

## Seleção dos "elementos tóxicos"

A escolha dos elementos associados à toxicidade, os únicos capazes de competir de igual para igual com o Carbono, teve um grau de subjetividade. A toxicidade é relativa aos organismos e às quantidades e está usualmente associada a compostos, não aos elementos químicos. O Arsênio, por exemplo, é um dos venenos mais antigos para a nossa espécie, tradicionalmente na forma de seu óxido, o arsênico ( $As_2O_3$ ). Por outro lado, pequenas quantidades deste elemento são também essenciais a todos os organismos vivos, inclusive o ser humano. Há um caso mais extremo: no final de 2010, a NASA descobriu uma bactéria que se alimenta diretamente deste elemento e substituiu o fósforo em sua estrutura do DNA. Apesar de esta pesquisa ainda encontrar-se em debate, é um ótimo augúrio na busca de formas alternativas de vida!

A rigor, dependendo do composto e da quantidade, praticamente todos os elementos químicos podem ser considerados tóxicos. A exceção usual são os gases nobres e os metais do grupo da platina; contudo, mesmo estes podem formar compostos nocivos. Levando em conta a representação social mais comum de nossos alunos ou as necessidades de conscientização pelos nossos professores, relacionamos no jogo Trunfo Químico alguns elementos que formam compostos potencialmente tóxicos, conforme a descrição que segue. Nas lâminas eles foram relacionados com um sinal de exclamação.

Elemento	Justificativa
<b>Alumínio</b>	Nós ingerimos pequenas quantidades de Alumínio de várias formas, especialmente nos alimentos ou bebidas azedas armazenadas em recipientes de alumínio, em antitranspirantes (usualmente $Al_2(OH)_5Cl_2$ ) e na água potável ( $Al_2(SO_4)_3$ é amplamente usado como agente floculante). Existem evidências, apesar de ainda bastante controversas, de que o excesso de Alumínio provoca câncer e a doença de Alzheimer, mas não há dúvidas de que, em excesso no organismo, compostos de alumínio podem comprometer o funcionamento neuronal, entre outros efeitos deletérios.
<b>Arsênio</b>	O Arsênio é um ametal presente no ambiente, seja pela atividade humana ou por mecanismos naturais. Sabe-se que a contaminação pelos seus compostos – arseníase – provoca desde dores de cabeça e abdominais até o colapso do sistema circulatório. Seu uso continuado, especialmente pela ingestão de água contaminada, contribui significativamente para o aumento da incidência de câncer, principalmente de pulmão, pele e fígado. Os efeitos deletérios do Arsênio são aumentados quando combinados a outros elementos tóxicos ou com a fumaça de cigarros.
<b>Césio</b>	No Brasil, o isótopo 137 do Césio foi protagonista de um dos mais graves episódios de contaminação por radioatividade, que ficou conhecido como Acidente de Goiânia ou Acidente do Césio-137. Ele ocorreu em 1987 devido à manipulação desavisada de uma amostra de cloreto de césio-137 contida em um equipamento de radioterapia abandonado irregularmente. A amostra do sal deste isótopo de Césio produz um encantador brilho azulado na penumbra, mas que levou a pelo menos 11 mortes e

	<p>mais de 600 pessoas contaminadas. Excetuando essas eventualidades, o uso do Césio não tem sido um problema grave, sendo um metal com diversos usos importantes.</p>
<b>Chumbo</b>	<p>A intoxicação crônica ou aguda por Chumbo é conhecida como saturnismo ou plumbismo. O Chumbo não tem qualquer papel no organismo, mas, ao ser introduzido, sua toxicidade advém da habilidade de seus íons, principalmente <math>Pb^{2+}</math>, de substituir outros metais, como Cálcio, Ferro e principalmente o Zinco, que exercem funções importantes. Entre as principais fontes atuais de contaminação estão tintas de exterior, atividades industriais e tubulações de Chumbo, ainda comuns em alguns bairros antigos do Rio de Janeiro, como Copacabana. Nestes locais, o controle do pH da água que circula nos tubos é feita de forma mais rigorosa que o usual.</p>
<b>Cloro</b>	<p>O gás Cloro (<math>Cl_2</math>) foi o primeiro composto venenoso utilizado na 1ª Guerra Mundial, cujos efeitos incluem queimadura na pele e irritação nas mucosas respiratórias, podendo ainda lesar irreversivelmente o sistema nervoso. Outros gases venenosos usados posteriormente em guerras, como o fosgênio e o gás mostarda, de efeitos terríveis, e outros menos tóxicos, como o DDT, também contêm Cloro. Em nível global, o efeito mais nocivo do Cloro deve-se aos clorofluorcarbonetos, como o CFC, amplamente utilizados em equipamentos de refrigeração. A partir da década de 1970 descobriu-se que eles eram os protagonistas do aumento do buraco da camada de ozônio, levando a um aumento da incidência de radiação ultravioleta sobre o planeta e, com este, o câncer de pele.</p>
<b>Crômio (Cromo)</b>	<p>O Cromo tem grande aplicação nos curtumes e no ramo da metalurgia, especialmente na cromagem de peças, proporcionando aumento da resistência e um brilho esteticamente bastante apreciado. Foi e ainda tem sido muito utilizado em laboratórios químicos em análises volumétricas ou, especialmente, para limpeza de vidrarias por meio da solução sulfocrômica (extremamente tóxica, deveria ser banida!). O Cromo é um metal que pode formar grande variedade de compostos, alguns altamente carcinogênicos.</p>
<b>Estanho</b>	<p>O Estanho é geralmente considerado não tóxico, mas muitos compostos orgânicos com este elemento são tóxicos, especialmente o trietil ou o trimetil estanho. Eles podem ser formados pela ação bacteriana sobre o Estanho liberado após o comprometimento mecânico (i.e., amassamento) ou químico (i.e., corrosão) do revestimento interno das embalagens de lata utilizadas pela indústria alimentícia, os conhecidos “enlatados”.</p>
<b>Flúor</b>	<p>O Flúor é um ingrediente importante dos dentifrícios, bastante presentes em nosso dia a dia nas pastas de dentes e nas sessões (por vezes torturantes) com os nossos dentistas. Seu uso deve ser cuidadoso: ele não deve ser engolido, por exemplo. Entre os possíveis danos estão osteoporose e fluorose. Outra presença marcante e bastante questionada deste elemento está em nossa água de torneira. Sua adição para a prevenção das cáries nunca foi totalmente comprovada, e alguns</p>

	<p>pesquisadores alegam que traz mais prejuízos do que benefícios. Se toda a população tivesse bons hábitos de higiene bucal e alimentares, evitando o consumo excessivo de açúcares, a utilização de água fluoretada poderia ser dispensada.</p>
<b>Fósforo</b>	<p>A maioria dos compostos do Fósforo é atóxica; são nutrientes indispensáveis para a manutenção da vida. No entanto, uma grande variedade de compostos organofosforados é extremamente tóxica e, por isso, utilizada como arma química (o mais famoso deles é o Sarin) e como pesticida, o que inclui inseticidas, herbicidas e fungicidas, entre outros. O uso indiscriminado de pesticidas na agricultura, especialmente abusivo no Brasil e sob a tutela de interesses inescrupulosos, torna os fosfatos um ingrediente letal, mesmo em baixas quantidades (que tal propor que nossos alunos busquem alternativas mais saudáveis?!). Pesquisas demonstram que crianças expostas a um maior nível de contaminação, como pelo consumo de frutas e verduras contaminadas, têm atrasos nas taxas de aprendizagem, redução da coordenação física e problemas comportamentais. A contaminação está também associada ao aumento da incidência do Mal de Alzheimer.</p>
<b>Mercúrio</b>	<p>O Mercúrio como elemento é pouco tóxico, mas, sob as condições usuais de temperatura e pressão, uma pequena fração do Mercúrio oxida, formando o HgO (óxido mercúrico ou de mercúrio II). Devido à polaridade desta molécula, o óxido é muito suscetível a uma série de reações químicas. Um dos compostos mais perigosos de Mercúrio é o dimetilmercúrio (<math>\text{Hg}(\text{CH}_3)_2</math>): poucas gotas bastam para causar a morte. Ele pode ser facilmente produzido por bactérias encontradas em sedimentos fluviais, que introduzem o radical orgânico <i>metil</i> no Mercúrio como mecanismo de expelir o metal pesado. Após isso, ele é facilmente incorporado às paredes celulares de peixes e frutos-do-mar, seus principais intermediários para a contaminação humana. O desastre na Baía de Minamata, no Japão, é o exemplo mais famoso e brutal de envenenamento por Mercúrio ocorrido sobre uma população.</p>
<b>Nitrogênio</b>	<p>A grande maioria dos explosivos contém grupos nitratos (<math>\text{NO}_3^-</math>) e nitritos (<math>\text{NO}_2^-</math>), como TNT, nitroglicerina, PETN, pólvora (<math>\text{KNO}_3</math>). Esta ligação do Nitrogênio mostrou-se especialmente devastadora ao longo dos séculos, provendo o principal componente bélico de todo gênero de conflito e guerras e suas incontáveis mortes. O Nitrogênio também faz parte da composição de moléculas por vezes perigosas, como nicotina, cafeína, morfina e fertilizantes artificiais. Estes últimos têm sido notadamente utilizados em excesso durante as últimas décadas, provocando diversos danos ao ecossistema da planta e do planeta, poluindo as águas que abastecem as populações das grandes cidades. Nitratos e nitritos de Sódio (<math>\text{NaNO}_3</math> e <math>\text{NaNO}_2</math>) estão também entre os principais conservantes das carnes processadas, como salsicha, presunto e bacon. Existem fortes evidências de que são causadoras de câncer.</p>
<b>Sódio</b>	<p>O Sódio é um elemento usualmente não caracterizado como tóxico, pois seus sais, principalmente o sal de cozinha (<math>\text{NaCl}</math>), estão muito presentes na natureza e em nosso organismo. Entretanto, seu consumo tem sido excessivo, e isso se deve não</p>

	<p>apenas ao mau uso dos salteiros sobre nossas mesas, mas também à sua presença maciça em alimentos industrializados, especialmente nos salgadinhos e <i>fast foods</i> tão apreciados pelos nossos alunos. A elevada ingestão de Sódio (sal de cozinha) aumenta a retenção de líquidos, eleva a pressão sanguínea e pode causar hipertensão, responsável pelos infartos e AVC (acidentes vasculares cerebrais). Também pode comprometer o funcionamento dos rins.</p>
<b>Urânio</b>	<p>O Urânio não chega a ser um problema ambiental grave; o seu grande perigo, contudo, reside em seu potencial destrutivo. Neste sentido, conta com o infeliz histórico de ser o protagonista de um dos advenços mais traumatizantes da história de nossa espécie: a explosão da primeira bomba nuclear sobre uma população, em Hiroshima em agosto de 1945. Do ponto de vista dos efeitos das emissões radioativas, há diversos riscos de desenvolvimento de câncer em indivíduos expostos ao urânio ou de seus filhotes de decaimento radioativo, mesmo sob baixas doses de radioatividade. Os acidentes mais famosos foram os vazamentos da usina nuclear de Chernobyl, na Rússia, em 1986, e, recentemente, das usinas de Fukushima, no Japão, em 2011.</p>

**Coordenação didático-pedagógica** - Esteban Lopez Moreno

**Revisão e colaboração** - Alexandre Rodrigues Alves, Angelo Longo Filho, Carmelita Portela, Elizete de Moraes Martins da Silva, Eduardo Monteiro Martins, Eufrása Reis, Flavio Folly, Joaquim Fernando Mendes da Silva, José Alberto Bonapace, Luís Roberto Brudna Holzle e Mauro Braga França.

**Apoio**

Fundação CECIERJ - Centro de Ciências e Educação Superior a Distância do Estado do Rio de Janeiro

FAPERJ - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro

Secretaria de Ciência e Tecnologia - Governo do Estado do Rio de Janeiro



Este trabalho está sob uma licença Creative Commons Atribuição - Uso Não Comercial - Compartilhamento pela mesma Licença 2.5 Brasil.