

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE QUÍMICA  
PROGRAMA NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO DO MESTRADO PROFISSIONAL  
EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL  
PROFQUI

Thiago Antonio Valdez Garcia

**TERMOQUÍMICA EM QUADRINHOS: UMA FERRAMENTA DIDÁTICA PARA O  
ENSINO DE CONCEITOS QUÍMICOS ABORDADOS NO NÍVEL MÉDIO**

Porto Alegre - RS

2020

## APÊNDICE A

## PRODUTO EDUCACIONAL

**TEREZITO**  
ENTRE O COTIDIANO E A CIÊNCIA

**CALOR,  
TEMPERATURA,  
ENERGIA...**

**Thiago Antonio  
Valdez Garcia**

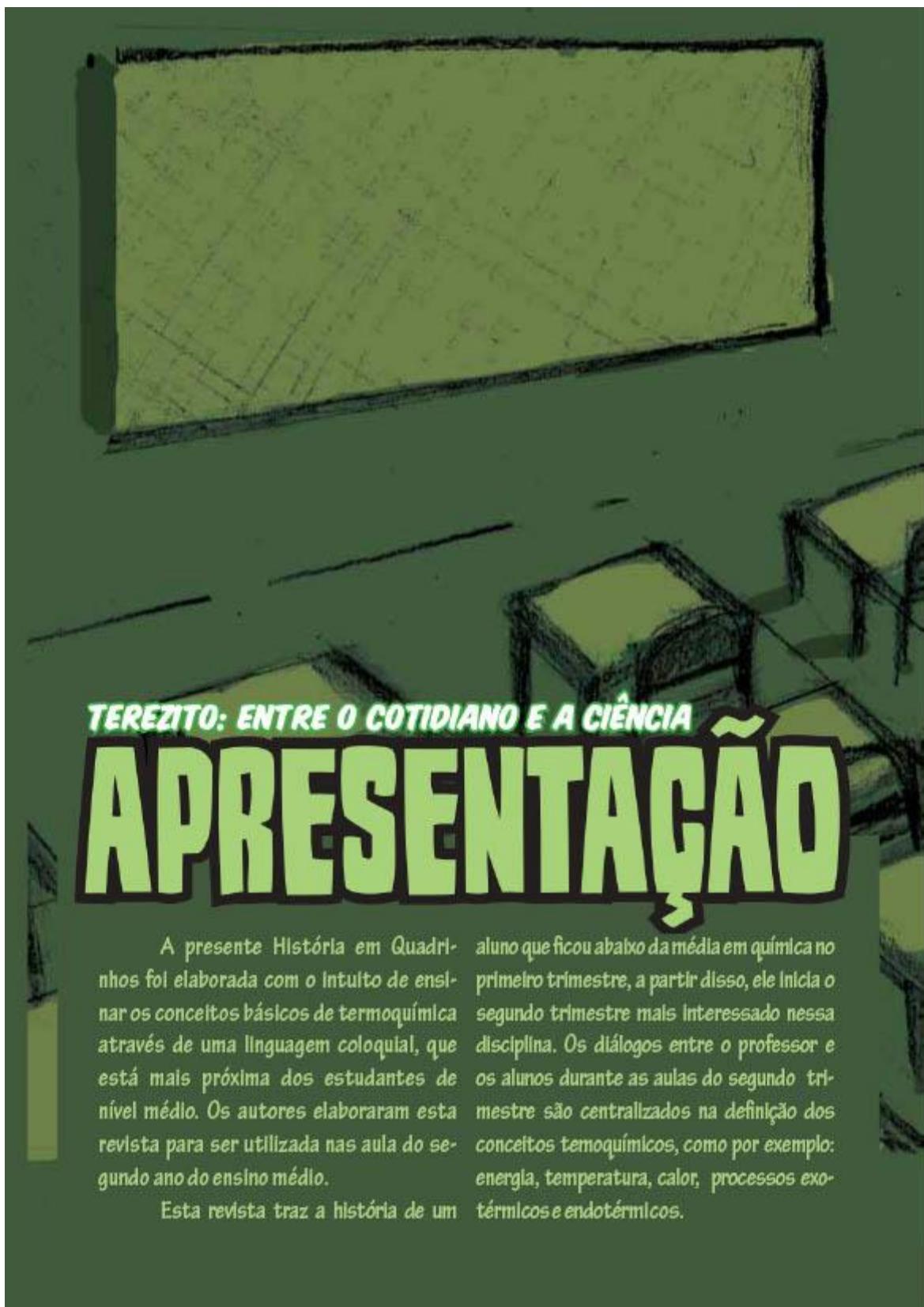
Prof. Dr. Tania Denise  
Miskinis Salgado  
(Orientadora)

Programa de Mestrado  
Profissional em Química em  
Rede Nacional - PROFQUI

Instituto de Química

**UFRGS**  
UNIVERSIDADE FEDERAL  
DO RIO GRANDE DO SUL

**DESCOMPLICANDO OS CONCEITOS BÁSICOS DA TERMOQUÍMICA**



**TEREZITO: ENTRE O COTIDIANO E A CIÊNCIA**

# APRESENTAÇÃO

A presente História em Quadrinhos foi elaborada com o intuito de ensinar os conceitos básicos de termoquímica através de uma linguagem coloquial, que está mais próxima dos estudantes de nível médio. Os autores elaboraram esta revista para ser utilizada nas aulas do segundo ano do ensino médio.

Esta revista traz a história de um

aluno que ficou abaixo da média em química no primeiro trimestre, a partir disso, ele inicia o segundo trimestre mais interessado nessa disciplina. Os diálogos entre o professor e os alunos durante as aulas do segundo trimestre são centralizados na definição dos conceitos termoquímicos, como por exemplo: energia, temperatura, calor, processos exotérmicos e endotérmicos.









\* Oliveira e Santos (1998)











## VAMOS DEFINIR TEMPERATURA

A TEMPERATURA PODE SER DEFINIDA DE DUAS FORMAS, MICROSCOPICAMENTE E MACROSCOPICAMENTE.

**MICROSCOPICAMENTE**  
É A MEDIDA DA AGITAÇÃO TÉRMICA MÉDIA DAS MOLECULAS.

**MACROSCOPICAMENTE**  
HÁ UMA GRANDEZA ESCALAR CHAMADA TEMPERATURA, QUE É UMA PROPRIEDADE EM QUE OS SISTEMAS EM EQUILÍBRIO TÉRMICO APRESENTAM EM IGUAL VALOR.





### ESCALAS DE TEMPERATURA

GRAU CELSIUS (°C) E KELVIN (K)

#### OBSERVAÇÃO:

30°C SE LÉ: TRINTA GRAU CELSIUS  
30K SE LÉ: TRINTA KELVIN.



### FATOR DE CONVERSÃO

$K$  (KELVIN) =  
 ${}^{\circ}C$  (GRAU CELSIUS) + 273,15  
 OU

${}^{\circ}C$  (GRAU CELSIUS) =  
 $K$  (KELVIN) - 273,15

**ATENÇÃO TURMA!**  
 VIMOS QUE EM ENERGIA, A LETRA **K** SIMBOLIZAVA O NÚMERO 1000, NORMALMENTE USADO ANTES DE **CAL** OU **J**. MAS QUANDO ESTAMOS FALANDO DE TEMPERATURA A LETRA **K**, EM MAIÚSCULA, REPRESENTA A ESCALA **KELVIN**. CUIDADO!













### OBSERVEM A EXPLICAÇÃO, TURMA!

QUANDO O TEREZITO RETIROU A MÃO DO FRASCO 1 E COLOCOU NO FRASCO 3, HOUVE UMA TRANSFERÊNCIA DE ENERGIA NA FORMA DE CALOR, DA ÁGUA (MAIOR TEMPERATURA) PARA A MÃO (MENOR TEMPERATURA).  
PODEMOS FALAR QUE A MÃO ABSORVEU O CALOR DA ÁGUA!



## EXPERIMENTO 2

O OBJETIVO DESSE EXPERIMENTO É MEDIR A QUANTIDADE DE CALOR E RELACIONAR COM A DIFERENÇA DE TEMPERATURA. PARA ISSO, VAMOS MISTURAR 100ML DE ÁGUA A 20°C COM 100ML DE ÁGUA A 40°C, E DEPOIS REPETIMOS ESSE PROCEDIMENTO PARA A ÁGUA A 60°C E A 70°C\*



USANDO A SEGUINTE FÓRMULA:

$$Q = MC\Delta T$$

ONDE:

Q É A QUANTIDADE DE CALOR (ABSORVIDO OU LIBERADO);  
 M É A MASSA DA SUBSTÂNCIA;  
 C É O CALOR ESPECÍFICO DA SUBSTÂNCIA;  
 $\Delta T$  É A DIFERENÇA DE TEMPERATURA (FINAL MENOS INICIAL)

\*MORTIMER E AMARAL (1998)



## DEFININDO CALOR ESPECÍFICO

É A QUANTIDADE DE CALOR PARA QUE 1 GRAMA DESSA SUBSTÂNCIA VARIE DE TEMPERATURA EM 1°C

E O CALOR ESPECÍFICO É O MESMO PARA QUALQUER SUBSTÂNCIA?



NÃO, TEREZITO. CADA SUBSTÂNCIA TEM SEU PRÓPRIO CALOR ESPECÍFICO.

## CÁLCULO DA QUANTIDADE DE CALOR CONSIDERANDO O PROCESSO ADIABÁTICO

### MISTURA 1

(ÁGUA A 20°C COM 40°C)

TEMPERATURA FINAL DA MISTURA É 30°C

$$Q_1 = 200.1.(30 - 20)$$

$$Q_1 = +2000 \text{ CAL (CALOR RECEBIDO)}$$

$$Q_2 = 200.1.(30 - 40)$$

$$Q_2 = -2000 \text{ CAL (CALOR LIBERADO)}$$

### MISTURA 2

(ÁGUA A 60°C COM 70°C)

TEMPERATURA FINAL DA MISTURA É 65°C

$$Q_1 = 200.1.(65 - 60)$$

$$Q_1 = +1000 \text{ CAL (CALOR RECEBIDO)}$$

$$Q_2 = 200.1.(65 - 70)$$

$$Q_2 = -1000 \text{ CAL (CALOR LIBERADO)}$$

OBS.: A QUANTIDADE DE CALOR LIBERADO PELA ÁGUA DE MAIOR TEMPERATURA É RECEBIDO PELA ÁGUA DE MENOR TEMPERATURA, POR ISSO  $Q_1 = -Q_2$ . ASSIM NÃO HÁ TROCA DE CALOR ENTRE O SISTEMA E A VIZINHANÇA.

E EU PENSANDO QUE QUANTO MAIOR A TEMPERATURA, MAIOR O CALOR.

COM ISSO OBSERVAMOS QUE A QUANTIDADE DE CALOR É MAIOR ONDE A VARIAÇÃO DE TEMPERATURA ( $\Delta T$ ) É MAIOR

GERALMENTE PENSAMOS ASSIM, MAS O CALOR É PROPORCIONAL À DIFERENÇA DE TEMPERATURA





Fonte: Mortimer e Amaral (1998)













## REFERÊNCIAS

- BARROS, H. L. C. Processos endotérmicos e exotérmicos: uma visão atômico-molecular. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 31, n. 4, p. 241-245, nov. 2009.
- MORTIMER, E. F.; AMARAL, L. O. F. Quanto mais quente melhor: calor e temperatura no ensino de termoquímica. *Química Nova na Escola*, São Paulo, n. 7, p. 30-34, maio 1998.
- OLIVEIRA, R. J.; SANTOS, J. M. A energia e a química. *Química Nova na Escola*, São Paulo, n. 8, p. 19-22, nov. 1998.



# TEREZITO

*ENTRE O COTIDIANO E A CIÊNCIA*

## EXPEDIENTE:

Thiago Antonio Valdez Garcia  
autoria

Tania Denise Miskinis Salgado  
orientadora

Carlos Jenisch  
arte e cores

Guilherme Smee  
design editorial

**INSTITUTO DE QUÍMICA DA UFRGS**  
Programa de Mestrado Profissional em Química  
em Rede Nacional (ProfQui)

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO  
RIO GRANDE DO SUL (UFRGS)**



Instituto de  
Química  
Universidade Federal  
do Rio Grande do Sul

## APÊNDICE B

### QUESTIONÁRIO 1

Esse instrumento pretende identificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre os conceitos fundamentais da Termoquímica. Sua colaboração nessa pesquisa de mestrado profissional é muito importante. Sua identidade não será revelada. Obrigado.

Nome:	Data:	Turma:
-------	-------	--------

1. Com frequência nos meios de comunicação, “redes sociais” e nas conversas do cotidiano a palavra **ENERGIA** é mencionada. Explique o que você entende do termo **ENERGIA**. Podendo usar exemplos para expressar seu raciocínio.

---



---



---

Leia o trecho abaixo para responder as questões 2, 3 e 4.

Nos últimos anos durante o verão no Rio Grande do Sul, constantemente observamos as **temperaturas** próximas de 40 °C. Com isso as pessoas usam expressões como, por exemplo, “**como o dia está quente**”, “**que calor fez hoje**”, “**nossa que calorão**”, entre outras.

2. Escreva o que você entende por **temperatura**.

---



---

3. Escreva o que você entende por **calor**.

---



---

4. Qual a relação entre **temperatura e calor**?

---



---

5. O que é **sistema**?

---



---

6. O que você entende por **vizinhança**?

---



---

7. Qual o significado da palavra **universo**?

---



---

## APÊNDICE C

## **ROTEIRO DO EXPERIMENTO 1**

## Objetivo

Compreender que nem sempre a sensação de quente e frio é correspondente com a temperatura real.

## Materiais

- 4 bêqueres de 500 mL;
  - 4 termômetros analógicos;
  - Uma chapinha de aquecimento ou similar;
  - 500 mL de água a temperatura ambiente;
  - 250 mL de água a  $\pm 5^{\circ}\text{C}$ ;
  - 250 mL de água a  $\pm 40^{\circ}\text{C}$ .

## Procedimento

Colocar aproximadamente 250 mL de água em cada béquer, verificar a temperatura de cada um deles com o termômetro e numerá-los de 1 a 4, sendo 1 para  $\pm 5^{\circ}\text{C}$ , 2 para  $\pm 40^{\circ}\text{C}$  e os 3 e 4 com a temperatura ambiente. Depois cada aluno (um de cada vez) irá colocar as duas mãos ao mesmo tempo nos bêqueres com temperatura a  $\pm 5^{\circ}\text{C}$  e  $\pm 40^{\circ}\text{C}$ , retirá-las e imediatamente colocá-las nos bêqueres 3 e 4.

### Anotações do aluno:

## APÊNDICE D

### ROTEIRO DO EXPERIMENTO 2

#### Objetivo

Calcular a quantidade de calor e relacionar com a diferença de temperatura nas duas misturas.

#### Materiais

- 2 bêqueres de 250 mL;
- 2 termômetros analógicos;
- Uma chapinha de aquecimento;
- Uma caixa de isopor que caiba um bêquer dentro;
- Um funil;
- 1 L de água.

#### Procedimento

Fazer um furo na tampa da caixa de isopor utilizando o funil, depois colocar um dos bêqueres dentro da mesma e fechar com a tampa já furada.

Colocar 100 mL de água a 20 °C no bêquer que está dentro do isopor, utilizando o funil para não ser necessário retirar a tampa da caixa. Em seguida colocar 100 mL de água a 40 °C (previamente aquecida) no mesmo bêquer que está com 100 mL de água a 20 °C, utilizando o funil. Retirá-lo imediatamente e colocar um termômetro pelo orifício da caixa de isopor, observando cuidadosamente a temperatura de equilíbrio da mistura (o que deve levar em torno de 2 a 3 minutos). Anote essa temperatura.

Repita o procedimento, agora utilizando 100 mL de água a 60 °C e 100 mL de água a 70 °C.

Utilizar a fórmula  $q = m \cdot c \cdot \Delta T$ , onde  $q$  é a quantidade de calor (recebido ou liberado),  $m$  é a massa da substância (nesse caso da água),  $c$  é o calor específico do material (no caso da água = 1cal/g.°C) e  $\Delta T$  é a diferença de temperatura ( $T_{final} - T_{inicial}$ ), para calcular a quantidade de calor nas duas misturas.

Anotações do aluno:

---

## APÊNDICE E

### ROTEIRO DO EXPERIMENTO 3

#### Objetivo

Diferenciar calor latente de calor sensível e mostrar que a transferência de energia na forma de calor ocorre somente entre corpos de diferentes temperaturas.

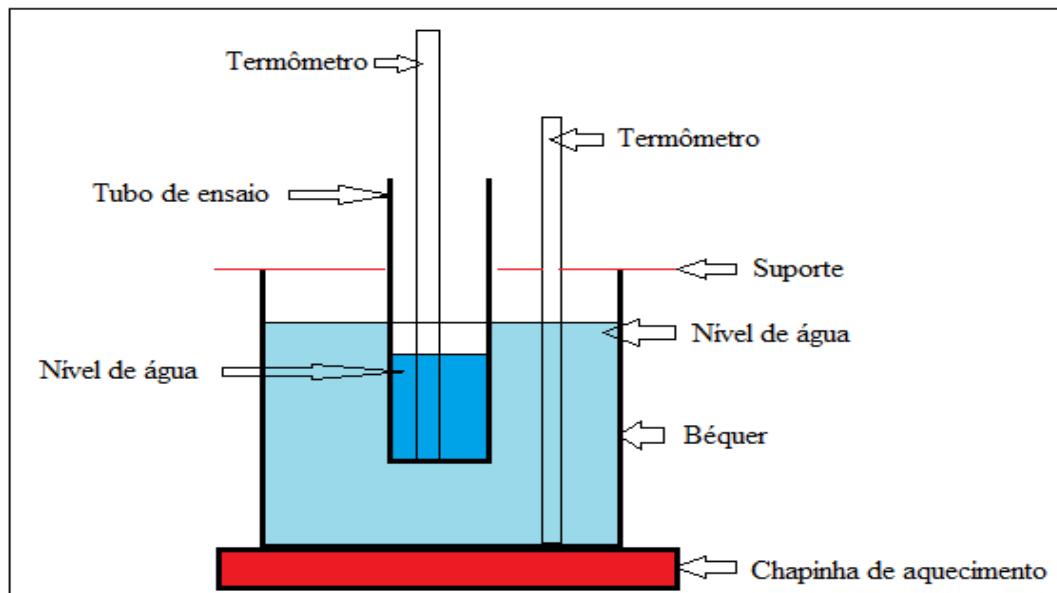
#### Materiais

- 1 béquer de 500 mL;
- 1 tubo de ensaio;
- 2 termômetros analógicos;
- Uma chapinha de aquecimento;
- 1L de água.

#### Procedimento

Montar o esquema de aquecimento conforme mostrado abaixo e manter a chapinha de aquecimento ligada.

Esquema de aquecimento



Fonte: Adaptado de Mortimer e Amaral, 1998.

Anotações do aluno:

---



---



---

**APÊNDICE F****ROTEIRO DO EXPERIMENTO 4**Objetivo

Definir os conceitos de processos endotérmicos e exotérmicos.

Materiais e Reagentes

- 2 bêqueres de 250 mL cada;
- 2 bastões de vidro;
- 2 vidros de relógio;
- 2 espátulas;
- Uma balança;
- 200 mL de água destilada;
- 2 termômetros analógicos;
- 11g de sulfato de potássio;
- 10g de hidróxido de sódio.

Procedimento

Colocar 100 mL de água destilada em um bêquer. Medir a temperatura inicial da água.

Pesar 10g de sulfato de potássio (utilizar o vidro de relógio) e colocar no bêquer com água. Homogeneizar a solução e medir novamente a temperatura. Comparar a temperatura inicial da água com a da solução.

Proceder de maneira análoga para a solução de hidróxido de sódio (não é necessário ter exatidão nas medidas). Como sugestão, separar a turma em grupos com quatro alunos e pedir para cada grupo preparar as duas soluções.

Anotações do aluno:

---

---

---

---

---

---

## APÊNDICE G

### QUESTIONÁRIO 2

O objetivo desse questionário é saber a opinião dos alunos sobre a História em Quadrinhos utilizada nas aulas de Química, como instrumento de colaboração da pesquisa de mestrado profissional. Sua identidade não será revelada. Obrigado por colaborar.

Nome:	Data:	Turma:
-------	-------	--------

Para cada afirmação abaixo marque apenas um x em uma das alternativas, são atribuídas 5 alternativas para cada questão conforme legenda:

- **Discordo Totalmente – DT**
- **Discordo Parcialmente – DP**
- **Indiferente – I**
- **Concordo Parcialmente – CP**
- **Concordo Totalmente – CT**

Afirmações	DT	DP	I	CP	CT
Gosto de ler HQs.					
Já usei HQs em outra(s) aula(s).					
Gostei da utilizar HQ nas aulas de Química.					
Os personagens da HQ eram interessantes.					
Os nomes dos personagens estavam atrativos.					
O cenário da HQ estava de acordo com a realidade escolar.					
Gostei das cores usadas na HQ.					
O uso da HQ facilitou meu entendimento dos conteúdos de Termoquímica.					
Os conceitos Termoquímicos abordados foram relevantes.					
A linguagem utilizada facilitou meu entendimento.					

## APÊNDICE H

### QUESTIONÁRIO 3

**Avaliação dos alunos após a utilização da HQ. Sua participação é importante para essa pesquisa de mestrado profissional. Sua identidade não será revelada. Obrigado.**

Nome:	Data:	Turma:
-------	-------	--------

Todas as perguntas devem ser respondidas de acordo com o contexto da ciência.

1. A palavra **ENERGIA** foi relacionada na HQ entre a linguagem do “cotidiano” e da “ciência”. Explique no contexto da ciência o significado de **ENERGIA**:

---



---



---



---

2. No **experimento 2** foram feitas duas misturas, uma usando água a 20°C e 40°C e a outra com água a 60°C e 70°C. “*A turma inicialmente pensou que quanto maior a temperatura, maior o calor*”. Mas o experimento mostrou outra relação entre **calor e temperatura**. Explique a relação mostrada pelo experimento.

---



---



---



---

Para responder as questões 3 e 4, leia o parágrafo abaixo:

No **experimento 3** foi feito um “banho-maria” para explicar a diferença entre **calor sensível** e **calor latente**. Com base nesse experimento responda.

3. O que é calor sensível?

---



---

4. O que é calor latente?

---



---

Foram feitas duas soluções no laboratório, *a dissolução em água do sulfato de potássio ( $K_2SO_4$ ) e do hidróxido de sódio ( $NaOH$ )*. A partir dessas soluções responda as questões 5 e 6.

5. Explique o que são **processos endotérmicos**.

---



---

6. Explique o que são **processos exotérmicos**.

---

---

7. Relacione cientificamente os termos: **sistema, vizinhança e universo**.

---

---

---

---

---

---

## **APÊNDICE I**

Mestrado Profissional em Química - PROFQUI

Instituto de Química - UFRGS

### **GUIA DO PROFESSOR PARA APLICAÇÃO DA HQ**

Thiago Antonio Valdez Garcia

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Tania Denise Miskinis Salgado

Porto Alegre - RS

2020

## APRESENTAÇÃO

Prezado(a) Professor(a)

Na pesquisa a qual originou o presente Guia do Professor, estudou-se a compreensão dos alunos sobre os conceitos fundamentais da termoquímica, **energia, calor, temperatura, processos exotérmicos e endotérmicos, sistema, vizinhança e universo**, a partir de uma história em quadrinhos (HQ). Os dados foram analisados através de questionários e a discussão dos resultados encontram-se na dissertação de mestrado profissional (PROFQUI) de origem.

Os conceitos básicos da termoquímica ensinados por meio de uma HQ foram fundamentados por: Vergueiro, que é referência da difusão de HQ com finalidade didática; Vygotsky, que em sua obra “Pensamento e Linguagem” diz que os conceitos científicos devem ser ensinados paralelamente aos conceitos cotidianos; e pela Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia de Mayer, a qual defende que a aprendizagem é mais efetiva quando se usam palavras e imagens ao mesmo tempo, do que usar uma ou outra separadamente.

Este guia tem como objetivo propor um plano de aula para usar a HQ, a qual é indicada para as aulas introdutórias de termoquímica, conteúdo geralmente ensinado no 2º ano do nível médio. O guia contém a HQ, um cronograma de 4 aulas, sendo que cada aula tem a duração prevista de 80 minutos, e um roteiro para cada experimento.

Para que as aulas ocorram da melhor forma possível, é necessário que sejam impressos, para cada aluno, uma HQ e um roteiro dos experimentos. Outra possibilidade, em caso de a escola e os estudantes terem condições, seria utilizar a HQ em formato PDF. Ter o material em mãos antes de iniciar a aula de acordo com este plano é de fundamental importância no uso dessa ferramenta didática.

Essencialmente, no que diz respeito à utilização da HQ, quando houver interesse em utilizá-la em sala de aula, destaca-se a importância de o professor aplicar esse material seguindo a descrição neste guia. Ou seja, aqui você encontrará as informações necessárias para essa finalidade.

AULA 1

Nesta primeira aula o professor(a) deve entregar um exemplar da revista em quadrinhos (HQ) para cada aluno da turma. Depois pede-se para que cada aluno faça a leitura individual da HQ e por fim realizar a leitura em grupo, sendo que se deve escolher um aluno de cada vez para fazer a leitura de uma página ou quadrinho.

### Anotações do professor:

AULA 2

No início da aula, entregar para cada aluno uma HQ e seguir a aula com uma explicação teórica do conceito de energia, sugere-se uma aula expositiva dialogada. Como os alunos já leram a HQ na aula anterior, o foco do diálogo deve ser concentrado na diferença dos significados que existe entre os contextos da ciência e do cotidiano. Usando os exemplos que estão na HQ, mostrar aos alunos as duas unidades de energia mais usadas (Joule e Calorias) e mostrar como converter uma em outra.

Na segunda parte desta aula, o professor deve explicar que o “k” na frente de J (Joule) ou cal (caloria) tem grafia em minúsculo e representa o número 1000. Nessa parte, sugere-se usar os rótulos dos alimentos, nos quais geralmente o conteúdo calórico é expressado em “kCal” ou “kJ” e pedir aos alunos para converter a quantidade energética constante em alguns rótulos de alimentos de kJ para kcal e vice-versa. Para finalizar a aula, explicar teoricamente os conceitos de calor e temperatura no contexto da ciência.

## Anotações do professor

## AULA 3

Antes de iniciar esta aula, o professor deverá providenciar a lista de materiais conforme os roteiros dos experimentos 1 e 2, bem como entregar uma cópia de cada roteiro aos alunos. O objetivo do experimento 1 é possibilitar ao aluno compreender que nem sempre as percepções de quente e frio estão de acordo com os termômetros. O objetivo do experimento 2 é calcular a quantidade de calor e relacionar com a diferença de temperatura nas duas misturas 1 e 2.

Recomenda-se que todos os alunos realizem o experimento 1. No entanto, no experimento 2, o professor deve realizá-lo, enquanto os alunos observam detalhadamente todo o procedimento. Mas se a escola fornecer material suficiente, então todos os alunos podem fazer o experimento. Ainda no segundo experimento, pedir aos alunos, agora individualmente, para que eles calculem a quantidade de calor nas duas misturas, enfatizando que o processo considerado é adiabático, ou seja, não há troca de calor com a vizinhança, implicando que o calor perdido pela amostra de água de maior temperatura é o mesmo recebido pela amostra de água de menor temperatura, nas misturas 1 e 2.

## Anotações do professor

AULA 4

Nesta última parte da introdução de termoquímica, antes de iniciar a aula o professor deverá providenciar os materiais e reagentes que estão nos roteiros dos experimentos 3 e 4. O objetivo do experimento 3 é enfatizar que só ocorre transferência de calor quando os sistemas estão em diferentes temperaturas, bem como explicar experimentalmente os conceitos de calor sensível e latente. Depois de iniciar a aula com o experimento 3 montado, distribuir um roteiro do experimento para cada aluno.

Terminado o experimento 3, o professor irá dividir a turma em duplas, distribuindo para cada aluno o roteiro do experimento 4, o qual consiste em explicar os conceitos de processos exotérmicos e endotérmicos, com base no fluxo de energia (sistema e vizinhança) e no balanço de energia (universo). Como sugestão, o professor pode ir até cada dupla para explicar com base no preparo dessas soluções a diferença do fluxo de calor.

### Anotações do professor: