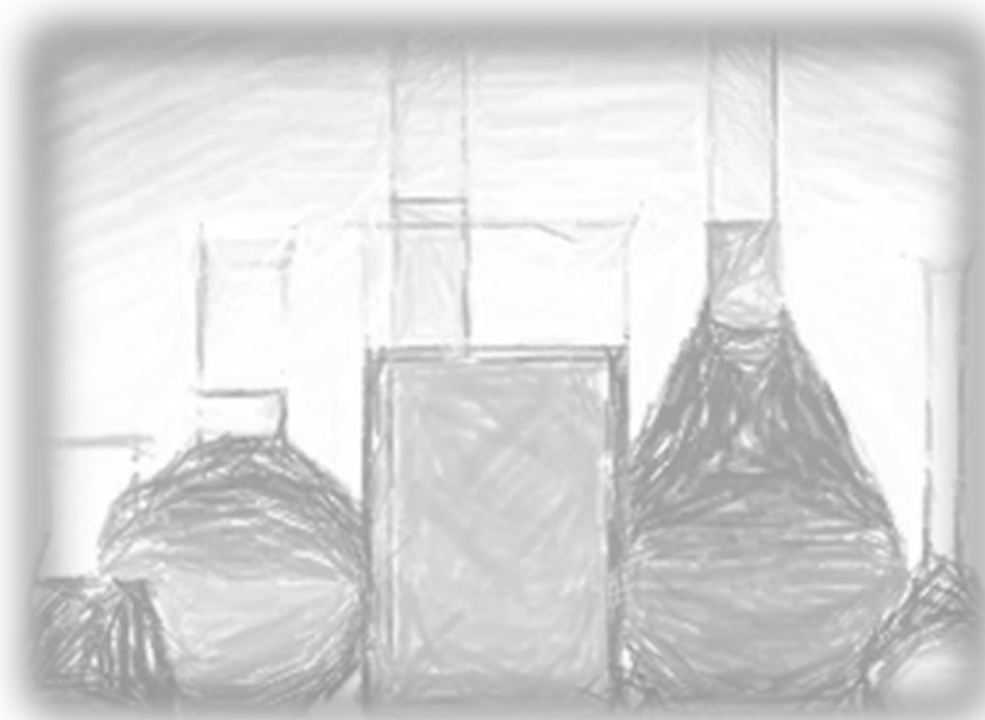


SEGURANÇA QUÍMICA NOS AMBIENTES DE TRABALHO E ESCOLAR COMO TEMA MOTIVADOR PARA O APRENDIZADO DE QUÍMICA NO ENSINO MÉDIO TÉCNICO.

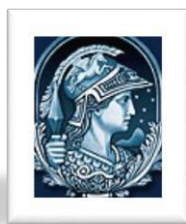


TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

ALUNO: GIOVANNI MOUTA GIGLIO DRE: 103117603

ORIENTADOR: PROF. DR.MARCOAURELIO ALMENARA RODRIGUES

Fevereiro / 2015



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
CENTRO DE TECNOLOGIA INSTITUTO DE QUÍMICA

Giovanni Mouta Giglio

**SEGURANÇA QUÍMICA NOS AMBIENTES DE
TRABALHO E ESCOLAR COMO TEMA
MOTIVADOR PARA O APRENDIZADO DE QUÍMICA
NO ENSINO MÉDIO TÉCNICO.**

Trabalho de conclusão de curso de
Graduação, Instituto de Química da
Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Orientador: Prof. Dr. Marcoaurelio
Almenara Rodrigues.

RIO DE JANEIRO
2015

Giovanni Mouta Giglio

**SEGURANÇA QUÍMICA NOS AMBIENTES DE
TRABALHO E ESCOLAR COMO TEMA
MOTIVADOR PARA O APRENDIZADO DE QUÍMICA
NO ENSINO MÉDIO TÉCNICO.**

Esta monografia foi julgada à obtenção do título de Licenciado em Química e aprovada em sua forma final pelo Instituto de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Rio de Janeiro, Fevereiro de 2015

Orientador: Prof. Marco Aurelio Almenara Rodrigues (Ph.D)
Universidade Federal do Rio de Janeiro

Prof.^a Anita Ferreira do Valle (Ph.D)
Universidade Federal do Rio de Janeiro

Prof.^a Lucia Campos Moreira Paiva (Ph.D)
Universidade Federal do Rio de Janeiro

Agradecimentos:

Agradeço a Deus, que é autor e princípio de todas as coisas e sem o qual a minha vida não teria sentido.

Aos meus pais, que desde criança incentivaram meus estudos.

Ao Professor **Joab Trajano Silva** que foi meu primeiro orientador de curso mas que infelizmente faleceu recentemente.

Ao meu atual orientador, pela atenção, paciência e contribuição acadêmica.

A aprendizagem de Química deve possibilitar aos alunos a compreensão das transformações químicas que ocorrem no mundo físico de forma abrangente e integrada, para que eles possam julgar, com fundamentos, as informações adquiridas na mídia, na escola, por conversas e por meio de outras formas de transmissão de conhecimento. A partir daí, o aluno tomará sua decisão e dessa forma, interagirá com o mundo enquanto indivíduo e cidadão (PCN's - MEC/SEMTEC, 1999).

RESUMO

A Segurança Química é um tema atual que envolve uma gestão segura e saudável de produtos químicos promovendo a redução de riscos para a saúde humana e para o meio ambiente durante todo o ciclo de vida desses produtos. A importância dos produtos químicos e a dimensão dos riscos decorrentes do seu uso exigem ações que promovam a Segurança Química por parte dos funcionários, professores e alunos do ensino médio técnico em função do contato que possuem com certas substâncias no cotidiano, nos ambientes de trabalho e escolar. Por isso, foram descritas diversas questões importantes relacionadas à toxicidade das substâncias químicas e foi proposto um módulo de capacitação em segurança química para professores, discentes e funcionários envolvendo os principais riscos no contato com produtos químicos, além de fomentar as discussões sobre este relevante tema e garantir a saúde e segurança daqueles que interagem direta ou indiretamente com esses produtos.

Palavras-chave: Segurança Química. Substâncias Perigosas. Toxicidade. Controle de Segurança. Capacitação.

ABSTRACT

The Chemical Safety is a current topic that involves a safe and healthy management of chemicals promoting the reduction of risks to human health and the environment throughout the life cycle of these products. The importance of chemicals and the extent of risks arising from its use require actions that promote the Chemical Safety by employees, teachers and students of high school technical education since they are exposed to certain substances in daily life, at the workplace and at school. Several important issues related to toxicity of chemicals were described and a training module on chemical safety for teachers, students and employees involving the main risks in contact with chemicals was proposed, in addition to fostering discussions on this important issue and ensure the health and safety of those who interact directly or indirectly with these products.

Keywords: Chemical Safety. Dangerous substances. Toxicity. Security Control. Training.

SUMÁRIO

I.	INTRODUÇÃO.	08
II.	OBJETIVO DO TRABALHO.	11
III.	VISÃO GERAL DA SEGURANÇA QUÍMICA.	11
IV.	VISÃO GERAL DA TOXICIDADE DAS SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS . . .	12
V.	PRINCÍPIOS BÁSICOS DA TOXICOLOGIA.	14
VI.	VIAS DE ENTRADA E TOXICIDADE DAS SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS NO ORGANISMO.	14
VII.	FATORES QUE AFETAM A TOXICIDADE DE UM AGENTE QUÍMICO.	17
VIII.	TOXICIDADE DE ALGUMAS SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS ENCONTRADAS NOS AMBIENTES DE TRABALHO E ESCOLAR. . . 18	
IX.	RISCOS DE INCÊNDIOS E EXPLOSÕES DAS SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS.	21
	a) RISCOS DE INCÊNDIO.	21
	b) RISCOS DE EXPLOSÃO.	22
X.	DANOS AO MEIO AMBIENTE.	24
XI.	CONTROLE DE RISCOS.	24
	a) RECONHECIMENTO DO RISCO.	24
	b) AVALIAÇÃO DO RISCO.	25
	c) MEDIDAS DE CONTROLE RELATIVAS A ORIGEM DO PRODUTO.	25
	d) MEDIDAS DE SEGURANÇA.	25
	e) MEDIDAS DE CONTROLE RELATIVAS AOS ALUNOS, PROFESSORES E FUNCIONÁRIOS.	26
XII.	PROPOSTA DE CAPACITAÇÃO EM SEGURANÇA QUÍMICA NAS ESCOLAS DO ENSINO MÉDIO TÉCNICO.	26
XIII.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.	32
XIV.	REFERÊNCIAS.	34

I. Introdução

Não há dúvidas quanto à importância do ensino de Química, uma vez que situações relacionadas com a disciplina estão presentes no dia-a-dia de todos. Entretanto, os estudantes do Ensino Médio não percebem essa importância, uma vez que a Química ensinada nos colégios nem sempre tem atrativos para eles, pois é baseada em memorização de fórmulas, regras de nomenclatura e classificação de compostos (SANTA MARIA *et al.*, 2002). Assim, o Ensino de Química no Ensino Médio continua afastado da realidade do aluno: o currículo é conteudista, o conhecimento essencialmente acadêmico e a metodologia enfatiza a memorização de fórmulas, conceitos, classificação, regras, cálculos repetitivos que parecem só servir para o vestibular.

No entender de Schnetzler & Aragão (1995), o ensino de química ainda hoje continua sendo:

“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 & ARAGÃO, 1995).

Neste sentido, segundo Justi & Ruas (1997), *“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”.*

Esse Ensino de Química repetitivo, descontextualizado e limitado, além de não motivar os professores a buscarem novos conhecimentos e novas alternativas para a sala de aula, torna-se cada vez mais desarticulado, aumentando o isolamento da escola com a vida cotidiana do aluno (DE LUCAS, 2001). Para ensinar esta matéria, o professor deve fazer uma reflexão sobre o que ensinar e como ensinar, como desenvolver os temas adequadamente, como estabelecer um ordenamento lógico entre os conteúdos, como conciliar as atividades práticas com o conteúdo teórico, tornando o conteúdo assimilável pelo estudante (SILVA, 2011).

As atuais tendências do ensino de ciências, inclusive o de química, primam por um ensino crítico que leve em consideração os fatores históricos bem como a construção e reconstrução dos saberes e conceitos científicos, de forma interdisciplinar e contextualizada aos processos políticos, econômicos, sociais e culturais. É um ensino que parte do cotidiano e para ele retorna a fim de interferir sobre ele, por meio da reflexão e da prática da cidadania. O aluno precisa sentir mais a importância, a necessidade e a utilidade de aprender química como algo que, está inserido na vida, que lhe desperte a vontade de aprender. É necessário, então, que a escola supere a fragmentação entre ensino e vida e que busque oferecer ao aluno uma formação mais significativa e coerente com as necessidades do seu dia a dia, contribuindo para que o indivíduo se veja como participante de um mundo em constante transformação. Neste contexto, Santos & Schnetzler (1997) afirmam que:

“(...) é necessário que os cidadãos conheçam como utilizar as substâncias no seu dia a dia, bem como se posicionarem criticamente com relação aos efeitos ambientais da utilização da química e quanto às decisões referentes aos investimentos nessa área, a fim de buscar soluções para os problemas sociais que podem ser resolvidos com a ajuda do seu desenvolvimento”. (SANTOS & SCHNETZLER, 1997).

Utilizar fatos e conteúdos relacionados com o cotidiano é uma das maneiras que tomam a química mais atrativa, necessária e indispensável na tarefa de formar um cidadão. Entretanto, não é suficiente mencionar os fatos, é preciso compreender os conceitos e desenvolver a capacidade de tomar decisões. Sendo assim, os alunos poderão analisar e discutir formas possíveis de inter-relacionamentos da química com contextos práticos relacionados ao tema em estudo. Importa, também, considerar não só os aspectos químicos, mas também os econômicos, sociais, culturais envolvidos neste tema.

Uma prática pedagógica baseada na utilização de fatos do dia a dia para ensinar conteúdos científicos pode caracterizar o cotidiano em um papel secundário, ou seja, este servindo como mera exemplificação ou ilustração para ensinar conhecimentos químicos (WARTHA *et al.*, 2013). Nessa perspectiva, os fenômenos cotidianos são usados nas aulas como exemplos imersos em meio aos conhecimentos científicos teóricos numa tentativa de torna-lhes mais compreensíveis (JIMENEZ-LISO *et al.*, 2002), mas geralmente tais situações são

introdutórias aos conteúdos teóricos e têm o objetivo de chamar a atenção do aluno, aguçar sua curiosidade, porém exclusivamente motivacional, com único propósito de ensinar conteúdos (CAJAS, 2001; LUTFI, 1992).

Contextualização é um termo novo na língua portuguesa. Começou a ser utilizado a partir da promulgação dos Parâmetros Curriculares Nacionais. De acordo com os PCNEM (Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio), contextualizar o conteúdo nas aulas com os alunos significa primeiramente assumir que todo conhecimento envolve uma relação entre sujeito e objeto. Nesses documentos, a contextualização é apresentada como recurso por meio do qual se busca dar um novo significado ao conhecimento escolar, possibilitando ao aluno uma aprendizagem mais significativa.

Lopes (2002) identifica várias concepções relacionadas ao termo contextualização que se relacionam às ideias de Dewey, David Stein – e sua ideia de uma aprendizagem situada –, Chervel, aos princípios de Mager, as ideias de Paulo Freire, Piaget e Vygotsky. Tais concepções de contextualização se originaram dos contextos significativos apontados por esses autores para o ensino de ciências: realidade, vida, vivência, mundo, cotidiano, trabalho, cidadania, contexto social, contexto histórico e cultural, conhecimentos prévios do aluno e disciplinas escolares.

No caso da química, temos três estudos que se complementam na tentativa de identificar como o termo contextualização foi apropriado pelos professores de química (SANTOS & MORTIMER, 1999), pelos autores de livros didáticos (WARTHA & ALÁRIO, 2005) e na construção de unidades didáticas (SILVA & MARCONDES, 2010). Santos & Mortimer (1999), ao analisarem as concepções de um grupo de professores a respeito de sua apropriação do termo contextualização no ensino de química, identificaram três diferentes entendimentos: i) contextualização como estratégia para facilitar a aprendizagem; ii) como descrição científica de fatos e processos do cotidiano do aluno; e iii) como desenvolvimento de atitudes e valores para a formação de um cidadão crítico. Os autores apontaram que grande parte dos professores pesquisados entende a contextualização como uma descrição científica de fatos e processos do cotidiano do aluno.

Quando se fala em produtos químicos, a população, geralmente, associa a uma ideia distante da vida comum, manuseados apenas em laboratórios químicos científicos. No entanto, há uma imensa diversidade de produtos químicos que são utilizados diariamente nas atividades domésticas, como sabões, brinquedos, alimentos, cosméticos e produtos de limpeza. Os produtos químicos têm sido úteis na erradicação de doenças e epidemias, no controle de pragas e outras aplicações, mas o uso de um grande número de substâncias potencialmente tóxicas tem provocado sérios riscos à saúde humana e dos ecossistemas.

II. Objetivo do trabalho

O presente trabalho trata dos perigos e riscos na manipulação e no trabalho associados ao contato com produtos químicos, por parte dos alunos, funcionários e professores, que apesar de fazer parte de um ambiente de trabalho, tem sua periculosidade percebida como algo distante e de ação limitada.

Considerando o que foi mencionado anteriormente este trabalho possui dois objetivos: colocar em foco o tema Segurança Química para funcionários, alunos e professores que fazem parte dos ambientes de trabalho e escolar do ensino médio técnico; e propor a inserção de um módulo de capacitação nas escolas do ensino médio técnico relacionado aos riscos envolvidos no contato com produtos químicos durante a entrada, manuseio, armazenamento e descarte dessas substâncias nos ambientes de trabalho e escolar.

III. Visão geral da Segurança Química

A Segurança Química é conceituada como a “prevenção de efeitos adversos para o ser humano e o meio ambiente, decorrentes da produção, armazenagem, transporte, manuseio, uso e descarte de produtos químicos” (OPAS/OMS, 2014). Segundo os dados da OPAS (Organização Pan-Americana de Saúde), há cerca de 100 mil substâncias químicas difundidas, para um universo de cerca de 50 milhões existentes na atualidade (OPAS/OMS, 2014).

Os produtos químicos têm grande importância por sua múltipla aplicabilidade e participação na melhoria de qualidade de vida e na geração de

milhões de empregos em sua produção. Essa importância, aliada à dimensão dos riscos decorrentes de seu uso, determinam ações que promovam a Segurança Química, com articulação a nível nacional e internacional. Nesse sentido, as discussões sobre a Segurança Química, como tema global e intergovernamental vêm avançando até os dias atuais, a partir de décadas passadas, com marco na Rio-92 - Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento (Seminário de Segurança Química – FUNDACENTRO, 2014)

Informações atualizadas e discussões sobre esse tema, a nível internacional e nacional, são imprescindíveis à orientação e direcionamento de professores, funcionários ou alunos a fim de promoverem a continuidade e desenvolvimento de ações futuras.

IV. Visão geral da toxicidade das substâncias químicas

Existem mais de 23 milhões de substâncias químicas conhecidas, das quais cerca de 200 mil são usadas mundialmente. Estas substâncias são encontradas, principalmente, como misturas em produtos comerciais. Existem cerca de 1 a 2 milhões de produtos comerciais. O faturamento estimado da Indústria Química Mundial, para 2008 foi de cerca de 3 trilhões e 700 bilhões de dólares. No Brasil, estima-se que neste mesmo ano o faturamento bruto do setor foi de 122 bilhões de dólares (site da ABIQUIM, 2014).

Estas substâncias estão presentes em várias de nossas atividades diárias, seja no trabalho, seja em casa. Elas são usadas para prevenir e controlar doenças, bem como na construção dos objetos e estão presentes nos alimentos, no ar e em inúmeras coisas que facilitam e até permitem a vida. Ao lado, porém, dos benefícios que elas podem trazer, elas podem também provocar danos à saúde, ao meio ambiente, e até incêndios e explosões. Sendo assim, para avaliar os benefícios ou os danos que elas podem provocar, é necessário considerar todo o ciclo de vida da substância, desde a sua produção até o seu destino final. Dos mais de 10 milhões de compostos que já foram isolados ou sintetizados, há dados registrados sobre a toxicidade de não mais do que 100.000 substâncias – apenas uma pequena fração. A maior parte das informações disponíveis tem

como base estudos com animais. Conhece-se dados sobre a toxicidade no homem de um número relativamente pequeno de substâncias (FREITAS, 2000).

A toxicidade de uma substância e sua intensidade podem variar grandemente de acordo com a natureza do composto, principalmente a natureza do grupo funcional. Como a toxicidade está relacionada com as propriedades químicas das substâncias, a sua atividade biológica pode ser avaliada ou prevista com base na sua estrutura molecular. Isto é conhecido como a relação estrutura-atividade (*SAR – structure-activity relationship*). Há muitos estudos aprofundados sobre esse assunto na literatura técnica especializada. São usados computadores para se realizarem cálculos complexos de SAR. Além disso, o nível de toxicidade dependeria da dose propriamente dita e da duração da exposição. Há, também, outros fatores, especialmente os fatores dos hospedeiros, incluindo-se a espécie e a resistência do sujeito (animal) bem como a idade e o sexo (PATNAIK, 2011).

De modo geral, as propriedades tóxicas das substâncias podem ser avaliadas através de duas relações: a relação dose-resposta e a relação estrutura-atividade (*SAR – structure-activity relationship*). A toxicidade depende grandemente da dose – a quantidade da substância por unidade de peso do corpo à qual um organismo é exposto. O efeito sobre o organismo é conhecido como *resposta*. Assim, em níveis muito baixos, uma substância com toxicidade relativamente muito baixa pode ser inofensiva. Por outro lado, uma substância com toxicidade relativamente baixa pode causar efeitos muito severos quando tomada em grandes quantidades (PATNAIK, 2011).

Os efeitos das substâncias tóxicas podem ser agudos, crônicos, sistêmicos ou locais. A toxicidade aguda se manifesta a partir de uma dose ou de uma única exposição dentro de um curto período de tempo, geralmente em um período variando de poucos minutos a vários dias. A toxicidade crônica resulta de várias a pequenas concentrações por um período de tempo longo, por exemplo, um turno de trabalho de 8 horas. Algumas substâncias causam doenças após vários anos. Já o efeito sistêmico é o efeito tóxico de uma substância química sobre uma área do corpo, tendo essa substância entrado no corpo através de uma área distinta. Quando uma substância afeta tecidos em

um certo ponto de contato ou onde ela entra, dá-se a denominação de efeito local (PATNAIK, 2011).

V. Princípios básicos da Toxicologia

Os conceitos fundamentais de toxicologia são: rotas de exposição e relações das reações frente a dose e efeitos sobre a saúde.

- *Rotas de exposição*: Inalação, absorção pela pele (ou olhos), e ingestão;
- *Relação dose / reação*: é um conceito fundamental na toxicologia, pois é a base para a medição da relativa periculosidade (ameaça) do produto químico. A relação dose / reação é uma relação quantitativa entre a dose do produto químico e o efeito causado pelo mesmo. (Guia Toxicológico de Produtos Perigosos, 2002)

VI. Vias de entrada e toxicidade das substâncias químicas no organismo

A absorção de uma substância química pode ocorrer, usualmente, através dos pulmões em virtude da inalação; da absorção cutânea (entrada pela pele); do trato gastrointestinal devido a ingestão através dos atos de comer, beber ou fumar. Além dessas, uma substância química pode ser ministrada no corpo através de outras vias: intraperitoneal, intravenosa, intramuscular, lavagem gástrica, renal e ocular como é realizado em estudos com os animais (PATNAIK, 2011).

A principal via de penetração de vários agentes químicos tóxicos é a inalação, sendo esta, também, a mais comum na atividade laboral. Entre estas substâncias estão os gases, os vapores de líquidos voláteis e partículas. Estima-se que 50% das partículas inaladas são depositadas nas vias respiratórias superiores, enquanto que cerca de 25% são depositadas nas vias respiratórias inferiores e os outros 25% são espirados. Os danos que as substâncias poderão causar vão depender do tipo de substância que estamos respirando. Algumas poderão provocar irritação logo no nariz e na garganta, outras dor e pressão no peito e outras poderão ir até o pulmão, como são os casos da sílica e do amianto que provocam, respectivamente, a silicose e a asbestose, doenças pulmonares

graves. O xileno, cuja exposição a curto prazo e a níveis elevados, pode causar irritação da pele, olhos, nariz e garganta, dificuldade em respirar; disfunção dos pulmões; atraso da resposta a um estímulo visual, memória prejudicada, desconforto no estômago, e possíveis alterações no fígado e nos rins, sendo esse composto rapidamente absorvido pelos pulmões. Os principais pontos de absorção são os alvéolos pulmonares, pois possuem ampla área superficial e alto fluxo sanguíneo, favorecendo a absorção. A taxa de absorção de tais substâncias gasosas, entretanto, depende de sua solubilidade no sangue. Quanto mais solúvel a substância for, maior será a sua absorção. Quando nós respiramos solventes, como por exemplo o benzeno, ele alcança o pulmão, passa para o sangue e é transportado até a nossa medula óssea, que é o lugar onde o sangue é produzido (PATNAIK, 2011).

Muitas substâncias podem causar danos à área de contato, através da pele, produzindo um efeito sistêmico, danificando ou destruindo os tecidos, ou manifestar seus efeitos após serem absorvidas por um órgão específico do corpo. Embora a pele seja relativamente impermeável e funcione como se fosse uma barreira, certas substâncias podem se difundir através da epiderme. Certas substâncias corrosivas, como os ácidos e os álcalis podem agredir a derme e aumentar sua permeabilidade (FREITAS, 2000).

A dermatose ocupacional, também denominada dermatite de contato, é a doença mais comum relacionada com a manipulação (trabalho) no mundo. Causando lesões por substâncias que são nocivas ao usuário, como por exemplo, irritação com detergentes, sabonetes e sabão em pó. Há também o uso de solventes que podem remover a camada de proteção da pele, assim deixando o tecido exposto à doença. Danos físicos como atrito, pequenos cortes e escoriações também podem danificar a camada protetora da pele e permitir o acesso das substâncias. Os ácidos ou bases usadas em laboratórios químicos ou na fabricação de produtos provocam a dermatose ocupacional por irritação. Nestes casos, a irritação parece muito com uma queimadura química. Ela vai se formar como uma erosão através da queima das camadas externas de proteção da pele. Os locais mais comuns que tais irritações ocorrem são nos braços e no rosto (<http://saude.culturamix.com/doencas>. Junho, 2014).

Entre essas substâncias estão tanto os compostos polares como os não polares. Enquanto os primeiros podem se difundir através da superfície das estruturas proteicas, solventes não polares podem encontrar uma passagem dissolvendo e se difundindo através da camada lipídica entre as proteínas (PATNAIK, 2011).

Boa parte dos agentes tóxicos são absorvidos no trato gastrointestinal através da ingestão. Por exemplo, os ácidos fracos, lipossolúveis, não ionizáveis, são suscetíveis de serem absorvidos no estômago. Por outro lado, estas substâncias tendem a existir na forma ionizada no plasma tornando-se móveis. De modo semelhante, as bases fracas são altamente ionizadas no suco gástrico e portanto não seriam absorvidas prontamente pelo estômago. Em geral, estas contaminações ocorrem acidentalmente quando se tem o hábito de comer, beber ou fumar no ambiente de trabalho (laboratórios, salas, etc.), ou devido às formas inadequadas de trabalho, como a prática de transferência de líquidos por sucção bucal (FREITAS, 2000).

A natureza e a intensidade da toxicidade de uma substância dependerão de sua concentração e dos órgãos atingidos. Ela se distribui rapidamente pelo corpo, depois de penetrar na corrente sanguínea. A extensão de sua penetração em um órgão depende do fluxo sanguíneo, da facilidade de sua penetração através das paredes capilares locais e da membrana celular, e da afinidade entre o órgão e a substância. Algumas outras substâncias podem provocar danos na produção do sangue enquanto que outras provocam problemas nos rins, fígado ou coração. Depois de serem absorvidas e distribuídas no organismo, as substâncias podem ser eliminadas tanto na forma dos compostos originais, como passar por transformações metabólicas. Esse processo, conhecido por biotransformação, ocorre nos órgãos e nos tecidos. O local mais importante é o fígado, podendo também ocorrer nos pulmões, estômago, rins, intestinos e pele. O processo de desintoxicação envolve a conversão da substância tóxica em seus metabólicos, os quais, em muitos casos são menos tóxicos do que os compostos originais. A biotransformação ou desintoxicação de agentes tóxicos pode envolver pelo menos um dos seguintes tipos de reação: degradação, adição e conjugação. As reações de degradação são mais comuns e incluem a oxidação, a redução e a hidrólise. Por outro lado, o processo de conjugações

produz aductos dos agentes tóxicos ou de seus derivados com metabólitos endógenos. O nível e a natureza das reações podem variar segundo a espécie animal, bem como, de acordo com a idade e o sexo do animal (PATNAIK, 2011).

VII. Fatores que afetam a toxicidade de um agente químico

Nos estudos e análises de ameaça apresentada pelas substâncias químicas e a vulnerabilidade das pessoas frente a tal ameaça temos de levar em conta todos os fatores que minimizarão ou intensificarão os efeitos tóxicos de um determinado produto. O quadro abaixo apresenta os tipos de fatores e exemplos.

Quadro 1 – Fatores que afetam a toxicidade

Tipo	Exemplos
Fatores relacionados com o produto químico.	Composição (sal, etc.), características físicas (tamanho, líquido, sólido, etc.), propriedades físicas (volatilidade, solubilidade, etc.), presença de impurezas, produtos da separação, portador.
Fatores relacionados com a exposição.	Doses, concentração, rota de exposição e duração.
Fatores relacionados com a pessoa exposta.	Hereditariedade, imunologia, nutrição, hormônios, idade, sexo, condição de saúde, enfermidades anteriores.
Fatores relacionados com o ambiente.	Portador, (ar, água, alimentos, solo), produtos químicos adicionais (sinérgicos e antagônicos) temperatura e pressão do ar.

Guia Toxicológico de Produtos Perigosos – CBMERJ, 2002

VIII. Toxicidade de algumas substâncias químicas encontradas nos ambientes de trabalho e escolar

Gases comuns como hidrogênio, nitrogênio, hélio, neônio, argônio, metano, etano, propano, butano, etileno e acetileno não são tóxicos, mas asfixiantes simples. Esses gases podem diluir o oxigênio no ar inalado e reduzir sua pressão parcial nos alvéolos. Isso resulta na redução da transferência de oxigênio para o sangue venoso que pode resultar em morte. Por outro lado, monóxido de carbono, sulfeto de hidrogênio, dióxido de enxofre, trióxido de enxofre, óxido nítrico, dióxido de nitrogênio, ozônio, arsina (hidreto de arsênio), estibina, fosfina, cianogênio, amônia, flúor, cloro, vapor de bromo, fluoreto de hidrogênio, cloreto de hidrogênio e brometo de hidrogênio são exemplos de substâncias gasosas inorgânicas altamente tóxicas. Os sintomas, gravidade e ações tóxicas dessas substâncias, entretanto, são muito diferentes. O monóxido de carbono, por exemplo, é um gás sem odor que combina com a hemoglobina para formar a carboxihemoglobina. É um exemplo de uma substância química asfixiante que bloqueia o transporte de oxigênio e causa morte mesmo no caso de concentrações muito baixas. Haletos de cloro e hidrogênio são gases sufocantes cáusticos, altamente irritantes das mucosas, que podem causar edema pulmonar, danos aos pulmões e insuficiência respiratória (PATNAIK, 2011).

Ácido cianídrico e cianetos metálicos, especialmente os de metais alcalinos, são extremamente tóxicos. O íon cianeto é um inibidor da oxidase do citocromo, bloqueando a respiração celular. Muitos íons metálicos, incluindo-se os de arsênio, cádmio, chumbo, mercúrio, manganês, bário e selênio são altamente tóxicos para o ser humano. Metais como antimônio, cobalto, níquel, zinco, molibdênio, prata, cobre (pó) e alumínio, exibem baixa intoxicação aguda ou toxicidade crônica. A toxicidade dos metais também varia amplamente. Dentro do mesmo grupo da Tabela Periódica, para substâncias com configuração eletrônica e propriedades químicas semelhantes, a toxicidade pode variar significativamente. Por exemplo, mercúrio com massa atômica de 200,59 u (família IIB) e chumbo com massa atômica de 207,2 u (família IVA) são muito mais tóxicos do que o zinco com massa atômica de 65,38 u (família IIB) ou o estanho com massa atômica de 118,71 u (família IVA). Isto mostra, que os

metais pesados, geralmente são mais tóxicos do que os mais leves mesmo que pertençam ao mesmo grupo, entretanto, um padrão inverso pode ser observado entre os elementos do grupo 15 (família VA), o arsênio com massa atômica de 74,992 u é um veneno potente; o antimônio com massa atômica de 121,76 u e o bismuto com massa atômica de 208,98 u apresentam uma toxicidade de nível mais baixo (PATNAIK, 2011).

A toxicidade de muitas substâncias orgânicas pode ser correlacionada com os grupos funcionais presentes nas moléculas. Substâncias organofosforadas, presentes em vários inseticidas bem como em agentes neurotóxicos letais são inibidores de acetilcolinesterase, uma enzima encontrada extensivamente por todo o sistema nervoso e em muitos tecidos que não são nervosos. A maioria das nitrilas são substâncias classificadas de moderadas a altamente tóxicas. A ação tóxica é atribuída à presença do grupo cianeto (-CN). A acrilonitrila e a acetona cianidrina são extremamente tóxicas, pois se decompõem em ácido cianídrico no corpo. Aminas alifáticas de baixo peso molecular são fortemente irritantes para a pele, olhos e mucosas. Elas sofrem hidrólise quando em contato com a água presente no tecido do corpo e como são substâncias básicas, causam a elevação do pH do tecido exposto. As aminas aromáticas podem causar anemia, cianose e reticulocitose, e podem ser cancerígenas. A anilina é uma substância altamente tóxica, causando meta-hemoglobinemia em seres humanos, neste caso, a hemoglobina perde sua habilidade de transportar oxigênio pelo corpo resultando em cianose. Entre os efeitos sistêmicos causados pela benzidina estão a hemólise, depressão da medula óssea e danos ao fígado. Compostos orgânicos contendo os grupos funcionais carbonílico ou carboxílico, tais como os aldeídos, cetonas, ésteres, e ácidos carboxílicos exibem baixo nível de toxicidade. Os aldeídos inferiores, como o formaldeído, acetaldeído e acroleína irritam fortemente os olhos e as vias respiratórias superiores. A acroleína é um forte agente lacrimogêneo. Os ácidos carboxílicos inferiores são substâncias corrosivas. O ácido fórmico é um veneno, mas os seus efeitos tóxicos resultam da redução do pH do sangue para níveis abaixo do normal e não devido ao grupo carboxílico por si (PATNAIK, 2011).

Entre as substâncias orgânicas contendo oxigênio, os epóxios são moderadamente tóxicos; entretanto, o óxido de etileno é uma forte ameaça à

saúde. Os álcoois de baixo peso molecular têm toxicidades variadas. O etanol é tanto um depressor do sistema nervoso central quanto um anestésico. O metanol é altamente venenoso, causando acidose e cegueira. Os ésteres alifáticos de pequena cadeia carbônica são anestésicos. Os hidrocarbonetos alifáticos apresentam toxicidade branda, porém têm efeito anestésico. Álcoois graxos de alto peso molecular são atóxicos. Hidrocarbonetos aromáticos são narcóticos. O benzeno exibe ambas, toxicidade aguda e crônica. Os efeitos crônicos mais sérios são anemia, aumento anormal dos linfócitos do sangue e redução do número de plaquetas. Alguns aromáticos polinucleares são carcinogênicos. A substituição de átomos de hidrogênio nas estruturas orgânicas com átomos halogênicos – cloro ou bromo – confere às moléculas propriedades tóxicas muito diferentes. Haletos orgânicos apresentam toxicidade que varia quanto a sintomas e gravidade, dependendo da classe abordada. O grau de toxicidade dos haletos de alquila é muito baixo; por outro lado, apresentam propriedades anestésicas. Algumas dessas substâncias são cancerígenas para o homem. Cloridrinas (que são álcoois clorados), clorofenóis ou clorobifenóis são muito mais nocivos à saúde que o álcool, fenol, ou bifenol de origem. Uma outra classe de substâncias orgânicas cloradas, que são poluentes do meio ambiente, são os pesticidas organoclorados: DDT, hepatoclor, dieldrin, clordane, lindane. As estruturas dessas substâncias são diferentes umas das outras, o mesmo acontecendo com suas propriedades tóxicas. As substâncias organossulfuradas são de vários tipos. Entre elas estão as substâncias que contêm carbono, hidrogênio, e átomos de enxofre, tais como mercaptanas, sulfetos e dissulfetos; substâncias que contêm nitrogênio, como a tioureia, tiocianatos, derivados do tiazol e de ditiocarbamatos; substâncias que contêm oxigênio, como sulfóxidos, sulfonas, ácidos sulfônicos e seus ésteres, e sulfatos de alquila; e compostos clorados de enxofre, as mostardas sulfúricas. Elas causam empolações e penetram vigorosamente destruindo tecidos nos locais de contato. Os tióis ou as mercaptanas, em altas quantidades, causam tanto náuseas como cianose. Sulfetos e dissulfetos são alergênicos que também causam anemia. Tiocianatos são altamente tóxicos, liberando cianeto durante os processos metabólicos. Muitos sulfatos de alquila também são altamente tóxicos, causando lesões nos

pulmões, fígado e rins. Sulfonas e sulfóxidos têm toxicidade muito baixa e os ácidos sulfônicos são fortes irritantes (PATNAIK, 2011).

Entre os compostos orgânicos, a toxicidade apresenta um padrão geral de redução com o aumento da cadeia carbônica. No entanto, tal padrão só se manifesta em cadeias com mais de 6 ou 7 carbonos (C-6 ou C-7) para muitas classes de compostos. Abaixo de 6 carbonos, certas substâncias, como os ésteres alifáticos apresentam toxicidade intensificada com o aumento do comprimento da cadeia de carbono. O grau de insaturação molecular intensifica a toxicidade. A acroleína, a acrinolitrila e o cloreto de vinila, por exemplo, são mais tóxicos do que seus análogos saturados, os quais contêm o mesmo número de átomos carbonos. A presença de um substituinte pode alterar significativamente as propriedades tóxicas (PATNAIK, 2011).

IX. Riscos de incêndios e explosões das substâncias químicas

a) Riscos de Incêndios

Substâncias inflamáveis ou combustíveis são aquelas que pegam fogo ou queimam no ar. Assim o processo de queima requer dois tipos de materiais: (1) uma substância combustível e (2) um suporte de combustão (comburente). Uma substância inflamável à temperatura ambiente pode ser um sólido como o fósforo branco, um líquido como n-pentano ou o dietil éter ou um gás como o hidrogênio ou acetileno. O ar (oxigênio) mantém a combustão (PATNAIK, 2011).

A maioria dos casos de risco de incêndio envolve líquidos inflamáveis. Um líquido inflamável não entra em combustão por si só. São os vapores provenientes do líquido que pegam fogo. Assim a inflamabilidade de um líquido depende do grau em que ele forma vapores inflamáveis: em outras palavras, da sua pressão de vapor. As moléculas no interior de um líquido são ligadas fortemente pela força de atração molecular, que é menor para as moléculas que estão na superfície. A evaporação ocorre na superfície, as moléculas que escapam do líquido transformam-se em vapor, que é elevado com o aumento da temperatura. A inflamabilidade de um líquido é explicada pelo termo ponto de fulgor. Quanto maior a inflamabilidade de um líquido, menor é seu ponto de fulgor. O ponto de fulgor de um líquido é a temperatura mais baixa na qual o

líquido libera vapor em uma quantidade suficiente para formar com ar, nas proximidades de sua superfície, uma mistura inflamável. Segundo a NR 20 (Norma regulamentadora de número 20) do MTE (Ministério do Trabalho e Emprego) os líquidos são considerados inflamáveis quando possuem ponto de fulgor $\leq 60^{\circ}\text{C}$, e considerados combustíveis quando possuem ponto de fulgor $> 60^{\circ}\text{C}$ e $\leq 93^{\circ}\text{C}$. Alguns dos líquidos inflamáveis comuns são o dissulfeto de carbono, o dietil éter, acetona, n-pentano, gasolina, acroleína, benzeno e metanol. Em geral, os hidrocarbonetos líquidos de baixo peso molecular, aldeídos, cetonas, éteres, éteres glicólicos e muitas outras classes de compostos orgânicos com vários grupos funcionais são inflamáveis (ou combustíveis). A maioria das substâncias podem queimar rapidamente e violentamente em uma atmosfera mais rica em oxigênio ($>21\%$ por volume). Uma outra característica inflamável dos compostos é a temperatura de autoignição, que é a temperatura mínima exigida para causar ou iniciar uma combustão auto sustentada, independente da fonte de calor. Por exemplo, a superfície de uma placa quente pode incendiar o dietil éter, que tem temperatura de ignição de 160°C . Muitas substâncias podem pegar fogo espontaneamente no ar e apresentam o grave risco de um incêndio se os procedimentos corretos de estocagem, manuseio ou disposição não forem respeitados. Entre eles incluímos os metais pirofóricos finamente divididos; metais alcalinos como o sódio ou potássio; um grande número de organometálicos incluindo alquilalumínio e alquilzinco; substâncias orgânicas misturadas com oxidantes fortes; silano e fósforo branco. Alguns dos compostos comuns que possuem baixo ponto de autoignição (400°C) são o dissulfeto de carbono (80°C), dietil éter (160°C), acetaldeído (175°C), n-hexano (225°C), n-heptano (215°C), ciclohexano (245°C), n-pentano (260°C), etanol (365°C), metanol (385°C), e isopropanol (399°C) (PATNAIK, 2011).

b) Riscos de explosões

Uma explosão ocorre quando um composto instável passa por uma reação que produz a liberação rápida e violenta de energia. Se essa inesperada liberação de energia não for dissipada rapidamente, os produtos da reação, que são predominantemente gases ou fumos, podem causar uma pressão excessivamente alta resultando em ruptura violenta dos recipientes. Uma reação

de explosão pode ser espontânea ou iniciada por luz, calor, fricção, impacto ou um catalizador. As explosões não são restritas aos sistemas fechados. Se a taxa de propagação dos produtos gasosos, vindos do local de origem, excederem à velocidade do som, uma detonação pode ocorrer, também, em um sistema aberto. Por exemplo, 1g de nitroglicerina é completamente transformada em dióxido de carbono, nitrogênio, oxigênio e água em milésimos de segundo. Tais explosivos de alta potência passam por reações espontâneas que liberam quantidades enormes de energia que podem rapidamente aumentar a temperatura ambiente de 2.000-3.000^o C, resultando em um grande aumento da pressão, produzindo ondas de choques que conferem à explosão a sua capacidade de destruição. Isto é conhecido como potência de arrebatamento. O grau de detonação de explosivos de alta potência pode exceder a 5.000 metros por segundo (m/s). As características explosivas, portanto, dependem de dois fatores: (1) quanta energia é liberada, (2) a velocidade de liberação da energia. A primeira é uma propriedade termodinâmica e pode ser calculada com base no calor de formação. Compostos com altos níveis de calor de formação com as azidas, fulminatos e acetilídeos de certos metais, são explosivos. Uma explosão pode também acontecer quando a taxa de uma reação exotérmica é excessivamente rápida, como por exemplo, a polimerização da acroleína ou do álcool alílico. Na presença de um catalizador, como a soda cáustica, a reação é extremamente rápida, resultando em uma explosão. Compostos que contêm os grupos funcionais azida, acetilido, diazo, nitroso, aloamina, peróxido e ozônide são sensíveis ao choque e ao calor e podem explodir violentamente. Substâncias oxidantes fortes como os percloratos, cloratos, permanganatos, cromatos, bromatos, iodatos, cloritos e nitratos podem reagir violentamente com substâncias orgânicas, ácidos, bases e agentes redutores. Tais reações, em temperaturas elevadas, podem ser explosivas. Compostos orgânicos que contêm o grupo nitro são altamente reativos, especialmente na presença de substituintes halogênicos (PATNAIK, 2011).

X. Danos ao meio ambiente

“Considera-se dano ambiental qualquer lesão ao meio ambiente causado por ação de pessoa, seja ela física ou jurídica, de direito público ou privado. O dano pode resultar na degradação da qualidade ambiental (alteração adversa das características do meio ambiente).” (Oliveira, 1995).

No contexto da Segurança Química, os possíveis danos ambientais provocados pelo manuseio, utilização e armazenamento de produtos químicos, nos ambientes escolares e laborais, também devem ser levados em consideração e serem tratados com a importância devida. Deve-se prover os meios necessários para que todos os lugares que circundam o local onde o produto é utilizado ou estocado, assim como os locais para onde serão levados os resíduos do uso do referido produto, possuam protocolos de segurança adequados. O risco de contaminação do ar, do solo e da água deve ser reduzido (FREITAS, 2000).

XI. Controle de riscos

Controlar o risco significa diminuir e se possível, eliminar a possibilidade do produto químico vir a provocar um dano.

Só conseguimos controlar algo que conhecemos, então a primeira coisa a fazer é o reconhecimento dos riscos presentes nos ambientes de trabalho e escolar. Então, a seguir estão elencadas diversas sugestões, questões e procedimentos que foram julgados ser importantes para uma boa gestão das substâncias químicas. As informações a seguir foram descritas com base na publicação “Cadernos de Saúde do Trabalhador” publicado no ano de dois mil, cujo autor foi o Engenheiro de Segurança do Trabalho e Mestre em Saúde Pública Nilton Benedito Branco Freitas.

a) Reconhecimento do risco

É fundamental e de suma importância conhecer quais os produtos químicos utilizados no local de trabalho ou na instituição de ensino e, de que forma eles são utilizados durante o uso. Deve-se saber recolher e recondicionar possíveis sobras de substâncias, e que produtos poderão ser formados através desses resíduos.

Antes de se utilizar os produtos que chegam finalizados e embalados, deve-se observar as informações técnicas constantes nos rótulos e conhecer seus sistemas de identificação de perigos. Se forem necessárias informações adicionais ou complementares para a manipulação de determinado produto, deve ser consultada a Ficha de Informação Segurança do Produtos Químico (FISPQ), que obrigatoriamente, deve acompanhar o produto (FISPQ, 2011; Manual Para Atendimento de Emergências Com Produtos Perigosos – CBMERJ).

b) Avaliação do risco

Após se ter ciência dos efeitos e características das substâncias em questão, como por exemplo, natureza e composição química, é necessário fazer uma avaliação dos riscos que os alunos, professores e funcionários correrão no manuseio desses produtos.

c) Medidas de controle relativas a origem do produto

A medida mais eficiente de controle é a diminuição da periculosidade, ou seja, a substituição de um produto perigoso por outro menos perigoso. Sempre que possível, devemos procurar utilizar o produto de menor grau de periculosidade (Guia Toxicológico de Produtos Perigosos – CBMERJ, 2002).

d) Medidas de segurança

- Todos os produtos devem possuir rótulo escrito em linguagem clara, em idioma compreendido pelos manipuladores, e com símbolos indicativos dos danos principais que eles podem provocar. Os rótulos devem estar sempre limpos e mantidos, sempre que possível, no seu estado original;
- Em todos os locais onde houver produto químico perigoso devem ser colocados sinais e avisos que indiquem a sua presença. Estes sinais e avisos devem estar bem localizados, visíveis, e devem ser compreensíveis. É importante que haja uma troca periódica de alguns avisos e sinais de identificação, sempre que possível, para que os funcionários, alunos e professores não se acostumem, caso contrário, essas identificações poderão perder suas funções;

- É preciso assegurar que as medidas de controle já instaladas, estejam funcionando corretamente. Podem ser instalados outros sistemas de alarmes, sonoros e luminosos, que indicarão eventuais vazamentos ou aumentos de concentração de certas substâncias no ar e que ultrapassem limites estabelecidos (FREITAS, 2000).

e) Medidas de controle relativas aos alunos, professores e funcionários

Devem ser tomadas medidas adicionais e complementares relativas à saúde e ergonomia que atuarão em conjunto com às relacionadas no tópico anterior. Dificilmente as medidas relativas aos fatores humanos substituem as medidas relativas ao ambiente de trabalho. Com isso, os professores, funcionários e alunos não podem ser vistos como os únicos e principais responsáveis na prevenção dos acidentes e doenças.

XII. Proposta de capacitação em segurança química nas escolas do ensino médio técnico

Com base no descrito acima e na experiência profissional de especialista em emergências com produtos perigosos e perito do Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio de Janeiro, após observar a deficiência nas questões relativas à segurança dos ambientes escolares do ensino médio técnico durante a manipulação de produtos químicos em todas as fases de utilização, desde a entrada até seu descarte, durante as visitas técnicas profissionais e nas visitas relacionadas às pesquisas para o presente trabalho, verificou-se a necessidade da inserção de um módulo curricular relacionado ao tema. Módulo este que poderá ser inserido como obrigatório nas escolas que manipulam produtos químicos no ensino médio técnico, como também, pode ser ajustado e inserido no modal de palestras e cursos rápidos para que os alunos, professores e funcionários possuam o básico para garantir saúde e segurança de forma adequada.

A seguir serão descritos os tópicos da referida capacitação:

a) Objetivos da capacitação

Orientar professores, alunos e funcionários para o desempenho seguro na manipulação de produtos químicos, capacitando-os a:

- Conhecer noções básicas de atuação e manipulação com produtos químicos;
- Conhecer equipamentos básicos de segurança obrigatórios;
- Conhecer os riscos dos produtos químicos no ambiente de trabalho;
- Conhecer medidas de higiene pessoal e procedimentos permitidos no ambiente de laboratório escolar;
- Participar na prevenção de acidentes com produtos químicos;
- Utilizar equipamentos de proteção individual próprio;
- Executar isolamento de área em caso de acidente;
- Orientar o abandono do local em caso de necessidade;
- Prevenir pânico;
- Atuar em procedimentos elementares de retiradas de vítimas;
- Executar ações de primeiros socorros em acidentes com produtos químicos;
- Cooperar com o Corpo de Bombeiros, passando as informações básicas quando necessário.

b) Currículo da capacitação

Unidade Didática I –Identificação de Produtos Químicos no Transporte Rodoviário (04 horas-aula).

- a) Sistema de identificação do painel de segurança (classificação ONU e número de risco) – mecanismo obrigatório no transporte rodoviário de produtos químicos. O aluno deverá reconhecer o painel de segurança e realizar a leitura de seus elementos básicos;
- b) Rótulo de Risco e Classes de risco – mecanismo que acompanha o painel de segurança. É um sistema que complementa as informações dos painéis. O aluno deverá conhecer os principais rótulos e pictogramas existentes;
- c) Principais fontes de informação para o atendimento com produtos químicos – deverão ser informadas aos alunos as principais literaturas para serem utilizadas em uma identificação de produto ou emergência, tais como, FISPQ's, fichas de emergências, manual da ABIQUIM, aplicativos de celular relacionados ao tema, etc.;
- d) Utilização do Manual da ABIQUIM (Associação Brasileira das Indústrias Químicas) – principal literatura de ajuda para a identificação e atendimento em caso de emergência com produtos químicos;

e) Diamante de Hommel. – mecanismo de identificação internacional de riscos de produtos químicos utilizado pelo Brasil nas instalações fixas (não utilizado em transporte), tais como, laboratórios, tanques de armazenamento, etc.

Unidade Didática II – Equipamentos básicos utilizados e procedimentos seguros de manipulação usual e intervenção em acidentes envolvendo Produtos Químicos (04 horas-aula).

a) Características e emprego dos equipamentos de proteção coletiva, tais como chuveiros de emergência, lava olhos, cobertas ou mantas para abafamento de fogo; e individual, tais como luvas, óculos de segurança, roupas de proteção adequadas, dentre outros – fazer com que os alunos conheçam os principais equipamentos básicos de segurança existentes e se possível, apresentá-los e ensinar como devem ser utilizados;

b) Características dos equipamentos básicos usados no controle e contenção de derramamentos de Produtos Químicos – mostrar para os alunos, e se possível utilizar, os equipamentos de contenção e controle de emergências, tais como tapetes, travesseiros e mantas absorventes, recipientes para armazenamento de resíduos, etc.;

c) Áreas de atuação e isolamento de área – mostrar para os alunos a importância do isolamento da área, ensinando sobre as áreas quente, morna e fria, em caso de acidente, para que a emergência não se agrave. Mostrar que existem diferentes abrangências e locais de contaminação dependendo do produto envolvido, que poderão ser observadas nas literaturas de referência comentadas anteriormente;

d) Procedimentos seguros no laboratório – mostrar para os alunos o que deve ou não ser feito em um ambiente que exista produtos químicos, regras de conduta e manipulação, higiene, etc.

Unidade Didática III – Estudos dos produtos químicos existentes no local de trabalho (04 horas-aula).

a) Princípios básicos de toxicologia envolvendo produtos químicos – conhecer o básico sobre toxicologia dos produtos químicos, como rotas de exposição, relação da dose do produto com suas reações adversas;

- b) Características e propriedades – os alunos deverão conhecer as características e propriedades das principais substâncias que eles terão contato, para que as identifique da forma correta e saibam o que fazer em caso de emergência;
- c) Utilização da FISPQ (Ficha de Informação de Segurança dos produtos Químicos) – saber fazer a leitura desta ficha, conhecer as principais de acordo com os produtos existentes na escola, e quais são os itens necessários que este documento deve ter;
- d) Características dos Produtos Perigosos através das classificações de risco – conhecer o básico de classificação de risco em caso de acidente. É importante para que o aluno tenha a real dimensão da gravidade do acidente e passe as informações básicas e específicas para os órgãos respondedores competentes.
- e) Estudo dos Riscos envolvidos nos Produtos Perigosos existentes no local de trabalho – conhecer, com base na FISPQ, as principais consequências em caso de contato com produto químico (inalação, absorção cutânea e ingestão).

Unidade Didática IV – Controle de acidentes (04 horas-aula).

- a) Elementos de prevenção ao acidente – conhecer procedimentos básicos de combate a incêndios e prevenção de acidentes;
- b) Características e tipos de proteção respiratória em caso de inalação – conhecer os tipos de peças faciais filtrantes e máscaras de respiração mais utilizados de acordo com o produto químico envolvido;
- c) Procedimentos de emergência em caso de contato com o produto – conhecer procedimentos no que fazer em caso de contato com o produto, como por exemplo, pomadas que podem ser utilizadas, aplicação de água corrente, etc.;
- d) Procedimentos de emergência em caso de ingestão do produto – saber o que fazer em caso de ingestão do produto. Saber a quem recorrer, o que pode ou não oferecer para a vítima e como ajudá-la;
- e) Estudo de casos de acidentes envolvendo produtos químicos – mostrar para os alunos alguns casos de acidentes que ocorreram envolvendo produtos químicos, mostrando dentro do possível, as vítimas acidentadas, procedimentos corretos e incorretos adotados e os danos ambientais, matérias e humanos causados por tal emergência.

Unidade Didática V – Primeiros Socorros no atendimento envolvendo Produtos Químicos (04 horas-aula).

- a) Suporte básico de vida – conhecer procedimentos básicos de atendimento a vítimas em caso de emergências cardiovasculares, como manobras de compressão cardíaca, respiração artificial, posicionamento seguro no solo, etc. Estes conhecimentos são necessários não somente para o ambiente escolar mas também para o cotidiano dos alunos;
- b) Transporte e manipulação da vítima – saber como manipular e transportar as vítimas de forma segura em caso de acidentes para que não ocorra o agravamento das lesões.

Unidade Didática VI- Exercícios práticos e simulados (04 horas-aula).

- a) Exercício de utilização de equipamentos de proteção coletiva e individual – mostrar para os alunos como se devem ser utilizados, colocação e higienização dos equipamentos de segurança comentados na unidade didática II;
- b) Exercícios de identificação de produtos perigosos utilizando literatura de referência – propor aos alunos confecções de painéis e rótulos de sinalização de produtos que eles mais possuem contato em seus cotidianos;
- c) Exercício simulado básico de procedimentos em caso de acidentes com produtos químicos – mostrar para os alunos o que fazer em caso de acidente, simulando um cenário fictício e propondo possíveis soluções para a elucidação ou controle da emergência.

c) carga horária da capacitação: Vinte e quatro (24) horas.

d) Metodologia de ensino: Emprego dos processos de ensino a serem aplicados vai depender da disponibilidade de recursos da escola, como também, de seus profissionais. A seguir, são citados alguns exemplos de processos que poderão fazer parte da metodologia de ensino. Poderão ser utilizados um ou mais processo, como por exemplo:

- Palestras e entrevistas – poderão ser convidados profissionais de áreas técnicas específicas para ministrar alguns conteúdos citados nas unidades didáticas;
- Dinâmicas de grupo e debates – fazer com que os alunos troquem experiências sobre o tema abordado e propor a busca de soluções para alguns tipos de acidentes;
- Visita às instalações da escola ou local de trabalho – fazer uma visita ao local onde se manipulam os produtos químicos na escola;
- Demonstração – poderão ser demonstradas as formas de utilização dos equipamentos básicos de segurança e emergência e suas aplicações;
- Exercícios práticos e Simulados – simular situações de emergência para que os alunos realizem as ações básicas necessárias para sanar a emergência e solicitar ajuda profissional.

d) Avaliação da aprendizagem

A avaliação do aprendizado poderá ser feita através de confecção de painéis e rótulos de identificação de produtos químicos, de forma individual ou em grupo, pequenos testes de identificação visual dos sistemas de identificação ou busca de procedimentos de segurança existentes nas fichas de emergências, para que possibilite verificar se houve aprendizado do conteúdo em um nível mínimo e condizente com a importância e com as necessidades das tarefas a serem executadas nos ambientes de trabalho e escolar, e em conformidade com os objetivos da capacitação. Essas avaliações deverão ser adequadas às realidades de cada instituição de ensino médio técnico e elaboradas após a aplicação dos módulos de capacitação.

e) Equipe técnica pedagógica

Participação na execução, avaliação e acompanhamento do treinamento, os profissionais com renomados conhecimentos sobre o tema sejam eles professores, bombeiros militares especializados, técnicos, engenheiros dentre outros com comprovada proficiência no assunto.

XIII. Considerações Finais

O avanço das discussões sobre a importância e o aspecto global da Segurança Química foi sendo obtido através das discussões efetuadas em seminários e reuniões nacionais, e em grandes eventos e convenções, com consequentes acordos internacionais.

O ciclo de preocupação nacional e mundial sobre as consequências ambientais e à saúde, decorrentes dos perigos associados às substâncias químicas, iniciou-se na década de 70 com amplos debates, na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, em Estocolmo. Dessa Conferência resultou a criação do PNUMA – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente – United Nations Environment Programme-UNEP/PNUMA, em 1980, e do Programa Internacional de Segurança Química (PISQ), direcionado a avaliar os riscos das substâncias químicas para a saúde humana e o meio ambiente e dar bases de apoio científico aos estados membros para a elaboração de suas medidas de segurança química.

Com base nisso, uma gestão segura e saudável de produtos químicos só existe quando reduzimos ao máximo os riscos para a saúde humana e para o meio ambiente durante todo o ciclo de vida desses produtos. Professores, alunos e funcionários que frequentam as escolas do ensino médio técnico precisam conhecer melhor os efeitos dos produtos sobre a saúde e sobre o meio ambiente, medidas de proteção e emergenciais para que sejam minimizados os riscos de contaminações cujos danos podem ser de curto, médio e longo prazo.

A implantação de um treinamento básico eficaz com relação aos riscos das substâncias químicas torna-se uma alternativa viável e necessária para a segurança não só do manipulador mas de tudo que o cerca. Essas medidas de capacitação são de fácil aplicação e podem ser operacionalizadas no momento de sua implantação sem grandes ônus à Instituição.

Deve-se considerar que esses mecanismos de segurança química nos ambientes de trabalho e escolar corroboram também com as políticas nacionais e internacionais vigentes supracitadas sobre o uso e manipulação de produtos químicos, nas quais existem acordos e convenções em que o Brasil é signatário.

Salienta-se ainda que foram pesquisadas algumas escolas públicas e privadas do ensino médio técnico, que possuíam manipulação com produtos

químicos, e que na maioria delas (cerca de 80%) os alunos, professores e funcionários não possuíam orientações básicas de segurança química.

Com isso, propõe-se a implantação deste mecanismo de capacitação, por parte do corpo docente ou responsável técnico, antes de determinado grupo de pessoas entrarem em contato com produtos químicos nos ambientes de trabalho e escolar do ensino médio técnico, convergindo assim, com todas as questões importantes relativas à gestão de substâncias químicas e com a segurança química como um todo, buscando uma maior prevenção e redução de riscos e, conseqüentemente, redução de acidentes e desastres.

XIV. Referências

- ✓ ABIQUIM. **Associação Brasileira da Indústria Química**. Dados retirados do site www.abiquim.org.br entre 15/06/2013 e 03/06/2014.
- ✓ ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14725**. Rio de Janeiro, Maio de 2014.
- ✓ BROWN, H. Douglas. **Principles of Language learning and Teaching**. New York:Longman, 2000.
- ✓ CAJAS, F. **La alfabetización científica y tecnológica: la transposición didáctica del conocimiento tecnológico**. Enseñanza de las ciências, 19:243-254, 2001.
- ✓ De Lucas, AG. **O Ensino de Química e algumas considerações**. Linhas, 2:1,2001.
- ✓ FISPQ (**Ficha de Segurança de Produtos Químicos**) – Fornecedores.
- ✓ FONSECA, Joselito Protásio da. **Guia Toxicológico de Produtos Perigosos - Compostos Inorgânicos, Compostos Orgânicos, Corrosivos, Gases, Metais e Metalóides, Pesticidas, Alcalóides e Agentes Químicos de Guerra** – CBMERJ. Rio de Janeiro, 2002.
- ✓ FREITAS, Nilton Benedito Branco. **Riscos Devido à Substancias Químicas**. Cadernos de Saúde do Trabalhador, nº02, INST, CUT, junho 2000.
- ✓ <http://www.einstein.br/einstein-saude/em-dia-com-asaude/Paginas/conheca-os-efeitos-da-soda-caustica-no-organismo.aspx>. Junho, 2014.
- ✓ <http://www.eco-usa.net/toxics/quimicos-p/xileno.shtml>. Junho, 2014.
- ✓ <http://saude.culturamix.com/doencas/dermatose-ocupacional-doenca-relacionada-ao-trabalho>. Junho, 2014.
- ✓ <http://www.coshnetwork.org/sites/default/files/caderno2%20risco%20quimico.pdf>. Dezembro, 2014.
- ✓ <http://www.periodicos.udesc.br/index.php/linhas/article/viewFile/1292/1103>. Consulta em 09 de maio de 2013.
- ✓ <http://annq.org/eventos/upload/1330119994.pdf>. Janeiro, 2015.
- ✓ JIMENEZ-LISO, MR; SANCCHESES-GUADIX, MA; MANUEL, ETD. **Química cotidiana para la alfabetización científica: realidade o utopia?** Educación Química, 13:259-273, 2002.
- ✓ JUSTI, RS; RUAS, RM. **Aprendizagem de Química reprodução de pedaços isolados de conhecimento?** Revista Química Nova na Escola, 5:24-27, 1997.
- ✓ LOPES, ARC. **Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio e a submissão ao mundo produtivo: o caso do conceito de contextualização**. Educação & Sociedade, Campinas, 23:386-400, 2002.
- ✓ LUTFI, M. **Os Ferrados e Cromados: produção social e apropriação privada do conhecimento químico**. Ijuí, Ed. UNIJUÍ: 1992.
- ✓ **Manual Para Atendimento de Emergências Com Produtos Perigosos - 3.Ed.** São Paulo, 1999. 234p. [www.ABIQUIM.org.br].

- ✓ OLIVERA, E. M. **Educação ambiental: uma possível abordagem.** Brasília: Ibama, 1995.
- ✓ Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) – Ensino Médio; Ministério da Educação, 1999.
- ✓ PATNAIK, Pradyot. Guia Geral – **Propriedades Nocivas das Substâncias Químicas.** 2. ed. Belo Horizonte: Ergo, 2011. 2 v.v.1.
- ✓ PATNAIK, Pradyot. Guia Geral – **Propriedades Nocivas das Substâncias Químicas.** 2. ed. Belo Horizonte: Ergo, 2011. 2 v.v.2.
- ✓ SANTA MARIA, LC; Amorim, MCV; Aguiar, MRMP; Santos, ZAM; Castro, PSCBG; Balthazar, RG. **Petróleo: um Tema para o Ensino de Química.** Química Nova na Escola, 15:19-23, 2002
- ✓ SANTOS, WLP; SCHNETZLER, RP. **Educação em Química - Compromisso com a cidadania.** Ijuí: Editora UNIJUI, 4^a. Edição, 1997.
- ✓ SCHNETZLER, RP; ARAGÃO, RMR. **Importância, Sentido e Contribuições de Pesquisa para o Ensino de Química.** Química Nova na Escola, pesquisa 1:27-31, 1995.
- ✓ SILVA, AM. **Proposta para tornar o ensino de química mais atraente.** Revista de Química Industrial, 271:7-12, 2011.
- ✓ SANTOS, WLP; MORTIMER, EF. **Concepções de professores sobre contextualização social do ensino de química e ciências.** In: Reunião anual da sociedade brasileira de química, 22, 1999. Anais... Poços de Caldas: Sociedade Brasileira de Química, 1999.
- ✓ SILVA, ELD; MARCONDES, MER. **Visões de contextualização de professores de química na elaboração de seus próprios materiais didáticos.** Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciência, 12:101-118, 2010.
- ✓ WARTHA, EJ; SILVA, EL; BEJARANO, NRR. **Cotidiano e Contextualização no Ensino de Química.** Química Nova na Escola, 35:1-8, 2013.
- ✓ WARTHA, EJ; ALÁRIO, AF. **A contextualização no ensino de química através do livro didático.** Química Nova na Escola, 22:42-47, 2005.

