

Animação
**Eletrólise: como o alumínio
é extraído da bauxita?**

Pilhas e Baterias

Química
3ª Série | Ensino Médio

Coordenação Didático-Pedagógica

Stella M. Peixoto de Azevedo Pedrosa

Redação

Gabriel Neves

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: Eletrólise: como o alumínio é extraído da bauxita?

Área de aprendizagem: Química

Conteúdo: Pilhas e Baterias

Conceitos envolvidos: alumina, alumínio, ânodo, bauxita, catodo, eletrodo, eletrólise, fundente, oxidação, óxido de alumínio, oxirredução, redução.

Público-alvo: 3ª série do Ensino Médio

Objetivo geral:

Conhecer o papel da eletrólise na produção de alumínio.

Objetivos específicos:

Citar as propriedades do alumínio;

Identificar a bauxita como um minério fonte de óxido de alumínio para a produção de alumínio metálico;

Citar as etapas de produção do alumínio;

Definir eletrólise;

Saber os elementos de uma célula eletrolítica;

Associar a produção do alumínio metálico a reações de oxirredução do óxido de alumínio.

Pré-requisitos:

Nenhum.

Tempo previsto para a atividade:

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

Introdução

Este guia tem por finalidade fornecer elementos que possam contribuir com o professor de Química no planejamento de uma aula em que seja apresentada a animação *Eletrólise do Alumínio*. Como ferramenta de auxílio, este guia foi concebido para que o assunto em questão seja trabalhado da melhor forma possível. Lembre-se que você deve utilizá-lo livremente, explorando-o da forma que julgar mais proveitosa na construção do seu plano de aula. O guia apresenta orientações gerais e também sugestões de leituras e sites que podem ser usados como material de apoio.

Também é importante observar os requisitos técnicos para a utilização do software:

- 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!

Procure enfatizar a aplicabilidade do tema no cotidiano.

Dica!

O alumínio possui uma história que é tão interessante quanto útil! Veja mais sobre o elemento alumínio no artigo de PEIXOTO, Eduardo. *Alumínio*, Revista Química Nova na Escola, nº13, 2001. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc13/13-aluminio.pdf>

1. Apresentação do Tema

Em 1807 ocorreram os primeiros estudos sobre o alumínio. Na época, suspeitava-se que poderia ser um novo metal. Humphry Davy buscava isolar esse novo elemento metálico, mas sem sucesso. Em 1825, pela primeira vez, o alumínio foi preparado como um elemento metálico.

Esse metal está muito presente no nosso cotidiano, adequado aos usos mais simples (como o papel alumínio para embalar alimentos ou a criação de painéis), aos usos complexos (como componentes de aviões, carros e até naves espaciais). É o metal mais abundante na crosta terrestre, além de ser o terceiro elemento mais comum (O=49,5%, Si=25,7%, Al = 7,5 %), sendo extraído, principalmente, dos minérios de bauxita.

Trata-se, portanto, de um elemento muito importante devido a sua disponibilidade, utilidade e propriedades distintas. Mas, ainda assim, há muita dúvida sobre as origens deste metal e suas características marcantes, pois muitos não sabem apontar como é produzido. Incentive a curiosidade de sua turma a respeito dessa questão, da forma como achar melhor, pois, felizmente, essa é mais uma história que a química pode contar.

2. Atividades – Na Sala de Computadores

UM SHOW DE METAL

Os metais são tão importantes que marcaram os momentos de grandes mudanças na história da humanidade. Lembre aos alunos que os metais são usados até mesmo para indicar períodos de tempo. As Idades do Cobre, do Bronze e do Ferro, e também a **Revolução Industrial** mostram a importância dessas substâncias.

Informe aos alunos que o **elemento químico alumínio** é um dos mais comuns na crosta terrestre e que, embora os minerais contendo alumínio tivessem sido usados por civilizações muito antigas (como a pedra úme e a própria argila), a produção e a aplicação do metal alumínio só ocorreram no século XIX, tendo sido plenamente utilizado apenas a partir do século XX.

Explique que se trata de um metal que, apesar de bastante **reativo**, é muito resistente à corrosão. As ligas de alumínio são muito duras e resistentes, com a vantagem de serem menos densas que o aço, ou seja, mais leves. É um ótimo condutor de eletricidade e calor, o que lhe deu uma posição de destaque nas redes elétricas ou mesmo nos utensílios de cozinha. Frente a tantas possibilidades, o alumínio é realmente um elemento extraordinário. Mas de onde ele vem? E como é produzido?

MINÉRIOS

Lembre aos alunos que o alumínio, como a maioria dos metais, não é encontrado na forma metálica na crosta terrestre, precisando ser extraído de minérios que o apresentem na sua composição.

Destaque a imagem da animação que mostra um dos minérios mais usados para a extração do alumínio. A bauxita, que contém **óxido de alumínio** (Al_2O_3), também é chamada de **alumina**.

Peça que os alunos analisem a composição da bauxita e que identifiquem o óxido de alumínio.

Explique que o alumínio como conhecemos é o elemento metálico isolado combinado apenas com outros átomos de alumínio em uma ligação chamada ligação metálica.

Para que possamos produzir alumínio metálico a partir do óxido de alumínio é necessário que os elementos sejam separados! Mas, como separar o alumínio do oxigênio?

A produção de alumínio depende, basicamente, de dois processos. Primeiramente a obtenção da alumina a partir do minério da bauxita. Em um segundo momento, realizar o processo de **redução** na alumina, através da eletrólise.

É por isso que explicar a **eletrólise** previamente torna mais simples a aplicação desta reação à produção de alumínio. Mas antes que a eletrólise ocorra, é preciso passar algumas etapas anteriores, que explicam a obtenção da alumina. A seguir, estão as etapas na ordem correta de processamento:

Destaque a tela 03/06 e peça aos alunos que tenham atenção nas quatro **fases do processamento do minério** para a produção de alumínio. Explique que essas etapas envolvem a extração da bauxita (1), a purificação da alumina ou óxido de alumínio (2), a adição do fundente criolita (3) e a fusão seguida de eletrólise do alumínio (4).

1º Fase: Extração do Minério

Esta é a primeira fase do processo de produção do alumínio. Como dito anteriormente, a bauxita é um dos minérios mais utilizados para a obtenção de alumínio, pois o óxido de alumínio (alumina) é parte de sua composição, representando entre 40% a 60% de seu total.



Dica!

Proponha que os alunos assistam complementarmente o vídeo *Alumínio*, da série *A química do Fazer*, da PUC-Rio em parceria com o MEC. Disponível em: <http://www.youtube.com/user/cceadpucRio?blend=1&ob=5#p/search/1/iVZBhubw8ul>

Vejam como o alumínio é extraído da bauxita.

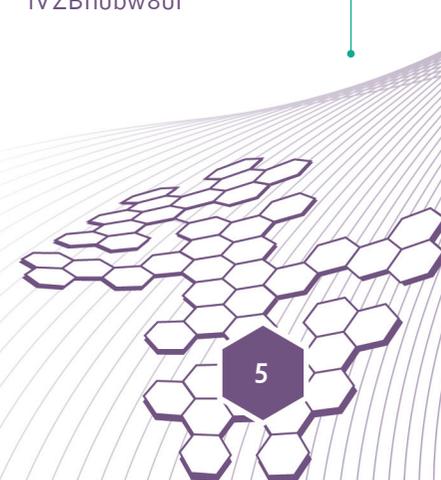
Fase 1 Fase 2 Fase 3 Fase 4



2. Na refinaria, a bauxita passa por vários **processos** de extração até a obtenção da alumina, que servirá como matéria-prima para produção de alumínio.

[clique aqui para ver os processos](#)

[clique aqui para continuar >>>](#)



Mais detalhes!

Você e seus alunos poderão saber mais sobre a *Química na Metalurgia* lendo o livro digital de ROMEIRO, Solange Bianco Borgs. Disponível em: <http://www.iq.ufrgs.br/aeq/html/publicacoes/matdid/livros/pdf/siderurgia.pdf>

Alguns dados de nosso país podem ajudar a aumentar o interesse da sua turma sobre essa fase, assim como tornar mais concreto o aprendizado desta lição com a utilização de um pouco de interdisciplinaridade. Em 2008, o Brasil foi o terceiro maior extrator de **bauxita** no mundo, o quarto maior produtor de **alumina** e o sexto maior produtor de **alumínio**. Uma das maiores jazidas de bauxita no Brasil encontra-se em Poços de Caldas, Minas Gerais.

2º Fase: Obtenção de alumina

Dentro da composição química da bauxita está o óxido de alumínio (Al_2O_3) e a alumina precisa ser separada do resto dos componentes da bauxita. Para isso, a bauxita passa pelo chamado “processo de Bayer”, que consiste em banhar o minério em soda cáustica (NaOH).

A soda cáustica “derrete”, ou seja, dissolve apenas o óxido de alumínio, deixando o resto da composição da bauxita sólida. Dessa forma, o óxido de alumínio dissolvido é separado dos resíduos sólidos que restaram na bauxita, em um processo chamado **filtração**. Uma vez separada, a alumina se precipita e assume uma forma cristalina.

Essa forma cristalina é então calcinada, ou seja, recebe um tratamento térmico que se aplica ao óxido de alumínio para auxiliar a sua mudança de estado físico. O **ponto de fusão da alumina** é extremamente alto, chegando a 2.000 C° , por isso são necessários alguns “aditivos”.

É importante que seja apontada a criação de “lama vermelha” durante o processo de Bayer. Trata-se de um resíduo altamente corrosivo, que gera danos ao meio ambiente, como poluição dos lençóis freáticos ou destruição de vegetação. Felizmente, a lama vermelha pode ser usada para produzir titânio e aço, evitando seu acúmulo.

3º Fase: Preparando a alumina

Na preparação da alumina para a separação do alumínio do oxigênio através da eletrólise, é preciso que a alumina esteja fundida para permitir a presença de íons livres em uma solução (como explicado acima). Para facilitar a transição do seu estado físico além da calcinação, a alumina, recebe um mineral chamado “criolita”, que serve como um **fundente** que reduz seu ponto de fusão a 1.000 C° . De outra forma, o óxido de alumínio derreteria apenas a 2.072 C° .

4º Fase: Eletrólise do alumínio

O **alumínio** possui um **baixo potencial de redução**, ou seja, ele necessita de um processo que force a ocorrência desta reação. Eis a importância da **eletrólise**. Quando a alumina está fundida, ou seja, encontra-se na sua forma líquida, é possível realizar a

eletrólise. Como no exemplo usado acima, a **alumina** está depositada em um recipiente que possui dois eletrodos, um ânodo e um cátodo, ligados a uma bateria que gera corrente elétrica.

No caso específico desse processo, existem algumas diferenças. A começar pelo material utilizado no eletrodo do ânodo, que é composto de carbono. O eletrodo do cátodo consiste em todo o material que compõe a base do recipiente.

O **processo eletrolítico** vai separar a alumina, gerando oxigênio e alumínio. O ânodo de carbono, ligado ao polo positivo da bateria, atrai o oxigênio (que possui carga negativa) e suga seus elétrons. O eletrodo do cátodo puxa o alumínio (que possui carga positiva), cedendo elétrons para eles, fazendo com que se acumulem no fundo. Assim, o alumínio é separado do oxigênio.

ELETRÓLISE

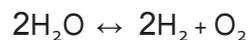
Os alunos já devem ter ouvido falar das reações de oxidação e redução, assim como a de redox (oxidação-redução). Em uma simplificação radical, podemos dizer que reações de **oxidação** e **redução** significam a **perda e ganho de elétrons, respectivamente!**

Estas reações são essenciais no processo de obtenção de metais a partir de minérios. É necessário, então, a indução da ocorrência dessas reações nos minérios. Esse processo recebe o nome de **eletrólise**.

Mas, antes disso, é preciso processar os minérios.

Uma boa compreensão do processo da eletrólise é a percepção de que o minério precisa ser reduzido. Incentive a turma a expor dúvidas.

Explique que a eletrólise é uma reação química em que usamos uma corrente elétrica para realizar a separação de elementos (decomposição) de uma substância. Um dos melhores exemplos desse processo é a eletrólise da água (H₂O), uma reação que permite a obtenção de gás hidrogênio (H₂) e gás oxigênio (O₂), como mostrado abaixo:



Para que seus alunos possam compreender essa reação, primeiro é necessário apresentar os agentes envolvidos na reação eletrolítica:

Eletrólitos: São substâncias que contêm íons livres e permitem a condução de eletricidade. Ou seja, são substâncias que, quando estão dissolvidas em um solvente ou fundidas liberam íons que, por serem livres, são capazes de se deslocar livremente.

Dica!

Proponha que os alunos vejam o experimento (e o vídeo associado) de eletrólise da água com o uso de indicadores de pH azul de bromotimol do site **pontociência**. Disponível em: <http://www.pontociencia.org.br/experimentos-interna.php?experimento=162&DECOMPOSICAO+ELETRolitica+DA+AGUA+EM+RETROPROJETOR#top>



Mais detalhes:

Você e seus alunos poderão saber mais sobre o eletromagnetismo lendo o texto *Eletromagnetismo – Leituras de Física*, do Grupo de Reelaboração do Ensino de Física - GREF. Disponível em: <http://www.if.usp.br/gref/eletro/eletro4.pdf>

Dica:

Realize uma experiência prática com a sua turma. É um modo eficiente de motivar os alunos! Veja a descrição de um experimento com alumínio no artigo de COSTA, Thiago; ORNELAS, Danielle; GUIMARÃES, Pedro e MERÇON, Fábio. *Experimentos com Alumínio*, Revista Química Nova na Escola, nº23, 2006. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc23/a09.pdf>

Corrente elétrica: É a energia necessária para movimentar os íons e elétrons em uma solução, com a função de separar elementos ao fim do processo. Explique que, em alguns casos, como o do alumínio, a voltagem necessária é muito alta, uma vez que os minerais que contêm alumínio são difíceis de reduzir.

Eletrodos: É o contato físico entre a corrente elétrica e os eletrólitos que faz com que a corrente elétrica circule pela solução, permitindo que ocorra a reação de eletrólise. Pode ser feito a partir de diferentes materiais condutores de eletricidade.

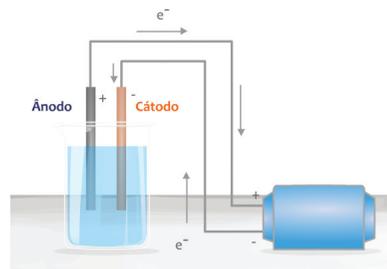
Lembre aos alunos que quando falamos em íons livres nos referimos às espécies químicas que ficaram “soltas”, “vagando” livremente pela solução na qual estão dissolvidas (que tanto pode ser um solvente, como também na forma da própria substância fundida, como o sal ou alumina fundida). Estando livres e carregados eletricamente, serão atraídos pelas cargas elétricas dos eletrodos.

Informe que o eletrodo ligado ao **polo positivo** de uma bateria é chamado “**ânodo**” enquanto o eletrodo ligado ao **polo negativo** é chamado de “**catodo**”. Os elétrons gerados pela bateria são emitidos na solução eletrolítica pelo ânodo, sendo captados pelo catodo. Em outras palavras, a corrente de elétrons circula do pólo positivo (ânodo) para o polo negativo (catodo).

Não deixe de dar bastante ênfase ao “tráfego” de elétrons (e^-) que ocorre entre os eletrodos imersos na solução. Lembre aos alunos que essa movimentação é de vital importância para a reação, pois cada eletrodo fica carregado eletricamente, e isso permite a separação dos íons positivos e negativos. Informe que os cátions (íons positivos) são atraídos para o eletrodo negativo (catodo), enquanto os ânions são atraídos para o eletrodo positivo (ânodo).

Destaque o esquema da animação que ilustra uma **célula eletrolítica**. Alerta que o cátion alumínio Al^{3+} é atraído pelo catodo, enquanto os íons negativos de oxigênio (ânions) são atraídos para o ânodo.

Os íons negativos (oxigênio) atraídos pelo ânodo terão seus elétrons “sugados” para a bateria geradora de corrente, caracterizando a reação de **oxidação**. Já os íons positivos (alumínio) são atraídos pelos catodos em um processo chamado de **redução**.



Pronto! Temos, então, a decomposição de moléculas de uma substância composta (óxido de alumínio) e a formação de uma substância pura – o alumínio metálico. É interessante que você comente com os alunos sobre o chamado “**potencial de redução**”, que é uma escala demonstrativa da capacidade de cada elemento ser reduzido. Nessa escala, quanto **mais positivo** o potencial, **maior a afinidade** da espécie química frente aos elétrons, **podendo ser reduzida** mais facilmente.

3. Atividades Complementares

- a) Proponha que os alunos, divididos em grupos, **pesquisem** sobre as **técnicas metalúrgicas** usadas na produção dos metais. Sugira que cada grupo pesquise sobre um metal: cobre, estanho, zinco, ferro, chumbo, alumínio, etc. Peça que cada grupo **organize um cartaz e apresente** para o restante da turma.
- b) Desafie os alunos para que, em grupos, **pesquisem experimentos** que envolvam a **eletrólise da água** a partir de materiais alternativos de baixo custo. Organize uma data para que cada grupo demonstre para o restante da turma como conseguiu realizar a separação da água e a produção de gás hidrogênio e oxigênio.
- c) Organize com os alunos uma **gincana** para a **coleta seletiva de alumínio**. Explique que o alumínio é 100% reciclável. Organize com eles informações básicas sobre a coleta e produza um folheto para compartilhar com a comunidade. Marque um prazo para que as turmas levem latinhas e outros objetos de alumínio e vá pesando-os à medida que eles os levarem. Mantenha um mural informando as quantidades e indique qual turma está mais bem colocada. Ao final, venda as latinhas e use o dinheiro para comprar livros para a biblioteca ou algum equipamento necessário para a escola.

4. Avaliação

Incentive o aprendizado, expondo, sem censuras, seu próprio interesse e motivação pelo tema. Assim, você estará estimulando a **construção do conhecimento** de sua turma. As situações apresentadas pelos alunos indicarão se os objetivos da aula foram atingidos. Você poderá propor, informalmente, algumas questões que desafiem o grupo de alunos. Essas questões devem ser elaboradas em **função do conteúdo** que vem sendo **estudado** e do **avanço do grupo** em relação ao tema.

Professor!

Pense na avaliação não simplesmente como meio de aprovação, mas também como forma de aperfeiçoamento e desenvolvimento do aluno.

SIMULAÇÃO - 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 Felipe

Romulo Freitas

Revisão

Alessandra Muylaert Archer

Camila Welikson