

Animação  
**Lei de Ação das Massas e  
Equilíbrio Químico**

Equilíbrio Químico

Química  
1ª Série | Ensino Médio

CONTEÚDOS DIGITAIS MULTIMÍDIA

### Coordenação Didático-Pedagógica

Stella M. Peixoto de Azevedo Pedrosa

### Redação

Tito Tortori

### Revisão

Alessandra Muylaert Archer

### Projeto Gráfico

Eduardo Dantas

### Diagramação

Joana Felipe

### Revisão Técnica

Nádia Suzana Henriques Schneider

### Produção

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro

### Realização

Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação

Ministério da Ciência e Tecnologia

Ministério da Educação

---

### Animação (Software)

Tema: Lei de Ação das Massas e Equilíbrio Químico

Área de aprendizagem: Química

Conteúdo: Equilíbrio Químico

Conceitos: equilíbrio químico, equilíbrio molar, Lei da Ação das Massas, quociente reacional, reação reversível, reações irreversíveis.

Público-alvo: 1ª série do Ensino Médio

---

### Objetivo geral:

Compreender a Lei da Ação das Massas envolvida no Equilíbrio Químico de reações reversíveis.

### Objetivos específicos:

Definir equilíbrio químico;

Diferenciar reações reversíveis e irreversíveis;

Conceituar a Lei da Ação das Massas, associando-a com as reações reversíveis;

Definir constante de equilíbrio molar ( $K_c$ );

Reconhecer que em reações reversíveis as concentrações molares tendem, com o tempo, à estabilização;

Reconhecer que através do quociente reacional é possível prever se uma reação está ou não em equilíbrio.

### Pré-requisitos:

Não há pré-requisitos.

### Tempo previsto para a atividade:

Consideramos que uma aula (45 a 50 minutos) será suficiente para o desenvolvimento das atividades propostas.

## Introdução

A animação *Equilíbrio Químico e Variação de Temperatura* é um software desenvolvido para que você possa explorar de forma lúdica e atraente, na sala de informática, o tema equilíbrio químico com a sua turma. Como ferramenta de auxílio, você tem em suas mãos este guia didático, concebido para que o tema em questão seja trabalhado da melhor forma possível.

Lembre-se que você deve utilizá-lo livremente, explorando-o da forma que for mais proveitosa na construção do seu plano de aula.

Planeje a melhor maneira de exibir a animação, focando a atenção dos alunos nos trechos mais relevantes. Não tenha receio de repetir determinadas partes, se julgar necessário.

Não deixe que a ida à sala de informática vire um momento de desorganização. Lembre que os computadores devem ser usados para o estudo e não para outros fins. Mantenha-se sempre disponível para tirar dúvidas e ajudar na navegação.

É importante que você verifique a disponibilidade dos computadores na data prevista para sua aula. Lembre-se também que a utilização do software exige alguns requisitos técnicos. São eles:

- Sistema operacional Windows, Macintosh ou Linux.
- Um navegador Web (Browser) que possua os seguintes recursos:
  - Plug-in Adobe Flash Player 8 ou superior instalado;
  - Recurso de Javascript habilitado pelo navegador.

### Professor!

Nunca deixe seus alunos sozinhos na sala de informática, pois esta atitude pode fazer com que eles tenham a sensação de que a utilização do computador é um mero passatempo.

## Mais detalhes!

No Ensino Médio, o equilíbrio químico é visto, geralmente, sob a ótica da igualdade das velocidades das reações direta e inversa. Para uma reflexão sobre o ensino deste conceito do ponto de vista termodinâmico, leia o artigo *Ensino do Conceito de Equilíbrio Químico: Uma Breve Reflexão*, de SABADINI, Edvaldo e BIANCHI e José Carlos de Azambuja. Revista Química Nova na Escola, nº 25, maio de 2007, p. 10-13. Disponível em <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc25/ccdo2.pdf>.

## 1. Apresentação do Tema

Resgate com os alunos o conceito de reação química. Lembre-lhes que, em uma reação química, uma ou mais substâncias se reorganiza originando uma ou mais substâncias. Mostre uma equação química e pergunte o que a seta representa. Eles certamente irão dizer que a seta indica que a reação está acontecendo. Questione-os sobre a reversibilidade das reações. Apresente algumas reações reversíveis e explique que isso pode acontecer em certos casos. Peça que eles pensem sobre esse processo de reversibilidade, tentando prever que fatores podem potencializar a ocorrência da reação em um sentido ou no outro.

Diga, então, que em Química existe o conceito de equilíbrio químico, que será tratado com a ajuda dessa animação. Informe que o verbete *equilíbrio químico* do dicionário Novo Aurélio diz: “estado de um sistema em que não existem diferenças de potencial químico dos diversos componentes e em que, portanto, a composição do sistema não se altera ao longo do tempo”.

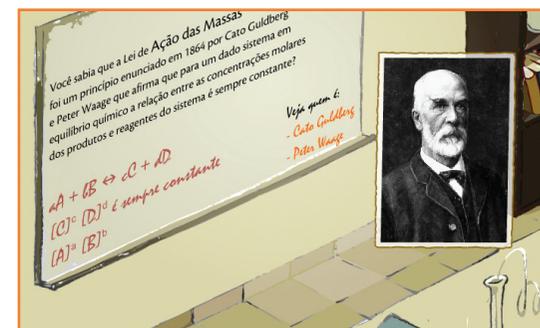
## 2. Atividades – Na sala de computadores

### CINÉTICA QUÍMICA

Lembre aos alunos que a **Lei da Ação das Massas** foi proposta em 1864 por **Peter Waage** e **Cato Guldberg** para explicar que a velocidade de uma reação química é proporcional à quantidade de substâncias reagentes envolvidas. Explique que os estudos desses dois cientistas levaram à criação de um novo ramo da química denominado de cinética química. Esse novo campo da Química surgiu da necessidade de estudar e entender quais fatores estão relacionados com a velocidade das reações químicas de processos químicos.

Destaque a tela 01/04 pedindo que os alunos passem o mouse sobre os nomes dos cientistas – Cato Guldberg e Peter Waage –, que propuseram a Lei da Ação das Massas.

Informe que A, B, C e D são espécies químicas envolvidas na reação química e que as letras a, b, c e d representam os coeficientes das substâncias (quantidade de matéria).



Destaque a equação a seguir que aparece nessa tela.



Aposte, ainda, que a representação na parte de baixo à esquerda mostra, na verdade, a constante de **equilíbrio molar (K<sub>C</sub>)**.

$$K_C = \frac{[C]^c \cdot [D]^d}{[A]^a \cdot [B]^b}$$

Explique aos alunos que as espécies químicas estão entre chaves ( [ ] ) porque esses valores são a concentração em mol/L.

Lembre que para cada reação química haverá um valor de equilíbrio molar (**K<sub>C</sub>**) para cada temperatura.

## REVERSIBILIDADE DAS REAÇÕES QUÍMICAS

Para entender o equilíbrio químico das reações, é importante entender a questão da **reversibilidade**. Explique aos seus alunos que uma reação reversível é aquela que pode ocorrer tanto na direção direta como na inversa. Isso significa que os reagentes e os produtos podem trocar de papéis, sem a necessidade de se adicionar qualquer substância.

Já as **reações irreversíveis** são aquelas em que reagentes são convertidos em produtos, mas o contrário não ocorre. Um exemplo é a combustão da gasolina.

Destaque a informação apresentada na animação que diz o seguinte: no caso das **reações reversíveis**, quando atingem o equilíbrio químico, a velocidade com que as moléculas dos reagentes formam os produtos é igual à velocidade com que as moléculas dos produtos restauram os reagentes; quando é atingido o equilíbrio, as concentrações de reagentes e produtos permanecem inalteradas. Destaque, também, o gráfico que apresenta o ponto de equilíbrio de uma reação.

Lembre aos alunos que a reação entre o tetróxido de dinitrogênio (N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) e o dióxido de nitrogênio é reversível, ou seja, a transformação pode acontecer tanto no sentido da reação direta quanto no sentido da reação inversa.

Destaque a equação a seguir mostrando as duas substâncias envolvidas na reação reversível.



## Mais detalhes!

Você poderá ter mais informações sobre os princípios envolvidos no equilíbrio químico lendo o texto de LAVORENTI, Arquimedes. Disponível em: <http://www.lce.esalq.usp.br/arquimedes/Atividadeo3.pdf>



## Dica!

Pense na possibilidade de realizar o experimento proposto no texto *A Contextualização no Ensino de Cinética Química*, de LIMA, Jozária de Fátima Lemos; PINA, Maria do Socorro Lopes; BARBOSA, Rejane Martins Novais e JÓFILI, Zélia Maria Soares, do N° 11, de maio de 2000, da Revista Química Nova na escola. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc11/v11a06.pdf>

Destaque a tela 02/04 e explique para os alunos que os três sistemas estão sobre placas de aquecimento que estão mantendo a temperatura fixa em 100 °C.

Informe que no recipiente de vidro à esquerda (1) foi colocado 0,100 mol/l de dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>), no do meio foi colocado 0,100 mol/l de N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> e 0,100 mol/l de NO<sub>2</sub>, e que no recipiente à direita foi introduzido apenas 0,100 mol/l de N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>.



## CONSTANTE DE EQUILÍBRIO QUÍMICO

Resgate com os alunos o conceito de **equilíbrio químico**. Informe que toda reação reversível tende ao equilíbrio e que as concentrações molares tendem, com o tempo, à estabilização. Aponte que o símbolo da **constante de equilíbrio molar** é **K<sub>c</sub>**.

Mostre aos alunos que a planilha, ao final da tela 02/04, apresenta na linha “concentrações iniciais” as proporções colocadas no início do experimento.

Experimentos		1	2	3
Concentrações iniciais (mol/L)	[NO <sub>2</sub> ]	0	0,100	0,100
	[N <sub>2</sub> O <sub>4</sub> ]	0,100	0,100	0

Explique que nos três recipientes ocorre, após algum tempo, o equilíbrio químico.

Experimentos		1	2	3
Concentrações no equilíbrio (mol/L)	[NO <sub>2</sub> ]	0,120	0,160	0,0071
	[N <sub>2</sub> O <sub>4</sub> ]	0,040	0,070	0,014

Destaque a linha inferior da planilha que mostra que o equilíbrio é atingido nos três experimentos, mas que isso ocorre em concentrações diferentes. Aponte que, apesar disso, a razão de duas moléculas de **NO<sub>2</sub>** para uma molécula de **N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>**, representada na parte de baixo da planilha pelo símbolo **[NO<sub>2</sub>]<sup>2</sup> / [N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>]** mostra que, considerando as concentrações molares, os três sistemas apresentam a mesma constante de equilíbrio (0,36).

Experimentos		1	2	3
Concentrações no equilíbrio (mol/L)	[NO <sub>2</sub> ]	3,00	2,29	5,07
	[N <sub>2</sub> O <sub>4</sub> ]	0,360	0,366	0,360

Peça que os alunos usem os valores das concentrações em equilíbrio oferecidos pela planilha para calcular a razão do equilíbrio molar (K<sub>c</sub>). Proponha que eles usem a fórmula a seguir:

$$K_c = \frac{[\text{NO}_2]}{[\text{N}_2\text{O}_4]}$$

Elevando ao quadrado o valor das concentrações de **NO<sub>2</sub>** (por exemplo, 0,120 no experimento 1) e dividindo pela concentração de **N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>** (0,040 no experimento 1) os alunos vão deduzir que o equilíbrio molar (K<sub>c</sub>) será constante e aproximadamente 0,36 a 100<sup>o</sup> C.

Explique aos alunos que a constante de equilíbrio nas reações permite prever as quantidades de produtos produzidos, as novas concentrações esperadas, caso haja a adição de novos reagentes, ou saber com certeza se o sistema está ou não em equilíbrio.

Informe aos alunos que o **quociente reacional (Q)** permite prever se as concentrações iniciais dos produtos e reagentes estão em equilíbrio ou se o processo ainda está em andamento. Explique aos alunos que as concentrações só estão em equilíbrio quando Q = K<sub>c</sub>.

Informe aos alunos que se o cálculo das concentrações demonstrar que Q < K<sub>c</sub> é sinal que o sistema não está em equilíbrio e que parte dos reagentes ainda será convertida em produtos. Quando Q < K<sub>c</sub>, a concentração dos reagentes é alta e a reação tende a se processar no sentido dos produtos. Explique, ainda, que se o cálculo das concentrações indicar que Q > K<sub>c</sub>, isso significa que parte dos produtos é convertida em reagentes. Quando Q > K<sub>c</sub>, a concentração dos produtos é muito alta e a reação tende a se processar no sentido dos reagentes.



## Mais detalhes!

Sugira aos alunos a leitura do texto *Equilíbrio Químico*, de ARAUJO, Hiram publicado na sala de leitura do Museu Virtual de Química desenvolvido pela PUC-Rio como parte do projeto CONDIGITAL. Disponível em: [http://web.ccead.puc-rio.br/condigital/mvsl/Sala%20de%20Leitura/conteudos/SL\\_equilibrio\\_quimico.pdf](http://web.ccead.puc-rio.br/condigital/mvsl/Sala%20de%20Leitura/conteudos/SL_equilibrio_quimico.pdf)

## Professor!

Estude o tema e busque informações atualizadas. Isso contribuirá para o planejamento e desenvolvimento de aulas mais interessantes para seus alunos e para você!

## 3. Atividades Complementares

- a) Pense na possibilidade de **organizar o jogo** apresentado no artigo *Proposta de um Jogo Didático para Ensino do Conceito de Equilíbrio Químico* de SOARES, Márlon Herbert Flora Barbosa; OKUMURA, Fabiano e CAVALHEIRO, Éder Tadeu Gomes do N° 18 de novembro de 2003, da Revista Química Nova na Escola. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc18/Ao3.PDF>
- b) Peça para seus alunos pesquisarem, em grupos, e apresentarem alguns **exemplos de experimentos** envolvendo **reações reversíveis**. Pense na possibilidade de eles apresentarem esses experimentos para o restante da turma.
- c) Proponha que os alunos assistam ao **vídeo Equilíbrio Químico** da série *Conversa Periódica* do projeto CONDIGITAL da PUC-Rio em parceria com o MEC. Disponível em: <http://www.youtube.com/user/cceadpucRio?blend=1&ob=5#p/search/1/5zPea3xb3lc>

## 4. Avaliação

Considere as dificuldades dos alunos durante o **processo avaliativo** e tente trabalhar no sentido de minimizá-las. Para isso, não hesite em retomar o mesmo tema mais de uma vez; repita as explicações sempre que julgar necessário.

Utilize as dúvidas que surgirem ao longo da aula para identificar os pontos que ainda precisam ser trabalhados. Selecione os temas que suscitaram mais interrogações e incertezas para explorá-los com mais calma e profundidade.

Lembre que é importante avaliar o aluno, não apenas com provas e testes, mas também de acordo com sua participação e interesse durante as aulas.

Lembre-se, também, que seu **interesse e motivação** pelo tema estimulam a **construção do conhecimento** de sua turma.



## ANIMAÇÃO - SOFTWARE

### EQUIPE PUC-RIO

Coordenação Geral do Projeto

Pércio Augusto Mardini Farias

### Departamento de Química

Coordenação de Conteúdos

José Guerchon

Ricardo Queiroz Aucélio

Revisão Técnica

Nádia Suzana Henriques Schneider

Assistência

Camila Welikson

Produção de Conteúdos

PUC-Rio

## CCEAD - Coordenação Central de Educação a Distância

Coordenação Geral

Gilda Helena Bernardino de Campos

Coordenação de Software

Renato Araujo

Assistência de Coordenação de Software

Bernardo Pereira Nunes

Coordenação de Avaliação e Acompanhamento

Gianna Oliveira Bogossian Roque

Coordenação de Produção dos Guias do Professor

Stella M. Peixoto de Azevedo Pedrosa

Assistência de Produção dos Guias do Professor

Tito Tortori

Redação

Alessandra Muylaert Archer

Camila Welikson

Gabriel Neves

Design

Amanda Cidreira

Joana Fellipe

Romulo Freitas

Revisão

Alessandra Muylaert Archer

Camila Welikson