



Transforma

Disciplina:  
**Química**

# ATIVIDADE: SENSORES DE CHAMA E ESPECTROSCOPIA NA TOCHA OLÍMPICA

JUNHO DE 2026

REALIZAÇÃO



COMITÊ OLÍMPICO DO  
**BRASIL**

**Tema:** Sensores de Chama e Espectroscopia na Tocha Olímpica

**Público-alvo:** 9º ano do Ensino Fundamental

**Valor Olímpico:** Excelência

**Habilidade socioemocional:** Curiosidade

**BNCC:** EF09CI02, EF09CI04

**Versão do Material:** V1

## Objetivo da Atividade

////////

Compreender o funcionamento dos sensores de chama e sua aplicação na detecção de partículas ionizadas, introduzir o conceito de espectroscopia e sua relevância na identificação de elementos químicos, conectando os conceitos ao uso da tocha olímpica e enfatizando a química por trás da chama.

### 1. Introdução à Tocha Olímpica (10 minutos)

- » Abertura com vídeo ou imagens da tocha olímpica sendo acesa em cerimônias.
- » Discussão sobre a importância simbólica da tocha olímpica.
- » Conexão entre o símbolo e os princípios químicos envolvidos na combustão.

### 2. Funcionamento do Sensor de Chama (15 minutos)

- » Explicação da ionização de partículas durante a combustão.
- » Demonstração de como os sensores detectam as partículas ionizadas.
- » Conversão de sinais elétricos em impulsos codificados.

### 3. Introdução à Espectroscopia (15 minutos)

- » Conceito de espectroscopia e identificação de elementos.
- » Demonstração prática com teste de chama.
- » Análise das cores características de diferentes elementos.

### 4. Aplicações Práticas (10 minutos)

- » Uso de sensores e espectroscopia em sistemas de segurança.
- » Monitoramento da tocha olímpica em grandes eventos.
- » Discussão sobre tecnologia e segurança.



## 5. Conclusão e Reflexão (5 minutos)

- » Resumo dos conceitos trabalhados.
- » Reflexão sobre química no cotidiano e em eventos globais.

## Conceitos Químicos Fundamentais

////////

### 1. Combustão e Ionização

#### O que é Combustão?

A combustão é uma reação química exotérmica entre um combustível e um comburente (geralmente oxigênio), que produz calor, luz e produtos gasosos.

#### Equação geral da combustão:

Combustível + O<sub>2</sub> → CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O + Energia (calor e luz)

#### Processo de Ionização na Chama

Durante a combustão, a alta temperatura fornece energia suficiente para:

Quebrar ligações químicas dos compostos.

Remover elétrons dos átomos (ionização).

Formar íons positivos (cátions) e elétrons livres.

#### Exemplo de ionização:

Na (sódio) + energia térmica → Na<sup>+</sup> + e<sup>-</sup>

#### Por que a Chama Conduz Eletricidade?

- » A presença de íons e elétrons livres torna a chama um **meio condutor**.
- » Essa condutividade é a base do funcionamento dos sensores de chama.

### 2. Funcionamento dos Sensores de Chama

#### Princípio de Operação

- 1. Detecção de íons:** O sensor possui eletrodos que captam as partículas ionizadas.
- 2. Geração de corrente:** Os íons criam uma corrente elétrica entre os eletrodos.
- 3. Amplificação do sinal:** A corrente é amplificada por circuitos eletrônicos.
- 4. Conversão digital:** O sinal é convertido em impulsos codificados.

### Componentes do Sensor

- » **Eletrodos:** Captam as partículas ionizadas.
- » **Amplificador:** Aumenta a intensidade do sinal.
- » **Conversor A/D:** Transforma sinal analógico em digital.
- » **Microprocessador:** Processa os impulsos codificados.

### Vantagens dos Sensores de Chama

- » **Resposta rápida:** Detectam fogo em milissegundos.
- » **Alta sensibilidade:** Identificam chamas pequenas.
- » **Baixo índice de alarmes falsos:** Distinguem a chama real de outras fontes de calor.
- » **Durabilidade:** Resistem a ambientes hostis.

## 3. Espectroscopia de Emissão

### Conceito Fundamental

A espectroscopia é a técnica que estuda a interação entre radiação eletromagnética e matéria, permitindo identificar elementos químicos por meio da luz que emitem.

### Como Funciona?

1. **Fornecimento de energia:** Átomos recebem energia térmica da chama.
2. **Excitação eletrônica:** Elétrons saltam para níveis de energia mais altos.
3. **Retorno ao estado fundamental:** Elétrons voltam aos níveis originais.
4. **Emissão de luz:** Energia é liberada como radiação eletromagnética (luz).

### Espectro Eletromagnético

- » **Cada elemento** possui um padrão único de emissão.
- » **Comprimentos de onda específicos** correspondem a cores características.
- » **A "impressão digital química"** permite uma identificação precisa.

### Níveis de Energia Eletrônica

$$E_2 \text{ (nível excitado)} - E_1 \text{ (nível fundamental)} = \Delta E = h\nu$$

Onde:

$\Delta E$  = diferença de energia

$h$  = constante de Planck

$\nu$  = frequência da radiação

## 4. Teste de Chama – Análise Prática

### Materiais Necessários

- » Bico de Bunsen ou lamparina
- » Fio de níquel-cromo (alça de platina)
- » Ácido clorídrico diluído (HCl)
- » Sais de diferentes elementos:
  - > Cloreto de sódio (NaCl)
  - > Cloreto de potássio (KCl)
  - > Cloreto de cálcio (CaCl<sub>2</sub>)
  - > Cloreto de estrôncio (SrCl<sub>2</sub>)
  - > Cloreto de bário (BaCl<sub>2</sub>)
  - > Sulfato de cobre (CuSO<sub>4</sub>)

### Procedimento

1. **Limpeza do fio:** Mergulhe-o em HCl e leve-o à chama até que não produza cor.
2. **Preparação da amostra:** Umedeça o fio em HCl e toque no sal.
3. **Teste:** Leve o fio com sal à chama.
4. **Observação:** Anote a cor produzida.
5. **Repetição:** Limpe o fio e teste outro sal.

### Cores Características dos Elementos

Elemento	Sal Usado	Cor da Chama	Comprimento de Onda (nm)
Sódio (Na)	NaCl	Amarelo intenso	589-590
Potássio (K)	KCl	Violeta claro	404-766
Cálcio (Ca)	CaCl <sub>2</sub>	Laranja-vermelho	622-647
Estrôncio (Sr)	SrCl <sub>2</sub>	Vermelho carmim	460-687
Bário (Ba)	BaCl <sub>2</sub>	Verde claro	513-553
Cobre (Cu)	CuSO <sub>4</sub>	verde azulado	510-578



### Explicação Científica das Cores

- » **Sódio:** Transição eletrônica específica produz amarelo característico.
- » **Potássio:** Múltiplas transições geram violeta.
- » **Cobre:** Íons  $\text{Cu}^{2+}$  produzem coloração verde azulada.
- » **Cálcio:** Emissões no vermelho e laranja dominam.

## A Tocha Olímpica: Tecnologia e Tradição

////////

### História e Simbolismo

- » **Origem:** Inspirada nos Jogos da Grécia Antiga.
- » **Simbolismo:** União dos povos, paz mundial, excelência humana.
- » **Tradição moderna:** Iniciada nos Jogos Berlim 1936.

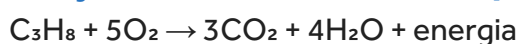
### Composição do Combustível

A tocha olímpica moderna utiliza diferentes combustíveis:

#### Combustíveis Comuns:

- » **Propano ( $\text{C}_3\text{H}_8$ ):** Queima limpa, fácil controle.
- » **Butano ( $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ):** Estável, portátil.
- » **Mistura propano/butano:** Equilibra estabilidade e performance.

#### Reação de Combustão do Propano:



### Tecnologia de Monitoramento

#### Sensores Utilizados:

1. **Sensores de chama iônica:** Detectam partículas ionizadas.
2. **Sensores infravermelhos:** Monitoram radiação térmica.
3. **Sensores UV:** Detectam radiação ultravioleta da chama.
4. **Termopares:** Medem temperatura da chama.

#### Sistema de Segurança:

- » **Monitoramento 24/7** durante os Jogos.
- » **Backup automático** em caso de extinção da chama.
- » **Alarmes de segurança** integrados.
- » **Controle remoto** da intensidade da chama.



## Curiosidades Científicas

- » **Temperatura da chama:** Aproximadamente 1.000°C.
- » **Velocidade de queima:** Controlada por válvulas de precisão.
- » **Consumo:** Cerca de 1-2 kg de gás por hora.
- » **Resistência ao vento:** Design aerodinâmico especial.

## Atividades Práticas

////////

### Atividade 1: Simulação de Sensor de Chama

**Objetivo:** Compreender o princípio de detecção iônica.

#### Materiais:

- » Multímetro
- » Eletrodos de grafite
- » Vela ou lamparina
- » Fios condutores

#### Procedimento:

1. Configure o multímetro para medir corrente ( $\mu\text{A}$ ).
2. Posicione os eletrodos próximos à chama (sem tocar).
3. Observe a leitura de corrente.
4. Afaste os eletrodos e observe a variação.
5. Registre as medidas.

#### Resultados esperados:

- » Presença de chama: corrente detectável ( $\mu\text{A}$ ).
- » Ausência de chama: corrente nula ou desprezível.

## Atividade 2: Espectroscopia Qualitativa

**Objetivo:** Identificar elementos por meio do teste de chama.

**Procedimento:**

1. Realize o teste de chama conforme descrito anteriormente.
2. Registre as cores observadas.
3. Compare com a tabela de referência.
4. Identifique os elementos presentes.
5. Discuta a precisão do método.

## Atividade 3: Análise de Combustível da Tocha

**Objetivo:** Calcular produtos da combustão.

**Problema:** Uma tocha olímpica consome 1,5 kg de propano ( $C_3H_8$ ) por hora.

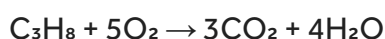
Calcule:

- a) Volume de  $CO_2$  produzido (CNTP).
- b) Volume de oxigênio consumido (CNTP).
- c) Energia liberada (considere  $\Delta H = -2.220$  kJ/mol).

**Resolução:**

Massa molar  $C_3H_8 = 44$  g/mol

$n = 1.500 \text{ g} \div 44 \text{ g/mol} = 34,1 \text{ mol}$



- a)  $CO_2$  produzido:  $34,1 \times 3 = 102,3 \text{ mol} = 2.291 \text{ L}$
- b)  $O_2$  consumido:  $34,1 \times 5 = 170,5 \text{ mol} = 3.818 \text{ L}$
- c) Energia:  $34,1 \times 2.220 = 75.702 \text{ kJ} = 75,7 \text{ MJ}$

## Aplicações Tecnológicas

///////

### 1. Sistemas de Segurança Industrial

- » **Refinarias:** Detecção precoce de vazamentos.
- » **Indústria química:** Monitoramento de processos.
- » **Aviação:** Sistemas anti-incêndio em aeronaves.
- » **Residencial:** Detectores de gás domésticos.



## 2. Análise Química Industrial

- » **Controle de qualidade:** Identificação de impurezas.
- » **Mineração:** Análise de minérios.
- » **Metalurgia:** Controle de ligas.
- » **Ambiental:** Monitoramento de poluentes.

## 3. Pesquisa Científica

- » **Astronomia:** Análise de estrelas distantes.
- » **Arqueologia:** Datação de materiais.
- » **Forense:** Identificação de substâncias.
- » **Medicina:** Análise de tecidos biológicos.

## Questões para Discussão e Reflexão

////////

### Questões Conceituais:

1. Por que a chama conduz eletricidade enquanto o gás frio não?
2. Como a temperatura da chama afeta o processo de ionização?
3. Por que cada elemento produz cores específicas na chama?
4. Qual é a relação entre a energia e a cor da luz emitida?

### Questões de Aplicação:

1. Como os sensores de chama poderiam ser usados em casa?
2. Que vantagens a espectroscopia tem sobre outros métodos de análise?
3. Por que é importante monitorar a tocha olímpica constantemente?
4. Como a tecnologia garante a segurança em grandes eventos?

### Questões de Reflexão:

1. Como a ciência contribui para a realização dos Jogos Olímpicos?
2. Que outras tecnologias químicas são usadas em eventos esportivos?
3. Como o conhecimento científico pode melhorar nossa segurança?
4. Qual a importância da química na vida moderna?

## Avaliação

///////

### Critérios para Curiosidade:

1. **Questionamento ativo:** O aluno faz perguntas sobre os fenômenos observados?
2. **Investigação:** Busca compreender os "porquês" dos processos químicos?
3. **Conexões:** Relaciona conceitos químicos com aplicações práticas?
4. **Experimentação:** Demonstra interesse em testar hipóteses?
5. **Aplicação:** Consegue identificar a química em situações do cotidiano?

### Instrumentos de Avaliação:

- » **Observação durante experimentos:** Participação e questionamentos.
- » **Relatório de atividades:** Descrição de procedimentos e resultados.
- » **Análise de dados:** Interpretação de cores e medidas.
- » **Reflexão escrita:** Conexão entre conceitos e aplicações.

### Rubrica de Avaliação:

Critério	Excelente	Satisfatório	Em Desenvolvimento
<b>Compreensão conceitual</b>	Explica ionização e espectroscopia claramente	Compreende conceitos básicos	Compreensão superficial
<b>Análise experimental</b>	Identifica elementos corretamente	Maioria das identificações corretas	Algumas identificações corretas
<b>Aplicação prática</b>	Conecta teoria com aplicações reais	Algumas conexões estabelecidas	Poucas conexões feitas
<b>Curiosidade científica</b>	Faz muitas perguntas relevantes	Algumas perguntas interessantes	Poucas perguntas
<b>Critério</b>	Excelente	Satisfatório	Em Desenvolvimento



## Recursos necessários

////////

### Materiais para Demonstração:

- » Bico de Bunsen ou lamparina
- » Sais para teste de chama
- » Fio de níquel-cromo
- » Ácido clorídrico diluído
- » Equipamentos de proteção (óculos, avental)

### Recursos Audiovisuais:

- » Vídeos do revezamento da tocha olímpica e do acendimento da pira na Cerimônia de Abertura
- » Imagens de espectros de emissão
- » Demonstrações em vídeo (caso não seja possível fazer ao vivo)
- » Projetor para apresentações

### Recursos Digitais:

- » Simuladores de espectroscopia online
- » Vídeos educativos sobre sensores

## Interdisciplinaridade

////////

- » **Com Física:** Ondas eletromagnéticas e espectro luminoso.
- » **Com Matemática:** Cálculos estequiométricos e frequências.
- » **Com História:** Evolução da tocha olímpica ao longo dos anos.
- » **Com Geografia:** Rotas da tocha olímpica pelo mundo.



## Valor Olímpico em Destaque: Excelência

////////

Esta atividade desenvolve a excelência através da busca pelo conhecimento científico rigoroso e pela compreensão profunda dos fenômenos químicos. Os alunos aprendem que a excelência não está apenas na performance esportiva, mas também na precisão científica, na tecnologia avançada e na segurança meticulosa que tornam possíveis os Jogos Olímpicos. Ao compreender como sensores de chama e espectroscopia funcionam, desenvolvem curiosidade científica e percebem que a excelência em química contribui diretamente para o sucesso e segurança de eventos globais, demonstrando como conhecimento científico e Valores Olímpicos se complementam na busca da perfeição.

**TRANSFORMA | COB** - [www.cob.org.br/cultura-educacao/transforma](http://www.cob.org.br/cultura-educacao/transforma)

REALIZAÇÃO

---



COMITÊ OLÍMPICO DO  
**BRASIL**

