





Smart Object como Ferramenta Pedagógica para Abordar Acidentes Químicos no Ensino Médio

Smart Object as a pedagogical tool for addressing Chemical Accidents in High School

Gustavo G. Souza,^a  Priscila Tamiasso-Martinhon,^{a,b}  Célia Regina S. da Silva,^{a,b}  Angela S. Rocha^{a,c,*} 

^a Universidade Federal do Rio de Janeiro, Cidade Universitária, Instituto de Química, Programa de Mestrado em Química em Rede Nacional (PROFQUI), CEP 21941-909, Rio de Janeiro-RJ, Brasil

^b Universidade Federal do Rio de Janeiro, Cidade Universitária, Instituto de Química, Departamento de Físico-Química, CEP 21941-909, Rio de Janeiro-RJ, Brasil

^c Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Campus João Lyra, Instituto de Química, Departamento de Físico-Química, CEP 20550-900, Rio de Janeiro-RJ, Brasil

*angela.sanches.rocha@gmail.com

- **Informações Gerais**

Os *Smart Objects* elaborados e validados são apresentados aqui, na forma de Informações Suplementares, com a formatação utilizada originalmente, de modo a gerar documentos com apenas 2 páginas cada um. Podem ser utilizados como o professor desejar, mas indicamos a distribuição para os alunos, para que cada um consiga utilizá-los dentro do tempo e disponibilidade individual, adicionando uma discussão posterior sobre os conteúdos em sala de aula.



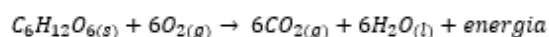
COMBUSTÃO

A **combustão** consiste na reação química entre uma substância denominada combustível com o oxigênio do ar (que nesse processo é chamado de comburente). Essa reação ocorre com uma liberação de energia intensa e, por esse motivo, é muito utilizada na geração de energia, como nos motores dos carros, por exemplo. Mas, como essa reação ocorre?



Figura 1 – Combustão em uma superfície. Imagem gerada usando ChatGPT.

É comum ligarmos os processos de combustão à presença de fogo. De fato, sempre que há fogo, há uma combustão. Porém, não é correto afirmar o contrário. Uma das reações de combustão mais comuns é a respiração celular, responsável pela liberação de energia utilizada pelos organismos. Nesse processo, a glicose atua como combustível:



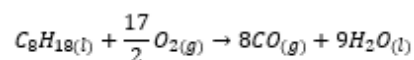
Portanto, a reação de combustão é um processo muito importante para a obtenção de energia. Nos automóveis, por exemplo, é utilizada a combustão do etanol, da gasolina ou do gás natural para geração de energia. Contudo, deve-se ter muito cuidado com as reações de combustão. Devido a grande quantidade de energia liberada numa reação altamente explosiva, é importante que um processo de combustão seja controlado. Uma combustão não desejada pode causar danos irreparáveis.

Figura S1. Primeira página do Smart Object 1 sobre combustão

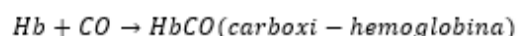
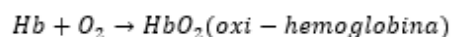


Figura 2 -. Combustão com explosão. Imagem gerada usando ChatGPT.

Além disso, uma combustão ocorrida em locais fechados pode gerar falta de oxigênio e liberar gases tóxicos, como o monóxido de carbono (CO). Veja como exemplo a combustão incompleta do octano, C_8H_{18} (componente da gasolina).



Quando há inalação do gás monóxido de carbono, este gera uma competição com o gás oxigênio (O_2) pela hemoglobina, já que ambos formam ligações com o íon ferro presente na hemoglobina (Hb). Porém, a ligação entre o CO e a hemoglobina (formando a carboxi-hemoglobina) é mais forte que a do O_2 . Isso acaba "desativando" a hemoglobina, que perde sua função transportadora de oxigênio. Esse processo pode causar morte por asfixia. A seguir as reações da hemoglobina com o O_2 e com o CO.



O **triângulo do fogo** é a representação dos três elementos necessários para iniciar uma combustão. Esses elementos são o combustível, que fornece energia para a queima, o comburente (O_2) que é a substância que reage quimicamente com o combustível e o calor que suplanta a energia de ativação, que é necessária para iniciar a reação entre combustível e comburente.



Figura 3 - Triângulo do fogo. Imagem gerada usando ChatGPT

É de importante conhecimento que a energia de ativação pode ser mínima e, sem o conhecimento necessário, pode ocorrer um grave acidente através de uma combustão indesejada.

Como exemplo, utilize seu aparelho celular para ler os códigos abaixo e ver como um simples aparelho telefônico pode causar um acidente fatal.

Celular causa explosão em posto de gasolina.



Além disso, confira nesse outro vídeo que, certas vezes, até mesmo a energia gerada pelo atrito (energia estática) pode gerar uma combustão acidental.

Eletricidade estática causa uma combustão



Figura S2. Segunda página do *Smart Object 1* sobre combustão

Baseado nas situações vistas anteriormente, resolva o problema a seguir:

Você chega em casa e sente um forte cheiro de gás vindo da cozinha. Provavelmente seu gás ficou aberto durante todo o dia. Como é de costume, sempre que entramos em um cômodo, acendemos a luz. Porém, nesse caso, não é recomendado que isto seja feito.

Por que não devemos acender a luz do ambiente? Descreva uma forma adequada de lidar com a situação.

Desvendando o mistério...

A notícia abaixo é do ano de 2013 e conta sobre um casal de namorados que foi encontrado morto dentro do carro dentro de uma garagem em São Gonçalo, RJ.

Após investigação, a conclusão foi de que o casal teria entrado na garagem e deixado o carro ligado para manter o ar-condicionado do veículo funcionando.

Casal encontrado em carro em São Gonçalo



Baseado em seus conhecimentos, tente desvendar detalhadamente o motivo da morte do casal.



RADIOATIVIDADE

Radioatividade é um fenômeno nuclear que resulta da emissão de energia por átomos, provocada em decorrência de uma desintegração, ou instabilidade, de elementos químicos. Desta forma, um átomo pode se transformar em outro átomo e, quando isso acontece, significa que ele é **radioativo**.

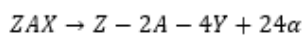


Figura 1. Símbolo radioatividade. Imagem gerada usando ChatGPT

Para que esta transformação ocorra, o átomo radioativo libera partículas ou ondas com atividade radioativa, a fim de baixar seu nível de energia e se estabilizar. As partículas liberadas podem ser a alfa (α) ou a beta (β), e ainda pode ocorrer a liberação de radiação gama (γ) na forma de onda.

Partículas alfa (α)

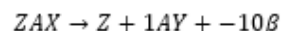
São constituídas por 2 prótons e 2 nêutrons, sendo assim núcleos de hélio liberados pelos átomos radioativos. Nessa transformação, o átomo se transforma em um átomo de um novo elemento cujo número atômico é 2 unidades menor e o número de massa 4 unidades menor.



Partícula beta (β)

Ocorre quando um nêutron se transforma em um próton e há a emissão de um elétron. Nesse processo, o nêutron é desintegrado em um próton, um elétron e um neutrino. O próton se mantém no núcleo e o elétron é expulso. Como no processo é gerado um novo próton para o núcleo, o átomo resultante tem seu número atômico 1 unidade maior. A massa, porém, não

se altera, pois o novo próton supre o nêutron que foi desintegrado



Radiação gama (γ)

Geralmente, após a emissão de uma partícula alfa ou beta, o núcleo resultante desse processo, ainda com excesso de energia, procura estabilizar-se, emitindo esse excesso em forma de onda eletromagnética, da mesma natureza da luz, denominada radiação gama. Esta, por se tratar apenas de energia, é a radiação com maior poder de penetração, podendo atravessar a pele, os tecidos e chegar até os órgãos.

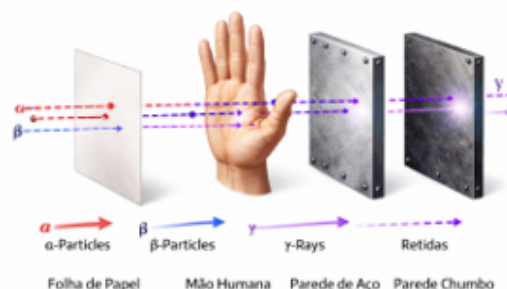


Figura 2. Capacidade de penetração de radiações. Imagem gerada usando ChatGPT

É comum sempre relacionarmos a radioatividade a situações perigosas. De fato, sempre que há radioatividade envolvida, diversos cuidados devem ser tomados!

Porém, a radioatividade é amplamente utilizada em avanços da medicina, como nos procedimentos de radioterapia.

Em 1939 Enrico Fermi constatou que nêutrons liberados na desintegração de Urânio-235 incidiam em átomos vizinhos ocasionando desintegrações sucessivas, desta forma seriam possíveis reações em cadeia possibilitando assim a produção em grande escala da energia nuclear.

Figura S3. Primeira página do *Smart Object 2* sobre radioatividade



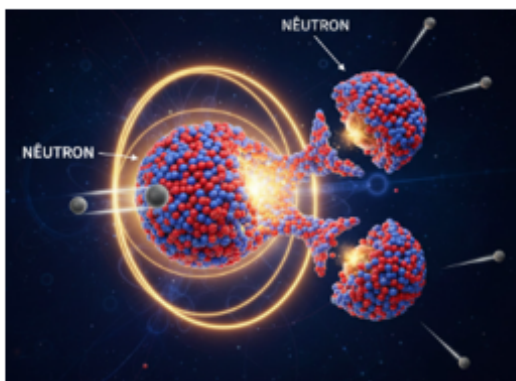
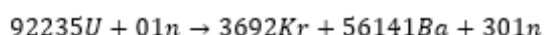


Figura 3. Fissão nuclear. Imagem gerada usando Pollo.ai



A partir desta descoberta, foi iniciado um processo de busca da utilização da energia nuclear como uma fonte de energia limpa. E em 1942 foi construído o primeiro reator de urânio-235 nos EUA, que também seria utilizado para construir as bombas atômicas que atingiram Hiroshima e Nagasaki, provocando milhares de mortes.

Além disso, nos anos seguintes, muitos acidentes foram causados pelo uso da atividade radioativa. O mais notável deles certamente é a conhecida explosão na usina de Chernobyl, em 1986. Este acidente deixou cidades inabitáveis até os dias atuais.

Chernobyl



os riscos envolvidos na utilização dessa alternativa.

Figura S4. Segunda página do *Smart Object 2* sobre radioatividade

Quando algum local é exposto à radiação em excesso, o mesmo não pode ser habitado até que a atividade radioativa do material chegue a um nível aceitável pelo ser humano. Isso dependerá do tempo de meia-vida do material radioativo, que é o tempo necessário para que a atividade do material se reduza pela metade devido ao seu decaimento pela liberação das partículas citadas anteriormente.

Conforme citado no documentário visto anteriormente, o Brasil também teve um caso de acidente provocado pela atividade radioativa. É o caso do Césio-137. Diferente de Chernobyl, este acidente, ocorrido em Goiânia em 1987, não foi provocado em uma usina, e sim por um vestígio radioativo encontrado por 2 homens em um hospital abandonado.

Césio-137



Como vimos, a radioatividade contribui muito para avanços tecnológicos no campo da medicina e geração de energia, porém, por todos os fatos vistos neste material, entram em cena muitas discussões e conflitos que debatem a utilização de materiais radioativos. Será que o risco vale a pena?

Debate:

Pesquise um pouco mais sobre energia nuclear e debata sobre os benefícios que esta fonte de energia pode trazer. Além disso, discorra sobre os riscos envolvidos na utilização dessa alternativa.



SMART OBJECT 3

ÓXIDOS

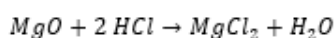
Um óxido é um composto binário (formado por 2 elementos) sendo o oxigênio o mais eletronegativo entre eles. Os óxidos são substâncias muito comuns no nosso dia a dia. Por exemplo, a ferrugem, responsável pela corrosão de materiais de ferro, é um óxido.



Figura 1: Trem tomado pela ferrugem. Imagem gerada usando Pollo.ai

Além disso, muitos outros óxidos estão muito presentes no nosso cotidiano, como o dióxido de carbono (CO₂), que é expelido na respiração e é um dos principais responsáveis pelo efeito estufa.

Outro óxido muito utilizado é o óxido de magnésio. Devido às suas características básicas, este óxido, misturado a água, dá origem ao leite de magnésia, que é utilizado como antiácido estomacal. Este óxido, quando utilizado como medicamento, reage com o ácido clorídrico no estômago, conforme a reação:



Devido seus distintos comportamentos, os óxidos podem ser classificados como ácidos ou básicos. Esse fato tem extrema relevância na forma como este óxido atua na natureza e como é utilizado pelo homem.

Um importante uso para os óxidos é a regulação de pH. Uma das etapas de preparo do solo para o cultivo agrícola é a calagem, que consiste na adição de materiais de caráter básico ao solo para neutralizar o excesso de acidez provocado pelas chuvas ácidas. Nesse

processo, um dos materiais mais usados é o óxido de cálcio (CaO), conhecido popularmente como cal.



Figura 2: Calagem do solo. Imagem gerada usando Pollo.ai

É de importante conhecimento que os óxidos produzidos em alguns processos reacionais, como as reações de combustão, podem ser altamente prejudiciais ao meio ambiente, colaborando para o efeito estufa e a chuva ácida, por exemplo, que pode afetar inclusive a vida marinha, como mostra o vídeo abaixo.

Poluição produzida pela queima de combustíveis também afeta a vida no mar



A chuva ácida é ainda agravada pela liberação de óxidos de enxofre e nitrogênio (óxidos ácidos), que acarretam a formação de ácidos mais fortes. O óleo diesel é um exemplo de combustível que contém enxofre em sua composição. A queima deste componente resulta na formação de óxidos de enxofre, que reagem com a água na atmosfera e precipitam na forma de ácido, conforme as reações:

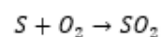
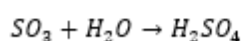
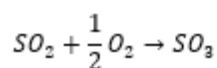


Figura S5. Primeira página do Smart Object 3 sobre óxidos





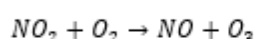
Além disso, no interior de motores de veículos movidos a combustão interna, pode ocorrer a reação do N_2 com o O_2 presentes no ar, formando o dióxido de azoto (NO_2).

A reportagem a seguir mostra o perigo da poluição com NO_2 .

O lugar mais poluído da Terra é revelado pelo Greenpeace



Este óxido, além de também colaborar para a formação da chuva ácida, pode ainda sofrer novas transformações, gerando um novo poluente, o ozônio (O_3), conforme a reação:



Quando próximo à superfície terrestre, o ozônio forma uma névoa seca e é um dos maiores agressores do sistema respiratório.

Os vídeos a seguir mostram os danos causados por estes poluentes próximos à superfície.

Na China, forte poluição do ar deixa 23 cidades em alerta vermelho



Poluição castiga Índia e Paquistão



Figura S6. Segunda página do *Smart Object 3* sobre óxidos

