal, o aluno aprende exatamente como foi falado ou escrito, sem margem para uma interpretação própria. A aprendizagem acontece como produto da ausência de conhecimento prévio relacionado e relevante ao novo conhecimento a ser aprendido. (BRAATHEN, 2012, p. 3)

Conclusões semelhantes são apresentadas por Moreira (2012). Segundo o autor, apesar do grande esforço despendido pelos educadores e pensadores do ensino em aprimorar a forma de aprendizado dos alunos, a aprendizagem mais presente na sala de aula ainda baseia-se naquela desenvolvida de forma mecânica, ou seja, é “aquela praticamente sem significado, puramente memorística, que serve para as provas e é esquecida, apagada, logo após” (MOREIRA, 2012).

Para Ausubel, Novak e Hanesian (1980) a aprendizagem por meio de significação das informações depende do conhecimento prévio do aluno. A essência desse processo é que as ideias expressadas simbolicamente sejam relacionadas de

maneira substantiva e não arbitrária, com o que o aprendiz já sabe, ou seja, um subsunçor (AUSUBEL, NOVAK e HANESIAN, 1980).

Subsunçor, para Moreira (2006) é sinônimo de um conceito, uma ideia ou uma proposição que já existe na estrutura cognitiva do indivíduo, capaz de servir de âncora para um novo conhecimento de modo que esta adquira significado para o indivíduo como uma imagem, um símbolo, um conceito, já significativos.

Segundo Moreira (2006) na aprendizagem mecânica, que ocorre quando há retenção da informação sem que haja a interação com os subsunçores, a nova informação é armazenada de forma arbitrária e literal, de maneira apenas memorística, igualmente como ocorre em uma aula tradicional. Neste tipo de aprendizagem, o aprendiz não conseguirá utilizar este conhecimento em um outro contexto diferente do que lhe foi apresentado, o que demonstra um aprendizado ineficiente.

Para Ausubel, Novak e Hanesian (1980, p. 4) “Se tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um só princípio, diria o seguinte: o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquele que o aprendiz já sabe. Descubra isto e ensine de acordo com isso”.

Baseando-se na teoria de Ausubel, para que a aprendizagem significativa ocorra, é necessário dar atenção a três aspectos importantes: o material a ser apresentado ao aprendiz tem que ser potencialmente significativo; o aluno precisa possuir em sua estrutura cognitiva os subsunçores adequados; deve manifestar uma predisposição para aprender (MOREIRA, 2006). Além disso, uma das condições fundamentais para que uma aprendizagem seja significativa é que o conteúdo seja significativo por si mesmo, ou seja, que o aluno possa lhe atribuir sentido (ALMEIDA, COSTA e LOPES, 2015 apud ZABALA e ARNAU, 2010).

2.4 TEMAS GERADORES

Para romper com o aprendizagem mecânica, vários autores, tais como Miranda, Braibante e Pazinato (2015), Reis, Silva e Buza (2012), Guimarães (2009), têm sugerido o uso de diferentes estratégias de ensino e recursos didáticos para trabalhar a disciplina de Química de forma mais significativa para o aluno.

As estratégias de ensino referem-se aos meios utilizados pelos docentes na articulação do processo de ensino, de acordo com cada atividade e os resultados esperados. Anastasiou e Alves (2004, p. 71) advertem que:

As estratégias visam à consecução de objetivos, portanto, há que ter clareza sobre aonde se pretende chegar naquele momento com o processo de ensinagem. Por isso, os objetivos que norteiam devem estar claros para os sujeitos envolvidos – professores e alunos – e estar presentes no contrato didático, registrado no Programa de Aprendizagem correspondente ao módulo, fase, curso, etc...

Uma estratégia sugerida, para esta finalidade, é a utilização de temas geradores, que para Gouvêa (1996) pode ser entendido como:

"um problema vivido pela comunidade, cuja superação não é por ela percebida. Ele envolve: apreensão da realidade, análise, organização, e sistematização, originando programas de ensino a partir do diálogo. Portanto, é fundamental dialogar com os educandos para conhecer, objetivamente qual o nível de percepção da realidade, bem como a consciência de sua condição e visão de mundo, suas necessidades desejos e aspirações". (GOUVÊA, 1996)

A escolha do tema gerador é fundamental, devendo ser pertinente para os alunos, pois o tema deve instigar a curiosidade, fazendo com que os alunos se interessem pelas aulas e participem das atividades; assim o tema deve estar ligado com o ambiente que o aluno está inserido ou com um problema social.

O tema gerador pode levar a outros subtemas que podem levantar a discussões interdisciplinares, deve favorecer a problematização onde serão expostas as contradições do tema, bem como todos os seus aspectos que podem incluir questões no âmbito social, cultural, econômico, político e científico. Para Paulo Freire o tema gerador não se encontra nos homens isolados da realidade, nem tampouco na realidade separada dos homens. Só pode ser compreendido nas relações homens-mundo (FREIRE, 2011).

Diante do exposto, podemos concluir que os métodos de ensino com o uso de temas geradores são trabalhados inversamente às propostas tradicionais (COSTA e PINHEIRO, 2013). O trabalho com temas geradores inicia-se a partir da contextualização, ou seja, de um assunto presente no dia-a-dia dos educandos e do educador. Na busca de uma interpretação mais crítica do tema, percebe-se que os conhecimentos de senso comum não são suficientes para a plena compreensão do tema em questão. Esse é o momento em que se provoca o aluno para a aprendizagem. O objetivo final do processo será a apreensão dos conteúdos científicos para garantir uma

visão reformulada destes mesmos temas, uma vez que se torna essencial ressignificar o meio onde se vive (TOZONI-REIS, 2006, p. 103).

Vários temas geradores têm sido utilizados para o ensino de Química na Educação Básica, como exemplos podemos citar os trabalhos de Quadros (2004), que sugere a água como tema gerador para o conhecimento químico, e de Ramos (2010) que trabalhou - com alunos da Educação de Jovens e Adultos - o tema gerador fumo. Neste último caso, o tema gerador foi utilizado no intuito de trabalhar sobre substâncias orgânicas e as interações existentes com as macromoléculas do nosso organismo (RAMOS, 2010).

Para trabalhar com o tema gerador é fundamental partir do princípio do que o aluno já sabe que é o conhecimento prévio que o aluno traz baseado muitas vezes em senso comum, ou seja, da sua própria vivência social, ou em coisas que ele leu ou assistiu na mídia.

...a aprendizagem é muito mais significativa à medida que o novo conteúdo é incorporado às estruturas de conhecimento de um aluno e adquire significado para ele a partir da relação com seu conhecimento prévio. Ao contrário, ela se torna mecânica ou repetitiva, uma vez que se produziu menos essa incorporação e atribuição de significado, e o novo conteúdo passa a ser armazenado isoladamente ou por meio de associações arbitrárias na estrutura cognitiva. (PELIZZARI, 2002, p. 38.)

Baseado no questionário prévio deve ser formuladas e expostas para diálogo questões que vão ter papel fundamental para despertar a curiosidade do aluno a cerca do tema proposto, e a partir dele são inseridas novas discussões problematizadoras que levarão o aluno a buscar e adquirir conhecimentos reformulados. Desta forma o conhecimento trabalhado por meio do uso de temas geradores terá significado para o aluno, o que pode conduzir à aprendizagem significativa, pois:

...quando o material novo, ideia e informações que apresentam uma estrutura lógica, interage com conceitos relevantes e inclusivos, claros e disponíveis na estrutura cognitiva, sendo por ele assimilados, contribuindo para sua diferenciação, elaboração e estabilidade. (MOREIRA e MASINI, 2001, p.14)

Segundo Ausebel (MOREIRA e MASINI, 2001, p. 14) significado é um produto “fenomológico” do processo de aprendizagem, no qual o significado potencial, inerente aos símbolos, converte-se em conteúdo cognitivo, diferenciado para um determinado indivíduo. O significado potencial converte-se em significado “fenomenológico” quando um indivíduo, empregando um determinado padrão de aprendizagem, incorpora um símbolo que é potencialmente significativo em sua estrutura cognitiva.

A partir da escolha do tema gerador é possível pensar e programar as aulas fazendo com que elas sejam críticas e dialogadas possibilitando a construção do conhecimento científico. O tema gerador utilizado neste trabalho será “Armas Químicas”, que é citado no documento Orientações Curriculares para o Ensino Médio de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, mas, que praticamente não tem sido explorado na Educação Básica. O uso de armas químicas é um problema social antigo, que permanece até os dias de hoje, que envolve toda a sociedade e desperta grande interesse de pessoas de diferentes faixas etárias devido ao uso de bombas de gás lacromogêo e spray de pimenta muito utilizados pela polícia brasileira. Devido a estas características acreditamos que este tema gerador possa ser utilizado para trabalhar conteúdos de Química, em especial de Química Orgânica.

O tema gerador escolhido também permite explorar tópicos de História da Ciência, que é uma alternativa para o aluno ver significado nos conhecimentos químicos, a qual permitirá que o aluno compreenda que cada teoria ou artefato produzido - como, por exemplo, as armas químicas - surgiram a partir de um propósito, de uma necessidade que a sociedade apresentava no momento, com contribuição de vários personagens, principalmente os que eram conhecidos como cientistas. Para Matthews (1995), embora trabalhar com História da Ciência não resolvam todos os problemas do ensino de Ciências, podem auxiliar a resolvê-los na medida em que:

...podem humanizar as ciências e aproximá-las dos interesses pessoais, éticos, culturais e políticos da comunidade; podem tornar as aulas de ciências mais desafiadoras e reflexivas, permitindo, deste modo, o desenvolvimento do pensamento crítico; podem contribuir para um entendimento mais integral de matéria científica, isto é, podem contribuir para a superação do mar de falta de significação que se diz ter inundado as salas de aula de ciências, onde fórmulas e equações são recitadas sem que muitos cheguem a saber o que significam; podem melhorar a formação do professor auxiliando o desenvolvimento de uma epistemologia da ciência mais rica e mais autêntica, ou seja, de uma maior compreensão da estrutura das ciências bem como do espaço que ocupam no sistema intelectual das coisas. (MATTHEWS, 1995, p. 165).

A partir desta visão o aluno deixa de acreditar na visão estereotipada de cientista, passa a vê-lo não como um “gênio” que criou uma teoria rapidamente, mas sim como uma pessoa normal que se dedicou anos para desenvolver suas pesquisas.

Entendemos, assim, que a História da Ciência pode contribuir para que haja uma melhora nas aulas, pois a mesma permite inserir os conceitos científicos dentro de uma realidade humana para que se possa construir aspectos importantes de se trabalhar o conhecimento científico, os interesses

econômicos e políticos, além de valorizar a ciência como uma construção humana, não apenas mostrando os aspectos positivos, mas também que a ciência não é considerada inatingível. Além do fato de que os conceitos científicos são modificados através dos tempos até a consolidação de um paradigma dominante. (REIS, 2012)

Assim, acreditamos que trabalhar a história das armas químicas abordando os aspectos sociais, políticos e econômicos envolvidos constitui-se uma alternativa para despertar o interesse dos alunos e fazer com que eles vejam significado no conhecimento químico relacionado a este tema. A partir do momento que há interesse por parte dos alunos, eles irão ser motivados a buscar o conhecimento e haverá a possibilidade de uma aprendizagem significativa.

2.5 ARMAS QUÍMICAS: ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

As armas químicas são definidas como “qualquer substância química cujas propriedades tóxicas são utilizadas com a finalidade de matar, ferir ou incapacitar algum inimigo na guerra ou associado a operações militares” (SMART, 1997). Este tipo de arma vem sendo usada desde a antiguidade, e há relatos de seu uso anterior à Era Cristã (E.C.). Em 429 antes da E.C., por exemplo, espartanos queimaram enxofre para produzir fumaças tóxicas durante a Guerra do Peloponeso (COLASSO; AZEVEDO, 2012).

De acordo com Colasso e Azevedo (2012) as armas químicas podem ser classificadas de acordo com a sua ação no organismo humano, sendo eles agentes neurotóxicos, vesificantes e levisita, sanguíneos, sufocantes e toxinas.

Os agentes neurotóxicos são substâncias organofosforadas, tais como o tabun e o sarin (Figura 1), que atuam inibindo a enzima acetilcolinesterase, afetando a transmissão de impulsos nervosos de várias estruturas do corpo humano, podendo surtir efeito: nos olhos ocasionando visão turva e ardor; no nariz causando rinorréia; na boca causando salivação; trato pulmonar com tosse, secreção, falta de ar; gastrointestinal com náusea, vômito, diarreia, câimbras abdominais e dor; pele e glândulas sudoríparas causando sudorese, muscular com espasmos musculares, fraqueza cardiovascular com diminuição ou aumento da frequência cardíaca; no sistema nervoso central variando de acordo com a exposição ao agente tóxico, sendo exposição severa: perda de consciência, convulsão, depressão do centro respiratório; exposição leve ou moderada ou efeitos

prolongados de qualquer exposição: esquecimento, irritabilidade, dificuldade de raciocínio, tensão ou mal estar; depressão, insônia, dificuldade de expressão, compreensão diminuída (SIDELL et al., 2008).

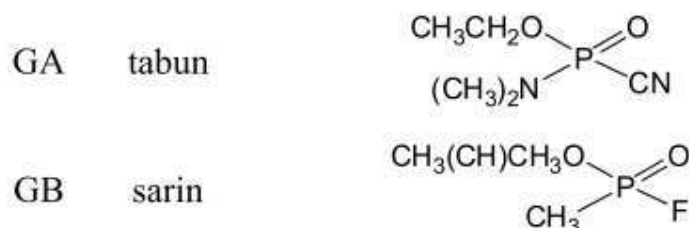


Figura 1: Nomenclatura da Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN), nome comum e estrutura química dos organofosforados tabun e sarin.

Fonte: Smart (1996, p. 50).

Os organofosforados são considerados como os mais potentes agentes utilizados em guerras. A história desta classe de substâncias inicia-se em 1936 com o químico alemão Gerhart Schrader, que descobriu um inseticida organofosforado e relatou para a Seção Militar de Armas Químicas alemã a sua descoberta a fim de requerer a patente. A substância ficou conhecida como tabun. Dois anos depois Gerhart Schrader sintetizou uma substância similar, que chamou de sarin, com efeito toxicológico cinco vezes maior (SMART, 1997).

Os agentes vesicantes são compostos químicos que entram em contato com a pele causando irritações, ou por vias respiratórias com efeitos sistêmicos incapacitando os inimigos em frentes de guerra. Os principais representantes desta classe são: mostarda de enxofre, levisita e fosgênio oxima (SALADI et al. 2005). Esta classe de compostos químicos foi utilizado pela primeira vez, por tropas alemãs, contra tropas britânicas na Bélgica. Sua introdução ocorreu no último ano da I Guerra Mundial e provocou 70% da vitimização por armas químicas, os outros 30% foram causadas por cloro e fosgênio (SZINICZ, 2005).

Os agentes sanguíneos são substâncias que, absorvidas, danificam células sanguíneas, impedindo o transporte de oxigênio e produzindo sufocação (SCHECTER et al., 2005). Os principais compostos desta classe utilizados como armas químicas foram cloreto de cianogênio e cianeto de hidrogênio. O cianeto de hidrogênio, por exemplo, foi empregado em larga escala pelos nazistas durante a II Guerra Mundial nos campos de concentração em câmaras de gás para o extermínio de milhares de judeus.

As toxinas são agentes tóxicos que podem ser produzidas por plantas, fungos, vírus, microrganismos e animais. As duas principais toxinas empregadas como armas de

guerra são a saxitoxina e a ricina (Figura 2), que apresentam acentuado efeito neurotóxico.

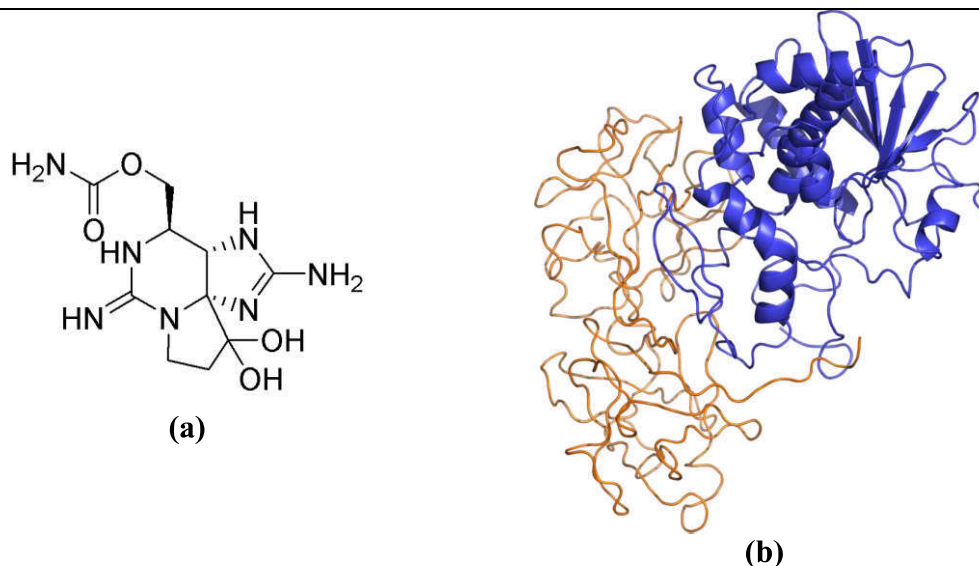


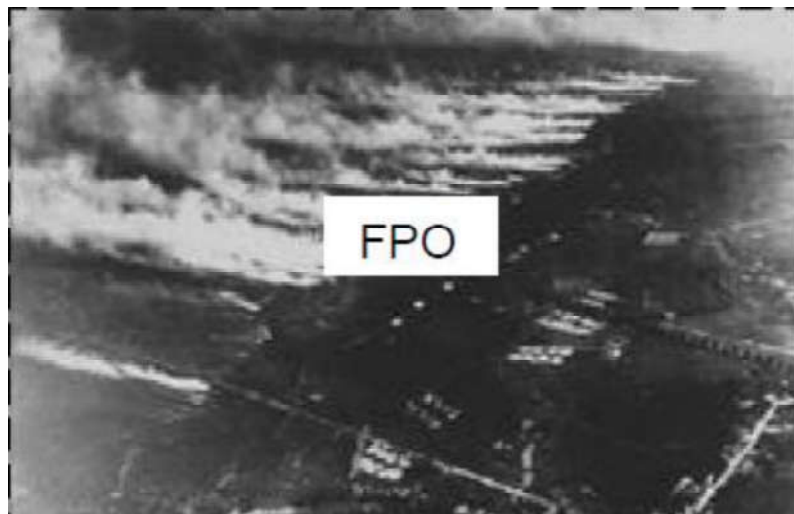
Figura 2: Estrutura molecular das toxinas saxitoxina (a) e ricina (b).

Fonte: Wikipédia (2015).

Os agentes sufocantes são substâncias que ao chegar ao pulmão estimulam a produção de secreções levando ao afogamento. Os principais representantes desta classe são o cloro e os fosfogênicos, que causam a sensação de aperto no peito, de ardor no nariz, garganta e olhos, vermelhidão e bolhas na pele semelhante a congelamento, falta de ar e lesão pulmonar aguda ocorre após 2 horas de exposição.

O primeiro ataque, durante a I Guerra Mundial, realizado com sucesso utilizou gás cloro como arma química. Este ataque, idealizado pelos alemães, ocorreu no dia 22 de abril de 1915 e foi coordenado pelo químico Fritz Haber. Logo após este ataque os aliados começaram a buscar novas armas químicas para retaliação do ataque sofrido. Em setembro do mesmo ano a França atacou a Alemanha utilizando o mesmo gás (cloro) como arma química.

A fotografia 1 é um registro do ataque de retaliação da França às tropas alemãs utilizando gás cloro. A partir desta fotografia pode-se explorar, por exemplo, a importância da direção do vento e da volatilização do gás para o sucesso do ataque.



Fotografia 1: Ataque da França contra a Alemanha utilizando gás cloro.

Fonte: Smart (1996, p. 15).

O químico alemão Fritz Haber é um dos cientistas que, com frequência, são apresentados em livros didáticos de Química, não por suas contribuições como estrategista de guerra, mas sim Prêmio Nobel de Química de 1918 que recebeu pela síntese da amônia. O que poucos sabem é que, neste período, suas pesquisas da síntese da amônia eram financiadas pelo governo alemão por interesses bélicos, bem como muitas outras pesquisas feitas durante o período de guerra (SMART, 1997).

Após os primeiros ataques com armas químicas, pesquisas visando a obtenção de dispositivos para proteção contra gases tóxicos foram iniciadas. Em pouco tempo foram produzidas máscaras e roupas para protegerem soldados contra agentes tóxicos, como pode ser observado na fotografia 2.



Fotografia 2: Soldados com diversos modelos de máscara de gases.

Fonte: Smart (1996, p. 17).

Os cavalos utilizados pelos soldados, durante a I Guerra Mundial, também usavam máscaras para a devida proteção. Durante o desenvolvimento de novas máscaras os pesquisadores buscavam, além de filtros eficazes contra gases, modelos confortáveis e que interferissem o mínimo possível nas atividades dos soldados.



Fotografia 3: Soldado e cavalo usando proteção contra agentes tóxicos.
Fonte: Smart (1996, p.18).

Além da busca por dispositivos de proteção contra as armas químicas, era necessário o desenvolvimento de antídotos. Para os agentes neurotóxicos, por exemplo, foi desenvolvido dois antídotos - a atropina e a prolidoxima - que inibem a ação da acetilcolina. Para a descontaminação de agentes levisita era adiministrado as substâncias 2,3-dimercaptopropanol ou 2,3-dimercapto-1-propanosulfonato. Contra os agentes sanguíneos eram utilizados nitrato de sódio ou tiosulfato de sódio, edetato de dicobalto e hidroxicobalamina (COLASSO; AZEVEDO, 2012).

Outra classe de armas que utilizam substâncias químicas - que apresentam efeito toxicológico menos acentuado - são as designadas armas não letais, tais como os gases lacrimogêneos.

Os gases lacrimogênicos causam irritação nos olhos e no sistema respiratório, apesar de não serem considerados arma de guerra, são muito utilizados pela polícia em manifestos. No dia 29 de abril de 2015, por exemplo, a polícia civil do Paraná utiizou gases lacrimogêneos para repreender a manifestação de professores da rede estadual de ensino, deixando vários servidores feridos. O fato ocorrido teve repercussão internacional, o jornal americano New York Times, por exemplo, publicou uma matéria onde informava que mais de 150 professores ficaram feridos devido ao ataque.

Outro gás muito utilizado pela polícia como arma não letal é o *spray* de pimenta, que tem como principal componente a oleorresina obtida de plantas do gênero *Capsicum* - cujo composto majoritário é a capsaicina, cujo vapor causa irritação na mucosa. O uso do vapor de pimenta remete-se aos índios brasileiros Tupinambás - que viviam no nordeste do Brasil na época colonial - para se defenderem de ataques de colonizadores (COLASSO; AZEVEDO, 2012).

Além do uso contra os colonizadores, os Tupinambás também utilizavam vapores de pimenta contra tribos inimigas ou em rituais.

Os Tupinambás são mais perigosos na época da colheita, pois preparam o cauim, bebem e fazem a guerra, podem ser armas (a fumaça produzida com a pimenta jogada nas fogueiras fazia às vezes de gás lacrimogêneo desalojando o inimigo das cabanas. (RIAL, 2003, p. 24).

O uso de armas químicas em guerra parece recente, mas existe relatos de seu uso desde 600 antes da E.C., quando atenienses usaram raízes de Heléboro, que é um forte laxante, para envenenar a água de um rio para que soldados inimigos consumissem e ficassem debilitados para o ataque.

Desde aquela época até os dias de hoje existem pessoas (militares, pesquisadores e cientistas) dedicadas à produção de armas para serem utilizadas para fins militares. Leonardo da Vinci foi uma dessas personalidades que atuou como engenheiro de guerra, planejando novas armas, tal como a arma química composta pela mistura de sulfeto de arsênio e *verdigris* (pigmento verde obtido através de misturas a base de acetato de cobre). A mistura resultava em um pó esverdeado que podia ser lançada por meio de catapultas contra os inimigos, e assim que o pó fosse inalado causaria asfixia (COLASSO; AZEVEDO, 2012).

É possível encontrar na literatura muitos relatos sobre a proposta de uso desta arma por Leonardo da Vinci, porém não há registro de que tenha sido usada em guerras. De acordo com Colasso (2011 apud Goliszek, 2004), gases de arsênio foram utilizados em guerras no século XIX, levando a morte em poucas horas após a inalação.

O uso de armas químicas foi impulsionado no período da I Guerra Mundial, principalmente por possuir baixo custo e grande eficiência quando comparada aos armamentos convencionais, mostrando-se uma alternativa viável para a baixa em frentes de guerra.

Durante a II Guerra Mundial houve produção em massa de armas químicas, principalmente pela Alemanha, porém não foram muito utilizadas contra tropas inimigas, pois havia grande medo de represálias (BLAINEY, 2014). Alguns desses

agentes continuam sendo utilizados como, por exemplo, no ataque de gás Sarin na cidade de Damasco na Síria em agosto de 2013. As vítimas expostas ao gás relataram náuseas, visão turva, fraqueza e perda de consciência. A Organização das Nações Unidas (ONU) confirmou o uso do gás tóxico condenando como um crime de guerra (ONUBR, 2015).

Tanto a I como a II Segunda Guerra Mundial trouxeram grandes impactos na humanidade, despertando grande curiosidade, discussão e medo de futuros ataques. O Brasil tem demonstrado preocupação sobre o uso destes agentes, desde 2010 o Instituto Militar de Engenharia do Rio de Janeiro oferta a disciplina de Defesa Química que tem como o objetivo a capacitação dos estudantes para a identificação e defesa contra o uso de agentes tóxicos (FRANÇA et al., 2010).

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Elaborar, desenvolver e avaliar uma Sequência Didática (SD), pautada no uso de tema gerador e na aprendizagem significativa, que possibilite trabalhar com alunos do Ensino Médio, conhecimentos de Química Orgânica aliados aos fatores históricos, sociais, políticos e econômicos associado ao tema armas químicas.

3.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

Elaborar e desenvolver uma SD que possibilite que os alunos compreendam:

- i. o contexto histórico que envolve as guerras/conflitos e o fatores que culminaram no uso de armas químicas;
- ii. as implicações sociais que envolvem as guerras/conflitos, ressaltando os prejuízos que elas trazem ao ser humano;
- iii. que as guerras, bem como a escolha de armas a serem utilizadas, estão atreladas a interesses econômicos e políticos;
- iv. que existem conceitos químicos relacionados às armas químicas e que as estruturas moleculares e grupos funcionais das substâncias utilizadas neste tipo de armamento estão diretamente relacionadas com efeitos tóxicos no organismo.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Elaboração da SD

A SD (Anexo 1), com duração de seis encontros, cada um com duas horas/aulas, foi elaborada com base no tema gerador "Armas Químicas", em uma inspiração na perspectiva de aprendizagem significativa. Para isto, consideramos que a SD é o planejamento de várias aulas sequenciais, com atividades interligadas, bem como o planejamento de todas as suas etapas a fim de alcançar o objetivo estabelecido - no nosso caso trabalhar conhecimentos de Química Orgânica, de forma significativa, utilizando o tema gerador armas químicas -.

Devido a falta de um único material, em língua portuguesa, que envolvesse todas as nuances pretendidas no desenvolvimento da SD optou-se pela elaboração de um material de apoio (Anexo 2), para ser trabalhado durante algumas aulas. Este material foi produzido a partir de um levantamento bibliográfico e video-fotográfico relacionado ao tema armas químicas.

No anexo 1 está descrito o planejamento para cada um dos encontros previsto para o desenvolvimento da SD.

Desenvolvimento da SD

A SD foi desenvolvida em 12 aulas de 50 minutos (aulas geminadas), no Colégio Estadual de Campo Mourão, no período de 27/04 a 16/06/2016, com duas turmas: uma de 3º ano do ensino médio com 33 alunos e outra de 2º ano do curso técnico de Administração Integrado com 23 alunos. O desenvolvimento da SD foi acompanhado pela professora regente.

O Colégio Estadual de Campo Mourão, localizado na cidade de Campo Mourão/PR, região Noroeste do Estado do Paraná, iniciou suas atividades em 1956 e atua no Ensino Fundamental, Médio, Profissional e Normal (Referência). A justificativa que pode ser dada a essa primeira seleção de turmas, é o conteúdo da ementa do curso, a Química Orgânica, que é contemplada em ambas turmas. Como dito anteriormente

neste trabalho, o conteúdo em questão é trabalhado no terceiro ano da educação regular média, já a duração dos cursos técnicos integrados ofertados neste colégio é de quatro anos e as disciplinas básicas são organizadas e periodizadas de forma diferente quando comparada ao ensino médio tradicional. A disciplina de Química, por exemplo, é trabalhada apenas no primeiro e segundo ano do curso. Neste formato de curso os conhecimentos relacionados à Química Orgânica são trabalhados no segundo ano do curso.

Avaliação da SD

A avaliação da SD foi realizada seguindo-se uma pesquisa de abordagem metodológica qualitativa com observação participante (OLIVEIRA, 2008), que pode ser conceituada como sendo uma estratégia de campo que combina ao mesmo tempo a participação ativa com os sujeitos, a observação intensiva em ambientes naturais, entrevistas abertas informais e análise documental.

Uma pesquisa de abordagem metodológica qualitativa exige que o mundo seja examinado com a ideia de que nada é trivial, que tudo tem potencial para construir uma pista que nos permita estabelecer uma compreensão mais esclarecedora do nosso objeto de estudo (BOGDAN & BIKLEN, 1994, p. 49).

Desta forma, a avaliação da SD foi realizada, com base na observação dos alunos e a gravação/transcrição de falas durante as aulas, com o objetivo de buscar indícios que permitam verificar se os alunos se apropriaram dos conhecimentos trabalhados.

Os alunos foram conscientizados do desenvolvimento da SD, sua finalidade enquanto objeto de pesquisa para um trabalho de conclusão de curso, e que para a avaliação da mesma seria necessário a gravação e transcrição de falas durante as aulas. O termo de consentimento (Anexo 3) foi entregue e explicado para todos os alunos, que retornaram com os documentos assinados pelos responsáveis legais.

5 Resultados

A elaboração da SD foi pautada nas considerações de Leach et al. (2005), que afirma que as atividades que são planejadas de maneiras sequenciais podem contribuir para a aprendizagem de diversos conteúdos em Ciências, e de Pereira e Pires (2012 apud Méheut, 2005) que sugerem:

...na elaboração de tais atividades, se atente ao conteúdo a ser ensinado, as características cognitivas dos alunos, a dimensão didática relativa à instituição de ensino, motivação para a aprendizagem, significância do conhecimento a ser ensinado e planejamento da execução da atividade. (PEREIRA e PIRES, 2012, p. 386 apud MÉHEUT, 2005)

A elaboração da SD auxilia no planejamento e trabalho com o tema gerador, pois é neste momento que serão definidos quais são os objetivos que devem ser alcançados, esses objetivos devem estar relacionados com o que eu quero que o meu aluno aprenda, e a partir do objetivo definido é escolhido a maneira e quais recursos pedagógicos serão utilizados para que o objetivo definido seja alcançado, o planejamento é fundamental para nortear o professor em sua prática em sala de aula. Para Menegolla e Sant'Anna o planejamento é:

...um instrumento direcional de todo o processo educacional, pois estabelece e determina as grandes urgências, indica as prioridades básicas, ordena e determina todos os recursos e meios necessários para a consecução de grandes finalidades, metas e objetivos da educação. (MENEGOLLA e SANT'ANNA, 2001, p.40)

Desta forma, elaborou-se uma sequência didática, visando trabalhar conhecimentos de Química Orgânica a partir do tema gerador armas químicas, utilizando diferentes estratégias de ensino e recursos didáticos, tais como, aulas expositivas dialogadas, sessões de questionamento, solução de problemas, experimentos em laboratório, entre outros.

Apesar de ser planejada e idealizada para ser trabalhada em um determinado período de tempo, consideramos que a SD não deve ser engessada, não está pronta e acabada, podendo sofrer alterações durante todo o processo de desenvolvimento, ou seja, as aulas podem ser moldadas de acordo com as contingências apresentadas.

Iniciamos o desenvolvimento da SD a partir do levantamento do conhecimento prévio que os alunos possuem sobre a temática armas químicas. Para isto foi aplicado um questionário aos alunos do 2º ano do curso técnico de Administração Integrado.

Neste caso a aplicação do questionário foi realizada - com os doze alunos presentes na sala de aula -, na aula anterior ao início do desenvolvimento da SD.

Quando perguntados sobre o que entendiam por armas químicas, alguns alunos (quatro alunos) parecem não saber sobre esta temática ou responderam sem coerência, usando argumentos como "*são armas fortes*", "*não conheço e nunca ouvi falar sobre armas químicas*" ou "*bombas atômicas*".

Parte dos alunos (8 alunos) apresentaram em suas respostas um ou mais elementos que estão corretamente relacionados às armas químicas, tais como efeito toxicológico e forma de lançamento. Os efeitos toxicológicos associados às armas químicas podem ser identificados pelos termos cegar, deixar tonto, intoxicar e matar, como pode ser observado no quadro 1. A forma como as armas químicas são lançadas também foi citada nas respostas, como pode ser evidenciado pelo uso dos termos bombas, granadas e uso de aviões.

Aluno 1: Bombas de fumaça contém pó químico para cegar e deixar tonto.

Aluno 2: Armas químicas podem intoxicar ou até mesmo matar dependendo da arma por exemplo granadas e fumaças tem experimentos químicos que pode até mesmo matar, granadas "flashbang" granadas que cegam por um tempo até determinado ou granada de intoxicação.

Aluno 3: Tem aqueles aviões com pó químico tóxico que joga na cidades e mata as pessoas.

**Quadro 1. Parte do diálogo estabelecido entre a autora e alunos participantes do trabalho.
Fonte: Autoria própria.**

Para a outra turma (3º ano do ensino médio), mudamos a estratégia e as questões para o levantamento do conhecimento prévio foram realizadas na forma de diálogo. Observamos que, com esta abordagem, os dez alunos presentes na sala de aula foram mais participativos, algumas perguntas puderam ser melhor esclarecidas ou reformuladas e a partir das respostas dos alunos outras perguntas foram formuladas instigando-os ainda mais. Isto pode ser evidenciado a partir do diálogo entre a autora e os alunos sobre a questão "*O que você entende por armas químicas?*".

Nas primeiras tentativas de resposta os alunos associaram armas químicas com armas nucleares. A partir deste erro conceitual foi estabelecido um diálogo (Quadro 2) na tentativa de refletir sobre o erro e re(construir) a definição de armas químicas.

Autora: Bom, algumas armas são classificadas como armas químicas e outras não, por causa do efeito que elas causam. Há armas que tem o seu efeito causado pela força e outras por seu efeito tóxico, ou seja, algumas armas utilizam substâncias tóxicas e por isso podem ser classificadas como armas químicas. Portanto, eu considero como armas químicas substâncias tóxicas que são utilizadas com a intenção de ferir ou matar.

Autora: Agora com essa informação vocês conseguem lembrar de alguma arma química?

Aluno 1: Ah então as bombas de gás são armas químicas.

Autora: Sim, esse gás é tóxico. O que geralmente as bombas de gás provocam?
Os alunos, de maneira geral, falaram que causa falta de ar, prejudica a visão e que causa vômitos.

Autora: vocês sabem como são usadas essas bombas de gás?
Neste momento um aluno relaciona o uso de bomba de gás contra os professores no manifesto do dia 29 de abril. Acreditamos que esta relação se deva ao debate, realizado na escola, sobre as manifestações que ocorreram no ano de 2015.

Autora: Vocês conhecem outros tipos de armas que vocês agora acreditem que sejam armas químicas?

Aluno 2: Coquetel molotov.

Autora: Mais alguma?

Aluno 3: O gás lacrimogêneo.

Aluno 4: Bom teve um pó que eles usaram no Vietnã, eles jogavam de avião e isso fez muito mal para as pessoas.

Autora: Onde você viu isso?

Aluno 4: Na aula de história.

Quadro 2. Parte do diálogo estabelecido entre a autora e alunos participantes do trabalho.

Fonte: Autoria própria.

Observamos que as respostas fornecidas por alguns alunos eram construções baseadas em respostas anteriores fornecidas por outros alunos da turma. Ao nosso ver essa abordagem mostrou-se mais eficiente para o levantamento do conhecimento do que a aplicação de questionário.

Acreditamos que na turma do 3º ano houve uma maior participação dos alunos devido a minha participação na turma como pibidiana, acompanhando os alunos desde o início do ano letivo de 2016. Os alunos já estavam acostumados com a minha presença e com as intervenções durante as aulas, fazendo com que eles ficassem mais a vontade para questionar durante o desenvolvimento da sequência didática.

No primeiro encontro, após a retomada do levantamento de conhecimento prévio utilizamos o vídeo "*Silent and Deadly - Gas Warfare in World War I*", traduzido como "Silenciosas e Perigosas - Guerra Química na Primeira Guerra Mundial" (tradução nossa), disponível no YouTube. Utilizamos este recurso por concordar com Marcelino Jr. (2014) que afirma que:

O uso do vídeo como recurso pedagógico aparece como uma tentativa de introduzir uma ação ainda pouco comum no dia-a-dia da sala de aula. Esta prática traz a possibilidade de utilizar não somente palavras, mas também imagens, muitas vezes bem mais atrativas e persuasivas do que a fala do(a) professor(a), podendo trazer um impacto muito maior do que o de um livro ou de uma aula expositiva. (MARCELINO-JR, 2014, p. 1)

Acreditamos que o vídeo cumpriu com seu objetivo que era atrair a atenção dos alunos para a temática a ser trabalhada. O vídeo contém várias imagens sobre o uso de Armas Químicas na 1ª Guerra Mundial, chamando a atenção para vários pontos pertinentes para discussão e que estão relacionadas com as questões realizadas durante o levantamento de conhecimento prévio. Durante o vídeo, por exemplo, é citado que o ataque alemão, utilizando gás lacrimogêneo em 31 de janeiro de 1915, não teve sucesso devido à falta de planejamento. Este gás foi utilizado em uma região muito fria e o gás acabou congelando. A direção do vento é citada também em outro ataque mal sucedido. A participação do cientista Fritz Haber na coordenação de ataques com armas químicas, assim como os erros citados durante a execução do vídeo, contribuem para a discussão da importância do domínio de conhecimentos científicos para o uso deste tipo de armamento.

Acreditamos que seu uso serviu para quebrar a possível tensão existente neste início de trabalho. Concordamos com Vasconcelos e Leão (2010) sobre o alerta que fazem aos professores sobre o uso deste recurso:

Deve-se ter em mente, que o professor que se disponibiliza a utilizar o vídeo como recurso didático deve ter cuidado durante a exibição dos mesmos. A

interação que os alunos possam ter com o recurso vai depender de como a aula será desenvolvida após a exibição do mesmo, quais impactos (positivos ou negativos) serão criados nos alunos e o objetivo principal, se eles conseguiram aprender os conceitos ali trabalhados, ou se pelo menos houve uma mobilização deles para trabalhar estes conceitos em atividades posteriores. (VASCONCELOS e LEÃO, 2010, p. 2).

A partir da discussão sobre o vídeo e questionário prévio foram propostas novas questões para que os alunos refletissem como os fatores políticos, econômicos e sociais influenciavam na escolha das armas utilizadas em batalhas. Esta reflexão é fundamental, pois as armas químicas foram escolhidas e usadas não só pela sua eficiência, como elemento surpresa, mas também porque apresentavam baixo custo de produção, o que era uma grande vantagem econômica.

A partir do segundo encontro começou a ser trabalhado o material de apoio (Anexo 2), que foi entregue impresso e disponibilizado em PDF via e-mail para que os alunos pudessem ter o material no celular, tablet e etc. O material de apoio foi organizado, de maneira cronológica, com informações, imagens e curiosidades que permitissem explorar conhecimentos químicos associados às armas químicas e suas relações com fatores políticos, econômicos e sociais.

O material auxiliou as atividades em sala, a partir de discussões sobre os assuntos apresentados em cada uma das seções, para que estas permitissem que os alunos elaborassem significados sobre a temática abordada. De acordo com Silva e Navarro (2012, p. 95), a relação professor-aluno é uma forma de interação que dá sentido ao processo educativo, uma vez que é no coletivo que os sujeitos elaboram conhecimentos.

Trabalhar o histórico das armas químicas no período anterior à I e II Guerra Mundial permitiu que os alunos percebessem que estas eram utilizadas devido as suas vantagens em relação às armas convencionais, tal como o uso de balas envenenadas. Essa percepção pode ser observada na fala dos alunos ao serem questionados sobre a preocupação em utilizar armas químicas (Quadro 3).

Autora: ...vocês lembram porque começaram a usar balas envenenadas?

Aluno 1: Era o plano A e B em um só.

Aluno 2: Se eu não acertar a bala onde já mata na hora, a pessoa morre pelo envenenamento da bala...

Autora: Exato, então de todo jeito eu vou estar acabando com o meu inimigo.

Quadro 3. Parte do diálogo estabelecido entre a autora e alunos participantes do trabalho.

Fonte: Autoria própria.

Com o mesmo objetivo, de obter vantagem, as armas químicas foram inseridas na I Guerra Mundial. As batalhas aconteciam nas trincheiras e a guerra estava estagnada, ao utilizar, por exemplo, o gás cloro que entrava no interior das trincheiras deixava os soldados feridos e incapacitados para o combate (BLAINEY, 2014).

A percepção dos alunos sobre a busca, de países em guerra, em utilizar agentes tóxicos como um "trunfo" perante exércitos inimigos foi fundamental para que eles percebam que o uso destes agentes está associado com fatores econômicos e políticos. Além disso, a busca por novos agentes tóxicos, com melhores características de uso e/ou mais potentes, foi facilmente relacionado à pesquisa e desenvolvimento na área das Ciências, em especial a Química.

Com base no material de apoio foi trabalhado as estruturas moleculares das principais substâncias utilizadas como armas químicas, bem como suas propriedades físico-químicas e efeitos toxicológicos. Os alunos demonstraram interesse em compreender as estruturas moleculares trabalhadas, como mostra o quadro 4.

Autora: Aqui temos a representação da molécula de cloro.

Aluna: Mas ele também pode juntar igual o carbono?

Autora: Todo composto tem ligações entre si.

Quadro 4. Parte do diálogo estabelecido entre a autora e alunos participantes do trabalho.

Fonte: Autoria própria.

Com base no questionamento dessa aluna é possível observar que a aluna relacionou a propriedade de ligar-se a outro átomo apenas ao carbono, provavelmente, por este conteúdo (formação e características de cadeias carbônicas) ter sido trabalhado em aulas anteriores pela professora regente.

A ideia de associação dos conteúdos trabalhados por meio da SD e dos conteúdos trabalhados anteriormente é reforçada quando a mesma aluna, ao ver a estrutura molecular do gás mostarda, questiona (Quadro 5):

Aluna: Mas ele também pode fazer cadeia?

Autora: Sim, pode formar cadeia, as cadeias podem ser mista, com carbonos e outros elementos no meio, como por exemplo, a do gás mostarda, olha como elaé, tem átomos de carbono, enxofre, cloro e hidrogênio.

Quadro 5. Parte do diálogo estabelecido entre a autora e alunos participantes do trabalho.

Fonte: Autoria própria.

O uso do tema gerador, além de permitir trabalhar conceitos ligados à estrutura molecular e grupos funcionais, permitiu também revisar conceitos de Química trabalhados em anos anteriores (Quadro 6), como o conceito de mudança de estado da matéria e densidade (conteúdos programáticos do primeiro ano do ensino médio).

Aluno: O que é ponto de ebulição mesmo?

Autora: É a passagem do estado líquido para o gasoso...

Quadro 6. Parte do diálogo estabelecido entre a autora e alunos participantes do trabalho.

Fonte: Autoria própria.

O trecho acima mostra que alguns alunos não se recordavam ou não aprenderam o conteúdo de mudança do estado da matéria. O aluno ao questionar mostrou curiosidade sobre o conteúdo e necessidade de compreender o que é ponto de ebulição e a sua relação com o tema trabalhado em aula (armas químicas). Acreditamos que essa necessidade de compreender conceitos químicos para entender sobre situações/temas, de interesse dos alunos, trabalhados em sala de aula, pode contribuir para a esperada aprendizagem significativa.

No penúltimo encontro foi realizada uma aula experimental, utilizando uma perspectiva histórica, para obtenção e verificação da propriedade de ignição do algodão pólvora. Durante a aula foi explorado, em termos moleculares, a equação química referente a reação de nitração da celulose e sua "descoberta acidental". As discussões

acerca da história da "descoberta acidental" do algodão pólvora permitiu alertar sobre a visão estereotipada de cientistas (Quadro 7), comum na grande maioria da população.

Autora: Como vocês acham que os cientistas fazem as suas "descobertas"?

Aluno: Misturando as coisas...

Autora: Mas será que é só misturar as coisas?

Aluno 2: Não, tem que estudar também.

Autora: Seria muito fácil se todas as descobertas acontecessem apenas fazendomisturas. Algumas coisas são descobertas através do acaso, derrepente, mas outras são necessários anos de estudo...

Quadro 7. Parte do diálogo estabelecido entre a autora e alunos participantes do trabalho.

Fonte: Autoria própria.

Ao trabalhar o histórico do algodão pólvora fica evidente que a descoberta deste material aconteceu por acaso, porém com uma pessoa que estudava fenômenos químicos (um profissional da Química), que possuía conhecimentos para relacionar àquela mudança de características a um novo material, produzido neste caso, por uma reação de nitração. Vale lembrar que reações de nitração de compostos orgânicos são conhecidas desde 1834 (HOGGETT et al., 1971). Para reforçar essa ideia utilizou-se a frase, geralmente, atribuída à Pauster "nos campos da observação, o acaso favorece apenas as mentes preparadas".

Trabalhar a história do algodão pólvora favoreceu para que os alunos refletissem sobre a visão estereotipada que eles possuem de cientistas, vendo que eles eram pessoas que se dedicavam à pesquisa, que era o trabalho exercido por eles, e que se alguma coisa acontecesse por acaso eles estavam curiosos e dispostos a descobrir o que ocorreu.

Para a avaliação os alunos foram divididos em cinco grupos para produzir um trabalho sobre um dos agentes tóxicos: gás cloro, mostarda, sarin, ácido cianídrico e agente laranja. Para isto, os alunos deveriam pesquisar sobre o agente tóxico selecionado (sua história, propriedades físico-químicas e toxicológicas, assim como possível antídotos) e montar um plano de ataque utilizando a substância em questão. Para o plano deveria ser considerado as propriedades físico-químicas e toxicológicas da substância, o contexto do ataque e as características do local escolhido para atacar.

Os grupos socializaram suas pesquisas e os planos de ataque, na forma de seminário, para os demais alunos da turma. Durante os seminários os alunos apresentaram cartazes com características e informações que eles julgaram importante sobre o agente tóxico.

Foi pedido que eles elaborassem um plano de ataque, porque seria necessário que eles conhecessem bem o seu agente tóxico e os fatores necessários para a sua utilização. As informações para realização desta atividade poderiam ser encontradas na internet e algumas no material de apoio trabalhado em sala de aula. Porém, para concluir o plano de ataque seria necessário, por parte dos alunos, correlacionar as propriedades físico-químicas (disponíveis na literatura) do agente tóxico com a forma de uso e condições climáticas.

De maneira geral os trabalhos apresentados foram satisfatórios, as pesquisas traziam as informações necessárias para conhecer e entender a forma de uso do agente tóxico. Alguns grupos trouxeram informações complementares às trabalhadas no material de apoio, como por exemplo, a informação de que "era necessário após exposição ao gás mostarda fazer a troca e eliminação da roupa, porque também poderia acontecer a contaminação pela roupa".

Avaliamos que a maior parte dos planos de ataque foram bem planejados e criativos. Como exemplo, um plano de ataque envolvendo gás sarin (produzido por alunos do 2º ano) é apresentado no quadro 8.

O ataque acontecerá no dia 12 de maio de 2016 no Palácio do Planalto em Brasília - GO (sic, DF), Brasil, às 11h30min da manhã.

Dois jornalistas (disfarçados) irão entrar no Palácio do Planalto, no qual estará ocorrendo a votação dos senadores para a aprovação final do Impeachment da Presidenta Dilma, e exatamente às 11h:30min da manhã os mesmos irão soltar o gás Sarin. Como é um lugar fechado e o nível de toxicidade por inalação e exposição cutânea é rápido e forte, o gás se espalhará rapidamente e com isso os efeitos começariam a apresentar com bastante intensidade.

O gás é incolor e inodoro, então quando menos esperar as pessoas estarão sobre o efeito do gás neurotóxico.

Por apresentar em seus componentes substâncias de baixo valor de fabricação, o gás Sarin é uma ótima arma tóxica para ser usada nesta ocasião e também pelas suas propriedades: seu ponto de fusão é de -56 °C; de ebulição 158 °C. Então diante desses dados a temperatura do local escolhido é entre 19 °C a 25 °C, perfeita para o uso do gás Sarin.

E o objetivo é exterminar qualquer pessoa corrupta que esteja no local, e com todo esse planejamento esperamos que pelo menos 85% morra, sendo o primeiro ataque de uso do gás Sarin do Brasil.

Quadro 8. Plano de ataque utilizando gás sarin produzido por um grupo de alunos participantes do trabalho.

Fonte: Alunos do Colégio Estadual de Campo Mourão.

A partir da análise do plano de ataque apresentado no quadro 8 é possível observar que os alunos se atentaram aos pontos mais importantes para a escolha e uso de armas químicas, tais como temperatura do local, se o local é aberto ou fechado, alvos do ataque. Observa-se que o grupo planejou o ataque com muita artimanha, pensaram na forma com que usariam a arma química e qual seria as pessoas que desejavam atacar - neste caso, os senadores brasileiros que estariam todos reunidos no Palácio do Planalto. Os alunos informaram que escolheram os senadores devido a situação política do Brasil, pois ao atacar o Palácio do Planalto todos eles morreriam e a corrupção no Brasil diminuiria.

No 3º ano o plano de ataque que se destacou foi o realizado pelo grupo que pesquisou sobre o gás cloro, transcrito no quadro 9.

1. Local de ataque: Suíça.
2. O país seria invadido por pessoas que se tornariam cidadãos disfarçados, para tornar-se cidadão suíço é necessário morar um ano e meio no mínimo e não trabalhar em nada suspeito.
3. Inventar algo para o uso do gás sem suspeitas: forçar a infestação de mosquitos modificados (robóticos) como o que transmite dengue no Brasil só que mais perigoso, as picadas do mosquito teriam efeitos iguais do gás cloro. As pessoas ficariam doentes e para controle seria feito a pulverização através de carros, assim nos carros ao fazer a pulverização para controle do mosquito seria usado o gás cloro para atacar as pessoas sem suspeitas. O gás seria utilizado no verão quando é mais propício para ter chuvas e o ar mais seco assim, sendo uma ótima estação para uso.
4. Verdadeiro motivo: A Suíça é um paraíso fiscal, lá as notas não são marcadas e as transações são feitas com facilidade, com a cidade toda inválida devido ao ataque de gás seria mais fácil invadir os cofres do Union Bank of Switzerland. Tendo em vista que o dinheiro nesse banco é digital em menos de 20 minutos conseguiria roubar bilhões em notas não rastreáveis.

Quadro 9: Plano de ataque utilizando gás cloro produzido por um grupo de alunos participantes do trabalho.

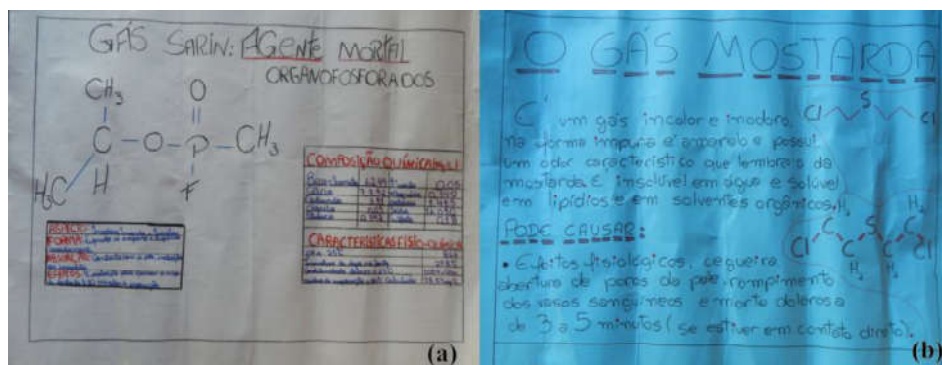
Fonte: Alunos do Colégio Estadual de Campo Mourão.

O grupo apresentou muita criatividade ao pensar em criar um mosquito cuja picada causaria efeitos similares ao gás cloro e, além disso, ao fazer o controle espalharia o gás sem suspeitas. O grupo ainda buscou informações de como entrar no país e se tornar um cidadão suíço para não levantar suspeitas e de como funciona os bancos suíços, bem como o nome de um deles.

A produção do plano de ataque, em situações hipotéticas, utilizando de informações sobre as propriedades das substâncias tóxicas vai de encontro ao objetivo do ensino de Química Orgânica defendido por Marcondes et al. (2014).

Acreditamos que este tipo de atividade, com a devida mediação do professor, pode contribuir para tornar o aluno mais confiante quanto ao uso da linguagem e quanto a sua capacidade como elaborador de conhecimento, respeitando os diferentes níveis de amadurecimento cognitivo dos alunos, tal como alerta Ausubel, Novak e Hanesian (1980).

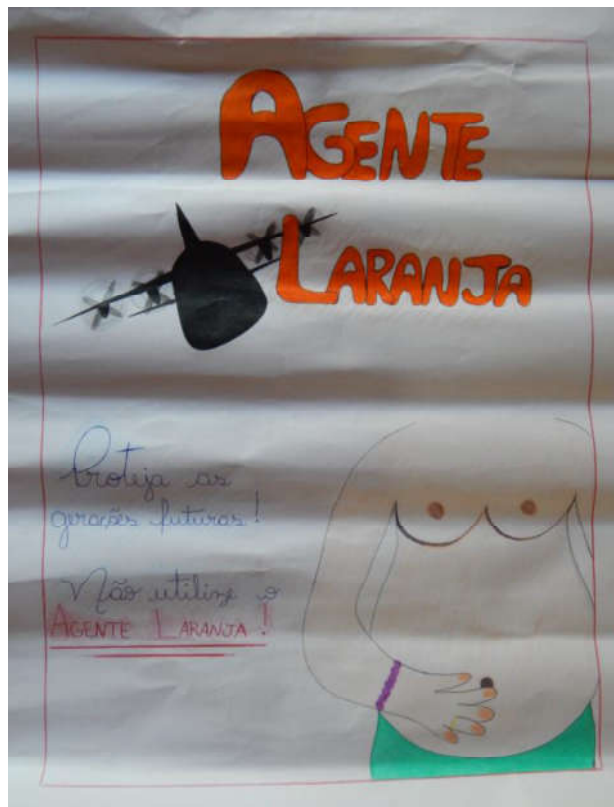
No 2º ano apenas os grupos do gás sárin, mostarda e agente laranja produziram cartazes (Fotografias 4 e 5).



Fotografia 4: Cartaz do gás sarin (a) e mostarda (b).
Fonte: Produção dos alunos participantes do trabalho.

Os grupos que produziram o cartaz sobre o gás mostarda e sarin, colocaram informações semelhantes, usaram as informações sobre os efeitos causados, propriedades físico-químicas e a estrutura molecular dos gases. Ambos os cartazes ficaram com um caráter mais informativo sobre os gases, uma pessoa leiga no assunto ao ler o cartaz consegue as informações básicas de cada agente tóxico.

O grupo que produziu o cartaz sobre o agente laranja fez um alerta sobre um dos efeitos causados pela exposição do agente. No cartaz pode-se observar que o grupo usou como referência o uso do agente laranja na guerra do Vietnã (1955 a 1975), na qual o agente foi espalhado por meio de aviões, e também usou a imagem de uma mulher grávida, com o texto pedindo para não utilizar o agente laranja e proteger as gerações futuras. O grupo utilizou a gestante, pois no Vietnã várias crianças apresentaram má formação e deficiências devido a exposição ao agente.



Fotografia 5: Cartaz sobre o agente laranja.
Fonte: Produção dos alunos participantes do trabalho.

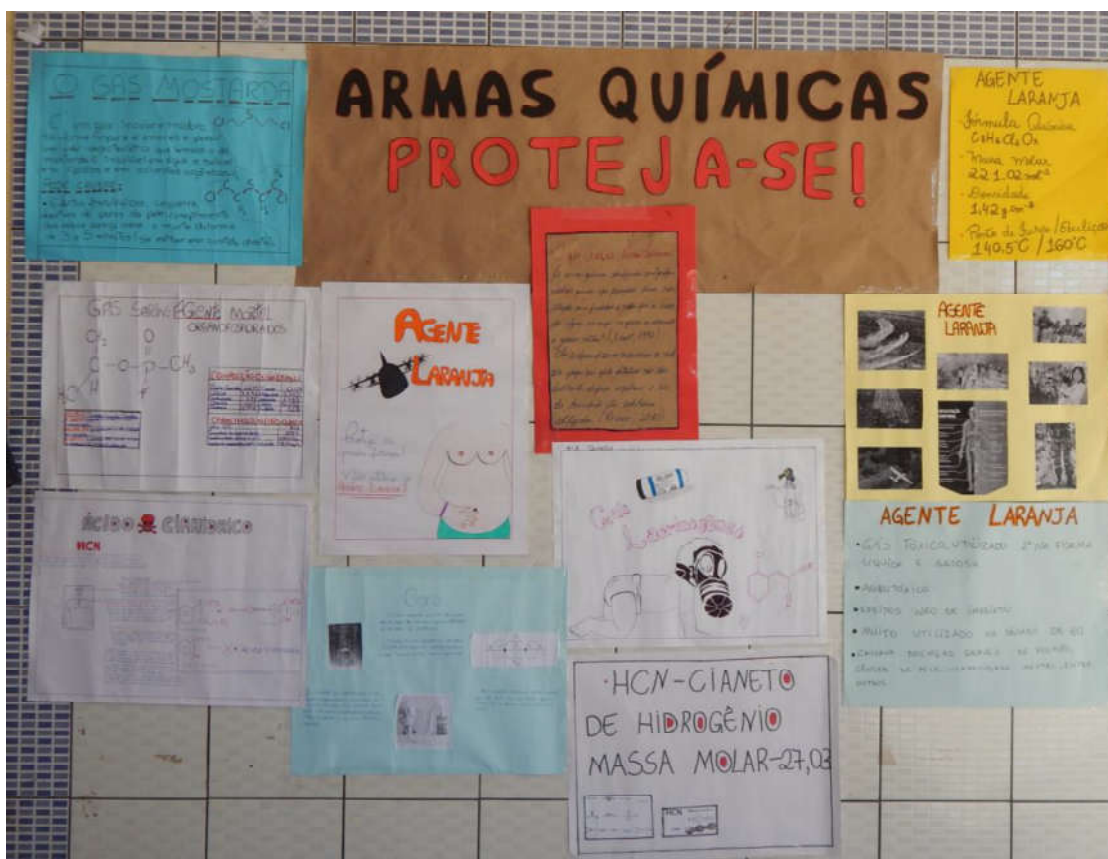
No 3º ano os grupos que produziram o cartaz foram os grupos sobre o agente laranja, gás cloro, gás lacrimogêneo e ácido cianídrico. Alguns grupos confeccionaram mais de um cartaz para englobar informações diferentes, como por exemplo o grupo que trabalhou com o agente laranja (Fotografia 6).



Fotografia 6: Cartaz sobre o agente laranja.
Fonte: Produção dos alunos participantes do trabalho.

Como pode ser observado na fotografia 6 o primeiro cartaz apresentou as propriedades físico-químicas do agente; o segundo apresentou algumas imagens do uso do agente bem como de pessoas que foram expostas ao agente e uma imagem do corpo humano explicando todos os efeitos causados no organismo contaminado pelo agente; por fim o terceiro cartaz apresentou algumas informações complementares da substância.

Por solicitação da professora regente, foi montado um painel no pátio da escola com todos os cartazes produzidos para que os demais alunos da escola pudessem conhecer o trabalho que foi desenvolvido sobre o tema armas químicas. Desta forma, os trabalhos produzidos poderiam informar aos demais integrantes da escola, sobre os agentes utilizados como armas químicas, pois na maioria das vezes as pessoas apenas ouviram falar o termo armas químicas, mas não sabem o que são e quais agentes são utilizados com a intenção de ferir e matar.



Fotografia 7: Painel montado, no pátio do colégio, com os cartazes produzidos pelas duas turmas.

Fonte: Produção dos alunos participantes do trabalho.

De maneira geral observamos uma boa aceitação, por parte dos alunos, nas duas turmas nas quais a SD foi desenvolvida. Comparativamente, percebemos que ao trabalhar com o 3º ano (duas aulas de 50 minutos geminadas) os alunos foram mais participativos na primeira aula do que na segunda aula, onde alguns deles começavam a se desinteressar e dispersar. O mesmo não ocorreu com os alunos do 2º ano no qual as aulas não eram geminadas. Sendo assim, para uma próxima utilização da SD, em aulas geminadas, sugerimos trabalhar com diferentes recursos em um mesmo dia para tornar a aula mais atrativa e menos cansativa.

Com relação a aprendizagem do conhecimento trabalhado, as falas produzidas ao longo do desenvolvimento da SD, assim como as produções dos alunos (seminários, planos de ataque e cartazes) sugerem que os conteúdos trabalhados foram construídos com significação.

6 Considerações Finais

A análise da participação e das produções dos alunos sugerem que o desenvolvimento da SD contribuiu para a significação dos conhecimentos de Química Orgânica trabalhados. Desta forma, fórmulas estruturais, grupos funcionais puderam ser relacionadas as propriedades físicas (conceitualmente estudadas em anos anteriores) e toxicológicas de substâncias orgânicas utilizadas como armas químicas.

Em contraste ao método tradicional de ensino, durante o desenvolvimento da SD ora relatada buscou-se trabalhar com diferentes estratégias de ensino e recursos didáticos, visando tornar as aulas mais atrativas e trabalhar com os diferentes níveis cognitivos dos alunos. Acreditamos que esta estratégia tenha contribuído para a aceitação e participação dos alunos.

Apesar do tema gerador armas químicas ter sido utilizado, neste trabalho, para trabalhar conhecimentos de Química Orgânica, acreditamos que este tema pode ser explorado em diferentes momentos da disciplina de Química na Educação Básica.

A partir da reflexão sobre o uso do material de apoio, produzido para o desenvolvimento desta SD, o mesmo será reformulado e colocado à disposição dos professores da Educação Básica na forma de produto educacional.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Caroline M. M.; COSTA, Roberta D. A.; LOPES, Paulo T. C. Prática educativa e aprendizagem significativa: utilizando uma sequência didática eletrônica na plataforma SIENA. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 3, p. 31-39, 2015.
- ANASTASIOU, Léa das G. C.; ALVES, Leonir P. **Estratégias de ensinagem**. In: ANASTASIOU, Léa das G. C.; ALVES, Leonir P. (Orgs.). *Processos de ensinagem na universidade. Pressupostos para as estratégias de trabalho em aula*. 3. ed. Joinville: Univille, 2004. p. 67-100.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D., HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Editora Interamericana, 1980.
- BLAINEY, Geoffrey. **Uma breve história das guerras**. São Paulo: Editora Fundamento Educacional, 2014.
- BOGDAN, Robert; BIKLEN, Sari K. **Investigação Qualitativa em Educação: Uma introdução à teoria e aos métodos**. 4 ed. Porto: Porto, 1994.
- BRAATHEN, Per C. Aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa no processo de ensino-aprendizagem de Química. **Revista Eixo**, v. 1, n. 1, p. 74-86, jan.-jun. 2012.
- COLASSO, Camilla; AZEVEDO, Fausto Antônio de. Riscos da utilização de Armas Químicas. Parte I - Histórico. **RevInter Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade**, v. 4, n. 3, p. 137- 172, out. 2011.
- COLASSO, Camilla; AZEVEDO, Fausto Antônio de. Riscos da utilização de Armas Químicas. Parte II - Aspectos Toxicológicos. **RevInter Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade**, v. 5, n. 1, p. 7-47, fev. 2012.
- COSTA, Jaqueline M.; PINHEIRO, Nilcéia A. M. O ensino por meio de temas-geradores: a educação pensada de forma contextualizada, problematizada e interdisciplinar. **Imagens da Educação**, v. 3, n. 2, p. 37-44, 2013.
- CRUZ, Maria E. B.; NETO, José E. S. O ensino de química orgânica na Química Nova na Escola - Primeira parte de uma análise de tendências. **Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia UEPB**. Paraíba, 2012. Disponível em <http://editorarealize.com.br/revistas/enect/trabalhos/Comunicacao_347_2.pdf>. Acesso em: 25 mai. 2016.
- DINIZ JÚNIOR, Antônio I.; SILVA, João R. R. Tenório da. Isômeros, funções orgânicas e radicais livres: análise da aprendizagem de alunos do ensino médio segundo a abordagem CTS. **Química Nova na Escola**, v. 38, n. 1, p. 60-69, fev. 2016.
- FRANÇA, T. C. C. et al. Defesa Química: Uma Nova Disciplina no Ensino de Química. **Revista Virtual de Química**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 2, p. 84-104, out. 2010.
- FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2011.

- GUIMARÃES, Cleidson C. Experimentação no ensino de Química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 3, p. 198-202, ago. 2009.
- HOGGETT, J. G.; MOODIE, R. B.; PENTON, J. R.; SCHOFIELD, K. **Nitration and aromatic reactivity**. Londres: Cambridge University Press, 1971.
- JUSTI, Rosária da S.; RUAS, Rejane M. Aprendizagem de Química reprodução de pedaços isolados de conhecimento? **Química Nova na Escola**, n. 5, p.24-27, mai. 1997.
- LEACH, J.; AMETLLER, J.; HIND, A.; LEWIS, J., & SCOTT, P. **Designing and evaluating short science teaching sequences: improving student learning**. Research and Quality of Science Education. Holanda: Springer, 2005.
- LOPES, A. Discursos curriculares na disciplina escolar Química. **Ciência & Educação**, v. 11, n. 2, p. 263-278, 2005.
- MARCELINO-Jr., C.A.C. et al. Perfumes e essências: a utilização de um vídeo na abordagem das funções orgânicas. **Química Nova na Escola**, v. 19, n. 1, p. 15-18, 2004.
- MARCONDES, Maria E. R. (COORDENADORA); SOUZA, Fabio Luiz de; AKAHOSHI, Luciane Hiromi; SILVA, Marcolina A. E. da. **Química Orgânica: Reflexões e Propostas para o seu ensino**. São Paulo: Portal de Livros Abertos da USP, 2014.
- MATTHEWS, M.R. História, Filosofia e Ensino de Ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Catarinense Ensino de Física**, v.12, n.3, p.164-214, 1995.
- MENEGOLLA, Maximiliano; SANT'ANNA, Ilza M. **Por que planejar? Como planejar?** 10ª ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2001.
- MIRANDA, Ana C. G.; BRAIBANTE, Mara E. F.; PAZINATO, Maurícus S. Tema gerador como estratégia metodológica para a construção do conhecimento em Química e Biologia. **Experiências em Ensino de Ciências**, v.10, n. 1, p. 98-113, 2015.
- MOREIRA, Marcos A. ¿Al final qué es aprendizaje significativo? **Revista Currículum**, v. 25, p. 29-56, 2012.
- MOREIRA, Marcos A. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 2006.
- NASCIMENTO, T.L.; RICARTE, M.C.C.; RIBEIRO, S.M.S. Repensando o Ensino de Química Orgânica à Nível Médio. In: Congresso Brasileiro de Química, 47º, 2007, Natal. **Anais...**, Natal, 2007.
- OLIVEIRA, Cristiano L. de. Um apanhado teórico-conceitual sobre a pesquisa qualitativa: tipos, técnicas e características. **Travessias**, v. 2, n. 3, p. 1-16, 2008.
- ONUBR. NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL. **Conselho de Segurança aprova investigação sobre utilização de armas químicas na Síria**. Disponível em: <

<http://nacoesunidas.org/conselho-de-seguranca-aprova-investigacao-sobre-utilizacao-de-armas-quimicas-na-siria/>>. Acesso em: 16 nov. 2015.

PAZINATO, Maurícus S.; BRAIBANTE, Hugo T. S.; BRAIBANTE, Mara E. F.; TREVISAN, Marcele C.; SILVA, Giovanna S. Uma abordagem diferenciada para o ensino de funções orgânicas através da temática medicamentos. **Química Nova na Escola**, v. 34, n. 1, p. 21-25, fev. 2012.

PEREIRA, Ademir de S.; PIRES, Dario X. Uma proposta teórica-experimental de sequência didática sobre interações intermoleculares no ensino de Química, utilizando variações do teste da adulteração da gasolina e corantes de urucum. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 17, n. 2, p. 385-413, 2012.

PONTES, Altem N. et al. O ensino de Química no nível médio: um olhar a respeito da motivação. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, XIV, 2008, Curitiba. **Anais...**, Curitiba, 2008.

QUADROS, Ana L. de. A água como tema gerador do conhecimento químico. **Química Nova na Escola**, v. 20, p. 26-31, nov. 2004.

RAMOS, Cíntia J. B. **Estudo de caso**: o uso do tema gerador fumo para o ensino de Química na educação de jovens e adultos. 2011. 93f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Luterana do Brasil, Canoas, 2011.

REIS, André S.; SILVA, Maria D. B.; BUZA, Ruth G. C. O uso da história da ciência como estratégia metodológica para a aprendizagem do ensino de química e biologia na visão dos professores do ensino médio. **História da Ciência e Ensino: construindo interfaces**, v. 5, p. 1-12, 2012.

RIAL, Carmen. **Brasil: Primeiros Escritos sobre Comida e Identidade**. UFSC / Programa de Pós Graduação em Antropologia Social, 2003.

SALADI, R.N.; SMITH, E.; PERSAUD, A.N. Mustard: a potential agent of chemical warfare and terrorism. **Clinical and Experimental Dermatology**, n. 31, p. 1-5, 2005.

SANTOS, Antônio H. **Temas geradores no ensino de Química**: uma análise comparativa entre duas metodologias aplicadas ao ensino de química em duas escolas da rede estadual de Sergipe. 2015. 88f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão, 2015.

SANTOS, Wildson L. P. dos; SCHNETZLER, Roseli P. Química na sociedade: projeto de um ensino de química em um contexto social (PEQS). 2ª ed. Brasília: UNB, 2000.

SCHECTER, W. et al. Chemical Agents in Civilian Terrorism. **Journal of the American College of Surgeons**, v. 200, n. 1, p. 125-138, 2005

SCHNETZLER, Roseli P.; ARAGÃO, Rosália M. R. Importância, sentido e contribuições de pesquisa para o ensino de Química. **Química Nova na Escola**, n. 1, p. 27-31, mai. 1995.

SCHNETZLER, Roseli P.; NIEVES, Karina; CAMPOS, Thiago. Tendências do ensino de Química na formação e atuação docentes. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, VI, 2007, Florianópolis. **Anais...**, 2007.

SILVA, A. M.; BANDEIRA, J.A. A Importância em Relacionar a parte teórica das Aulas de Química com as Atividades Práticas que ocorrem no Cotidiano. In: IV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO QUÍMICA. Fortaleza. **CD de Resumos do IV SIMPEQUI**, 2006.

SILVA, Ormenzina G. da; NAVARRO, Elaine Cristina. A relação professor-aluno no processo ensino-aprendizagem. **Interdisciplinar: Revista Eletrônica da Univar**, v. 3, n. 8, p. 95 -100, 2012.

SMART, J.M. **A History of Chemical and Biological Warfare: An American Perspective**. In. SIDELL, F.R.; TAKAFUJI, E.T.; FRANZ, D.R. Medical Aspects of Chemical and Biological Warfare. Washington, DC, Borden Institute, 1997. Capter 2.

SMART, J. K. **History of Chemical and Biological Warfare Fact Sheets**. Aberdeen Proving Ground, Md: US Army Chemical and Biological Defense Command Special Study 50. Not cleared for public release, 1996.

THE ASSOCIATED PRESS. Brazil: At Least 150 Are Injured as Police Clash With Teachers. **New York Times**. Disponível em http://www.nytimes.com/2015/04/30/world/americas/brazil-at-least-150-are-injured-as-police-clash-with-teachers.html?_r=0. Acesso em: 01 nov. 2015.

TOZONI-REIS, M. F. de C. Temas ambientais como “temas geradores”: contribuições para uma metodologia educativa ambiental crítica, transformadora e emancipatória. **Educar em Revista**, n. 27, p. 93-110, 2006.

VASCONCELOS, F.C.G.C.; LEÃO, M.B.C. A utilização de programas televisão como recurso didático em aulas de química. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 15, 21 a 24 de julho de 2010. **Caderno de resumos**. Brasília: 2010.

ZABALA, A.; ARNAU, L. **Como aprender e ensinar competências**. Porto Alegre: Artmed, 2010.



Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Câmpus Campo Mourão

Curso de Licenciatura em Química



SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE ARMAS QUÍMICAS

A Sequência Didática (SD) será desenvolvida no Colégio Estadual de Campo Mourão, para as turmas 3º A e 2º BI sobre a supervisão da professora Marta Regina de Brito que leciona a disciplina de química para as turmas mencionadas. As aulas são geminadas, tendo duração de 50 minutos cada aula.

Data prevista de início: 06-05-2016

Data prevista de término: 08-05-2016

Primeiramente será feito o levantamento do conhecimento prévio para verificar o que os alunos sabem do assunto abordado. Este questionamento será feito uma aula antes do início do desenvolvimento da atividade.

Questões para o levantamento de conhecimentos prévios:

- 1- Quais as armas utilizadas em grandes combates, como Guerra Mundial?
- 2- Quais são os fatores que influenciam na escolha do armamento utilizado em combates?
- 3- Há necessidade de conhecimentos científicos relacionados a física e química para a escolha de estratégias/ armas para combate?
- 4- O que você entende por armas químicas?

Espera-se que os alunos já tenham ouvido falar de armas químicas, em filmes ou em notícias em meios jornalísticos, observando que esses agentes são perigosos para a saúde, pois ao ouvir falar em armas já sabemos que possui efeito letal, tendo em vista que este efeito letal será dado pelo agente químico.

A partir do levantamento de conhecimentos prévios o professor terá conhecimento do que os alunos já sabem do tema a ser trabalhado e a partir das respostas obtidas no questionário inicial o professor poderá ajustar SD preparando a abordagem inicial do primeiro encontro baseados nas respostas dadas e dúvidas trazidas no questionário inicial

PRIMEIRO ENCONTRO

Passar um vídeo para os alunos sobre Armas Químicas. O objetivo do vídeo é chamar a atenção dos alunos para o tema abordado. Durante o vídeo ou após o término deste, devem ser destacados os pontos mais importantes para discussão.

Vídeo sugerido: *Silent and Deadly - gas warfare in World War 1*, disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=OrHFEPu_ANI

Deve também neste encontro retomar e discutir as questões propostas no questionário prévio, inserindo novas questões para reflexões, como por exemplo, aspectos econômicos e políticos que estão envolvidos na decisão do uso de armas químicas para combates. Esta discussão bem como o vídeo é importante porque será nesse momento em que será despertado o interesse e curiosidade dos alunos sobre o tema. De acordo com teoria da aprendizagem significativa, se nesse momento o aluno se interessar pelo tema ele terá um desenvolvimento melhor do que se não estivesse interessado.

SEGUNDO ENCONTRO

Inicia-se a aula fazendo a retomada da discussão da aula anterior com intuito de aprofundar nas discussões sobre o uso das armas químicas.

Trabalhar juntamente com o aluno o material de apoio confeccionado para esta SD, o material contém 9 seções: (1) Armas Químicas; (2) Definição; (3) Uso no Período Pré-Guerra Mundial; (4) Uso Durante a I Guerra Mundial; (5) Uso Durante a II Guerra Mundial; (6) Tratados para a Proibição do uso de Armas Químicas; (7) Substâncias Tóxicas e seu uso em Guerras; (8) Uso de Armas Químicas no Passado Recente; Gás lacrimogênio e (9) Mecânismo de Ação das Armas Químicas. O material de apoio será disponibilizado, em sua versão digital via WattsApp, para leitura prévia dos alunos. Neste encontro será trabalhado com os alunos as seções 1, 2 e 3.

TERCEIRO ENCONTRO

No terceiro encontro inicia-se a aula retomando as discussões e os conteúdos discutidos no encontro anterior. Essa retomada é importante para que os alunos acompanhem toda a discussão e organize o conhecimento trabalhado nas aulas anteriores, vendo que a nova aula está ligada com a aula anterior. Neste encontro será trabalhado as seções 4, 5 e 6.

QUARTO ENCONTRO

Neste encontro será a finalização do trabalho com o material de apoio, será trabalhado com as estruturas moleculares, propriedades físico-químicas e efeitos no organismo das substâncias utilizadas como armas químicas. Nesta parte o trabalho será como uma revisão, pois estas discussões foram feitas durante os encontros passados, por exemplo, ao trabalhar com o uso de gás cloro na I Guerra Mundial, já é abordado a substância Cl_2 e seus efeitos toxicológicos no organismo.

A seção 8 que aborda o uso de armas químicas no passado recente, enfocando o uso de agentes tóxicos por terroristas, será trabalhado juntamente com a leitura de matérias de jornais eletrônicos referente ao assunto (nos anexo 4 e 5). Para a leitura será levado para a sala 3 matérias diferentes relatando o uso de armas químicas por terroristas. Os alunos serão divididos em grupos para fazer a leitura e discussão das matérias, propiciando um momento para reflexão e troca de informações entre os integrantes dos grupos.

QUINTO ENCONTRO

Neste encontro será realizado a obtenção e teste de ignição do algodão pólvora.

Experimento: Obtenção do algodão pólvora (Nitrocelulose)

Nitrocelulose: uma molécula explosiva

A nitrocelulose é o produto obtido pela reação entre a celulose e o ácido nítrico (processo conhecido como nitração). Contra a vontade de sua esposa, o químico alemão Christian F. Schönbein (1799-1868) ocasionalmente realizava experiências em casa. Em 1846, Schönbein estava trabalhando com uma mistura de ácido nítrico e ácido sulfúrico na cozinha de sua casa e, por acidente, deixou cair um pouco da mistura. Na tentativa de limpar a sujeira, se apropriou da primeira coisa que encontrou: o avental de algodão da esposa. Limpou o líquido derramado e pendurou o avental próximo do fogão para secar,

antes que a esposa voltasse à casa. Quando o avental secou perto do fogão, mas incendiou-se rapidamente praticamente sem deixar vestígios. Schönbein passou a investigar o caso e descobriu a ‘nitrocelulose’ ou ‘algodão-pólvora’, o que não diminuiu a ira da esposa, que havia perdido seu avental preferido.

A nitrocelulose apresenta uma coloração branco-amarelada, com um aspecto de algodão áspero. Entra em ignição espontânea a uma temperatura de 160-170° C.

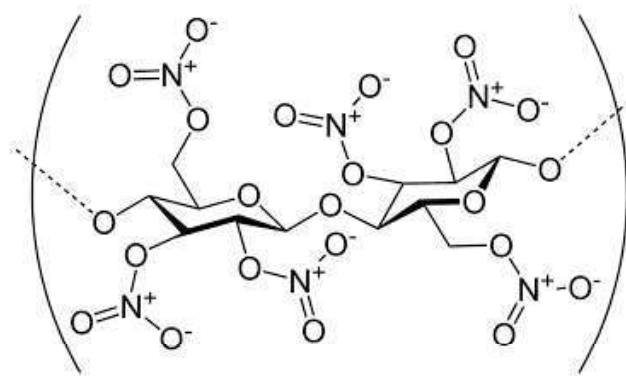


Figura 1: Estrutura molecular da Nitrocelulose.

Uso Do Algodão Pólvora em Combates

Em 28 de julho, do mesmo ano, efetuou o disparo de um canhão carregado com algodão pólvora e um projétil, na Basileia. Esta foi a primeira vez que o mencionado explosivo foi utilizado como agente de projeção. Experimentou, ainda, o algodão pólvora em morteiros; em armas de pequenos calibres e, pouco tempo depois, em desmontes de rochas.

Procedimento Experimental:

Reagentes:

Ácido Sulfúrico.

Água destilada.

Ácido Nítrico.

Materiais:

Algodão.

Becker de 250 mL.

Proveta de 100 mL.

-Preparar a solução ácida utilizando 70 mL de ácido sulfúrico concentrado e 30 mL de ácido nítrico concentrado, seguindo a proporção de 3 para 1.

-Embeber o algodão na solução ácida preparada e deixar em repouso por uma hora para que a reação de nitração ocorra completamente, logo após este período deve ser feito a neutralização do algodão lavando-o com água destilada ou com solução de bicarbonato de sódio e deixe o algodão secar naturalmente.

Observação: Tanto o ácido sulfúrico e nítrico são ácidos perigosos e que devem ser manuseados de maneira adequada, dentro de uma capela, utilizando todos os equipamentos de EPI e EPC (Equipamento de Proteção Individual e Equipamento de Proteção Coletiva).

Para Saber Mais: Ver o vídeo "Nitrocelulose Algodão Pólvora" do canal Salada Atômica, disponível no YouTube pelo link <https://www.youtube.com/watch?v=RvMRFuEDGck>.

Ao final deste encontro será discutido com os alunos a atividade que eles terão que desenvolver como forma de avaliação da SD.

Atividade avaliativa

Os alunos se dividirão em grupos, de no mínimo 3 alunos e no máximo 5, onde cada grupo irá escolher um agente tóxico: gás cloro, mostarda de enxofre, ácido cianídrico, sarin ou agente laranja. Selecionado o agente tóxico os alunos terão que pesquisar sobre a substância, suas propriedades físico-químicas, efeitos e propor uma estratégia de ataque utilizando a substância escolhida. Na próxima aula o grupo terá que apresentar a pesquisa realizada sobre a substância escolhida e sua estratégia de ataque, dando ênfase à alguns aspectos (país que está atacando, país a ser atacado, localização do ataque, horas, data, temperatura, entre outros fatores que poderiam interferir no uso de armas químicas). O grupo trará a sua pesquisa e estratégia de ataque escrito e apresentará para os demais alunos, também será solicitado que cada aluno faça um cartaz com informações básicas da substância tóxica e como se proteger dela.

SEXTO ENCONTRO

Neste encontro será feita a apresentação dos trabalhos desenvolvidos pelos alunos, onde eles irão expor a pesquisa realizada sobre a substância tóxica, a estratégia de ataque e o cartaz.

Após a apresentação será feita discussão final, para esta discussão pode ser retomado as questões propostas no questionário prévio, para que os alunos vejam como houve mudança no conhecimento que eles traziam sobre o tema. Retomar o questionário prévio pode contribuir para que o aluno perceba o conhecimento científico adquirido durante o desenvolvimento da SD.

"Armas Químicas", material de apoio disponível em:
<http://www.youblisher.com/p/1405565-Armaz-Quimicas/>

TEXTOS DE APOIO AO PROFESSOR DE QUÍMICA

Armas Químicas

Helaine Specalski Alves

Adriano Lopes Romero

ClC1=CC=CC=C1
N#N
CCOP(=O)(N)C#N
CC(C)COP(=O)(F)C
ClCCSCC
HC#N

**"E não diga
Que a vitória está perdida
Se é de batalhas
Que se vive a vida".
Tente Outra Vez, Raul Seixas.**

~ 2 ~

SUMÁRIO

Armas Químicas: Definição.....	5
Uso no Período Pré Guerra Mundial.....	7
Uso Durante a I Guerra Mundial.....	10
Uso Durante a II Guerra Mundial.....	14
Tratados para a Proibição do uso de Armas Químicas.....	16
Substâncias Tóxicas e seu uso em Guerras.....	19
Uso de Armas Químicas no Passado Recente.....	24
Gás lacrimogênio.....	26
Mecânismo de Ação das Armas Químicas.....	28
Referências.....	32

Apresentação

Apresentamos o primeiro número do "Textos de Apoio ao Professor de Química", que foi idealizado para tornar-se uma ferramenta de divulgação dos trabalhos realizados pelo Grupo de Pesquisa em Ensino de Química da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - câmpus Campo Mourão. Com a produção destes materiais pretendemos contribuir para o processo de ensino e de aprendizagem de Química na Educação Básica. Neste primeiro número - confeccionado com base no trabalho de conclusão de curso da licencianda em Química Helaine Specalski Alves - abordamos o tema Armas Químicas, que pode ser utilizado em diferentes momentos da disciplina de Química, em especial para trabalhar conceitos inerentes à Química Orgânica.

Desejamos a todos uma boa leitura.

Prof. Adriano Lopes Romero



Armas Químicas: Definição

As armas químicas são definidas como "qualquer substância química cujas propriedades tóxicas são utilizadas com a finalidade de matar, ferir ou incapacitar algum inimigo na guerra ou associado a operações militares" (SMART, 1997).

Elas se diferem de armas convencionais ou nucleares porque seus efeitos destrutivos não são principalmente decorrentes da força explosiva e sim da toxicidade das substâncias utilizadas (ROMERO, 2012).

Os principais agentes utilizados como armas em combates durante a I e II Guerra Mundial são o gás Sarin, Tabun, Cloro, Ácido Cianídrico e Mostarda. Além destes agentes outros foram utilizados em combate antes do período das grandes Guerras Mundiais, como por exemplo, Enxofre, Arsênio, raízes de Heléboro, Mandrágora, Pimenta, tendo sido relatado o uso de algumas destas substâncias antes da era cristã.



Soldados da Força Aérea Australiana, seção de Armas Químicas, com vários tonéis de gás mostarda (<http://mustardgas.org/>).



Tropas chinesas avançavam através de gás tóxico durante a Segunda Guerra Sino-Japonesa (<http://chemicalweaponsoinworldwar.veebiv.com/>).

Curiosidades...

Quem não se lembra da aula de preparação de poção polissuco no filme "Harry Potter e a Câmara Secreta", no qual a Mandrágora ao ser retirada do solo gritava sem parar? Para descrever esta cena a autora do livro J.K.Rowling baseou-se na lenda da Mandrágora relatada pelo filósofo grego Teofrasto. Segundo a lenda existe uma forma correta para colher esta planta, caso contrário a planta lançava um grito que enlouquecia aquele que o ouvisse. A mandrágora é uma planta que possui uma grande raiz principal, bifurcada e muito ramificada e que por vezes adquire a forma humana. O nome desta planta provém do inglês, "mandrake", ou seja, por um lado homem, devido à raiz que parece ter uma forma humana, por outro o "drake", derivado de dragão, que faz alusão aos poderes mágicos.



Ilustração do tratado médico árabe do século XV "Tacuinum Sanitatis" escrito por Ibn Butlan.

Segundo () é possível que grandes potências mantenham a posse de armas mortais - tais como as Armas Químicas, que possuem eficiência comprovada -, mas se recusam a usá-las. De acordo com o autor Guerras Químicas não são novas, o enxofre, por exemplo, foi queimado nas proximidades de cidades na Guerra do Peloponeso (travada entre Atenas e Esparta no período entre 431 e 404 antes da Era Cristã (E.C.), enquanto na Guerra da Coreia (travada entre 25 de junho de 1950 a 27 de julho de 1953, opondo a Coreia do Sul e seus aliados, que incluíam os Estados Unidos e o Reino Unido, à Coreia do Norte, apoiada pela República Popular da China e pela antiga União Soviética) os ingleses propuseram a queima do enxofre em larga escala, para que o vento carregasse os vapores até os soldados russos em Sebastopol.

As superpotências fizeram extensas pesquisas sobre armas químicas e, em 1982 um trabalho cuidadoso, o livro "*Surprise Attack*" ("Ataque Surpresa" em tradução literal) afirmava que, de todas as armas não convencionais, as químicas eram provavelmente mais eficazes que as nucleares, se o atacante quisesse contar com o elemento surpresa (p. 222).

Uso no Período Pré Guerra Mundial

Como mencionado na seção anterior, o uso de agentes químicos com a finalidade de ferir ou incapacitar inimigos como estratégia de combate é antigo, existe registros, anteriores à Era Cristã, explorando a toxicidade de agentes químicos, plantas e animais para esta finalidade.

O fogo grego, por exemplo, foi uma arma muito utilizada pela marinha bizantina, cujo uso foi essencial para várias vitórias em combates. O fogo grego era uma arma incendiária muito efetiva, pois tinha a capacidade de continuar queimando na água, característica que dava uma grande vantagem para o exército que possuísse esta arma, já que a maioria das batalhas acontecia no mar.

Existem dois casos conhecidos dos bizantinos utilizando esta arma. Em 678 E.C. eles destruíram uma frota muçulmana (acredita-se que mais de 30.000 homens foram perdidos) e também em 717-718 E.C., quando o califa Suleiman atacou Constantinopla. A maioria da frota muçulmana foi novamente destruída pelo Fogo Grego, e finalmente o califa foi obrigado a fugir.

De acordo com Paszthory (professora e historiadora da Universidade de Columbia) o Fogo



Ilustração da utilização do Fogo Grego.
Fonte: Ilustrador Madrid Skylitzes



Cena do jogo Assassin's Creed Revelations no qual é possível observar o uso do fogo grego. O jogo foi lançado para PlayStation 3 e Xbox 360 no dia 15 de novembro de 2011 e para Microsoft Windows no dia 2 de dezembro de 2011



Exemplar da arma denominada de Fogo Grego. A tecnologia para construção dessa arma só foi descoberta por outras nações 50 anos após sua invenção.
<https://svmshippingblog.wordpress.com/2012/11/19/585/>

Grego seria uma mistura viscosa que contava com os seguintes ingredientes :

- Petróleo bruto, ou nafta, para que flutuasse sobre a água;
- Enxofre, que ao entrar em combustão, emite vapores tóxicos;
- Cal viva (Óxido de Cálcio), que reage libertando muito calor ao entrar em contato com a água (o suficiente para fazer queimar materiais combustíveis);
- Resina, para ativar a combustão dos ingredientes (a Colofonia, resina natural de cor âmbar obtida das coníferas por extração dos troncos, servia para este propósito);
- Gorduras para aglutinar todos os elementos;
- Nitrato de Potássio (salitre) que desprende oxigênio, permitindo desta forma que o fogo continue ardendo sob a água.

Em 429 E.C., os espartanos queimavam enxofre para produzir fumaças tóxicas durante a Guerra do Peloponeso. No século XV Leonardo da Vinci propôs o uso de uma que consistia na mistura de sulfeto de arsênio e "*verdigris*" que era uma mistura para pintura. Mas tarde no século XIX foram utilizadas bombas incendiárias a base de arsênio, que liberavam nuvem de fumaça tóxica nas linhas inimigas. Os soldados atingidos pela nuvem apresentavam espasmos musculares, vômitos intensos, colapso cardiovascular e morte em poucas horas após a inalação da fumaça (GOLISZEK, 2004).

Houve também o uso de substâncias naturais como armas, por exemplo, em 600 E.C. os atenienses envenenaram as águas de um rio com raiz de Heléboro (um drástico laxante), e os inimigos que consumiram essa água apresentaram intensa diarreia. Em 200 E.C., Cartago derrota os inimigos após contaminar tonéis de vinho com Mandrágora, uma raiz que provoca sono narcótico.

No Brasil colonial (XVI até XIX) os índios tupinambás que viviam na região nordeste utilizavam vapores de pimentas para combater tribos inimigas e também para lutarem contra colonizadores. Eles aguardavam ventos favoráveis em direção do inimigo e queimavam fogueiras de pimentas que causavam um efeito lacrimogêneo deixando indefeso o inimigo.



Para saber Mais...

Artigo Riscos da utilização de Armas Químicas.
Parte I – Histórico. Camilla Gomes Colasso.
Disponível em:

<http://revistarevinter.com.br/index.php/toxicologia/article/view/108/323>

Uso durante a I Guerra Mundial

A Primeira Guerra Mundial foi uma guerra global centrada na Europa, que começou em 28 de julho de 1914 e durou até 11 de novembro de 1918. O conflito envolveu as grandes potências de todo o mundo, que se organizaram em duas alianças opostas: os aliados (com base na Tríplice Entente entre Reino Unido, França e Império Russo) e os Impérios Centrais (originalmente Tríplice Aliança entre Império Alemão, Áustria-Hungria e Itália; mas como a Áustria-Hungria tinha tomado a ofensiva contra o acordo, a Itália não entrou em guerra). Estas alianças reorganizaram-se (a Itália lutou pelos Aliados) e expandiram-se em mais nações que entraram na guerra. Estima-se que mais de 70 milhões de militares, incluindo 60 milhões de europeus, foram mobilizados para esta guerra. Mais de 9 milhões de combatentes foram mortos, em grande parte por causa de avanços tecnológicos que determinaram um crescimento enorme na letalidade de armas - tais como as Armas Químicas -, mas sem melhorias correspondentes em proteção ou mobilidade.

O uso das armas químicas foi impulsionado no período da I Guerra Mundial pois ofereciam baixo custo comparado aos armamentos convencionais, mostrando uma alternativa viável para a baixa em frentes de guerra pela sua grande eficiência. O primeiro ataque com sucesso foi com uso do gás cloro coordenado pelo cientista Fritz Haber em 22 de



Fritz Haber explicando sobre o uso de gás cloro em batalhas.



Ataque da Alemanha contra a França utilizando gás cloro.
Fonte: Smart (1996, p. 15).

abril de 1915 na Bélgica: "foram abertos mais de 5.000 cilindros contendo 168 toneladas de cloro. A nuvem amarelo-esverdeada formada, com cerca de quinze metros de altura e seis quilômetros de comprimento, haveria de causar milhares de vítimas" (MENDES, 2014, p. 50).

Logo após esse ataque outros países como França e Itália buscaram tecnologias para a criação de novas armas químicas para ataque e proteção. Em setembro de 1915 os franceses fizeram o seu próprio ataque com o gás cloro contra os alemães.

Após os primeiros ataques com armas químicas, pesquisas visando a obtenção de dispositivos para proteção contra os gases tóxicos foram iniciadas. Em pouco tempo foram produzidas máscaras e roupas para protegerem soldados contra agentes tóxicos.

Os animais utilizados pelos soldados, durante a I Guerra Mundial, também usavam máscaras para a devida proteção. Durante o desenvolvimento de novas máscaras os pesquisadores buscavam, além de filtros eficazes contra gases, modelos confortáveis e que interferisse o mínimo possível nas atividades dos soldados.

Em 1916 a Rússia utilizou a cloropicrina, já em 1917 a Alemanha fez um amplo uso deste composto contra o exército Italiano durante a batalha de Caporetto que ocorreu entre 24 de outubro a 9 de novembro deixando 40.000 mortos e feridos e 275.000 prisioneiros (ROMERO, 2012).



Soldados utilizando diferentes modelos de máscara de proteção contra gases tóxicos.



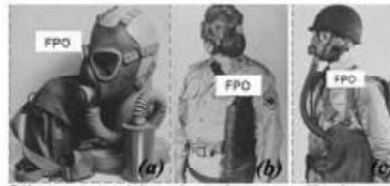
Soldado e cavalo usando proteção contra agentes tóxicos.

A cloropicrina (Cl_3CNO_2), um líquido incolor altamente tóxico, possui efeito lacrimojante, cujo uso era estratégico, pois provocava vômitos forçando os soldados a removerem as suas máscaras para vomitar, expondo-se aos gases tóxicos.

Em julho de 1917 os Alemães passaram a utilizar também o gás mostarda ($\text{C}_4\text{H}_8\text{Cl}_2\text{S}$) e o foscênio que são agentes vesificantes que causam lesões na pele. Em 26 de fevereiro de 1918 os alemães lançaram 150 a 250 projéteis de foscênio e cloropicrina contra tropas americanas perto da cidade francesa de Bois de Remieres.

Havia um ofuscante clarão de luz e depois de alguns segundos que decorreu antes de os projéteis atingiram o seu alvo. Alguns explodiu no ar e outros no chão. Um segundo e semelhante ataque ocorreu cerca de uma hora mais tarde. Este ataque ocasionou a baixa de 33% da tropa americana (SMART, 1996, p.10).

Estima-se que 120.000 britânicos foram vítimas de ataque com gás mostarda, porém a mortalidade foi considerada baixa, da ordem de 3%. Devido a sua grande eficiência, o gás mostarda foi o agente químico que mais causou baixas na Primeira Guerra Mundial, que o levou a ser chamado de "Rei dos Gases". Estima-se que ao final da Primeira



Diferentes modelos de máscaras utilizadas em ataques com armas químicas.



LEARN TO ADJUST YOUR RESPIRATOR
CORRECT and QUICK
Don't breathe while doing it, and this
won't happen to you.

Propaganda, direcionada à soldados, informando sobre a necessidade de ajustar as máscaras correta e rapidamente em caso de ataques com armas químicas.



Cidadãos Ingleses durante a II Guerra Mundial.

Guerra Mundial o número de vítimas dos agentes químicos foi cerca de 1,3 milhão, sendo 100 mil mortos (SILVA et al., 2012).

Para descobrir o que pensavam os líderes das cinco principais nações envolvidas na Primeira Guerra Mundial, os estudiosos afirmam ter analisado os indícios mais variados, consultando "documentos fiéis, de inquestionável autenticidade, produzido pelos principais tomadores de decisões." Encerrando os estudos eles sugeriram que a decisão de fazer guerra talvez tivesse se baseado menos na preparação militar ou na certeza de vitória do que na convicção da hostilidade dos adversários e de sua disposição de atacar. Uma conclusão deste estudo foi que as cinco



potências - Alemanha, Áustria, França, Rússia e Inglaterra - percebiam em seus rivais uma crescente hostilidade. Consideravam-se benevolentes as próprias atitudes, mas não viam reciprocidade. Segundo o general de divisão John Frederick Charles Fuller: "Contrariamente ao senso comum, o gás era a arma mais humana usada na guerra, e uma das mais efetivas". Levando aos britânicos a recuar quase 65 quilômetros em uma seção da frente ocidental apoiavam-se sobretudo na avalanche de bombas de gás lançadas pela sua artilharia.



Para Saber Mais...

History of Chemical and biological Warfare: An American Perspective. Jeffery K Smart. M.A.

Silent and Deadly - GAS WARFARE IN WORLD WAR 1, disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=OrHFEPu_ANI

A Genius and A Madman - Fritz Haber I WHO DID WHAT IN WW1? Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=ztzKHU2oaF8&nohtml5=False>

Chemical Weapons in World War I. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=o8DH0YtRQMc>

Uso durante a II Guerra Mundial

Durante a II Guerra Mundial não houve ataques efetivos utilizando armas químicas, porém houve a produção em massa de novas armas químicas e melhorias nos equipamentos de proteção contra as mesmas. Países como Estados Unidos, Alemanha e Japão produziram grandes volumes de armamento. Os alemães produziram cerca de 78.000 toneladas de agentes químicos para combate; sendo 12.000 toneladas de gás Tabun, enquanto o Japão produziu em média 8.000 toneladas.

Ocorreu também a intensa produção de novos modelos de máscara, pois era necessário uma proteção efetiva para os soldados. A fotografia ao lado mostra soldados com diferentes tipos de máscaras desenvolvidas nos Estados Unidos.

Outro avanço durante a Segunda Guerra foi o desenvolvimento e melhoramento de produtos já existentes que identificavam agentes tóxicos, denominado "*blister agents*". Esses dispositivos foram descritos como alarmes modernos. O kit detector consistia em uma bomba de amostragem, com quatro garrafas de reagentes, e seis cliques de tubos detectores, sendo capaz de detectar pequenas quantidades de agentes químicos (gás mostarda, fosgênio, e a base de arsênio) por mudanças de cor. Era simples de usar e não era necessário um químico para fazer os testes ou usar em frentes de batalha; foram criados também um "papel" eficaz para detectar líquidos, que era capaz de detectar pequenas concentrações de fosgênio e mostarda (SMART, 1997).

Apesar da produção em massa de agentes tóxicos, como citado anteriormente, eles não foram efetivamente utilizados em frente de batalhas, foram apenas utilizados em testes, bem como as máscaras de proteção. Acredita-se que não ocorreu o uso destes agentes principalmente pela Alemanha que possuía um grande arsenal químico devido ao medo de retaliação pois eles tinham conhecimento de que outros países também estavam desenvolvendo novos agentes.

A Alemanha nazista ficou famosa pelo grande extermínio de judeus, homossexuais, ciganos, inimigos e todas as pessoas que fossem inferior a raça que eles denominavam de ariana. Estas

peessoas eram eliminadas nos campos de concentração - tais como os campos de [Auschwitz](#) - onde eram executadas em massa nas câmaras de gás.

Curiosidades...

Há 12 anos foi lançado o filme "Olga", inspirado na biografia da alemã, judia e comunista Olga Benário Prestes. Olga é uma militante comunista desde jovem, que é perseguida pela polícia e foge para Moscou. Em Moscou, Olga faz treinamento militar. Lá ela é encarregada de acompanhar Luis Carlos Prestes ao Brasil para liderar a Revolta Comunista de 1935, se apaixonando por ele na viagem. Com o fracasso da revolução, Olga é presa com Prestes. Grávida de 7 meses, é deportada pelo governo Vargas para a Alemanha nazista e tem sua filha Anita Leocádia na prisão feminina do Campo de Concentração de Bamimstraße. Afastada da filha, Olga é então enviada para o Campo de Concentração de Ravensbrück, onde é morta na Câmara de Gás.

Auschwitz é o nome de uma rede de campos de concentração localizados no sul da Polónia operados pela Alemanha Nazista, maior símbolo do Holocausto perpetrado pelo nazismo durante a II Guerra Mundial. A razão direta para sua construção foi o fato de que as prisões em massa de judeus, especialmente poloneses, por toda a Europa que ia sendo conquistada pelas tropas nazistas, excediam em grande número a capacidade das prisões convencionais até então existentes. O número exato de mortos em Auschwitz é impossível de ser determinado. Durante seu interrogatório, o ex-comandante do campo entre 1940 e 1943, Rudolph Höss declarou que cerca de 2,5 milhões haviam sido mortos nas câmaras de gás e mais 500 mil morrido "naturalmente".



Era utilizado nas câmaras de gás o Zyklon B (veja ao lado um estoque desta substância em um dos campos de concentração), pesticida altamente tóxico pois era composto basicamente por Cianeto de Hidrogênio (HCN, também chamado de ácido cianídrico). O Cianeto de Hidrogênio é encontrado no estado líquido ou gasoso, muito

volátil e solúvel em água, classificado como agente sanguíneo. As câmaras de gás eram totalmente fechadas, onde eram construídas as câmaras e ao lado o compartimento onde seria colocado o Zyklon B sólido onde seria aquecido para conseguir o gás que chegava na camara através de

chuveiros (veja ao lado uma imagem que representa o funcionamento de uma câmara de gás). Ao perceber os efeitos dos gases as pessoas entravam em desespero e agonia, levavam em média 20 minutos para entrar em óbito, o desespero é comprovado pelas paredes das câmaras de gás encontradas arranhadas.



Estima-se que milhões de pessoas morreram nas câmaras de gases, é difícil ter o número preciso, pois cerca de 75% das mortes não eram registradas. Crianças, idosos, doentes e incapacitados para o trabalho eram executadas assim que chegavam aos campos de concentração sem serem registrados.



Para saber Mais...

O Holocausto. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=sTvq8p4Inu8&nohtml5=False>

Documentário do canal BBC: Auschwitz: The nazis and the final Solution.

Filme Olga Benário.

Tratados para a Proibição do uso de Armas Químicas

A preocupação com a utilização de armas químicas é muito antiga, no ano de 1675, em Estrasburgo, ocorreu a assinatura do acordo Franco-Germânico proibindo a utilização de balas envenenadas. Em 1874 foi realizada a conferência de Bruxelas novamente com a tentativa da proibição de armas envenenadas. Em 1899, ocorreu a

Conferência Internacional da Paz, em Haia, com a participação de delegados de 26 países - 20 europeus, quatro asiáticos (China, Japão, Pérsia e Sião) e dois do continente americano (EUA e México) -, que promoveram um acordo mundial, em que declara ilegal o uso de projéteis com gases venenosos (COLASSO; AZEVEDO, 2012).

Durante a I Guerra Mundial como alternativa para baixas em combates foi fortemente usado agentes tóxicos que foram responsável por milhares de mortes. Assim em 1925, ainda no período entre a I e II Guerra Mundial, ocorreu o Protocolo de Genebra que foi assinado por Bélgica, Canadá, França, Grã-Bretanha, Itália, Holanda, Polónia e União Soviética. A Alemanha não assinou o tratado, pois Adolf Hitler tinha a intenção de continuar usando agentes tóxicos. O tratado determinava a proibição do uso de gases venenosos, asfixiantes ou qualquer tipo de arma biológica em guerras, como o tratado apenas proibia o uso não impediu que estes tipo de agentes continuassem sendo produzidos.

O Tratado Universal para o controle de Armas Químicas surge em 24 de abril de 1997, levando o nome de OPAQ (Organização para a Proibição das Armas Químicas) internacionalmente conhecida como OPCW (*Organisation for the Prohibition of Chemical Weapons*). A organização é o primeiro tratado mundial para banir e verificar a eliminação e não proliferação de uma categoria de armas de destruição maciça. Este tratado abrange 98% da humanidade, apenas seis países se



Modelo de máscara de gás e atrás Símbolo da OPCW.

encontram fora da Convenção: Israel, Mianmar, Angola, Coreia do Norte, Egito e Sudão do Sul.



Inicialmente a Síria não tinha assinado o protocolo, porém com o ataque terrorista utilizando o gás Sarin em 2013, responsável pela morte de 1.429 civis, sendo 426 crianças, houve uma mobilização mundial fazendo assim a Síria aderir a OPAQ (RODRIGUES, 2014).

Substâncias tóxicas e seu uso em Guerras

Cloro

O cloro é um elemento químico de número atômico 17 situado no grupo dos halogênios, em condições normais de temperatura e pressão é encontrado na forma de gás apresentando coloração amarelo esverdeado. Sua descoberta é atribuída ao

químico sueco Scheele, que obteve o gás cloro (Cl_2), ou cloro elementar, em 1774 pela oxidação de ácido clorídrico por pirolusita (MnO_2). Porém, seu caráter como elemento químico foi descoberto por Davy somente em 1810, atribuindo-lhe seu nome atual.

O gás Cloro, como citado na [página 11](#), foi amplamente usado durante a I Guerra Mundial, devido aos seus efeitos no organismo, ao ser inalado causava principalmente fortes náuseas que deixavam os soldados impossibilitados e em pânico. Outro motivo da sua inserção na guerra era que o uso do gás era uma tentativa de resolver o impasse da guerra de trincheiras e também apresentava um baixo custo comparado com as armas convencionais.

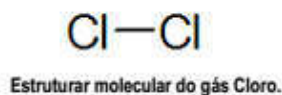


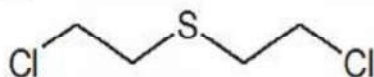
Tabela 1. Algumas propriedades do Cl_2

Densidade	3,214 kg/m ³
Estado da matéria	Gasoso
Ponto de Ebulição	34,05 °C
Ponto de Fusão	-100,98 °C
Limite de Tolerância	0,8 ppm (2,3 mg/m ³) de cloro (Cl_2) – 8 horas

Fonte: General Chemical.

Mostarda

O gás mostarda ($C_4H_8Cl_2S$), nome IUPAC bis(2-cloroetil) sulfídro, é considerado um agente vesificante, causando lesões na pele e olhos, é um líquido incolor de coloração amarelada semelhante com a mostarda, por isso o nome. Sua toxicidade está ligada a presença de enxofre, e também dos átomos de cloro que deixam a molécula muito mais ativa. Foi sintetizado em 1812 pelo químico britânico Humphry Davy, seu uso teve destaque na I Guerra Mundial sendo introduzido na guerra pela Alemanha em Julho de 1917 com o intuito de atacar partes do corpo dos soldados que não estavam protegidas.



Estrutura Molecular do Gás Mostarda.



Panfleto da II Guerra Mundial para a conscientização do gás mostarda.



Bolhas causadas pela exposição do gás mostarda.

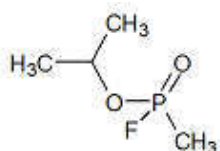
Tabela 2. Algumas propriedades do Gás Mostarda.

Densidade	1,27 g/mL
Ponto de Fusão	14,4 °C
Ponto de Ebulição	217 °C
Estado Físico	Gasoso
Toxicidade por Inalação	LC ₅₀ (mg*min/m ³) 1,500
Toxicidade por exposição cutânea	LD ₅₀ (mg/kg) 10,000

Fonte: OPCW.

Sarin

O Gás Sarin foi descoberto pelo químico Gerhart Schrader em 1938 enquanto ele fazia pesquisas envolvendo inseticidas. Trata-se de um composto organofosforado com ação neurotóxica no organismo (*efeitos na página 29*), possui fortes efeitos no sistema nervoso, sendo considerado a pior arma química. O exército alemão ao saber da toxicidade desse agente ordenou a produção em massa para fazer parte do arsenal bélico. Foram produzidos pela Alemanha Nazista cerca de 10 toneladas, porém não há relatos do seu uso durante o período da Segunda Guerra Mundial. Apesar do seu uso e produção ser expressamente proibido o agente tem sido utilizado em ataques terrorista, como citados no capítulo *Uso no passado Recente*. Esse gás é encontrado no estado líquido à temperatura ambiente, incolor e inodoro o que faz com que torne mais difícil a sua identificação em ataque, ficando a sua identificação pelos efeitos causados e por exames de urina e sangue.



Estrutura Molecular do Sarin.

Tabela 3. Algumas propriedades do Gás Sarin.

Sarin	
Nome IUPAC	2-(fluoro-metil-fosforil)oxipropano
Densidade	1.0887 g/cm ³ at 25 °C
Ponto de Fusão	-56 °C
Ponto de Ebulição	158 °C
Estado físico	Líquido em temperatura ambiente
Toxicidade por Inalação	LC ₅₀ 35 mg·min/m ³
Toxicidade por exposição cutânea	LD ₅₀ 1700 mg/Kg

Fonte: OPCW.

HCN (Cianeto de Hidrogênio)

O cianeto de Hidrogênio, também chamado de ácido cianídrico, é um ácido fraco, altamente volátil e tóxico, solúvel em água. Foi descoberto em 1782 pelo químico Scheele, porém a sua obtenção na forma pura foi feita por Louis Joseph Gay-Lussac em 1802. É considerada uma arma altamente tóxica, pois o composto reage com tudo que apresenta umidade, o ion CN^- ao entrar em contato com o organismo forma fortes ligações com o ferro presente nas hemoglobinas impedindo o transporte de oxigênio levando a pessoa a morte por asfixia. Um produto à base de HCN foi utilizado em câmaras de gases pelos alemães nazistas (Ver página 15).



Imagem: Centenas de mortos no campo de concentração Bergen-Belsen, Alemanha.



Embalagem do produto Zyklon B.



Estrutura molecular do HCN.

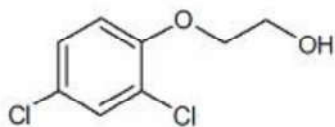
Tabela 4. Algumas propriedades do Cianeto de Hidrogênio.

Densidade	1. 0,69 g/mL
Ponto de Fusão	-13 °C
Ponto de Ebulição	26 °C
Estado físico	Líquido em temperatura ambiente
Toxicidade por Inalação	LC ₅₀ (humano, inalativo) 3030 ppm em 1 min 270 ppm em 6-8 min 181 ppm em 10 min 135 ppm em 30 min

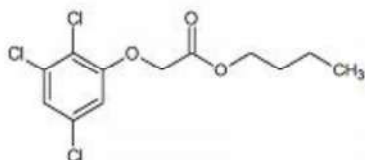
Fonte: Wikipédia.

Agente Laranja

O agente Laranja é uma mistura dos pesticidas 2,4-D (*n*-butil 2,4-diclorofenoxiacetato) e o 2,4,5-T (*n*-butil triclorofenoxiacetato) com resíduos de dioxinas, que são substâncias altamente tóxicas e carcinogênicas.



Estrutura molecular da 2,4-D (*n*-butil 2,4-diclorofenoxiacetato)



Estrutura molecular da 2,4,5-T (*n*-butil triclorofenoxiacetato).



Aviões lançando Agente Laranja sobre o Vietnã



Professoras com crianças com má formação devido a contaminação com o agente laranja

Os efeitos apresentados pelo agente laranja são o desfolheamento na vegetação, contaminação da água e solo, podendo ficar presente por décadas na natureza; em seres humanos causa doenças graves como câncer de pulmão, câncer de pele, incapacidade mental, deformidades no organismo e abortos.

Foi utilizado durante a Guerra do Vietnã pelo exército americano com o intuito de causar a desfolhagem na vegetação e reconhecer o inimigo em campo. Foram atingidas diversas aldeias deixando grande prejuízos para a fauna e flora local, bem como para a população de civis, estima-se que uma média de 3 milhões de pessoas ainda tenham sequelas do uso deste agente.

Uso de Armas Químicas no Passado Recente

Atualmente há registros de uso de armas químicas em ataques terroristas. Países do Oriente Médio como a Síria vem produzindo arsenal químico e utilizando em seus ataques. Entre os anos de 2011 e 2013 foram registrados pelo Comitê Internacional da Cruz Vermelha e Conselho de Segurança das Nações Unidas vários atentados fazendo o uso de armas químicas, especialmente do Gás Sarin, sendo responsável pela morte de milhares de pessoas, principalmente de civis.

No dia 21 de agosto de 2013 houve um ataque na periferia da cidade de Damasco (capital da Síria) utilizando agentes neurotóxicos matando 1.429 civis, sendo 426 crianças. O governo de Bashar al-Assad foi acusado como responsável pelo ataque, porém o governo negou responsabilizando o grupo terrorista Al-Qaeda (G1, 2013). No dia 4 de setembro de 2013 o Papa Francisco se posicionou sobre este ataque, condenando este tipo de prática, e declarou seu apoio a ONU para o combate e julgamento de nações que produzem e utilizam armas químicas.

ARMAS QUÍMICAS EN SIRIA

CAS SARIN, UN TERRORIBLE NEUROTÓXICO

Este gaso es un agente químico de guerra que actúa sobre el sistema nervioso central, provocando la muerte por asfixia. Se trata de un agente químico de guerra que actúa sobre el sistema nervioso central, provocando la muerte por asfixia. Se trata de un agente químico de guerra que actúa sobre el sistema nervioso central, provocando la muerte por asfixia.

ARSENAL DE ARMAS QUÍMICAS

El gobierno de Bashar al-Assad ha acumulado un arsenal de armas químicas que incluye: Sarin, Gaseo de cloro, Gaseo de fosgeneo, Gaseo de cianuro, Gaseo de azufre, Gaseo de nitrógeno, Gaseo de oxígeno, Gaseo de hidrógeno, Gaseo de carbono, Gaseo de silicio, Gaseo de boro, Gaseo de aluminio, Gaseo de magnesio, Gaseo de calcio, Gaseo de sodio, Gaseo de potasio, Gaseo de amonio, Gaseo de nitrato, Gaseo de sulfato, Gaseo de fosfato, Gaseo de cloruro, Gaseo de bromuro, Gaseo de yoduro, Gaseo de flúor, Gaseo de oxígeno, Gaseo de hidrógeno, Gaseo de carbono, Gaseo de silicio, Gaseo de boro, Gaseo de aluminio, Gaseo de magnesio, Gaseo de calcio, Gaseo de sodio, Gaseo de potasio, Gaseo de amonio, Gaseo de nitrato, Gaseo de sulfato, Gaseo de fosfato, Gaseo de cloruro, Gaseo de bromuro, Gaseo de yoduro, Gaseo de flúor.

ARMAS QUÍMICAS EN SIRIA

El gobierno de Bashar al-Assad ha acumulado un arsenal de armas químicas que incluye: Sarin, Gaseo de cloro, Gaseo de fosgeneo, Gaseo de cianuro, Gaseo de azufre, Gaseo de nitrógeno, Gaseo de oxígeno, Gaseo de hidrógeno, Gaseo de carbono, Gaseo de silicio, Gaseo de boro, Gaseo de aluminio, Gaseo de magnesio, Gaseo de calcio, Gaseo de sodio, Gaseo de potasio, Gaseo de amonio, Gaseo de nitrato, Gaseo de sulfato, Gaseo de fosfato, Gaseo de cloruro, Gaseo de bromuro, Gaseo de yoduro, Gaseo de flúor.

Homem procura familiares entre os mortos do ataque do dia 21 de agosto de 2013.

Papa Francisco @Pontifex_pt

Condeno com uma firmeza particular o uso das armas químicas!

192 RETWEETS 48 FAVORITOS

11:05 PM - 2 ago 13

Tuite do Papa Francisco sobre o atentado de 21/08/2013 em Damasco.

Outros ataques também vêm ocorrendo, fazendo com que a comunidade internacional fique preocupada. O secretário-geral das Nações Unidas Ban Ki-moon condenou veementemente no dia 27/08/2015 o uso de substâncias tóxicas, por qualquer parte, em conflitos e salientou que toda a comunidade internacional tem a responsabilidade de levar os criminosos a julgamento (ONUBR).

No dia 20/03/2015 Tóquio homenageou as vítimas do ataque terrorista com gás Sarin na estação de metrô Kasumigaseki. O ataque ocorreu no dia 20/03/1995, cinco integrantes da seita "Verdade Suprema" abriram, de maneira coordenada, várias bolsas com gás sarin em diversos trens do metrô de Tóquio. O líquido, transparente e inodoro, alcançou quase num instante o estado gasoso e se propagou pelos vagões, o que provocou a intoxicação de 6.300 pessoas, das quais 13 morreram e dezenas ficaram em estado quase vegetativo. A maioria das vítimas ainda sofre com sequelas do atentado até hoje. Os tribunais processaram cerca de 190 membros do grupo, emitiram cinco penas de prisão perpétua e confirmaram 13 penas de morte, entre elas a de Asahara, embora nenhuma das execuções tenha sido realizada até agora (G1, 2015).



Vítimas do ataque terrorista em 20/03/1995 em Tóquio recebendo atendimento médico.



Para Saber Mais...

Ataque químico matou 1.429 pessoas na Síria, diz Kerry. Disponível em: <http://g1.globo.com/revolta-arabe/noticia/2013/08/ataque-quimico-matou-1429-pessoas-na-siria-diz-kerry.html>

Japão recorda atentados do metro de Tóquio. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=QO4yVFz5t84&nohtml5=False>

Uso de Gás Lacrimogênio

A polícia brasileira usa gás lacrimogêneo e sprays de pimentas que não são considerados armas químicas, porém podem causar graves ferimentos, sendo que a gravidade dos ferimentos ocasionados por esses agentes são definidos pelo tempo de exposição. As bombas de gás lacrimogênio são dispositivos de metal disparadas por armas lançadoras que, após explodir, liberam um gás basicamente composto de 2-clorobenzilideno malononitrilo, o chamado gás CS. Trata-se de uma substância sólida que misturada a solventes toma a forma de aerosol ácido, que em contato com os olhos causam lacrimajemento intenso e queimação (REVISTA GALILEU).

É muito comum a polícia brasileira usar estes agentes, juntamente com balas de borracha, para conter manifestações. No dia 29/04/2015, por exemplo, a polícia civil do Paraná utilizou gases lacrimogêneos para reprimir a manifestação de professores da rede estadual de ensino, deixando vários servidores feridos. O fato ocorrido teve repercussão internacional: O jornal Americano New York Times publicou uma matéria onde informava que mais de 150 professores ficaram feridos devido ao ataque.

Outro gás muito utilizado pela polícia como arma não letal é o spray de pimenta, que tem como principal componente a oleoresina obtida de plantas do gênero *Capsicum* - cujo composto majoritário é a capsaicina, cujo vapor causa irritação na mucosa. O uso de spray de pimenta parece recente, porém o uso de vapores de pimenta era utilizado por índios brasileiros Tupinambás - que viviam no nordeste do Brasil na época colonial - para se



defenderem de ataques de colonizadores (*Consultar página 7*).

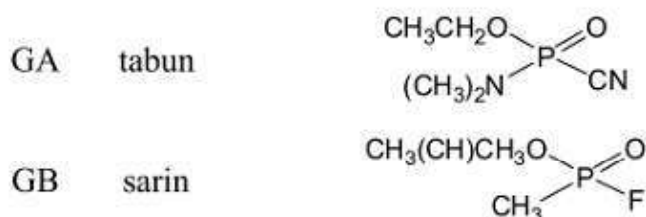
A figura abaixo ilustra os efeitos causados pelo spray de pimenta que afeta principalmente os olhos e mucosas exposto:



Mecanismo de ação das Amas Químicas

De acordo com COLASSO e AZEVEDO (2012) as armas químicas podem ser classificadas de acordo com a sua ação no organismo humano, sendo eles agentes neurotóxicos, vesificantes e levisita, sanguíneos, sufocantes e toxinas.

Os agentes neurotóxicos são à base de compostos organofosforados que atuam inibindo a enzima acetilcolinesterase, afetando a transmissão de impulsos nervosos de várias estruturas do corpo humano, podendo surtir efeito: nos olhos ocasionando visão turva e ardor; no nariz causando rinorréia; na boca causando salivação; trato pulmonar com tosse, secreção, falta de ar; gastrointestinal com náusea, vômito, diarreia, câimbras abdominais e dor; pele e glândulas sudoríparas causando sudorese, muscular com espasmos musculares, fraqueza cardiovascular com diminuição ou aumento da frequência cardíaca; no sistema nervoso central variando de acordo com a exposição ao agente tóxico, sendo exposição severa: perda de consciência, convulsão, depressão do centro respiratório; exposição leve ou moderada ou efeitos prolongados de qualquer exposição: esquecimento, irritabilidade, dificuldade de raciocínio, tensão ou mal estar; depressão, insônia, dificuldade de expressão, compreensão diminuída (SIDELL et al., 2008).

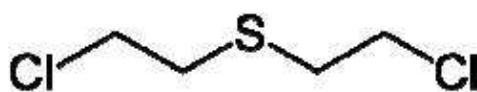


Nomenclatura da Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN), nome comum e estrutura química dos organofosforados *Tabun* e *Sarin*.

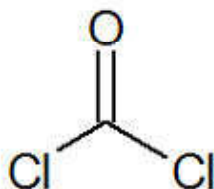
Os organofosforados são considerados como os mais potentes agentes utilizados em guerras. Em 1936 o químico alemão Gerhart Schrader descobriu um inseticida organofosforado e

relatou para a Seção Militar de Armas Químicas alemã a sua descoberta a fim de requerer a patente; a substância ficou conhecida como Tabun. Dois anos depois Gerhart Schrader sintetizou uma substância similar que chamou de Sarin com efeito toxicológico cinco vezes maior do que o anterior (SMART, 1997).

Os agentes vesicantes são compostos químicos que entram em contato com a pele causando irritações, ou por vias respiratórias com efeitos sistêmicos incapacitando os inimigos em frentes de guerra. "Os principais representantes desta classe são: mostarda de enxofre ($C_4H_8Cl_2S$), levisita e fosgênio oxima (CCl_2O)" (SALADI et al. 2005).

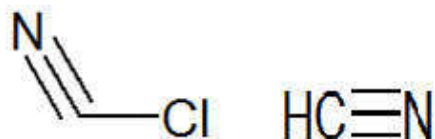


Estrutura molecular do Gás Mostarda.



Estrutura molecular de Fosgênio.

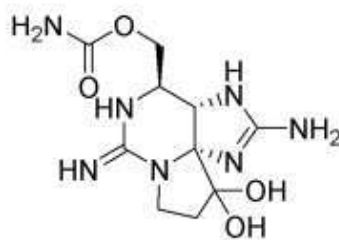
Os agentes sanguíneos são "substâncias que, absorvidas, danificam células sanguíneas, impedindo o transporte de oxigênio e produzindo sufocação. São classificados como simples ou químicos." (SCHECTER et al. 2005). Os principais compostos utilizados foram cloreto de cianogênio ($CNCl$) e cianeto de hidrogênio (HCN).



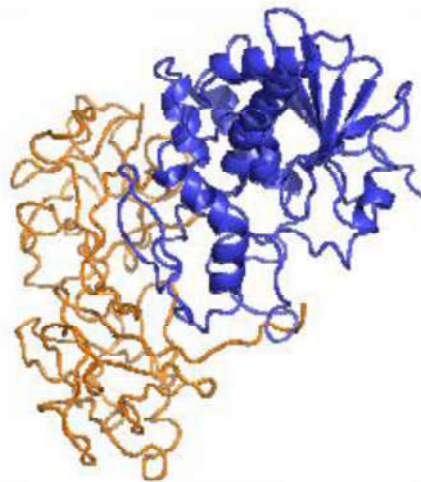
Estrutura molecular do (CNCl) e cianeto de hidrogênio (HCN).

O cianeto de hidrogênio foi empregado em larga escala pelos nazistas durante a II Guerra Mundial nos campos de concentração em câmaras de gás para o extermínio de milhares de pessoas.

As toxinas são agentes tóxicos que podem ser produzidas por plantas, fungos, vírus, microorganismos e animais. As duas principais toxinas empregadas como armas de guerra são a saxitoxina e a ricina (Figura), com efeitos neurotóxicos.



Estrutura molecular da saxitoxina.



Estrutura molecular 3D da ricina.

Os agentes sufocantes são substâncias que ao chegar ao pulmão estimulam a produção de secreções levando ao afogamento. Tendo como principal agente o Cloro e os Fosfogênicos causando a sensação de aperto no peito, de ardor no nariz, garganta e olhos, vermelhidão e bolhas na pele semelhante a congelamento, falta de ar; lesão pulmonar aguda ocorre dentro de 2 horas após a exposição; também provoca edema pulmonar.



Para Saber Mais...

Armas Químicas de Guerra – Parte II. Aspectos Toxicológicos. Camilla Gomes Colasso.

Referências Bibliográficas

- SMART, J.M. **A History of Chemical and Biological Warfare: An American Perspective**. In: SIDELL, F.R.; TAKAFUJI, E.T.; FRANZ, D.R. *Medical Aspects of Chemical and Biological Warfare*. Washington, DC, Borden Institute, 1997.
- Smart J. K.; **History of Chemical and Biological Warfare Fact Sheets**. Aberdeen Proving Ground, Md: US Army Chemical and Biological Defense Command Special Study 50. Not cleared for public release, 1996.
- GOLISZEK, A. *Cobaias Humanas: a história secreta do sofrimento provocado em nome da ciência*. Rio de Janeiro: Ediouro, 2004.
- SILVA, A. M. e BANDEIRA, J.A. A Importância em Relacionar a parte teórica das Aulas de Química com as Atividades Práticas que ocorrem no Cotidiano. In: IV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO QUÍMICA. Fortaleza. CD de Resumos do IV SIMPEQUI, 2006.
- ONUBR. NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL. **Conselho de Segurança aprova investigação sobre utilização de armas químicas na Síria**. Disponível em: < <http://nacoesunidas.org/conselho-de-seguranca-aprova-investigacao-sobre-utilizacao-de-armas-quimicas-na-siria/>>. Acesso em: 16 nov. 2015.
- COLASSO, Camilla; AZEVEDO, Fausto Antônio de. Riscos da utilização de Armas Químicas. Parte I - Histórico. **RevInter Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade**, v. 4, n. 3, p. 137- 172, out. 2011.
- COLASSO, Camilla; AZEVEDO, Fausto Antônio de. Riscos da utilização de Armas Químicas. Parte II – Aspectos Toxicológicos. **RevInter Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade**, v. 5, n. 1, p. 7-47, fev. 2012.
- SALADI, R.N., SMITH, E., PERSAUD, A.N. Mustard: a potential agent of chemical warfare and terrorism. **Clinical and Experimental Dermatology**, n.31, p.1 – 5, 2005.
- SCHECTER, W. et al. Chemical Agents in Civilian Terrorism. **Journal of the American College of Surgeons**, v. 200, n.1, p. 125 – 138, 2005.
- G1. **Tóquio homenageia vítimas 20 anos após ataque com gás sarin no metrô**. Disponível em < <http://g1.globo.com/mundo/noticia/2015/03/toquio-homenageia-vitimas-20-anos-apos-ataque-com-gas-sarin-no-metro.html> > Acesso em : 7 de abril de 2016.

G1. **Relatório da ONU confirma que armas químicas foram usadas na Síria.** Disponível em: < <http://g1.globo.com/mundo/siria/noticia/2013/09/relatorio-da-onu-confirma-que-armas-quimicas-foram-usadas-na-siria.html> >. Acesso em 07 de abril de 2016.

Termo de Consentimento

Tendo em vista a necessidade de coleta de dados para o desenvolvimento do projeto de pesquisa, sob responsabilidade Helaine Specalski Alves, aluno regularmente matriculado no curso de Licenciatura em Química da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), o responsável pelo discente consente que o mesmo utilize parcial ou integralmente os registros de produção textual e de imagens, segundo as necessidades da pesquisa, acerca das atividades desenvolvidas na sala de aula, podendo divulgá-las em publicações, congressos e eventos da área com a condição de que seja garantido o anonimato (de todos os envolvidos) no relato da pesquisa. Contudo, a permissão para a recolha de dados se limita ao horário usual de funcionamento da escola na disciplina de Química. A pesquisa dever ser desenvolvida de maneira que não interfira nas atividades cotidianas e tampouco ofereça possibilidade de constrangimento para os alunos e professor(a) que atuam na sala de aula ou em atividades afins. A Pesquisa consistirá na gravação e transcrição de falas dadas pelos alunos durante a execução do projeto.

Campo Mourão, 27 de abril de 2016

NOME DO ESTUDANTES: _____

NOME DO RESPONSÁVEL: _____

ASS. DO RESPONSÁVEL: _____

Helaine Specalski Alves
Graduando – Licenciatura em Química UTFPR

Adriano Lopes Romero
Professor Orientador
Departamento de Química – UTFPR – Campo Mourão

FOLHA DE S.PAULO**Relatório de inspetores da ONU atesta uso de armas químicas na Síria****LEANDRO COLON
DE LONDRES**

16/09/2013 13h27 - Atualizado às 14h13

O relatório dos inspetores da ONU (Organização das Nações Unidas) divulgado nesta segunda-feira afirma que armas químicas foram usadas num ataque nos arredores de Damasco, no dia 21 de agosto passado.

O documento da ONU não aponta responsáveis pelo uso do gás contra as vítimas. Os EUA e aliados acusam o regime de Bashar al-Assad pelo episódio, mas o ditador sírio nega e acusa os rebeldes que lutam por sua deposição.

O relatório menciona o uso de gás sarin. "Nossa conclusão é que armas químicas foram usadas em grande escala no conflito em andamento entre as partes, também contra civis, incluindo crianças", diz trecho do relatório.

"Este resultado nos deixa com uma profunda preocupação", dizem os inspetores.

Os inspetores afirmam que há "evidências claras e convincentes" do uso de gás sarin na região de Ghouta, nos arredores de Damasco. Segundo eles, as provas foram coletadas por meio do material do meio ambiente e amostras químicas e médicas.

[Síria](#)**SAIBA MAIS**[Inteligência dos EUA diz que ataque matou 426 crianças](#)[Imagens mostrariam vítimas com sintomas de gás tóxico](#)

De acordo com o relatório, os testes de sangue e urina de 34 vítimas do ataque deram "definitivas evidências" de exposição delas ao gás sarin, reforçando a análise

clínica dessas pessoas, que apresentaram perda de consciência, convulsões, irritação nos olhos, entre outras coisas.

Mais cedo, o secretário-geral da ONU, Ban Ki-moon, conversou com os diplomatas do Conselho de Segurança sobre o relatório, que lhe foi entregue pelo seu investigador-chefe para armas químicas, Ake Sellstrom.

Fontes da inteligência americana já haviam confirmado o ataque. Elas dizem que os mortos somam 1.429, sendo 426 crianças.

Ban disse na sexta-feira (13) que o relatório de Sellstrom seria uma confirmação "esmagadora" do uso de armas químicas. Ele também disse que Assad "cometeu muitos crimes contra a humanidade", embora ele não tenha dito se as forças oficiais ou se rebeldes que lutam contra ele estiveram por trás do ataque.

Também nesta segunda, a Comissão de Inquérito da ONU sobre as violações dos direitos humanos na Síria anunciou que investiga 14 supostos ataques com armas químicas cometidos desde setembro de 2011. "Temos visto os vídeos, dispomos de análises de especialistas militares", disse o presidente da comissão, o diplomata brasileiro Paulo Sérgio Pinheiro.

RESOLUÇÃO

Os Estados Unidos, a França e o Reino Unido defenderam nesta segunda-feira "fortes" consequências para o governo da Síria caso não cumpra o acordo de entrega das armas químicas. Após uma reunião em Paris, os três governos buscaram um discurso único de que é necessário uma firme resolução da ONU que permita punir o regime.

"Queremos uma forte resolução do Conselho de Segurança da ONU que apoie um plano para o desarmamento com toda autoridade do conselho e que inclua sérias consequências se o plano não for implementado", afirmou o ministro de Relações Exteriores da França, Laurent Fabius.

"Se a diplomacia falhar, a opção militar ainda está na mesa", disse o secretário de Estado americano, John Kerry.

No sábado (14), depois de três dias de negociação, Estados Unidos e da Rússia anunciaram, em Genebra (Suíça), um plano para que a Síria entregue suas armas químicas.

Há mais de dois anos, rebeldes (na maioria sunitas), lutam para depor o regime de Assad (que é alauita, uma facção do islã xiita). As tropas oficiais contam com o apoio declarado do grupo radical islâmico libanês Hizbullah. Desde o começo do confronto, mais de 120 mil pessoas morreram, de acordo com estimativas da ONU tidas como conservadoras. Milhões de pessoas também foram obrigadas a se refugiar em países vizinhos.

Endereço da página:

<http://www1.folha.uol.com.br/mundo/2013/09/1342643-armas-quimicas-foram-usadas-em-ataque-na-siria-diz-relatorio-da-onu.shtml>

Links no texto:

03/05/2016

Volta a questão das armas químicas — CartaCapital



Internacional

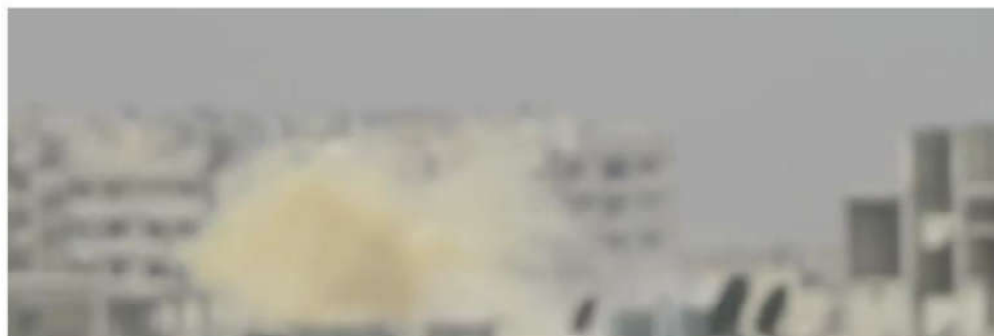
Síria

Volta a questão das armas químicas

Armas de "destruição em massa" aparecem nas mãos de rebeldes apoiados pela Turquia e Arábia Saudita

por **Antonio Luiz M. C. Costa** — publicado 07/04/2016 20h30

فيديو جديد لقصف المعارضة بما يشتبه انه قذائف تبعت دخانا اصفرا على الشيخ مقصود بحلب



▶ 🔊 0:01 / 0:11



O uso de armas químicas em subúrbios de Aleppo e Damasco, em maio e agosto de 2013, até hoje não foi devidamente esclarecido. Atribuído pelos governos ocidentais ao governo de Bashar al-Assad, pelos aliados deste a rebeldes (Brigada Basha'ir al-Nasr, segundo a Rússia) e por especulações de jornalistas independentes a militares sírios agindo sem autorização do governo, serviu de pretexto em setembro do mesmo ano para o Senado dos EUA aprovar uma intervenção militar na Síria. Foi evitada pela firme oposição da Rússia, ao reforçar sua frota no Mediterrâneo e

<http://www.cartacapital.com.br/internacional/volta-a-questao-das-armas-quimicas>

1/2

propor um acordo pelo qual a Síria aderiu à convenção internacional contra armas químicas e entregou seu arsenal para ser desmantelado por técnicos ocidentais, operação oficialmente completada em junho de 2014.

Vários incidentes menores, na maioria afetando militantes fundamentalistas, rebeldes ou curdos, foram denunciados depois disso e frequentemente atribuídos ao exército sírio, embora se saiba que pelo menos o Estado Islâmico também produz e possui armas químicas.

Na quinta-feira 7 de abril, em meio à trégua declarada desde 27 de fevereiro entre o governo sírio e os rebeldes (com exceção da Al-Qaeda e do Estado Islâmico), ocorreu um inegável ataque químico em Aleppo, amplamente filmado, fotografado e testemunhado por jornalistas. O bombardeio aconteceu no bairro de Sheikh Maqsd, visou milícias curdas do YPG e deixou pelo menos 23 mortos (dois quais 9 civis) e mais de 100 afetados.

O ataque foi atribuído nos primeiros momentos ao Estado Islâmico por mídias ocidentais e pela Al-Nusra, braço sírio da Al-Qaeda, pela mídia russa, mas horas depois a milícia islâmica Jaysh al-Islam, grupo apoiado pela Turquia e Arábia Saudita que é parte das forças rebeldes que negociam com Assad em Genebra, admitiu que um de seus comandantes de brigada usou armas proibidas. Segundo o grupo, o comandante em questão foi convocado a uma corte marcial e será responsabilizado por essa situação contrária à sua carta de princípios.

O incidente comprova que forças rebeldes dispõem de fato de armas químicas e são capazes de usá-las em seus mísseis e projéteis, ainda que talvez (como pode ter acontecido no exército sírio) sem autorização de seus superiores. É preciso saber como as obtiveram e se seus patrocinadores tiveram participação no fornecimento dessas armas e no treinamento de seus usuários.