

Programa  
**Tudo se Transforma**  
Experimentos Químicos

A História da Química  
contada por suas descobertas

Química  
1ª Série | Ensino Médio

CONTEÚDOS DIGITAIS MULTIMÍDIA

### Coordenação Didático-Pedagógica

Stella M. Peixoto de Azevedo Pedrosa

### Redação

Camila Welikson

### Revisão

Alessandra Archer

### Projeto Gráfico

Eduardo Dantas

### Diagramação

Isabela La Croix

### 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

---

### Vídeo (Audiovisual)

Programa: Tudo se Transforma

Episódio: Experimentos Químicos

Duração: 10 minutos

Área de aprendizagem: Química

Conteúdo: A história da química contada por suas descobertas

Conceitos envolvidos: ácidos, combustão, compostos orgânicos, compostos inorgânicos, dissociação eletrolítica, eletrólise, eletrólitos, eletromagnetismo, flogismo, hidroxila, íons.

Público-alvo: 1ª série do Ensino Médio

---

### Objetivo geral:

Explicar a importância de experimentos químicos que revolucionaram a ciência e como eles transformaram o mundo.

### Objetivos específicos:

Explicar a descoberta do oxigênio e a refutação da teoria do flogisto;

Esclarecer como Lavoisier descobriu o Princípio da Conservação da Massa;

Rever como se deu a pesquisa de Faraday sobre eletrólise;

Analisar a história de Arrhenius, Brønsted e Lowry e a teoria ácido-base;

Entender a importância da síntese da ureia.

### Pré-requisitos:

Não há pré-requisitos.

### Tempo previsto para a atividade:

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

## Introdução

*Tudo se Transforma* é um programa cujos vídeos possuem o formato de um documentário, abordando variados temas e valendo-se de uma montagem de imagens, ilustrações e encenações divertidas. O episódio intitulado *Experimentos Químicos* busca explicar a importância da pesquisa e da realização de experimentos para o desenvolvimento do homem. O vídeo analisa o processo de estudo de cientistas famosos que ajudaram a transformar o mundo a partir de suas experiências.

Você pode destacar estes pontos antes de passar o vídeo e pedir que eles prestem atenção no que será falado ou você pode, ainda, falar sobre esses exemplos após a exibição do vídeo, reprisando alguns momentos se for necessário.

Não se esqueça de verificar, com antecedência, se os recursos necessários para a apresentação do vídeo estarão disponíveis no dia de sua aula. Você vai precisar de um computador ou um equipamento específico de DVD conectado a uma TV ou projetor multimídia.

### 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 próprio!

## I. Desenvolvimento

Você pode começar a aula falando sobre a importância de incentivar a criatividade de jovens interessados em realizar pesquisas e experimentos. Para isso, vale destacar as palavras do entrevistado no programa, o professor Cláudio Cerqueira Lopes. Ele fala sobre a importância de incentivar jovens talentos a buscar seus campos de interesse e, também, a importância de dar oportunidades.

Converse com os alunos sobre seus sonhos e vontades e instigue-os a falar sobre suas expectativas em relação ao futuro. Explique que a determinação faz parte da história dos grandes cientistas e, em muitos casos, as oportunidades foram plantadas pelos próprios jovens sonhadores. Use como exemplo o caso de Faraday, que correu atrás de sua própria formação e se tornou um cientista experimental brilhante.

### LAVOISIER: UMA REVOLUÇÃO NA QUÍMICA

A massa das substâncias que entram numa reação química é sempre igual a das substâncias que resultam do processo. Nada se perde, nada se cria, tudo se transforma.

Professor, numa aula sobre experimentos químicos, você não poderia começar com outro cientista que não Lavoisier. Explique a seus alunos que este cientista desenvolveu uma pesquisa semelhante a de outros cientistas importantes, como Cavendish, Priestley e Scheele, mas a distinção do seu trabalho está relacionada com a forma como interpretou suas descobertas. Enquanto os outros não conseguiam se desprender da ideia do **flogismo**, apresentada no vídeo, Lavoisier conseguiu enxergar além. Graças às suas conclusões, estabeleceu-se a base para a era moderna da Química. Muitos cientistas comparam seu trabalho nesta área ao de Newton na Física.

É interessante destacar como foram realizados os experimentos de Lavoisier. Conte em sala de aula que, em seus estudos sobre combustão, o cientista queimou materiais como grafite e fósforo em recipientes fechados.

Uma peça chave em suas pesquisas foi a balança, tanto que se tornou um símbolo do seu trabalho. Pesando os materiais antes e depois do experimento, **Lavoisier** (1774) percebeu que os recipientes não ganhavam nem perdiam massa, isto é, 10g de reagente se transformavam em 10g de produto ou 100g de reagente se transformavam em 100g de produto. O químico concluiu, então, que no processo de **combustão**, nada era acrescido ou destruído, como supunha a teoria flogística; a matéria era apenas rearranjada dentro do recipiente. Diga a seus alunos que essa descoberta foi chamada de Lei da Conservação das Massas, ou Lei de Lavoisier, em reconhecimento ao seu trabalho.

Ele percebeu que sólidos aquecidos podiam ganhar massa e isso só podia ocorrer devido ao contato com o ar contido no recipiente aquecido. Em 1774, Lavoisier encontrou o cientista Joseph Priestley, em Paris. Nesse encontro, os dois conversaram sobre as ideias de **Priestley** sobre o ar “**deflogisticado**”. O que passou despercebido por Priestley foi de grande valia para Lavoisier, pois ele descobriu que o tal ar deflogisticado era, de fato, o gás da atmosfera, fundamental para que se desse a combustão.

É interessante destacar que os grandes cientistas também cometem erros. Com Lavoisier não foi diferente. Ele chamou o tal gás de oxigênio, que significa em grego “gerador de ácido”. O nome, que nunca foi alterado, partiu do engano de Lavoisier, que acreditava que esse elemento estava presente na decomposição de todos os ácidos.

Comente com os seus alunos que as ideias de Lavoisier foram publicadas no **Tratado Elementar da Química**, em 1789. A era da teoria flogística chegava ao fim e nascia a era da Química moderna. O tratado incluía também uma listagem de todos os elementos conhecidos até então, um trabalho de identificação árduo que tinha sido iniciado ao lado de outros cientistas famosos. Foi a partir dali que se deu início o processo de nomeação de compostos químicos, utilizada até hoje.

Ainda sobre os estudos de Lavoisier, vale destacar para a turma uma última informação bastante interessante: no mesmo período da publicação do seu texto, Lavoisier percebeu a importância do oxigênio na respiração também para a vida humana. Seus estudos o levaram à experimentação aplicada à respiração, à fotossíntese e à calorimetria. A lógica de Lavoisier apontava para a explicação da respiração sendo semelhante à da combustão do carvão, porém muito mais lenta. Em suas experimentações foram utilizados animais e até mesmo seres humanos.

## FARADAY: A DESCOBERTA DE UM JOVEM TALENTO

Até hoje, incentivar jovens talentos continua sendo algo fundamental para a ciência.

**Michael Faraday** teve um importante papel para a Química, mas antes de se aprofundar no conteúdo da matéria, vale a pena retomar a discussão com os seus alunos sobre a importância de incentivar jovens talentos, um ponto bastante explorado no vídeo. Aborde a questão do esforço de Faraday e lembre que sua dedicação aos estudos o ajudou a crescer na carreira.

Lembre que Lavoisier também dedicava grande parte do seu tempo aos estudos. Costumava assistir conferências sobre química e buscava mais informações em artigos de enciclopédias. Durante o curso universitário frequentou aulas de química, geologia, matemática, botânica, física, astronomia e anatomia.

## mais detalhes!

Para conhecer mais sobre Lavoisier, leia o artigo de VIDAL, Paulo Henrique; CHELONI, Flávia Oliveira; PORTO, Paulo Alves. *O Lavoisier que não está presente nos livros didáticos*, Química Nova na Escola, nº 26, novembro de 2007, páginas 29 a 32. Disponível em <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc26/v26ao8.pdf>.



**dica!**

Para saber mais sobre os estudos de Faraday e a eletricidade, leia o artigo de OKI, Maria da Conceição Marinho, *A Eletricidade e a Química*, Química Nova na Escola, nº 12, 2000, ps. 34-37, disponível através do link <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc12/v12a08.pdf>.

Faraday sempre soube a importância da dedicação. Ele ouviu falar a respeito das pesquisas do dinamarquês **Orsted** sobre **eletromagnetismo** (relação entre eletricidade e magnetismo). O que Orsted percebeu foi que o movimento da agulha de uma bússola se movia em função da corrente elétrica que atravessava um fio próximo à bússola. A partir de então, cientistas de vários países começaram a busca por explicações mais precisas sobre este fenômeno, inclusive Faraday.

Explique para seus alunos que Faraday realizou inúmeros experimentos e conseguiu que uma corrente elétrica em um circuito induzisse corrente em outro circuito. Há **duas leis** que ele desenvolveu a esse respeito, e são as seguintes:

1. Durante uma **eletrólise**, a massa de uma substância libertada em qualquer um dos eletrodos, assim como a massa da substância decomposta, é diretamente proporcional à quantidade de eletricidade que passa pela solução.
2. Quando uma mesma quantidade de eletricidade atravessa diversos **eletrólitos**, as massas das espécies químicas libertadas nos eletrodos, assim como as massas das espécies químicas decompostas, são diretamente proporcionais aos seus equivalentes químicos.

Avise aos alunos que o vídeo afirma que os elementos químicos **hidrogênio** e **oxigênio** reagem produzindo água, mas na realidade, o certo é afirmar que as **substâncias** hidrogênio e oxigênio reagem, não os elementos.

**TEORIA DA DISSOCIAÇÃO IÔNICA**

Arrhenius observou anormalidades nas propriedades das soluções de eletrólitos pela ação da eletricidade. Ele verificou que algumas soluções conduziam corrente elétrica e outras não.

É bom lembrar aos seus alunos que isto é o comum na ciência: cientistas usam como base experimentos anteriores para comprovar ou refutar teorias e para estabelecer novas verdades.

Explique para a turma que, no caso de Arrhenius, suas pesquisas foram a continuação dos estudos sobre eletrólise. Durante suas pesquisas de doutorado, ele observou anomalias nas propriedades das soluções de eletrólitos pela ação da eletricidade. Foi a partir daí que desenvolveu sua teoria da **dissociação eletrolítica**, afirmando que as soluções aquosas contêm partículas carregadas, os **íons**.

Para ficar claro o que significa isso, explique em sala as conclusões de Arrhenius. Ele percebeu que uma substância, ao ser dissolvida em água, se divide em partículas menores. Em alguns casos, essa divisão para nas moléculas e a solução não conduz corrente elétrica. Porém, há vezes em que a divisão vai além de moléculas e essas se dividem em micro partículas com carga elétrica, que são denominadas íons. Aí sim a solução conduz corrente elétrica.

Diga aos alunos que na época em que **Arrhenius** publicou sua teoria ainda não eram conhecidos os prótons, elétrons e nêutrons, e não se distinguia substância molecular de substância iônica. Ele concluiu que os eletrólitos em solução dissociavam-se em partículas carregadas eletricamente e que a soma das cargas positivas e negativas era igual, sendo a solução, portanto, eletricamente neutra. Arrhenius percebeu também que quanto maiores eram as concentrações dos íons na solução e maior a velocidade com que se deslocam, maior era a quantidade de eletricidade passando através da solução, portanto, maior também sua condutividade elétrica.

Já que nesta aula aborda-se bastante a questão do incentivo a jovens talentos, vale lembrar aqui que muitas vezes novos trabalhos são rejeitados, mas isso não significa que os jovens devam desistir logo no primeiro “não”. Use como exemplo o caso de Arrhenius.

Em 1884, na defesa de sua tese, no Instituto de Física de Estocolmo, ele apresentou para a comunidade científica a teoria da dissociação eletrolítica. Muitos rejeitaram suas ideias, considerando-as erradas, afinal, contradizia o Modelo Atômico de Dalton (partículas neutras indivisíveis), aceito na época. Por essa razão Arrhenius foi aprovado com nota mínima em seu doutorado e recebeu várias críticas.

O cientista não ficou desanimado, justamente porque havia realizado inúmeros experimentos relacionados à passagem de eletricidade através de soluções aquosas, portanto, era dono de valiosos dados sobre soluções e concentrações. Ele decidiu se dedicar com exclusividade aos estudos dos eletrólitos.

Anos depois, sua teoria foi aceita e tornou-se um dos fundamentos da eletroquímica, portanto, um dos pilares da físico-química. O reconhecimento internacional veio em 1903, com o prêmio Nobel de Química.

Na continuidade de seus estudos, Arrhenius identificou os íons presentes nas soluções e criou a definição de ácidos, bases e sais. Mais tarde, outros conceitos mais completos foram formulados (Lei de Brønsted-Lowry e Lei de Lewis), mas até hoje o conceito de Arrhenius é utilizado no ensino básico de Química.

## TEORIA DE BRÖNSTED-LOWRY

Segundo a teoria de Brønsted-Lowry, um ácido é qualquer substância que tem tendência a doar um próton para outra substância. Já a base é qualquer substância que pode aceitar um próton.

Enfatize para os seus alunos que realmente um experimento dá continuidade a outro. Diga que é o caso da **teoria de Brønsted e Lowry**. Os dois cientistas trabalharam separadamente, mas chegaram a mesma conclusão. Resumidamente, a teoria deles é a de que ácido é uma substância capaz de ceder um próton a uma reação, enquanto base é uma substância capaz de receber um próton. Ácidos e bases envolvem transferência de prótons entre doadores e aceptores. Essa teoria é válida para qualquer solvente, não apenas para a água.

## mais detalhes!

Veja mais informações sobre ácidos, bases e sais lendo o texto *Classificação e Nomenclatura de Ácidos, Bases e Sais*, de TEIXEIRA, Leticia, acessível através do link [http://web.ccead.puc-rio.br/condigital/mvsl/Sala%20de%20Leitura/conteudos/SL\\_classificacao\\_e\\_nomenclatura\\_de\\_acidos\\_bases\\_e\\_sais.pdf](http://web.ccead.puc-rio.br/condigital/mvsl/Sala%20de%20Leitura/conteudos/SL_classificacao_e_nomenclatura_de_acidos_bases_e_sais.pdf)



Neste momento, diga a sua turma que os estudos de Brønsted e Lowry são mais abrangentes e destacam pontos importantes, diferentes do que havia sido colocado por Arrhenius. Deixe claro para os seus alunos que pontos são esses:

1. **Nem** todas as substâncias que se comportam como bases liberam uma hidroxila OH<sup>-</sup>. Um exemplo disso é a amônia (NH<sub>3</sub>);
2. A definição de ácido e base **não** está necessariamente relacionada à dissolução em meio aquoso.

Lembre que existe, ainda, uma terceira definição de ácido e base, determinada por **Gilbert Newton Lewis**, um cientista americano. Segundo ele, ácidos são substâncias que, numa ligação química, podem receber pares eletrônicos, enquanto as bases são aquelas que cedem esses pares.

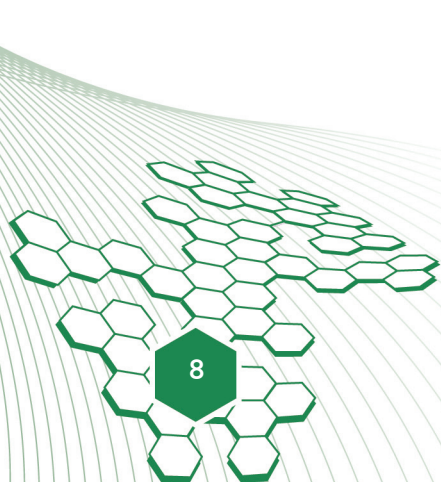
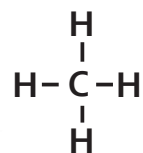
Pergunte a seus alunos se eles conseguem identificar uma diferença entre essas duas últimas teorias. Explique, então, que **Brønsted e Lowry** criaram suas definições a partir dos prótons que liberavam e recebiam e **Lewis** criou sua definição a partir dos elétrons. Para finalizar, é importante lembrar que todas as definições são aceitas hoje em dia.

### SÍNTESE ARTIFICIAL DA UREIA

A síntese da ureia teve um grande significado histórico, pois pela primeira vez um composto orgânico foi produzido a partir de um reagente inorgânico.

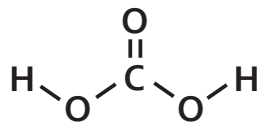
O vídeo apresenta um último experimento que se tornou extremamente importante por ter derrubado uma teoria até então aceita como verdadeira pela comunidade científica, a teoria da força vital. Para que seus alunos entendam do que se trata essa teoria e como ela foi refutada, é importante deixar bem compreendida a diferença entre **compostos orgânicos e inorgânicos**.

Explique que os compostos orgânicos apresentam átomos de carbono distribuídos em cadeias ou átomos de carbono que estão ligados diretamente ao hidrogênio. Um exemplo é o metano (CH<sub>4</sub>):



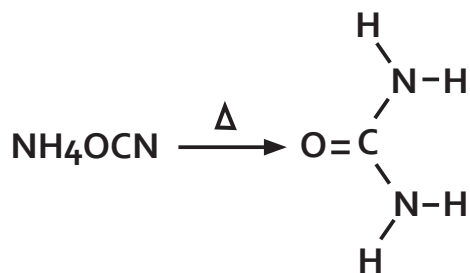


Para que a ideia fique clara para a sua turma, você pode mostrar um exemplo contrário, em que os átomos de carbono distribuídos em cadeia não estão ligados diretamente ao hidrogênio, como o ácido carbônico ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ):



Explique, então, que segundo a teoria da força vital, apenas seres vivos podiam produzir moléculas orgânicas. O grande feito de **Wöhler** foi sintetizar artificialmente a ureia (orgânica) a partir de cianato de amônio (inorgânico). Ou seja, pela primeira vez foi realizada a **síntese orgânica** através de um composto inorgânico.

Apresente a fórmula para seus alunos e explique que nesta reação, o cianato de amônio é aquecido para, então, receber energia. Com isso, dá origem à ureia. Essa síntese orgânica não possui mais que um reagente e se baseia no rearranjo dos átomos da molécula de  $\text{NH}_4\text{OCN}$ . Hoje, as moléculas orgânicas podem ser sintetizadas por organismos vivos ou em laboratório.



## mais detalhes!

É interessante apresentar a seus alunos o texto original de Friedrich Wöhler sobre a síntese da ureia. Apesar de estar em inglês, o texto é curto, o que deixa claro que uma ideia genial não precisa necessariamente ser extensa e complexa. O texto foi publicado no periódico *Annalen der Physik und Chemie*, em 1828, e pode ser acessado através do link [http://www.qmc.ufsc.br/qmcweb/artigos/historia/historia\\_wohler.html](http://www.qmc.ufsc.br/qmcweb/artigos/historia/historia_wohler.html)

## 2. Atividades

- a) Divida sua turma em grupos e peça que **realizem uma pesquisa** sobre um **cientista** que tenha realizado trabalhos importantes no **campo experimental**. Peça que cada grupo prepare uma apresentação para a turma abordando a biografia do cientista escolhido, o experimento trabalhado e a sua importância para o mundo. Você pode instigá-los a realizar a apresentação em forma de painel, representação teatral, com exibição de imagens e vídeos etc.
- b) **Proponha um debate** sobre a importância dos experimentos e faça com que eles reflitam sobre como seria o mundo sem eles. Antes de iniciar a atividade, coloque os alunos sentados em círculo.
- c) Escreva no quadro negro os **experimentos** citados no vídeo e, em **fichas de cartolina**, escreva nomes de objetos comuns do nosso dia a dia (computador, saco de fertilizante, lâmpada etc.). Coloque as fichas em uma pequena caixa. Em sala de aula, peça para um aluno retirar uma ficha e ler para a turma. Peça, então, para a turma dizer se este objeto existiria ou não se tal experimento não tivesse sido realizado.

## 3. Avaliação

Professor, uma avaliação é mais proveitosa se realizada de modo **formativo** durante o período em que estiver fazendo uso dos recursos midiáticos pedagógicos. Aproveite para fazer reflexões sobre o seu próprio trabalho enquanto estiver em sala de aula, através da reação e da participação de seus alunos. Dessa forma, fica mais simples e fácil tomar decisões futuras para a continuidade do processo de ensino-aprendizagem com qualidade e bom aproveitamento.

Para garantir uma boa avaliação, fique atento a todos os sinais da turma e envolva-se em todo o processo desde a **definição** dos objetivos. Nesta primeira etapa é importante que você estipule os critérios e atribua **parâmetros** geradores de conceitos e notas.

Não deixe de **avaliar o seu próprio trabalho** no momento em que estiver avaliando o trabalho dos seus alunos. Faça isso sem medo ou receio, pois a autoavaliação é essencial para o crescimento profissional, é através dela que você vai ser capaz, se necessário, de melhorar ações futuras, repensando seu método de ensino e reformulando os objetivos propostos inicialmente.

É válido, também, estimular debates após a apresentação dos vídeos. Assim, será possível avaliar a construção de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais. Portanto, incentive seus alunos a expor opiniões, comentários e críticas sobre o trabalho apresentado e aproveite esses comentários para captar indicações sobre a qualidade das aulas.

Fique atento, também, aos questionamentos, porque eles indicam se os **objetivos** traçados inicialmente foram atingidos ou se será preciso focar em algum assunto específico que não tenha ficado claro.

Considere, ainda, a possibilidade de utilizar o conteúdo do vídeo na elaboração de **instrumentos formais** de avaliação como provas e testes.

## 4. Interdisciplinaridade

Professor, a série *Tudo de Transforma* explora com profundidade a relação entre Química e História, portanto, a utilização deste vídeo em aula é uma boa oportunidade para desenvolver um trabalho interdisciplinar.

Convide o professor de História para participar da atividade 1 sugerida neste guia. Ele poderá ajudar os alunos a preparar suas apresentações dando ênfase na visão histórica. Convide, também, o professor de Português para ajudar na revisão dos textos dos alunos.

Veja, ainda, se existe a possibilidade de realizar, com a ajuda da coordenação, um ciclo de palestras com profissionais de diferentes áreas para falar sobre a escolha das profissões e o estímulo em seguir determinadas carreiras.

Antes das palestras, estimule o debate entre os alunos e fale sobre a importância de ser persistente e dedicado para conquistar o reconhecimento profissional. Use como exemplo o caso de Arrhenius. Convide todos os professores a participar das palestras e dos debates e peça que cada um fale sobre sua vivência pessoal.

## VÍDEO - AUDIOVISUAL

### EQUIPE PUC-RIO

Coordenação Geral do Projeto

Pércio Augusto Mardini Farias

### Departamento de Química

Coordenação de Conteúdos

José Guerchon

Revisão Técnica

Nádia Suzana Henriques Schneider

Assistência

Camila Welikson

Produção de Conteúdos

Moisés André Nisenbaum

### CCEAD - Coordenação Central de Educação a Distância

Coordenação Geral

Gilda Helena Bernardino de Campos

Coordenação de Audiovisual

Sergio Botelho do Amaral

Assistência de Coordenação de Audiovisual

Eduardo Quental Moraes

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

Tito Tortori

Design

Isabela La Croix

Romulo Freitas

Revisão

Alessandra Muylaert Archer

Camila Welikson