

## Cartão do Aluno **Experiências de pirotecnia com Matérias-primas críticas**

### Módulo 1

#### Objetivo: Efeito de cor luminescente

#### Introduction

Pirotecnia é a ciência e a arte de usar materiais capazes de experimentar reações químicas exotérmicas autocontidas e autossustentadas para produzir calor, luz, gás, fumaça e/ou som. A característica mais importante desta experiência de laboratório é a produção de cor. Pode ser gerado por dois fenômenos: luminescência e incandescência.

A pirotecnia acontece devido a reações químicas que ocorrem no interior dos dispositivos pirotécnicos. Na maioria dos casos provocam os seguintes efeitos: chamas, fumo e faíscas. Em certos dispositivos pirotécnicos também ocorrem reações explosivas controladas que desencadeiam outro efeito típico, a explosão.

A pirotecnia baseia-se nas reações químicas de redução e oxidação (reações redox) produzidas entre o oxigénio e os combustíveis. Uma reação redox consiste numa reação química na qual ocorre uma troca de eletrões. Uma substância perde eletrões e é oxidada (neste caso, combustível) e outra substância ganha eletrões e é reduzida (oxigénio). Para que esta reação ocorra, são necessários quatro elementos conhecidos como tetraedro do fogo:

- Combustível (agente redutor): Representa o combustível da combustão que reage com o oxigénio libertado pelos oxidantes, produzindo enormes quantidades de gás a temperaturas elevadas..
- Oxidante (agente oxidante): Normalmente oxigénio
- Calor: Energia de activação do Sistema.
- Reacção em cadeia: o processo que permite o progresso da reacção mistura-combustível.

Nas reações de redução e oxidação vários níveis são diferenciados dependendo da energia libertada e da velocidade da reação: combustão, deflagração e detonação.

Além dessas substâncias básicas das composições pirotécnicas, são adicionados às misturas outros complementos que modificam as características de combustão. Com foco nos efeitos visuais, os sais e os elementos metálicos são os elementos que, a uma determinada temperatura de reação, darão origem a efeitos tão marcantes quanto aqueles que serão apreciados na prática laboratorial. Dependendo do(s) elemento(s) adicionado(s) à reação de combustão, uma cor específica pode ser obtida.

Os dois fenômenos que produzem efeitos visuais impressionantes na pirotecnia são a incandescência e a luminescência.

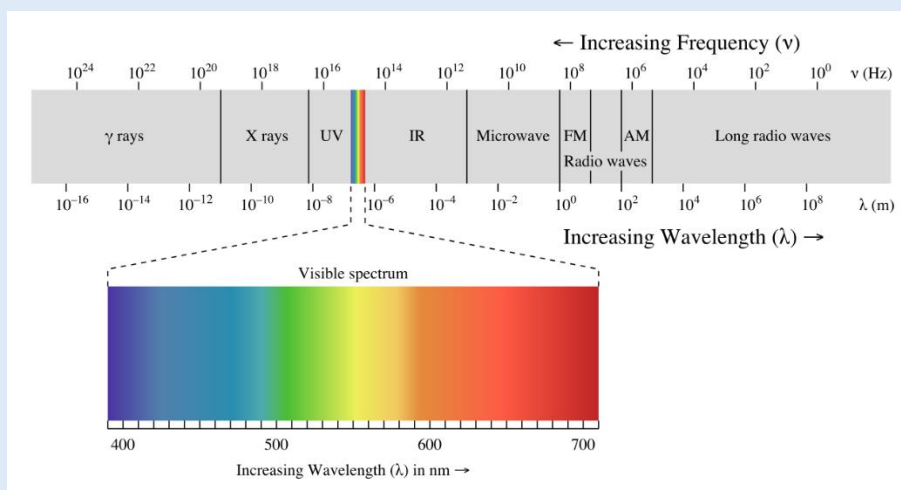
- Incandescência: geração de luz colorida devido à energia térmica dos elementos submetidos à reação. Quando o corpo emissor atinge determinada temperatura, emite radiação que, dentro do espectro visível e comprimento de onda adequado, dá origem à emissão de luz da cor desejada. Começa com a

## Cartão do Aluno Experiências de pirotecnia com Matérias-primas críticas

cor vermelha da faixa dos infravermelhos e, à medida que a temperatura aumenta, vai adotando cores mais amareladas, até chegar ao branco. Este fenómeno só atinge cores quentes. A justificação para isso é que quando a cor branca é obtida devido às altas temperaturas, o composto começa a desintegrar-se.



- **Luminescência:** Processo químico pelo qual os eletrões dos catiões metálicos produtores de calor são excitados ao receberem uma grande quantidade de energia. Esses eletrões atingem um nível de energia mais alto. Como não são estáveis nesse nível de energia, eles voltam ao estado fundamental, emitindo energia na forma de fótons com um espectro de cores característico de cada elemento denominado espectro de emissão. Quanto maior o salto de energia, mais frias serão as cores emitidas. O fenómeno pode emitir luz colorida tanto a altas quanto a baixas temperaturas, atingindo assim todas as cores do espectro visível dependendo do comprimento de onda da radiação emitida.














A actividade teórica anterior não pode ser realizada num laboratório escolar devido à complexidade do trabalho com a pólvora, ao equipamento necessário e ao elevado risco de deflagração. Por esta razão, o procedimento laboratorial consistirá apenas numa combustão mais controlada das soluções.

## Cartão do Aluno Experiências de pirotecnia com Matérias-primas críticas

### Material necessário

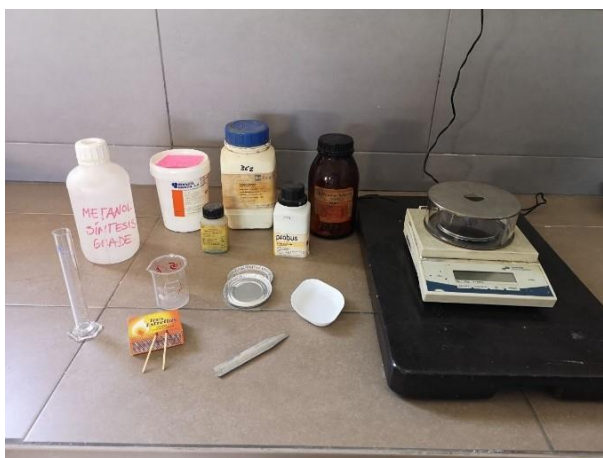


Reagentes	Fórmula		Quantidade
Ácido bórico	$\text{H}_3\text{BO}_3$		2 g
Hidróxido de potássio	$\text{KOH}$	 	3 g
Cloreto de cobre (II)	$\text{CuCl}_2$	  	2.5 g
Cloreto de lítio	$\text{LiCl}$		2 g
Bicarbonato de sódio	$\text{NaHCO}_3$		3.5 g
Metanol	$\text{CH}_3\text{OH}$	  	5 x 8 mL

### Lista de materiais/ferramentas

- Luvas de latex e luvas resistentes ao fogo, óculos de segurança, bata
- Balança
- Espátula
- Tubo de ensaio
- Copo
- Recipiente de alumínio
- Fósforos

## Cartão do Aluno Experiências de pirotecnia com Matérias-primas críticas



### Procedimento

- Primeiro, reúna e meça cada elemento na balança, utilizando recipientes separados para cada substância, como mostra a foto. Para esta etapa tarar a balança com um recipiente plástico. Em seguida, com uma espátula, despeje a quantidade aproximada dos solutos indicados na tabela inicial.



- Por razões de segurança, os passos seguintes devem ser realizados apenas para uma substância e depois repetir o procedimento para as outras.
  - Colocar 8 ml de metanol num tubo de ensaio para cada substância.
  - Uma vez preparados o soluto e o solvente na quantidade necessária, ambos devem ser misturados num copo. A solução não será completamente homogênea, excepto para as soluções de cloreto de cobre e bicarbonato de sódio
  - Em seguida, encha o recipiente de alumínio com a solução e leve-o para uma superfície resistente ao fogo.

## Cartão do Aluno **Experiências de pirotecnia com Matérias-primas críticas**

- Acenda a solução com um fósforo e registre a cor observada.



### Notas adicionais de segurança

- Todas as experiências devem ser realizadas por e sob a supervisão de um adulto.
- Use roupas de proteção adequadas: óculos de segurança, bata, luvas de látex durante a preparação das soluções e luvas resistentes ao fogo durante a ignição e combustão.
- O metanol é muito inflamável e tóxico, por isso evite o contacto (pele, olhos e roupas) e não o inale. A solução deve sempre ser acesa em uma superfície resistente ao fogo.
- É mais seguro queimar cada solução de substância individualmente, em vez de todas elas de uma vez.

### Conclusões

Estas experiências demonstram a capacidade dos electrões de valência dos átomos absorverem energia e emití-la sob a forma de radiação electromagnética quando regressam ao seu estado fundamental, em comprimentos de onda (cores) específicos de cada elemento, correspondentes aos seus espectros de emissão electromagnética.

As diferentes cores obtidas nos fogos de artifício baseiam-se no mesmo princípio, embora utilizando uma fonte de ignição diferente, bem como nos sinalizadores de emergência.

Da mesma forma, na astronomia, as cores das estrelas também indicam os elementos de sua fotosfera, que são classificados de acordo com seu espectro em sete tipos diferentes.

## Cartão do Aluno **Experiências de pirotecnia com Matérias-primas críticas**



### Questões/Quiz

Q1) É possível gerar cores frias através de um fenómeno de incandescência?

Q2) Qual é a diferença entre deflagração e combustão?

Q3) Qual é o principal elemento da pólvora negra?

Q4) Quais são os quatro elementos necessários para fazer uma reação pirotécnica?

Q5) Qual é a cor mais difícil de produzir numa reação pirotécnica?

Q6) Por que usamos metanol?

Q7) Que cor produz o cloreto de cobre?

Q8) Combine o elemento com a cor que produz.

- |                          |            |
|--------------------------|------------|
| 1. Ácido bórico          | a. Azul    |
| 2. Cloreto de cobre      | b. Rosa    |
| 3. Cloreto de lítio      | c. Laranja |
| 4. Bicarbonato de sódio  | d. Magenta |
| 5. Hidróxido de potássio | e. Verde   |