

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

INSTITUTO DE QUÍMICA



UTILIZAÇÃO DE RECURSOS DE MULTIMÍDIA NO ENSINO DE QUÍMICA DO NÍVEL MÉDIO

Vânia de Albuquerque Moretti

Trabalho apresentado para a obtenção do grau de Mestre em Química

Orientador: Pedro Faria dos Santos Filho

Campinas, 2007

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Pedro Faria, pela orientação deste trabalho e, principalmente, pela amizade.

Ao Marcos Rodrigues de Lisboa, pelo treinamento no uso do Flash MX.

Ao Colégio Franciscano Pio XII, pelo apoio oferecido durante o período de realização da pesquisa.

CURRICULUM VITAE

Experiência Profissional

1996—até o momento	Colégio Franciscano Pio XII	São Paulo-SP
Professora de Química		
2002-2003	Colégio Jardim São Paulo	São Paulo-SP
Professora de Química		
1999-2000	Editora FTD	São Paulo-SP
Revisora de livros didáticos		
1997-1998	Colégio Franciscano Pio XII	São Paulo-SP
Coordenadora da Área de Ciências		
1994-1998	Cursinho Universitário	São Paulo-SP
Professora de Química		
1993–1995	I.E.H.B. Renascença	São Paulo-SP
Professora de Química		
1994	Stockler Vestibulares	São Paulo-SP
Professora de Química		
1991–1992	Escola Experimental Pueri Domus	São Paulo-SP
Professora de Química		
1988–1990	Editora Ática	São Paulo-SP
Autora		
1987–1990	Colégio Friburgo	São Paulo-SP
Professora de Química		
1979–1987	E.S. Alexandre de Gusmão	São Paulo-SP
Professora de Química		

1980–1983 Professora de Química	Colégio Integrado Objetivo	São Paulo-SP
1980– até o momento Professora de Química	E.E. Albino César	São Paulo-SP
1979 Professora de Química	E.E. Dr. Otávio Mendes	São Paulo-SP

Formação

1975–1978 Licenciatura em Química Bacharelado em Química	UNICAMP	Campinas-SP
--	---------	-------------

Concursos

- Concurso público de prova e títulos para provimento de cargos de Professor III “Química” - Aprovada em 1980, 1994 e 1999.
- Terceira colocada no Smart’s World Teachers’ Day Video Contest 2006.

UTILIZAÇÃO DE RECURSOS DE MULTIMÍDIA NO ENSINO DE QUÍMICA DO NÍVEL MÉDIO

Este trabalho apresenta um conjunto piloto de oito aulas eletrônicas, elaboradas com o uso do aplicativo Flash e direcionadas para o ensino médio. As aulas focalizam os tópicos ácidos, bases e sais e o resultado de sua eficiência foi avaliado por meio de questionários respondidos por professores e alunos. Na opinião dos alunos, uma das vantagens do material é que ele pode ser utilizado em qualquer lugar, a qualquer momento, bem como possui um apelo visual bastante esclarecedor e estimulante. Na opinião dos professores, a utilização desses recursos, além de despertar a atenção e o interesse dos alunos, facilita o aprendizado mesmo daqueles que, normalmente, apresentam mais dificuldade de assimilação. Segundo eles, a grande maioria dos professores que atuam tanto no ensino público quanto no privado estaria preparada para utilizar o material.

Estes resultados indicam que a aplicação desse recurso pode contribuir para a formação e melhoria da qualidade de vida das pessoas, diminuindo os contrastes entre o ensino público e o privado.

MULTIMEDIA RESOURCES USED IN CHEMISTRY SECONDARY EDUCATION

This work presents a group of eight pilot classes, which were prepared using Flash device aiming high school students. The focus of these classes is on the topics acids, bases and salts and their efficiency was checked through questions answered by teachers and students. According to the students, one of the advantages of this material is that it can be used anywhere at anytime with an visual appealing which is enlightening and stimulating. According to the teachers, the use of multimedia resources can not only make students interested and involved but also facilitate the learning of those who usually have more difficulty in learning. They also think that most of the teachers from both public and private schools would be prepared to use it.

This results point that the use of this kind of material can contribute to the upbringing and improvement of the people quality of life, shortening the contrasts between public and private schools.

ÍNDICE

INTRODUÇÃO.....	1
1. ESCOLA PÚBLICA E ESCOLA PARTICULAR: DUAS REALIDADES MUITO DIFERENTES.....	13
2. OBJETIVOS.....	17
3. OS NOVOS RECURSOS DIDÁTICOS.....	19
4. DESENVOLVIMENTO.....	23
4.1 AULA 1.....	29
4.2 AULA 2.....	43
4.3 AULA 3.....	57
4.4 AULA 4.....	69
4.5 AULA 5.....	83
4.6 AULA 6.....	93
4.7 AULA 7.....	99
4.8 AULA 8.....	107
5. AVALIAÇÃO DA PROPOSTA E COMENTÁRIOS FINAIS.....	117
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	135

INTRODUÇÃO

O ensino da Química tem sido objeto de grandes preocupações e investimentos, principalmente nos países mais ricos, provavelmente por estar diretamente ligado a uma das indústrias mais importantes em termos de utilidade para as sociedades em todo o mundo, bem como a um dos maiores entre os interesses econômicos atuais (SCHNETZLER, 1995).

Outro núcleo de conhecimentos de grande interesse mundial, também enfocado com destaque no presente trabalho, a informática é inevitável no atual estágio da cultura humana, e deve ser vista com grande atenção, pelo potencial que apresenta de acentuar as diferenças sociais, cada vez mais expressivas entre incluídos e excluídos, como observa, entre outros, PERRENOUD (2000).

Os documentos de qualquer tipo, as imagens, os sons, os dados e as mensagens em suas mais variadas formas, antes produzidos sobre suportes específicos, em linguagens e materiais próprios, são hoje digitalizados, quando não produzidos diretamente sob forma digital. Os instrumentos utilizados nessas atividades já se encontram banalizados tanto nos ambientes profissionais quanto domésticos das sociedades ao redor do mundo. Acrescendo-se a esse repertório de imagens a conexão telefônica entre terminais e memórias informatizadas e a extensão das redes digitais de transmissão possibilitando seu compartilhamento até mesmo em âmbito mundial, no chamado tempo real, ou seja, instantaneamente, necessitando-se apenas do curto tempo de transmissão dos dados à velocidade da luz por meio de fibras ópticas, por exemplo, caracteriza-se um *ciberespaço* no qual todo elemento de informação encontra-se em contato virtual com todos os outros, à escolha de cada usuário. Essas tendências fundamentais, já há um tempo presentes na cultura humana, tornam-se a cada dia mais relevantes, alterando não apenas as maneiras de se trabalhar, mas até mesmo as maneiras de se pensar. Ainda que essa potencialidade social da comunicação por meio de redes de computadores já fosse percebida desde os anos 1960, foi somente a partir dos anos 1980 que a comunicação informatizada –

ou telemática – tornou-se um fenômeno econômico e cultural, com o estabelecimento de redes mundiais acessíveis não mais apenas por cientistas e pesquisadores da área ou técnicos empresariais, mas pelos seres humanos indistintamente, possibilitando o acesso direto a bases de dados, correios virtuais etc. Os computadores pessoais tornaram-se mais potentes e fáceis de utilizar, seu uso diversificando-se e difundindo-se cada vez mais. Um processo de interconexão das redes, que haviam de início crescido isoladamente, e de espantoso aumento da quantidade de usuários da comunicação informatizada concretizou-se em curto espaço de tempo, e nessa velocidade continua, tanto horizontal quanto verticalmente, ou seja, novos usuários a cada instante, e os antigos equipados com sistemas cada vez mais potentes e eficientes. As grandes vias de comunicação, baseadas na cooperação entre milhares de centros informatizados no mundo, entre as quais a Internet com sua incrível capacidade de difusão de informação, tornam-se o principal meio de comunicação e mesmo de produção de conhecimento, já que permitem o acesso rápido a uma tal quantidade de informação como os oito bilhões de páginas disponíveis para pesquisa de sítios especializados. Graças às redes digitais, ocorrem conferências eletrônicas, tem-se acesso às informações públicas contidas nos computadores que participam da rede, dispõe-se da potência de cálculo de máquinas situadas a milhares de quilômetros. Os usuários constituem-se em uma imensa enciclopédia viva, no dizer de LÉVY (2000), desenvolvem desde projetos políticos, até amizades e cooperações, mas os mesmos meios permitem também a difusão de mensagens enganosas e até mesmo criminosas.

Segundo o mesmo autor, a cultura da rede ainda não está estabelecida, estando seus meios técnicos ainda em estado incipiente, não sendo ainda tarde demais para uma reflexão coletiva no sentido de se tentar orientar o curso de seu desenvolvimento. Nesse ponto caberia a indagação sobre se o abismo entre ricos e pobres, usuários e excluídos não tenderá a aumentar cada vez mais. É, com efeito, um dos futuros possíveis. Mas, avaliada a tempo a importância do que está em jogo, os novos meios de comunicação poderão renovar profundamente as

formas do laço social, no sentido de uma maior fraternidade, e ajudar a resolver os problemas com os quais a humanidade hoje se debate.

O que antes poderia ser considerado o saber humano, é agora impossível de ser apreendido por um único indivíduo, ou mesmo por um grupo. Portanto, o conhecimento deve ser visto como uma instância coletiva. Apesar disso, cada indivíduo pode, e deve sempre que possível, estabelecer seu próprio repertório dentro dessa enorme massa de informação, o que caracteriza uma singularidade, em meio à diversidade do possível.

O âmbito da coletividade inteligente não se restringe mais aos grupos ligados pelo sangue, nem se condiciona pelos relatos transmitidos oralmente dos primórdios da cultura, mas o nomadismo de então volta a ser possível e, mesmo, provável. Os seres humanos estão abertos a outros seres humanos e a outros coletivos, ao aprendizado de novas idéias e técnicas, corpo de conhecimentos em constante reformulação, com a contribuição imediata de todos e de qualquer um que esteja conectado às redes mundiais. O saber do indivíduo constitui sua enciclopédia, sendo um saber de vida, um saber vivo. O indivíduo é o que ele sabe, construção recíproca da identidade e do conhecimento que caracteriza o novo ambiente cultural.

O conceito de enciclopédia, já insuficiente, amplia-se para a dimensão maior do espaço do mundo em tempo real, o cosmos. Trata-se de um espaço multidimensional de representações dinâmicas e interativas, como as animações utilizadas nas aulas que fazem parte integrante do presente trabalho, associadas aos textos, ou hipertextos, e às imagens estáticas, aos sons, às representações gráficas dos mais variados tipos.

Exemplo de tentativa de estabelecimento de “enciclopédia virtual”, o sítio Wikipedia, cujo projeto foi iniciado em janeiro de 2000, pode ser tomado como referência para a antevisão de LÉVY (2000), e será, por isso, analisado especificamente no capítulo 3.

As idéias acima expostas corroboram a idéia de que as aulas eletrônicas de Química para o ensino médio, objeto do presente trabalho, utilizando o aplicativo

Flash MX, poderão e, mesmo, deverão ser veiculadas pelas redes, de forma tal que possam ser constantemente melhoradas, editadas, complementadas e verificadas em sua correção e eficiência didática, por tantos usuários quantos desejem contribuir, com suas ações individuais, para a forma sempre atualizada. Isso pressupõe que esse ciclo de aulas será relevante para o contexto do ensino-aprendizagem tanto no âmbito da escola privada quanto da pública.

Face à leitura do texto Importância, sentido e contribuições de pesquisas para o ensino de Química (SCHNETZLER, 1995), evidencia-se, especificamente no ensino da Química, a diversidade de posturas docentes, variando da mais tradicional à mais experimental, passando pelos meios-termos, quase sempre desejáveis no sentido de se evitarem riscos para o aluno, cujo aprendizado pode ser prejudicado por experimentalismo excessivo, assim como pelo rigor simplista dos métodos que visam à retenção de grandes quantidades de informação, apenas. Ainda que a questão pedagógica enseje discussões acaloradas e possivelmente infinitas, está claro que as opções didáticas de cada professor evidenciam sua ideologia, na aceção de sistema de idéias, convicções filosóficas, sociais, políticas etc. de um indivíduo ou grupo de indivíduos.

Com a recente inclusão informática e ciberespacial obrigatória, ainda que de utilização opcional no âmbito docente, é natural que a própria concepção de ideologia venha se tornando anacrônica, uma vez que existe a possibilidade (ainda que potencial) de acesso à totalidade da informação disponível. Uma vez dispondo dessa possível visão a partir de múltiplos pontos de vista, e das próprias críticas a essas visões, suas discussões e até sua antítese, graças às facilidades do hipertexto, no dito tempo real, praticamente inviabilizam-se as concepções unilaterais pouco flexíveis, pois tendem a enrijecer, dessecar e romper-se em tão curto espaço de tempo, que o autor fica automaticamente relegado a segundo plano, tendendo a não ser levado em conta pelo ser humano jovem – crescido em verdadeira simbiose com as máquinas informacionais – objeto do interesse maior do presente trabalho.

Segundo LÉVY (2000), o que decorrerá de todo o processo em questão é uma liberação das identidades, e não sua supressão. O surgimento de outro tipo de subjetividade, com a pulverização dos conhecimentos e, conseqüentemente, do poder a eles relacionado, seria a visão mais positiva do futuro. Obviamente, não há mais espaço para o tradicionalismo vazio de propósitos sociais.

O cenário estabelecido nas linhas precedentes pode ser aplicado ao âmbito mais restrito da educação e, mais ainda, da educação em Química, sugerindo um novo modelo de ensino no qual os alunos podem construir seus próprios conhecimentos dentro das características e habilidades de cada um e o professor deixa de ser a única fonte de informação e conhecimento, tornando-se um guia do aluno, um conselheiro, um parceiro na procura da informação e da verdade, motivando o aluno para participar ativamente do mundo em que vive (LITTO, 1996). As mudanças ocorrem à medida que as novas tecnologias passam a ser usadas e entendidas como aliadas na busca e adoção desse novo modelo de ensino. Segundo BARANAUSKAS e seus colaboradores (1999), o uso educacional da tecnologia computacional não está mais simplesmente tentando automatizar métodos tradicionais de ensino e aprendizagem. Além disso, tem também ajudado a criar novos métodos e a redefinir vigentes objetivos educacionais.

Hoje em dia, o computador se tornou o principal instrumento tecnológico viabilizador das mudanças. Isto porque se trata de uma ferramenta potencialmente capacitada para iniciar e difundir idéias e experiências dentro da educação, objetivando sua melhoria. Existem diversas alternativas para promover o processo de ensino e aprendizagem com o uso dele, dentre as quais se destacam a comunicação e a consulta de informações distribuídas pelas redes mundiais, tal como a Internet, e o uso de softwares educacionais. Segundo FERREIRA (1997), ensinar utilizando a Internet expande consideravelmente a sala de aula pela troca de informações, dados, imagens e programas de computadores que ocorre em âmbito mundial quase que instantaneamente. A Internet está estendendo o período e o ambiente escolar, possibilitando que o estudante saia do seu isolamento, tome decisões e compartilhe saberes. Para GIORDAN e MELLO

(2000), a rede está abrindo as fronteiras da escola, permitindo que se estabeleça um diálogo sobre temas da Química e outras ciências entre estudantes, professores e outros profissionais de toda parte do mundo. Segundo os autores, essas situações dialogadas quando coerentemente organizadas participam de uma modalidade de educação aberta, que amplia as possibilidades de aprendizagem dos alunos e o espaço de atuação profissional dos estudantes.

De acordo com MORAN (1997), o ensino mediado pela Internet proporciona uma série de benefícios, tais como o aumento significativo da motivação e do interesse, o aumento das conexões lingüísticas, geográficas e interpessoais, o interesse pelo estudo de outros idiomas, o desenvolvimento de formas novas de comunicação e da aprendizagem cooperativa, a riqueza de interações, entre outros. O mesmo autor também sinaliza alguns problemas que podem surgir:

- há facilidade de dispersão, fazendo com que muitos alunos se percam no emaranhado de possibilidades de navegação;
- há informações que distraem e pouco acrescentam, fazendo com que se perca muito tempo na rede;
- há impaciência por parte de muitos alunos levando-os a trocar de um endereço para outro e explorar pouco as possibilidades existentes em cada página;
- é difícil avaliar rapidamente o valor de cada página porque existe muita semelhança estética entre elas;
- nem sempre é fácil conciliar os diferentes ritmos dos alunos: quando a pesquisa é individual esses ritmos podem ser respeitados, mas nos projetos em grupo isso depende muito da forma como o trabalho é coordenado e do respeito entre os membros;
- a participação dos professores é desigual: alguns se empenham para dominar a Internet, acompanhar e supervisionar os projetos, enquanto outros, às vezes por estar sobrecarregados, acompanham à distância, ficando para trás no domínio das ferramentas e no final pedem aos alunos as informações essenciais.

De acordo com o mesmo autor, é possível alcançar resultados significativos com a Internet quando ela está integrada em um contexto estrutural de mudança do ensino-aprendizagem, onde professores e alunos vivenciam novas formas de

comunicação e participação. Caso contrário, a Internet será uma tecnologia a mais, que reforçará métodos tradicionais de ensino. Dessa forma, defende que integrar é a palavra chave: integrar a Internet com outras tecnologias na educação, integrar o mais avançado com as técnicas convencionais e integrar o humano e o tecnológico, dentro de uma visão pedagógica nova, criativa e aberta.

Outra forma de se desenvolver um ambiente computacional que favoreça o processo de ensino e aprendizagem consiste em utilizar softwares educativos. SANCHO (1998) conceitua um software educativo como um programa com recursos projetados com a intenção de serem usados em contextos de ensino e aprendizagem. Segundo GIANOTTO (2002), existem muitos softwares educativos no mercado, entretanto devido à baixa qualidade, as experiências de uso não têm sido bem-sucedidas. EICHLER e DEL PINO (1998) atribuem essa baixa qualidade dos softwares em Química ao amadorismo de funções, citando a afirmação de Lollini: *“...programadores travestidos de educadores têm produzido softwares tecnicamente perfeitos e pedagogicamente ridículos...”* e *“...educadores, doubles de programadores, tentaram traduzir idéias interessantes em um código que mal e mal conhecem, alcançando resultados duvidosos”*.

Para GIANOTTO (2002), a falta de preparo dos professores em utilizar os recursos desses programas e a proposta de softwares fechados limitando a atuação de professores e alunos também contribuem para que as experiências envolvendo softwares não alcancem bons resultados.

O trabalho de EICHLER e DEL PINO (2000) mostra que o sucesso de um software em promover a aprendizagem depende de sua integração ao currículo e às atividades de sala de aula. Assim, os softwares educativos deveriam ser abertos às possíveis alterações ou adaptações na estrutura, no funcionamento e, mesmo, no conteúdo das atividades pedagógicas. Tutoriais, jogos, e simulações são algumas das diferentes categorias de softwares que podem favorecer o processo de ensino e aprendizagem mediado por computador. VALENTE (1999) descreve um tutorial como um software no qual a informação é organizada de acordo com uma seqüência pedagógica particular e apresentada ao estudante, seguindo essa seqüência, ou então o aprendiz pode escolher a informação que

desejar. Geralmente os softwares que permitem ao estudante escolher a ordem de informações são elaborados em forma de hipertextos possibilitando a navegação entre os itens.

Os programas tutoriais constituem uma versão computacional da instrução programada (VALENTE, 1993), com a vantagem de que nestes podem ser acrescentados recursos multimídia como animações, vídeos, sons, hipertextos, entre outros. Segundo SANCHO (1998), esses programas são vantajosos para as pessoas que apresentam dificuldades de aprendizagem, uma vez que permitem que uma lição seja repetida tantas vezes quantas forem necessárias. A desvantagem é que, em geral, são pouco interativos e os conceitos que eles apresentam limitam-se ao enfoque de seus desenvolvedores, podendo muitas vezes não coincidir com a necessidade e abordagem do professor.

No sítio http://www.qmc.ufsc.br/quimica/pages/aulas/gas_intro.html, publicado pelo Departamento de Química da Universidade Federal de Santa Catarina, pode-se verificar a utilização de um tutorial para compor uma aula interativa sobre gases, com apresentação de textos, imagens, *links* e vídeos. Entretanto, esta aula, por não possuir animações, apresenta o inconveniente de utilizar representações estáticas para explicar o comportamento físico dos gases. Outro tutorial interativo, agora sobre um método para a previsão da geometria de moléculas, o VSEPR (Repulsão entre os pares eletrônicos da camada de valência), pode ser encontrado no sítio Virtual Chemistry, publicado pela Universidade de Oxford. Neste caso, os recursos de multimídia são muito bem empregados, permitindo a rotação de moléculas e possibilitando uma melhor visualização dos aspectos estruturais, que são o objetivo maior deste estudo.

A abordagem de conteúdos também pode ser feita por meio de jogos educacionais. Neste caso ela consiste numa exploração autodirigida, em vez de uma instrução explícita e direta (VALENTE, 1993). O uso de jogos educacionais proporciona uma maneira divertida de aprender, tornando o aluno mais receptivo à assimilação do conteúdo. Para ARANHA (2006), os jogos são vistos como ferramentas altamente atrativas aos estudantes e essenciais para o treinamento educacional e mental. Porém, VALENTE (1993) aponta que o grande problema

com jogos é que a competição envolvida na situação seja privilegiada pelo aluno em detrimento do conceito que se deseja passar. A maneira de reparar esse problema é fazer com que o aluno reflita, após uma jogada que não deu certo, na tentativa de entender qual o erro conceitual que o levou aquele resultado.

“Manual Virtual de Laboratório” e “Comprando Compostos Orgânicos no Supermercado” são dois exemplos de jogos educacionais que podem ser aplicados em contextos de ensino e aprendizagem de Química no nível médio. Eles se encontram disponíveis no sítio <http://www.pucrs.br/quimica/professores/arigony/>, publicado pelo Departamento de Química da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. O primeiro permite que o usuário aprenda a montar a aparelhagem destinada a determinadas operações de laboratório, executando-as posteriormente, enquanto que o segundo apresenta uma dinâmica diferente, associando compostos orgânicos a uma situação do cotidiano.

Os softwares de simulação constituem o ponto forte do computador no processo de ensino-aprendizagem de Química, pois com esse tipo de programa é possível simular situações difíceis ou impossíveis de serem reproduzidas em laboratórios escolares e, ao mesmo tempo, trabalhar com questões do cotidiano. Para RIBEIRO e GRECA (2003), eles apareceram como uma nova opção no ensino de Química, visando a substituir as representações pictóricas, esquemáticas e os modelos estáticos por ferramentas que proporcionam visualização de representações de modelos dinâmicos, dando condições aos alunos de desenvolverem a compreensão conceitual dos estudos, sem fazer o uso mecânico dos conceitos que envolvem os fenômenos estudados.

Segundo GIORDAN (1999), a experimentação no ensino de Química desperta um forte interesse entre os alunos, que atribuem a ela um caráter motivador, lúdico e essencialmente vinculado aos sentidos. O autor também menciona depoimentos de professores de Química que afirmam existir um aumento da capacidade de aprendizagem, quando se faz uso da experimentação, pois ela funciona como um meio de envolver o aluno nos temas em pauta. Infelizmente, a maioria das escolas não possui um laboratório equipado, devido a

problemas tais como: custo financeiro, espaço físico do laboratório, periculosidade dos reagentes, necessidade de um técnico para preparar as aulas. Dessa forma, muitos professores não podem desenvolver aulas práticas, o que torna o ensino de Química inadequado, desinteressante e ineficiente. Não há o que substitua plenamente a aprendizagem que uma aula prática proporciona, mas o uso de softwares que simulam um laboratório pode amenizar a falta dele na escola, tornando o estudo da Química mais próximo do que deveria ser: experimental.

Um laboratório simulado, dirigido para o ensino superior de Química, pode ser encontrado no sítio <http://www.chem.ox.ac.uk/vrchemistry/>, publicado pela Universidade de Oxford. Ele apresenta diversos experimentos com compostos de metais de transição, enfatizando o comportamento dos mesmos diante de uma série de ligantes, tanto em meio ácido quanto básico. Estes experimentos vêm acompanhados de vídeos que permitem a visualização das transformações que ocorrem nos sistemas, auxiliando sobremaneira aqueles estudantes de instituições que não dispõem de determinados insumos químicos. Este mesmo sítio traz ainda um conjunto de exercícios de química orgânica, cujo grande diferencial é a interatividade na elucidação dos mecanismos de reações de substituição nucleofílica e eliminação.

O Laboratório de Pesquisa em Ensino de Química e Tecnologias Educativas, que se encontra no sítio <http://www.lapeq.fe.usp.br/>, também se dedica à produção de material virtual direcionado para o ensino de Química no nível médio. Neste endereço são disponibilizadas simulações de experimentos, além de demonstrações simples de fenômenos científicos. Da mesma forma que os outros, este sítio também oferece vantagens para o usuário, proporcionadas pelos recursos de multimídia; entretanto, talvez pelo excesso de simplicidade, em alguns casos, as demonstrações acabam gerando alguma dúvida, comprometendo o entendimento desejado.

Softwares educacionais de Bioquímica contendo simulações de experimentos, além de tutoriais interativos com textos, imagens, exercícios e diversas animações podem ser encontrados no sítio <http://www.ib.unicamp.br/lte/cdbioq/index2.html>, publicado pela Universidade

Estadual de Campinas. Estes trabalhos são dirigidos para o ensino superior e focalizam temas tais como: radicais livres, cinética enzimática, nutrição, metabolismo, contração muscular, entre outros. Como não são direcionados para alunos de Química, nestes softwares não existe a preocupação com as demonstrações das transformações em níveis microscópicos, ilustrando estruturas moleculares ou arranjos espaciais.

Um trabalho que merece destaque vem sendo elaborado pelo grupo de pesquisa de ensino de Química da Universidade do Estado de Iowa, nos Estados Unidos, e encontra-se no sítio <http://www.chem.iastate.edu/group/Greenbowe/sections/projectfolder/simDownload/index4.html>. O material apresentado consiste de quarenta simulações de experimentos, sendo que vários deles são acompanhados de um tutorial que conduz o usuário na realização do experimento e na interpretação dos resultados obtidos. Além dos experimentos simulados, também são apresentadas diversas animações sobre conceitos da Química. Este trabalho realmente se diferencia dos demais tanto pela qualidade, quanto pelos recursos que ele apresenta. Os experimentos são bastante interativos em sua execução, permitindo que se altere as condições experimentais bem como as quantidades dos reagentes. Além disso, os recursos são utilizados de tal forma que possibilitam visualizar a evolução das transformações e a eficiência na execução do experimento.

Uma consulta ao material virtual citado até aqui permite constatar que o conhecimento químico vem sendo construído pela combinação de três dimensões da realidade: macroscópica, microscópica e simbólica. Porém, existe uma dificuldade maior por parte dos estudantes na compreensão do nível microscópico e na representação do nível simbólico, por serem ocorrências invisíveis e abstratas. Assim, devido ao pensamento dos estudantes basear-se em informações sensoriais, existe uma tendência de que eles se restrinjam em suas explicações aos fenômenos e propriedades de substâncias no nível macroscópico (GIORDAN, 2004).

Segundo RIBEIRO e GRECA (2003), para explicar e explorar fenômenos, processos e idéias abstratas, bem como para proporcionar aos alunos o

desenvolvimento da capacidade de representação em seus distintos níveis, os pesquisadores têm sugerido várias abordagens, dentre as quais tem se destacado o uso de simulações computacionais.

Diante da exposição feita, fica patente que o computador vem se tornando uma poderosa ferramenta educacional e que os professores, para enfrentarem os desafios impostos pelas diferentes realidades educativas, devem estar preparados para utilizá-lo juntamente com seus alunos como um recurso cotidiano de ensino e aprendizagem. A máquina torna-se assim um gerenciador de simulações e jogos na sala de aula, informando e fornecendo material para pesquisas e discussões. Porém, este uso só será possível a partir do acesso à aparelhagem técnica e aqui duas realidades distintas se instauram: se por um lado, em geral, a escola particular está preparada e detém recursos tecnológicos usados no espaço escolar, por outro lado a escola pública carente de recursos financeiros vive a falta de equipamentos em quantidade suficiente, além de carecer de espaço físico e manutenção destes equipamentos e da falta de preparo dos professores. Urge a implementação de políticas públicas que minimizem esta diferença dando condições igualitárias a todos os estudantes.

Poucos professores ensinam nos dois ambientes, sendo portanto oportuna a experiência relatada a seguir, por possibilitar a reflexão sobre o assunto, com consciência de causa.

1. ESCOLA PÚBLICA E ESCOLA PARTICULAR: DUAS REALIDADES MUITO DIFERENTES

ESCOLA PARTICULAR

Para trabalhar os conteúdos de Química, os alunos e o professor contam com vários recursos educacionais tais como: livro didático, aulas eletrônicas, laboratório de Química, vídeos, laboratório de informática e apostilas.

Em geral, são ministradas 3 ou 4 aulas por semana com duração de 45 ou 50 minutos. A primeira abordagem dos conteúdos geralmente é feita por meio da apresentação de uma aula eletrônica utilizando data-show e, mais recentemente, lousa interativa. A partir daí, são feitos estudos dirigidos por meio de textos, exercícios e guias de laboratório. O aluno recebe o material impresso e seu custo está incluso na mensalidade escolar.

Algumas aulas práticas são realizadas em um laboratório virtual. Entretanto, a maioria delas acontece no laboratório de Química com as turmas divididas (15 alunos/aula). Conta-se com um laboratorista que, sob orientação do professor, prepara as aulas e auxilia na realização das mesmas.

Todas atividades do laboratório estão relacionadas com a teoria estudada em sala de aula. Assim, o professor pode fazer das atividades práticas um gancho para as aulas teóricas e vice-versa.

As atividades práticas são as preferidas pelos alunos, especialmente aquelas nas quais eles aprendem a fazer alguma coisa que podem levar para casa e utilizar.

Naturalmente, o decorrer do ano letivo é mais promissor se já na aula inicial estabelece-se um vínculo entre professor e alunos. Esse objetivo é mais facilmente alcançado quando se faz uso de experiências práticas atrativas, tais como a do chafariz de amônia da aula 6, a seguir apresentada. Observa-se que os

alunos tendem a permanecer estimulados ao longo do ano, se o curso se inicia com esse tipo de apresentação.

Também os recursos informacionais e telemáticos auxiliam em muito a atividade docente e discente, sendo que ambas são apoiadas pela instituição mantenedora.

Considerando-se que todos os alunos têm acesso facilitado e estimulado ao meio digital, há maior probabilidade de sucesso no processo de ensino-aprendizagem.

ESCOLA PÚBLICA

Muitos conteúdos estudados na disciplina de Química da escola particular não são sequer citados na escola pública. Isto se deve principalmente ao número reduzido de aulas (1 ou 2 aulas de 50 min/semana) e a elevada porcentagem de alunos com falta de pré-requisitos e, conseqüentemente, com sérias dificuldades de aprendizagem.

A dinâmica da aula não é a mesma. Os únicos recursos didáticos são a fala do professor e sua escrita na lousa.

As atividades desenvolvidas também são diferentes. Muitos alunos não possuem livro didático e o material de estudo que utilizam é manuscrito. Para que o aluno receba material impresso, o custo fica a cargo do professor.

As salas de aula estão em condições ruins. Muitas carteiras encontram-se quebradas, existem muitas pichações e a limpeza e organização da sala é, muitas vezes, efetuada pelo próprio professor, devido à falta de funcionários para executar essas tarefas.

As turmas são numerosas (no mínimo 40 alunos), não se dispõe de laboratorista e as condições dos laboratórios são péssimas (pias e ralos entupidos, reagentes extremamente velhos, não há saída de gás etc.). Também aí é necessária uma boa dose de criatividade por parte do professor, improvisando apetrechos e adequando os experimentos às reduzidas possibilidades. Com isto,

as atividades práticas são poucas e demonstradas em sala de aula por um grupo de alunos ou pelo professor, em vez de no laboratório, com a participação ativa de todos os alunos.

Além do laboratório de Química, outros recursos educacionais como vídeo, computadores e softwares, que auxiliam o aluno na compreensão, inter-relação e fixação do conteúdo, não estão disponíveis na escola pública.

Ao contrário dos alunos do ensino particular, a maioria destes ainda não têm acesso a computadores e à Internet.

Espera-se que essa situação se modifique em breve, com os programas de inclusão digital atualmente em andamento, e que tais esforços governamentais se multipliquem e cheguem a concretizar-se em larga escala, sob risco de que os alunos da rede pública definitivamente façam parte exclusiva dos setores da sociedade que só têm como alternativa de produção a força dos próprios braços.

2. OBJETIVOS

Com base na vivência docente descrita anteriormente, e em sintonia com o atual estado das possibilidades didáticas, caracterizam-se os objetivos do presente trabalho:

- Produção de um conjunto piloto de aulas eletrônicas de Química com o uso do aplicativo Flash e instruções de utilização do material obtido;
- Aplicação das aulas produzidas;
- Avaliação do material produzido.

3. OS NOVOS RECURSOS DIDÁTICOS

A Wikipédia é apresentada como sendo uma enciclopédia virtual livre, atualmente em processo aberto de construção, disponível em diversos idiomas.

Em português, está acessível pelo sítio www.wikipedia.org.

Na página inicial pode-se obter a informação de que a construção do sítio está sendo levada a cabo por milhares de colaboradores de todo o mundo, sendo baseado no conceito de *wiki wiki*, que em havaiano significa rápido ou pressa, e que se aplica a sítios editáveis pelos usuários. O nome foi utilizado por causa do caráter da enciclopédia, na qual os internautas podem editar o conteúdo dos artigos, simplesmente acionando o *link* "Editar esta página" que é mostrado em quase todas as páginas.

De acordo com a apresentação, o projeto foi iniciado em janeiro de 2000, e desde então já foram criados mais de 1 milhão de artigos em dezenas de línguas, sendo que a versão em português já conta com mais de 170 mil artigos. Diariamente editados ou criados por centenas de colaboradores de todas as partes do mundo, os artigos evoluem em quantidade e qualidade em velocidade espantosa, segundo o mesmo texto de apresentação.

Quanto ao licenciamento da documentação, todo o conteúdo do site é coberto pela [licença de documentação livre GNU \(GNU Free Documentation License\)](#), sendo as contribuições devidamente creditadas a seus autores, enquanto que os direitos de cópia inclusos na licença garantem que o conteúdo da enciclopédia poderá sempre ser reproduzido e distribuído livremente, desde que sejam seguidas algumas regras simples.

Como se pode observar pelas inúmeras análises e observações a respeito do projeto, encontradas na própria Internet, as opiniões variam, desde a desaprovação por parte dos acadêmicos, até a utilização indiscriminada dos artigos como referência bibliográfica de textos pretensamente técnicos.

A razão de ser tal assunto aqui tratado está ligada apenas à questão da viabilidade de sítios da rede mundial poderem ter esse caráter aberto de edição pelos usuários, sob controle do mantenedor, por exemplo para assunto em constante evolução, como é o caso do ensino de Química, para o qual aventava-se, desde a apresentação do texto de qualificação para o mestrado ao qual se refere o presente trabalho, a possibilidade de ser veiculado via Internet e editado pelos usuários, para que possa vir a ser constantemente aprimorado e atualizado.

De acordo com CORTELAZZO (2006), a rede de comunicações rompe barreiras de tempo e espaço. Segundo sua experiência de preparo de docentes no âmbito das novas tecnologias de informação, aí referidas como TICs (Tecnologias de Informação e Comunicação), o uso coerente de tais recursos pode melhorar as relações humanas e também a gestão do conhecimento, não apenas do conhecimento acadêmico, mas também do que ela qualifica como conhecimento tácito. Considera a autora que a rede de comunicações permite explicitar esse conhecimento dito tácito, do qual professores poderão fazer uso cooperativo e ajudar seus alunos a desenvolver esse tipo de aprendizagem colaborativa, também eles utilizando e compartilhando tal capacidade.

Na mesma linha de pensamento de LÉVY, a professora considera que o paradigma colaborativo das redes de comunicação é o mesmo do ensino presencial, importando a qualidade da comunicação e menos sua modalidade, para o processo de ensino e aprendizagem.

A capacidade de aprender a aprender, a cooperatividade e a disposição para esse novo tipo de desafio é considerada como a possibilidade de reversão do processo em curso de hipnose e robotização dos jovens (e adultos), sob risco de controle pela multimídia sedutora.

De acordo com STEFANELLI, citando Thomas Henry Huxley, “a grande finalidade do conhecimento não é conhecer, mas agir”, e para que o processo de ensino-aprendizagem em determinadas áreas do conhecimento tenha efetividade, são necessários adequados materiais de ensinar e aprender como mediadores.

Segundo o autor, profissionais de comunicação gráfica são atores importantes na produção de materiais educativos para educação mediada por tecnologias digitais, sendo sua contribuição a de transformar em linguagem visual conceitos abstratos e produtos físicos, para depois utilizar estas imagens visuais (e audiovisuais) em programas multimídia ou na Internet. Quanto à utilização do material, o autor levanta a questão da “correção pedagógica” dessas imagens, aspecto que, segundo ele, ultrapassa o domínio do profissional de comunicação gráfica e entra no domínio do profissional de ensino-aprendizagem, ou seja, o que seria denominado "designer instrucional". Isso, conforme analisa, não necessariamente significa que duas pessoas diferentes devam exercer as duas atividades, mas, sim, que duas áreas distintas de competência são envolvidas no processo.

No caso do presente trabalho, as duas atividades estão sendo desempenhadas pelo mesmo ator, mas isso não significa que todos os professores necessitem desenvolver tais competências. O que é necessário é que se capacitem, todos, a utilizar os materiais que se tornam disponíveis, e permaneçam constantemente atentos à qualidade técnica desses materiais. Idealmente, seriam os revisores dos materiais disponíveis nos meios telemáticos que permitem a intervenção dita *online*, como no caso das citadas enciclopédias virtuais.

4. DESENVOLVIMENTO

O trabalho aqui desenvolvido consiste numa abordagem dos conteúdos de Química tratados no ensino médio. Tais conteúdos estão organizados em um ciclo piloto constituído por oito aulas, sendo cinco teóricas e três experimentais.

A finalidade central é proporcionar ao aluno maior clareza e compreensão dos conteúdos estudados, além de motivá-lo no aprendizado da disciplina.

O ciclo de aulas eletrônicas nasceu de um material impresso, elaborado para servir de guia de estudos dos alunos, que vem sendo aplicado integralmente na escola particular e parcialmente na pública. O material reúne textos explicativos, atividades de classe e atividades de laboratório, que haviam sido executadas com êxito nas escolas.

A linguagem utilizada nos textos visa a ser clara e acessível aos alunos do ensino médio e sua construção seguiu a orientação metodológica de partir da abordagem de aspectos qualitativos e macroscópicos do conhecimento químico para introduzir os aspectos quantitativos e os modelos microscópicos.

A seqüência dos conteúdos não se distancia por demais da ordem utilizada há vários anos pela maioria dos livros didáticos, o que mostra ser bastante eficaz no ensino e aprendizagem desses conteúdos.

Os experimentos não são inéditos. Eles foram adaptados considerando as instalações da escola, o material e os reagentes disponíveis.

Para despertar o interesse dos alunos mais indiferentes, foram selecionados experimentos atrativos, sendo que estes estão relacionados com a teoria estudada e praticamente não oferecem riscos para a segurança dos alunos.

Além do material impresso, que reflete a experiência concreta em sala de aula, para a elaboração do ciclo de aulas eletrônicas, tomou-se também como base teórica a análise de alguns livros didáticos atualmente existentes no mercado. Os autores escolhidos foram os mais freqüentemente utilizados:

BENABOU e RAMANOSKI, GERALDO CAMARGO DE CARVALHO, FELTRE, LEMBO, MARTHA REIS, VERA NOVAIS, SARDELLA, USBERCO e SALVADOR, TITO (PERUZZO) e CANTO.

Antigamente, os conteúdos de Química eram, em geral, distribuídos em coleções de três volumes que deveriam ser utilizados um em cada série do ensino secundário. Entretanto, com a redução da carga horária ocorrida, especialmente nas escolas públicas, a utilização desse material tornou-se inviável. Não havia tempo para se estudar numa série todo o conteúdo proposto em um volume.

A busca para a solução desse problema fez com que vários autores, mediante a elaboração de textos mais sucintos, redução de exercícios e exclusão de alguns tópicos avançados, condensassem sua obra em um volume único. Por ser mais compatível com a carga horária, reduzir custos e permitir maior flexibilização às aulas, atualmente, muitas escolas utilizam este tipo de material e, por essa razão, foi escolhido para análise.

A princípio, foram produzidas, com a utilização do programa Power Point, diversas aulas eletrônicas, as quais foram disponibilizadas na Internet, a pedido dos alunos, que manifestavam a vontade de estudar por meio delas.

O fato de se ter alcançado um resultado muito positivo com relação ao rendimento e à receptividade dos alunos para as aulas eletrônicas impulsionou a busca de um aprimoramento dessas aulas.

Optou-se, então, por usar para a reedição das aulas, o Flash, um aplicativo computacional que oferece mais recursos que o Power Point, possibilitando a obtenção de um material didático de qualidade superior.

Lançado pela empresa norte-americana Macromedia como aplicativo destinado à produção de animações em páginas para a Internet, o Flash acabou por ser aclamado como uma das ferramentas mais versáteis para a Web, conquistando um espaço importante e tornando-se um produto de grande sucesso.

Porém, a demanda crescente por mais qualidade provocou investimentos importantes, e logo o programa sofreu modificações e a adição de diversas funções que fizeram com que ele deixasse de ser um programa de design para se tornar praticamente uma plataforma de desenvolvimento.

Hoje, o Flash pode ser encontrado em diversas aplicações, muitas vezes substituindo o próprio Power Point da Microsoft, como ocorreu no caso da experiência que levou ao presente trabalho, com as aulas produzidas anteriormente em Power Point sendo substituídas pelas produzidas em Flash. Páginas da Web avançadas que utilizam serviço de consulta a banco de dados e integração com formulários avançados podem também ser construídas com o uso do Flash, o que abre melhores perspectivas de atualização para os materiais veiculados.

Entre os produtos da linha Flash, estão o Flash MX e o Flash MX Professional, além do Flash Player.

O Flash MX, utilizado para a produção das aulas apresentadas na parte prática adiante, possibilita a designers e desenvolvedores integrar vídeo, texto, áudio e gráficos, que contribuem para a obtenção de resultados superiores para as apresentações com ele produzidas.

Flash pode ser considerada como a plataforma de software mais abrangente do mercado, sendo usada por aproximadamente um milhão de profissionais, de acordo com a empresa que o produz.

Pode-se observar que o domínio do programa, no entanto, apresenta dificuldades importantes. Inicialmente sendo usados programas como o Power Point, o ChemWindow e o Corel Draw na elaboração de aulas eletrônicas, programas de rápido aprendizado e utilização, inclusive por apresentarem menores recursos, a passagem para o uso do Flash MX significou razoável investimento de tempo em cursos e estudos, até que fossem obtidos resultados compatíveis com os recursos mais sofisticados possibilitados pelo aplicativo.

A introdução geral e o menu inicial do ciclo de aulas, por exemplo, foram as primeiras construções realizadas. Sua elaboração teve por base apresentações

encontradas no sítio www.flashkit.com, as quais foram modificadas e adaptadas com alterações audiovisuais e inclusão de diversos *links* para acesso às aulas e aos itens de cada aula.

Efeitos, como aqueles que são mostrados nos subtítulos da aula número 2, bem como os sons utilizados, foram obtidos no mesmo sítio. Os demais efeitos, animações e *clips* de filmes foram originalmente criados para compor as aulas.

Todas essas aulas apresentam botões invisíveis que possibilitam maior aproveitamento do palco e permitem, a qualquer momento, prosseguir, retornar ou voltar ao menu inicial, clicando, respectivamente, em *enter*, *backspace* e *left*.

Cabe aqui uma breve explanação sobre o funcionamento do programa. Cada aula é criada em arquivo do ambiente de criação, com extensão .fla, e, uma vez completa, transformada em arquivo do ambiente de apresentação, com extensão .swf (*shock wave flash* – o que significa, aproximadamente, Flash de apresentação de impacto).

Foi selecionado para compor o ciclo de aulas eletrônicas o tópico “Ácidos, Bases e Sais” por acreditar-se que o aprendizado e o ensino desses conteúdos sejam otimizados pelos recursos de animação que o Flash MX oferece.

As aulas foram elaboradas com o objetivo de dar a fundamentação necessária para que o aluno possa identificar os ácidos, as bases e os sais, conhecer as principais propriedades, a estrutura da fórmula e do nome de cada um desses grupos de compostos.

Durante a elaboração dessas aulas teve-se a preocupação de não apresentar estritamente a definição dos conceitos sem antes estabelecer relações destes com os fenômenos e com suas aplicações práticas.

Na aula 1, introduzem-se os conceitos de dissociação iônica e ionização, uma vez que eles são pré-requisitos para o estudo dos ácidos, bases e sais. Na aula 2, apresentam-se os ácidos, na aula 3, as bases, na aula 4, os sais, e na aula 5 relaciona-se a força dos ácidos com o grau de ionização e a força de bases e sais com a solubilidade.

Em todas essas aulas foram incluídos exercícios para melhor propiciar a aprendizagem dos conceitos. Os exercícios englobam conceitos abordados na aula, podendo também envolver conceitos estudados em aulas anteriores, o que permite a articulação dos conceitos e a valorização do conhecimento global da Química.

Para a resolução de exercícios sobre formulação e nomenclatura, foram criados *links* que permitem o rápido acesso à tabela de íons.

Nas aulas 6, 7 e 8 são apresentados os experimentos: Chafariz de amônia, Indicadores ácido-base e Reações de Neutralização. Nas aulas 7 e 8 são usados desenhos animados e na aula 6, são usadas fotos e um *clip* resultante de uma aula real gravada no Colégio Franciscano Pio XII de São Paulo.

Inicialmente, para a construção do ciclo de aulas eletrônicas foram identificados os pontos geradores de dúvidas dentro dos conteúdos que seriam desenvolvidos e, a partir daí, tentou-se elaborar um novo material de maneira que esses pontos fossem esclarecidos.

Assim, quando se analisou a abordagem sobre os conceitos de ionização e dissociação iônica em livros didáticos, verificou-se que 4 dos 9 livros analisados apresentavam um texto sucinto para descrever esses processos e, a seguir, as equações químicas correspondentes. Como esse assunto é, normalmente, tratado na primeira série do ensino médio, quando o aluno ainda não está familiarizado com a linguagem da Química, considerou-se que apenas o texto e equações químicas não eram suficientes para a compreensão desses fenômenos.

Os outros cinco livros analisados, ao tratarem sobre dissociação iônica, apresentam textos, equações e esquemas com modelos microscópicos nos quais átomos e íons são representados por bolinhas. Entretanto, somente um deles faz uso desses modelos para representar também a ionização.

Tomando como ponto de referência este último, considerado mais adequado para o estudo dos conceitos de ionização e dissociação iônica, procurou-se elaborar um material que não fosse muito extenso, contendo textos que utilizam uma linguagem simples, esquemas e equações. Entretanto, ele

deveria ter um diferencial em relação ao que já existe. Assim, foi elaborado em ambiente multimídia para dar vida às informações.

Os modelos microscópicos puderam ser animados possibilitando ao aluno acompanhar na tela do computador o desenvolvimento dos processos estudados. Esquemas estáticos, nos quais o aluno deve seguir a ordem dos acontecimentos por meio de setas, não explicam com tanta clareza como aqueles que são animados.

Outros tópicos, como conceitos de ácidos e bases de Arrhenius, reação de neutralização, força de eletrólitos, apresentados por meio de textos e equações em todos os livros analisados, também foram enriquecidos com o uso de modelos microscópicos com animação.

Uma descrição detalhada de cada uma das aulas que compõem esse trabalho é apresentada a seguir. Relatam-se os tópicos desenvolvidos na aula, a forma como se dá o desenvolvimento, as animações produzidas e os exercícios propostos, no caso de aulas teóricas.

Para as aulas mais interativas, tal como a aula experimental de número 8, também se descrevem os diferentes caminhos que se pode seguir em função da interação que se estabelece entre o usuário e o experimento.

A seguir são apresentadas as descrições de conteúdos e instruções para utilização do material de cada aula:

AULA 1

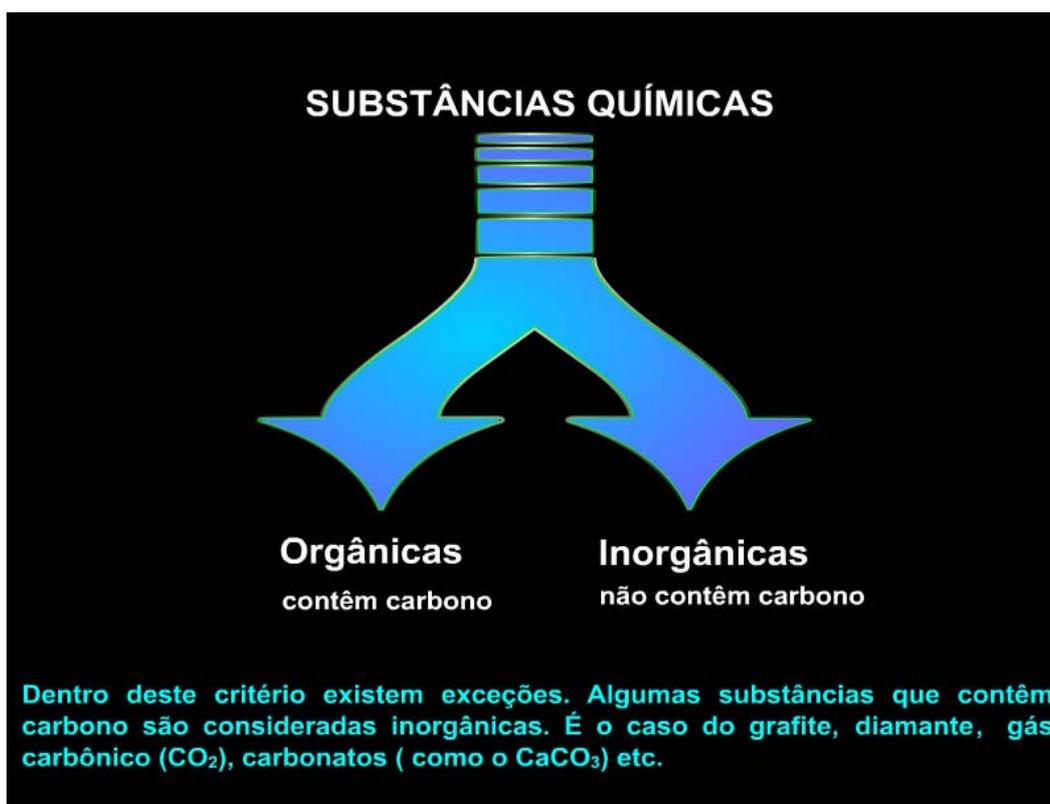
Os tópicos desenvolvidos na aula 1 são apresentados no menu inicial, conforme indicado abaixo



Introdução

Na introdução, as substâncias químicas são classificadas em dois grandes grupos: orgânicas e inorgânicas.

Embora esses dois tipos de substâncias sigam as mesmas leis e teorias da Química, tal divisão foi mantida neste trabalho, bem como em todos os livros analisados, por se tratar de um facilitador didático.



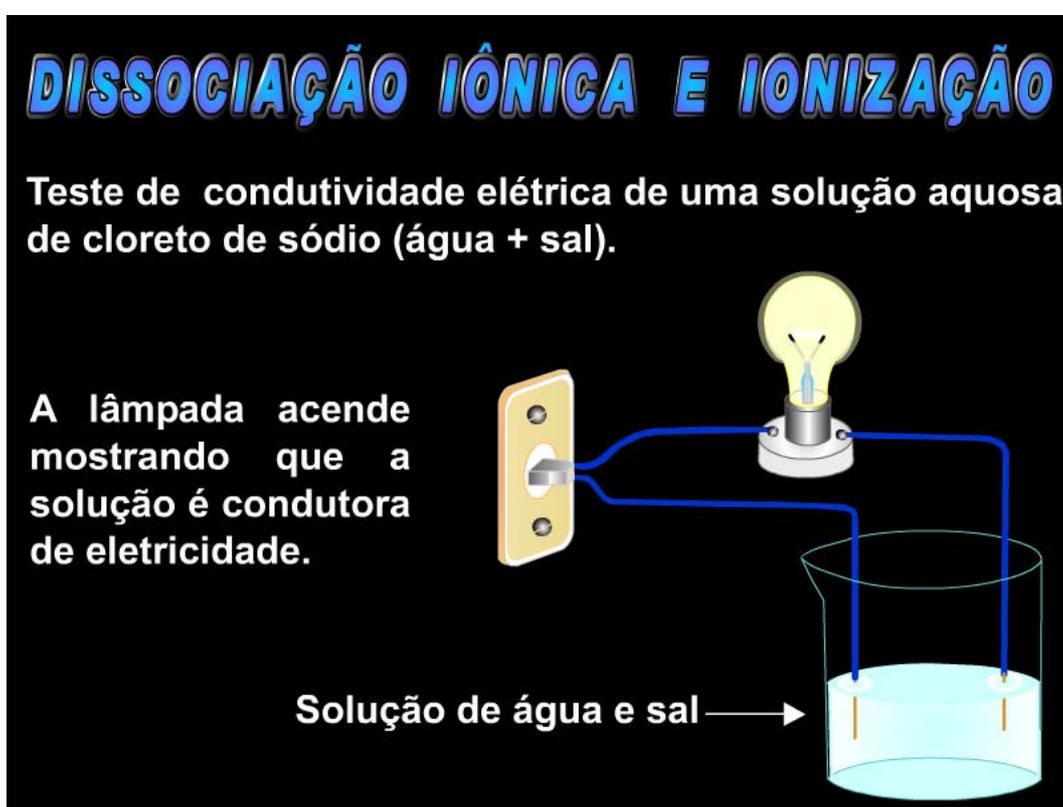
Ainda na introdução, se estabelece que o estudo desenvolvido será apenas com substâncias inorgânicas agrupando-as de acordo com suas propriedades comuns, ou seja, em funções químicas.

Ácidos, bases e sais são as funções inorgânicas estudadas nesse ciclo de aulas, porém, antes de desenvolver esse estudo, são apresentados os conceitos de dissociação iônica e ionização, uma vez que eles são importantes para a compreensão das propriedades de cada função.

Dissociação iônica e Ionização

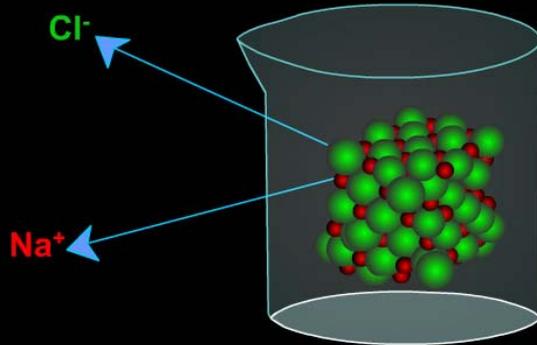
Para conceituar dissociação iônica inicia-se demonstrando a condutividade elétrica de uma solução aquosa de cloreto de sódio por meio de um dispositivo simples, constituído por dois eletrodos ligados em série com uma lâmpada, cujos terminais são ligados a uma fonte de eletricidade.

Estando os eletrodos mergulhados na solução, a lâmpada acende mostrando que há passagem de corrente elétrica. Essa demonstração conduz ao modelo proposto para explicar a condutibilidade elétrica de soluções.

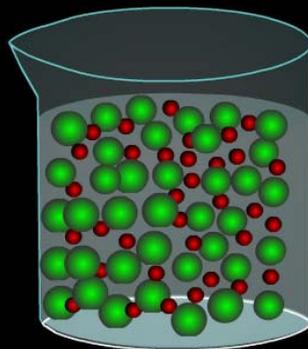


Parte-se de um cristal de cloreto de sódio ao qual se acrescenta água. O contato com a água provoca a separação dos íons e a destruição da estrutura cristalina do composto. Todo esse processo é explicado por meio de modelos microscópicos animados onde os íons sódio e cloreto são representados por esferas coloridas.

No estado sólido os íons do sal, Na^+ e Cl^- , estão "presos" no cristal.

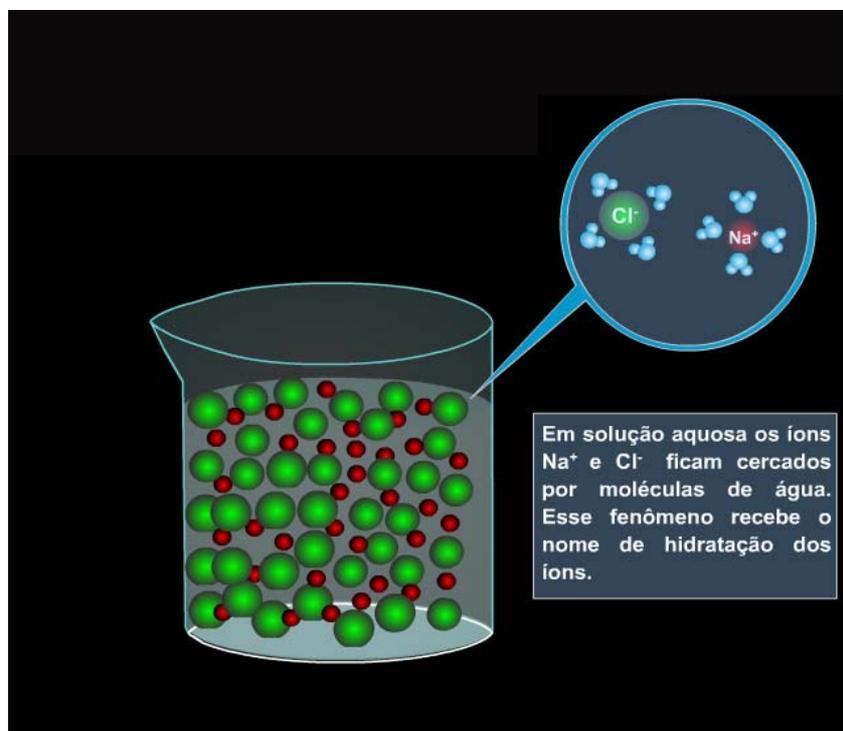


Quando uma substância iônica, como o cloreto de sódio (NaCl), é dissolvida em água, seus íons são separados pela ação da água.

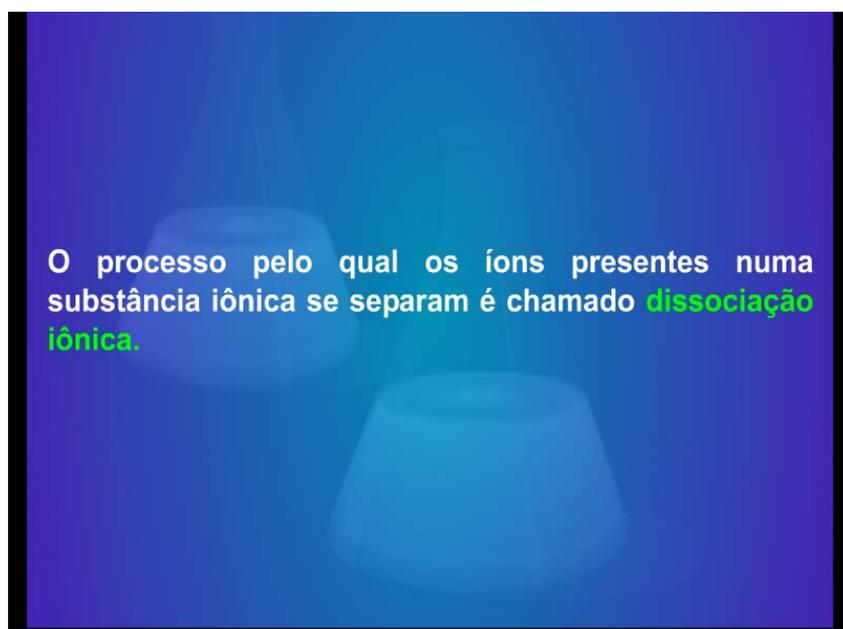


No final, considera-se a hidratação dos íons em solução. Por meio de uma ampliação, observa-se que cada íon sódio, Na^+ , está rodeado por moléculas de

água orientadas com a extremidade negativa na direção do cátion. Da mesma forma, cada íon cloreto, Cl^- , está rodeado por moléculas de água com a extremidade positiva orientada em direção ao ânion.



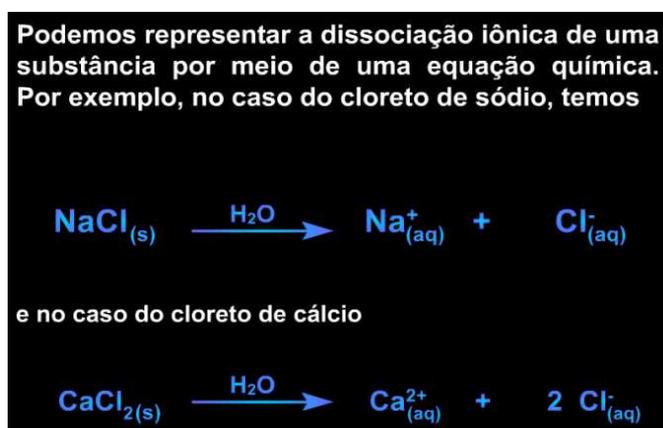
A partir daí, apresenta-se o conceito de dissociação iônica.



Com os dois eletrodos mergulhados numa solução de cloreto de sódio, explica-se, por meio de modelos microscópicos animados, o transporte de carga elétrica nessa solução pela movimentação dos íons sódio e cloreto.



O comportamento de sólidos iônicos em água também é representado por meio de equações químicas. Assim, são apresentadas as equações de dissociação iônica do cloreto de sódio e do cloreto de cálcio, em que os símbolos s e aq são usados para indicar que o sólido (s) libera íons em solução aquosa (aq).

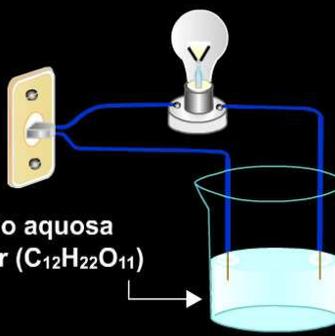


Para conceituar ionização inicia-se testando a condutividade elétrica de soluções de substâncias moleculares: o açúcar e o cloreto de hidrogênio.

O fato de a lâmpada ficar apagada quando se usa a solução de açúcar permite concluir que essa substância, quando dissolvida em água, se dissocia em

moléculas. A solução resultante não possui íons e por isso não é condutora de eletricidade.

As substâncias moleculares, quando dissolvidas em água, podem apresentar dois comportamentos: algumas produzem soluções aquosas que conduzem eletricidade e outras não.

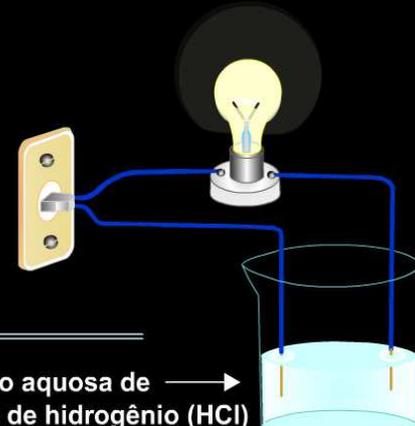


Solução aquosa de açúcar ($C_{12}H_{22}O_{11}$)

Quando se dissolve açúcar em água, as moléculas são separadas pela ação da água e nela se dispersam. A solução resultante não contém íons e, portanto, não conduz eletricidade.

Já, quando se usa a solução de cloreto de hidrogênio, a lâmpada acende mostrando que a produção de íons em solução não está limitada aos compostos iônicos. Existem substâncias moleculares que reagem com água para produzir íons e, portanto, formam soluções condutoras de eletricidade.

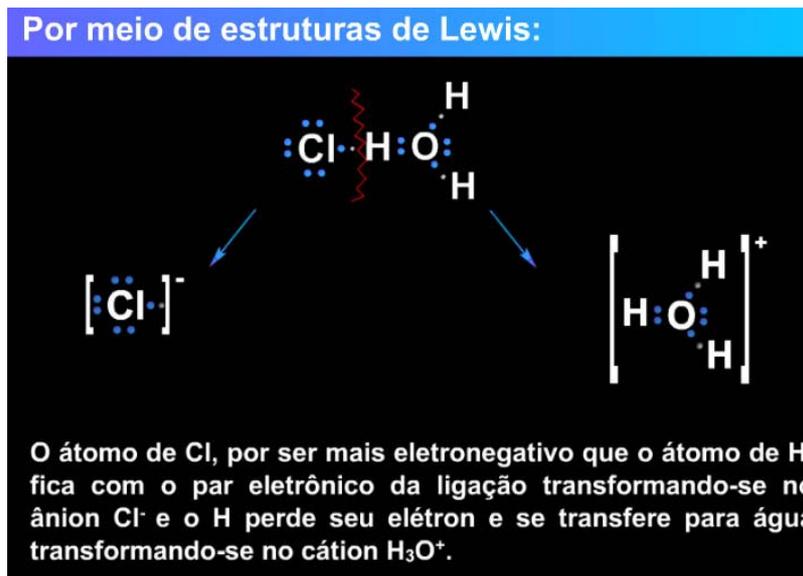
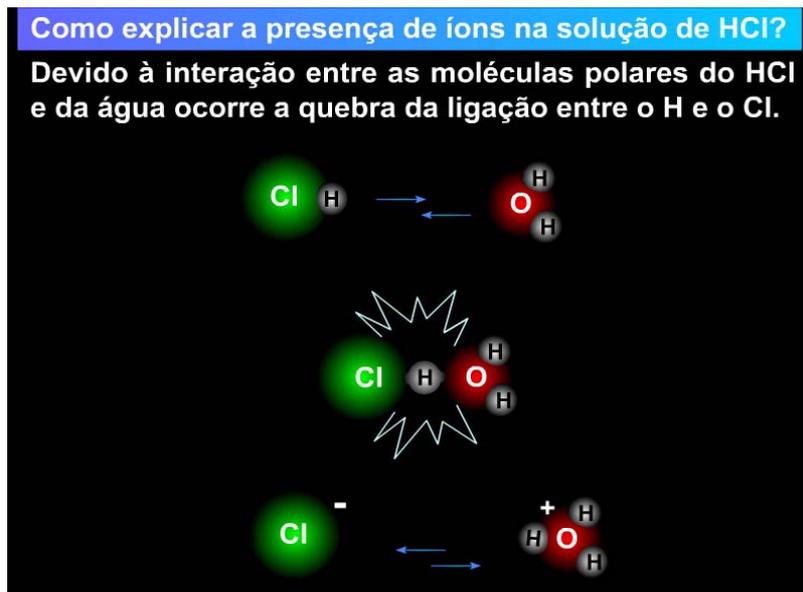
Porém, quando se dissolve o cloreto de hidrogênio ou gás clorídrico, em água, o processo é diferente.



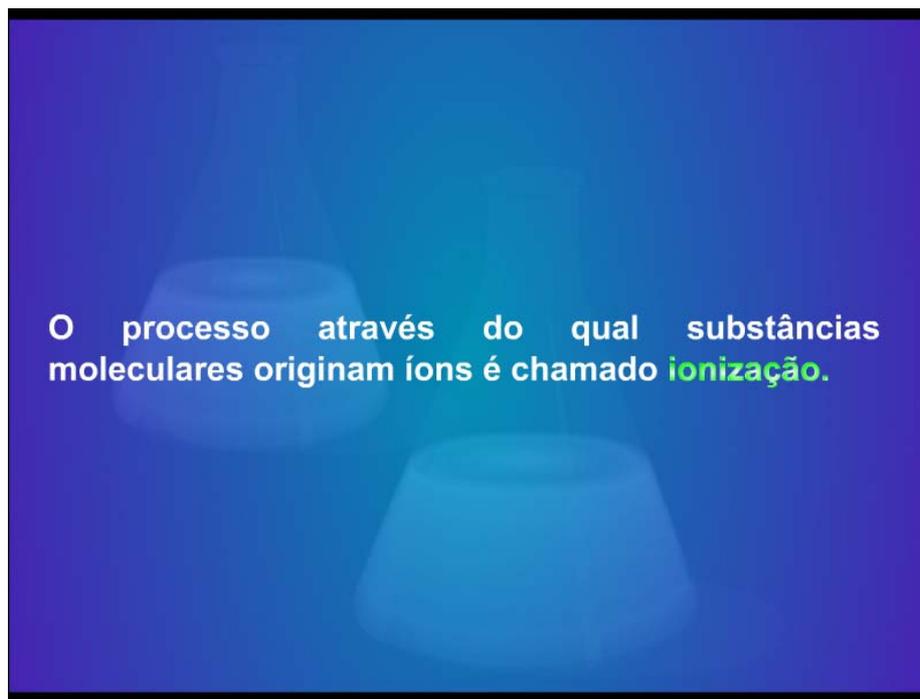
As moléculas de HCl, ao entrarem em contato com a água, se ionizam, isto é, formam íons, resultando em uma solução condutora de eletricidade.

Solução aquosa de cloreto de hidrogênio (HCl)

O cloreto de hidrogênio (HCl) é um exemplo típico desse tipo de substância. Sua reação com água produzindo íons hidrônio, H_3O^+ , e íons cloreto, Cl^- , é representada, primeiramente, por meio de modelos nos quais átomos e íons são representados por esferas coloridas. Porém, como esses modelos não explicam satisfatoriamente a formação de íons, o mesmo processo é também representado por meio de estruturas de Lewis. Nos dois casos são apresentadas animações que contribuem para o entendimento do processo.



A partir daí, apresenta-se o conceito de ionização:



A seguir, a ionização do cloreto de hidrogênio é representada por equações químicas.

Podemos representar a ionização de uma substância por meio de uma equação química. Por exemplo, no caso do cloreto de hidrogênio, temos:



Como H_3O^+ é H^+ associado a H_2O , podemos equacionar o processo, simplificada, da seguinte maneira:

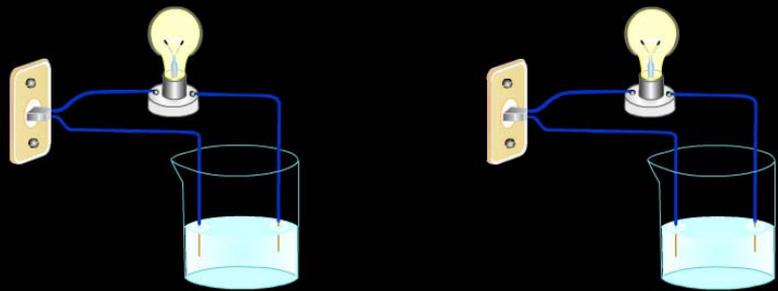


Soluções eletrolíticas e não-eletrolíticas

Por fim, utilizando o dispositivo de teste de condutividade elétrica, distinguem-se soluções condutoras de soluções não-condutoras.

**SOLUÇÕES ELETROLÍTICAS
E NÃO-ELETROLÍTICAS**

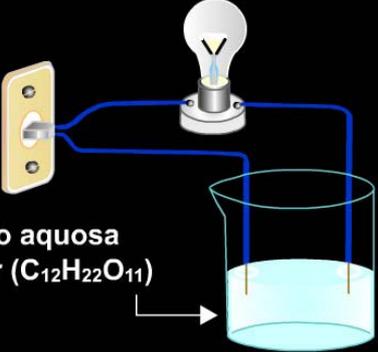
Soluções iônicas ou eletrolíticas: contêm íons e portanto são condutoras de eletricidade.



Solução de água e NaCl

Solução de água e HCl

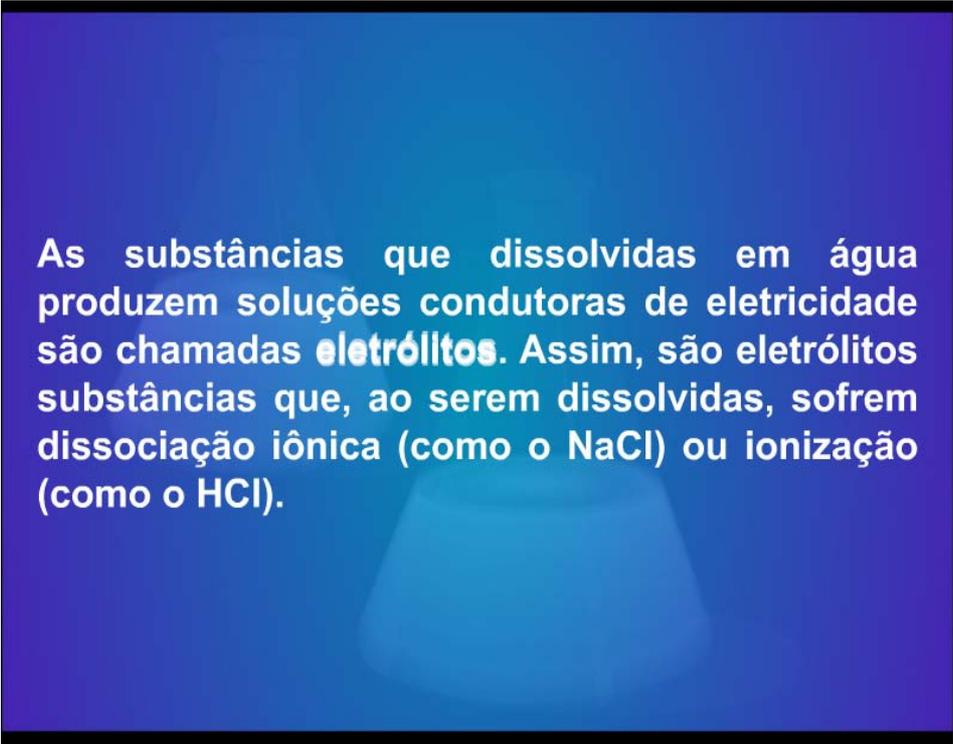
Soluções moleculares ou não-eletrolíticas: não contêm íons e portanto não são condutoras de eletricidade.



Solução aquosa de açúcar ($C_{12}H_{22}O_{11}$)

Os solutos em solução aquosa também são divididos em dois grupos: eletrólitos e não eletrólitos.

Destaca-se o fato dos eletrólitos poderem ser substâncias iônicas ou moleculares. No caso de substância molecular, os íons presentes na solução são formados pela ionização da substância em água, e, no caso de substância iônica, não é de se surpreender que existam íons na solução, porque o sólido não-dissolvido já é constituído de íons.



As substâncias que dissolvidas em água produzem soluções condutoras de eletricidade são chamadas **eletrólitos**. Assim, são eletrólitos substâncias que, ao serem dissolvidas, sofrem dissociação iônica (como o NaCl) ou ionização (como o HCl).

São propostos no final cinco exercícios que contribuem para a fixação e aprendizagem do conteúdo desenvolvido na aula.

Para a resolução da maior parte dos exercícios, bem como para o entendimento dos assuntos tratados na aula, é importante que o aluno saiba distinguir substâncias iônicas de substâncias moleculares. Isto foi considerado na aplicação deste material e está de acordo com a ordem de conteúdos apresentados pelos livros analisados.

Exercícios

1. O que é dissociação iônica? E ionização?

Dissociação iônica é o processo através do qual substâncias iônicas têm seus íons separados.

Ionização é o processo através do qual substâncias moleculares originam íons.

2. A amônia (NH_3), o iodeto de cálcio (CaI_2), o sulfeto de hidrogênio (H_2S) e o cloreto de lítio (LiCl) são substâncias que dissolvidas em água produzem soluções iônicas.

a. Quais delas sofrem dissociação iônica? Justifique.

CaI_2 e LiCl porque são substâncias iônicas.

b. Quais delas sofrem ionização? Justifique.

NH_3 e H_2S porque são substâncias moleculares.

3. A solução resultante da dissolução do álcool em água é não-eletrolítica.

A respeito do álcool ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$), responda as seguintes questões:

a. Trata-se de um composto iônico ou molecular? Justifique.

É um composto molecular porque resulta da combinação de não-metais com hidrogênio.

b. Quando dissolvido em água, sofre dissociação iônica, ionização ou nenhum desses processos? Justifique.

Nenhum desses processos porque a solução obtida é não-eletrolítica, ou molecular.

4. (UNICAMP) À temperatura ambiente o cloreto de sódio, NaCl, é sólido e o cloreto de hidrogênio, HCl, é um gás. Estas duas substâncias podem ser líquidas em temperaturas adequadas.

a. Por que, no estado líquido, o NaCl é um bom condutor de eletricidade, enquanto que, no estado sólido, não é?

No estado líquido (fundido) o cloreto de sódio tem seus íons livres enquanto que no estado sólido seus íons não podem se mover.

b. Por que, no estado líquido, o HCl é um mau condutor de eletricidade?

Porque o HCl é um composto molecular.

c. Por que, em solução aquosa, ambos são bons condutores de eletricidade?

O NaCl em água se dissocia liberando os íons Na^+ e Cl^- .

O HCl em água se ioniza, isto é, reage com a água produzindo os íons H_3O^+ e Cl^- .

5. (UNICAMP) Dois frascos contêm pós brancos e sem cheiro. Sabe-se, entretanto, que o conteúdo de um deles é cloreto de sódio e do outro açúcar (sacarose). Recebendo a recomendação de não testar o sabor das substâncias, descreva um procedimento para identificar o conteúdo de cada frasco.

Dissolver em água uma amostra de uma das substâncias e testar a condutividade da solução resultante. Se a solução conduzir eletricidade a substância é o sal, caso contrário é o açúcar.

Aula 2

Os tópicos desenvolvidos na aula 2 são apresentados no menu inicial, conforme indicado abaixo:



Ácidos

Primeiramente apresentam-se os ácidos sob o ponto de vista prático. Assim, começa-se com uma seqüência de imagens de produtos usados no dia-a-dia que possuem ácido em sua composição.

Os ácidos estão presentes no nosso dia-a-dia.



Limão tem ácido cítrico



Vinagre tem ácido acético



Bateria de automóvel tem ácido sulfúrico

Refrigerantes têm ácido carbônico

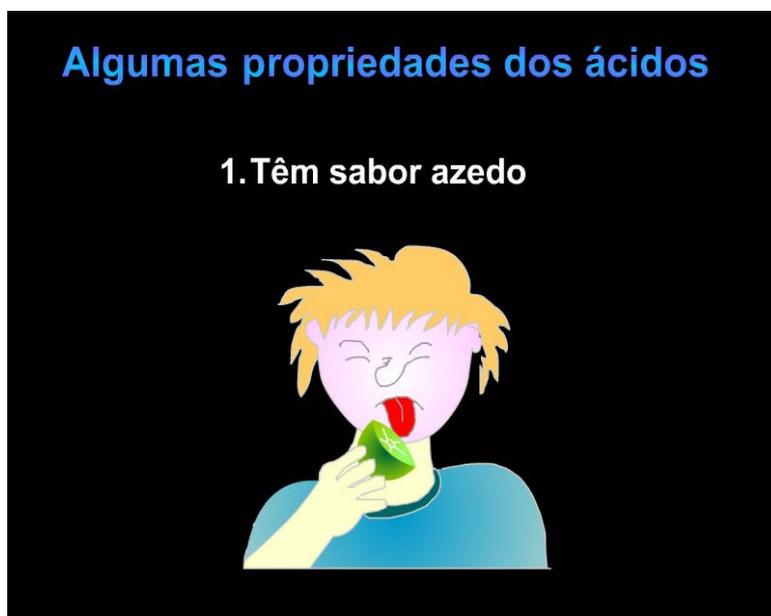




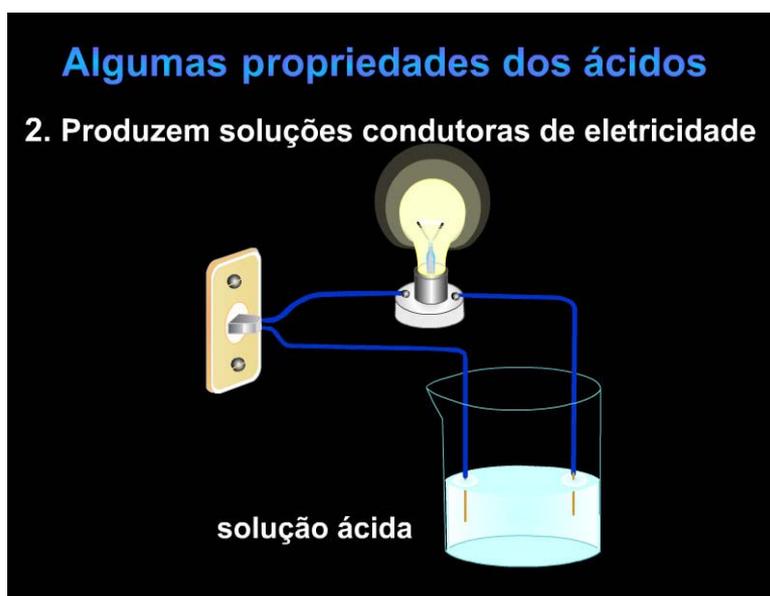
A seguir, são apresentadas três propriedades dos ácidos:

1. Sabor
2. Condutividade elétrica
3. Ação sobre indicadores

Para caracterizar os ácidos como possuidores de sabor azedo criou-se um clipe de filme no qual um menino lambe um limão e demonstra o sabor azedo que sente por meio de uma careta. Este tipo de clipe torna a aula lúdica e facilita a apreensão do conhecimento químico.



Para mostrar que as soluções ácidas são condutoras de eletricidade, utilizou-se o mesmo dispositivo de teste de condutividade elétrica usado na aula 1.



E, para mostrar a ação de ácidos sobre indicadores, produziu-se um clipe de filme no qual se usa extrato de repolho roxo para reconhecer uma solução ácida. Optou-se pela utilização do repolho roxo como indicador por se tratar de um material certamente conhecido pelos alunos. Porém, clicando em indicadores, é possível acessar a aula 7, intitulada “Indicadores ácido-base”, e buscar um aprofundamento do assunto. Outros indicadores, como tornassol, fenolftaleína e azul de bromotimol, são apresentados juntamente com suas respectivas mudanças de cor.

Algumas propriedades dos ácidos

3. Modificam a cor de certas substâncias chamadas indicadores. O extrato de repolho roxo, por exemplo, torna-se rosa na presença de ácidos.



Extrato de repolho roxo

ácido

Indicadores

Conceito de Arrhenius

Depois, trabalhando com o conceito de Arrhenius, apresentam-se os ácidos sob o ponto de vista teórico.

Nesta parte incluem-se algumas informações a respeito do cientista responsável pela elaboração do conceito estudado.

Conceito de ácido de Arrhenius

De acordo com a teoria elaborada pelo químico sueco Svante August Arrhenius, os ácidos podem ser assim definidos:

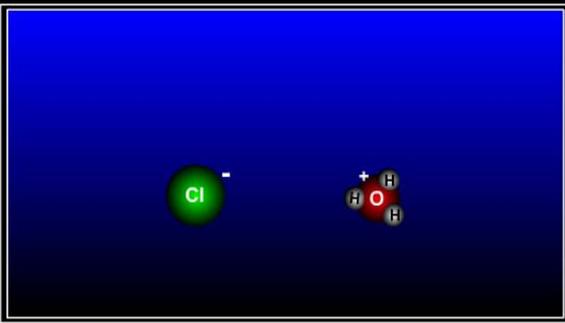


Faz-se uma abordagem dinâmica e esclarecedora do conceito de ácido de Arrhenius, partindo de uma solução de ácido clorídrico na qual moléculas de HCl e moléculas de água colidem constantemente e, em cada choque, um íon H^+ é transferido de uma molécula de HCl para uma molécula de H_2O , originando os íons H_3O^+ e Cl^- .

Conceito de ácido de Arrhenius

Ácidos são substâncias que em solução aquosa se ionizam produzindo como íon positivo exclusivamente cátions H_3O^+ (chamado hidrônio ou hidroxônio).

Exemplo: HCl



Equacionando: $HCl + H_2O \longrightarrow H_3O^+ + Cl^-$

Para descrever ácidos que possuem um, dois e três hidrogênios ionizáveis por molécula, utilizam-se os termos monoácidos, diácidos e triácidos, respectivamente.

Podemos classificar um ácido de acordo com o número de H ionizáveis existentes em sua molécula.

- **HCl é um monoácido (contém 1 H ionizável)**



- **H₂S é um diácido (contém 2 H ionizáveis)**



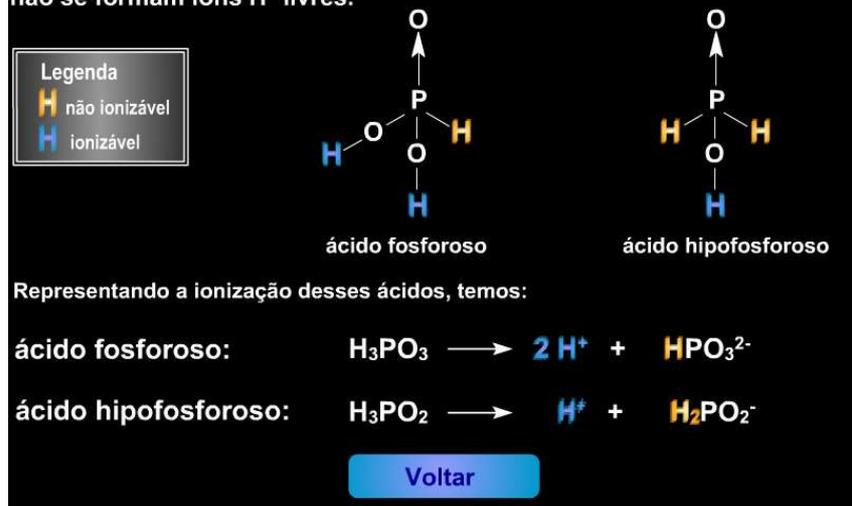
- **H₃PO₄ é um triácido (contém 3 H ionizáveis)**



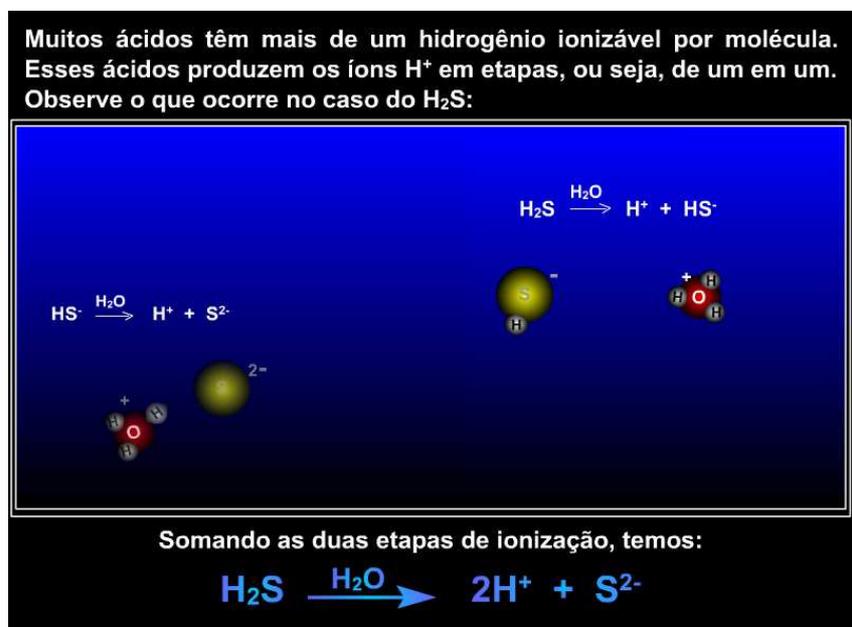
Observação Importante

Ao classificar os ácidos quanto ao número de hidrogênios ionizáveis, procurou-se evitar informações “soltas”. Isto foi verificado naqueles livros que tratam sobre ácidos que possuem átomos de hidrogênio não-ionizáveis. Nesses livros, os ácidos são citados, os átomos de hidrogênio não-ionizáveis são indicados, entretanto a razão pela qual eles não se ionizam não é explicada. Assim, quando se optou pela abordagem desse assunto, tomou-se o cuidado de inserir no texto um *link* com uma breve explicação sobre esse fenômeno.

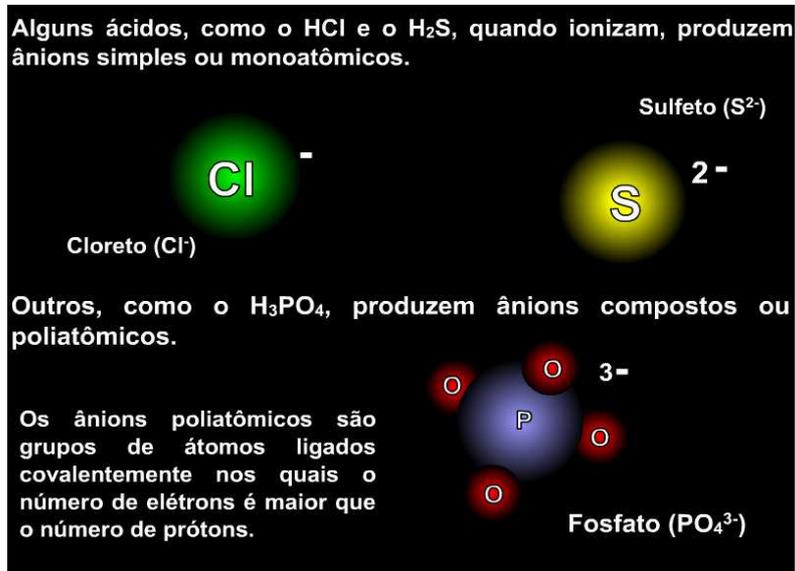
Existem ácidos nos quais nem todos os hidrogênios podem sofrer ionização, uma vez que alguns participam de ligações pouco polares. Essas ligações não são rompidas pela interação com água; portanto não se formam íons H^+ livres.



Quando o número de hidrogênios ionizáveis é maior que um, a ionização se dá por etapas, ou seja, somente um íon H^+ é produzido por vez. Este processo é explicado através de modelos animados e equações químicas que representam ionização do H_2S em duas etapas. Na primeira etapa H_2S , em contato com a água, produz H^+ e HS^- . Na segunda etapa o íon HS^- ioniza dando H^+ e S^{2-} .



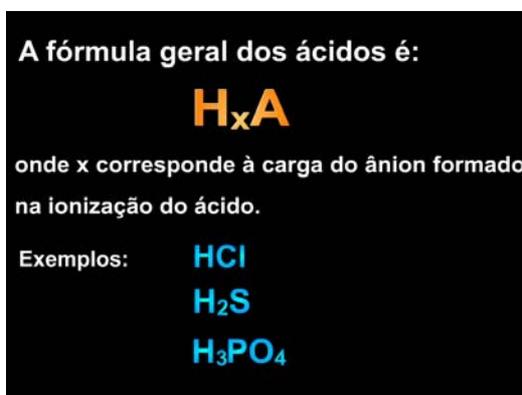
Outros aspectos considerados na ionização dos ácidos referem-se à composição e carga dos ânions formados. Distinguem-se ânions monoatômicos de poliatômicos e relaciona-se o número de cargas negativas do ânion com o número de íons H^+ produzidos.



Formulação

A formulação dos ácidos é feita com base na fórmula geral dos ácidos.

Por meio de animações de números, letras e sinais, são construídas as fórmulas do ácido clorídrico, do ácido sulfídrico, e do ácido fosfórico.



Nomenclatura

Verificaram-se, nos livros didáticos analisados, duas maneiras diferentes de abordar o assunto.

1- A nomenclatura dos ácidos é feita utilizando 4 ácidos como referência.

2- A nomenclatura dos ácidos é feita a partir dos nomes dos ânions correspondentes.

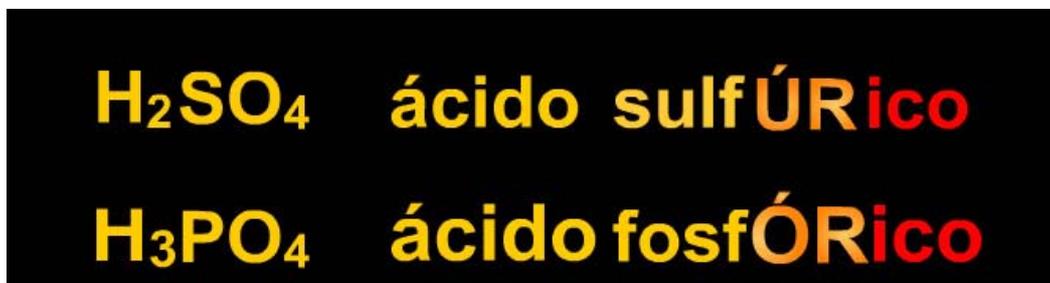
Optou-se pela utilização da segunda, que é a forma predominante nos livros analisados (6 dos 9 livros analisados a adotaram).

Porém, neste caso, o que diferencia a abordagem é a substituição de tabelas estáticas, contendo nomes de ânions e ácidos, por animações de letras e palavras que despertam a atenção dos alunos.

As animações das aulas em Flash têm a função didática de proporcionar melhor ensino e aprendizagem e, por essa razão, foram bastante exploradas. Neste tópico, todas as trocas de terminações e todas as montagens de fórmulas são feitas por meio de animações.

Exemplos			
Cl⁻	cloreto	HCl	ácido clorídrico
NO₃⁻	nitrato	HNO₃	ácido nítrico
NO₂⁻	nitrito	HNO₂	ácido nitroso

Após a apresentação de vários exemplos, relacionam-se as terminações dos nomes dos ânions e ácidos com a presença ou não de oxigênio. Também se destaca o uso das letras OR e UR antecedendo as terminações dos nomes dos ácidos oxigenados de fósforo e enxofre respectivamente.



Exercícios

No final, são incluídos cinco exercícios que estão descritos a seguir. Para a resolução dos exercícios 4 e 5 foram criados *links* que fornecem rápido acesso à tabela de ânions dinamizando a aula.

1. Complete:

- a. Segundo Arrhenius, ácidos são substâncias que em solução aquosa se ionizam produzindo exclusivamente cátions H^+ ou H_3O^+ .
- b. De acordo com o número de hidrogênios ionizáveis, os ácidos são classificados em **monoácidos**, **diácidos**, **triácidos** etc.
- c. Os ácidos que contêm oxigênio são chamados **oxiácidos** e os que não possuem, **hidrácidos**.

2. (UNICAMP) Água pura é um mau condutor de corrente elétrica. O ácido sulfúrico (H_2SO_4) também é mau condutor. Explique o fato de uma solução diluída de ácido sulfúrico, em água, ser boa condutora de corrente elétrica.

A água e o ácido sulfúrico, quando puros, não conduzem a corrente elétrica, porque são substâncias moleculares. Misturando-se as duas substâncias, a água provoca a ionização do ácido sulfúrico ($\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2 \text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$) e, em consequência, a solução passa a ser condutora de eletricidade.

3. Qual é a fórmula e o nome do ácido cuja ionização total origina o ânion:

- | | | |
|---|----------------------------------|---------------------|
| a. brometo (Br^-)? | HBr | ácido bromídrico |
| b. nitrito (NO_2^-)? | HNO_2 | ácido nitroso |
| c. pirofosfato ($\text{P}_2\text{O}_7^{4-}$)? | $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$ | ácido pirofosfórico |
| d. carbonato (CO_3^{2-})? | H_2CO_3 | ácido carbônico |
| e. cianeto (CN^-)? | HCN | ácido cianídrico |
| f. borato (BO_3^{3-})? | H_3BO_3 | ácido bórico |
| g. manganito (MnO_3^{2-})? | H_2MnO_3 | ácido manganoso |

4. Qual é o nome dos ácidos a seguir?

- a. H_2SO_3 ácido sulfuroso

b. HF ácido fluorídrico

c. H₃PO₄ ácido fosfórico

d. H₂S ácido sulfídrico

e. H₂C₂O₄ ácido oxálico

f. HCl ácido clorídrico

g. HClO₂ ácido cloroso

5. Qual é a fórmula dos ácidos a seguir?

a. ácido sulfúrico H₂SO₄

b. ácido iodídrico HI

c. ácido nítrico HNO₃

d. ácido clórico HClO₃

e. ácido perclórico HClO₄

f. ácido fosforoso H₃PO₃

g. ácido hipofosforoso H₃PO₂

Aula 3

Os tópicos desenvolvidos nesta aula são:



Bases

Tal como na aula sobre ácidos, primeiramente apresentam-se as bases sob o ponto de vista prático. São mostradas imagens de produtos usados no dia-a-dia que possuem base em sua composição.

As bases estão presentes no nosso cotidiano.



Vários produtos de limpeza contêm a base hidróxido de sódio (soda cáustica).

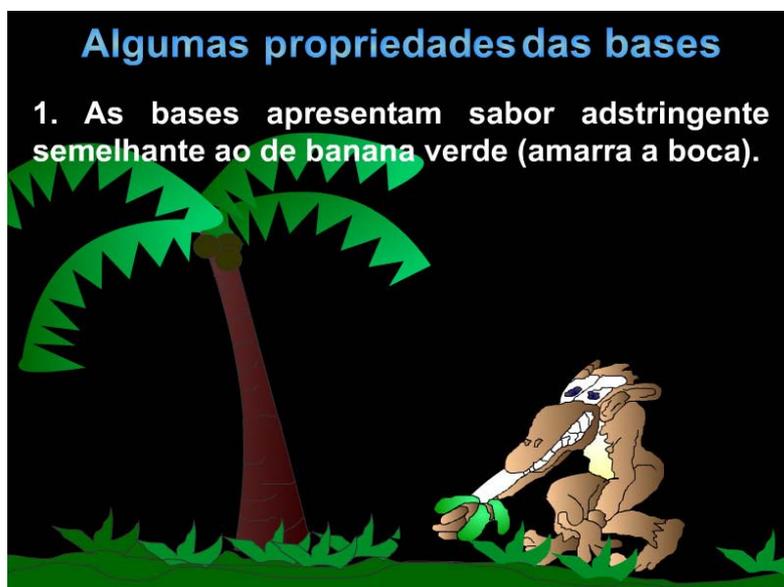
Alguns medicamentos para combater a acidez estomacal contêm a base hidróxido de alumínio.



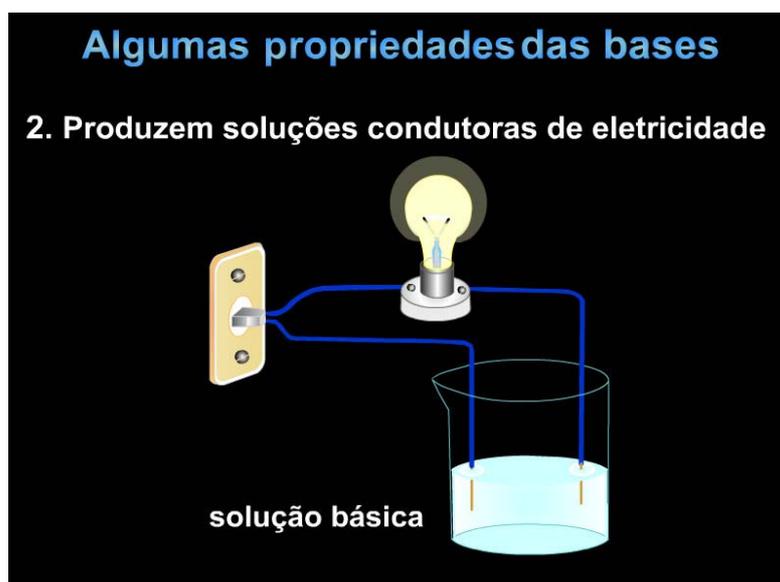
A seguir, são apresentadas três propriedades das bases:

1. Sabor
2. Condutividade elétrica
3. Ação sobre indicadores

Para caracterizar as bases como possuidoras de sabor adstringente produziu-se um clipe de filme no qual um macaquinho come uma banana verde, cujo sabor é semelhante ao das bases, demonstrando a sensação de que sua boca fica amarrada.



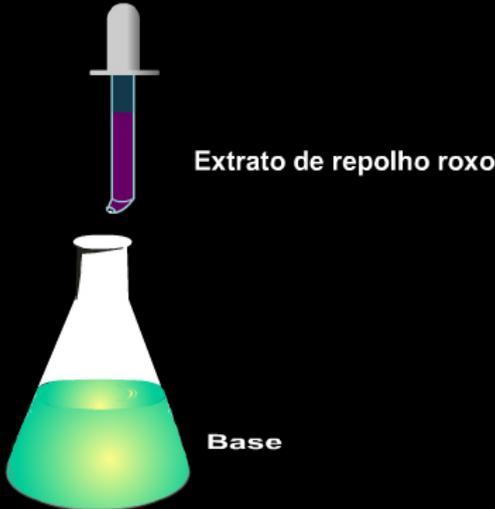
Para mostrar que as soluções básicas são condutoras de eletricidade, utilizou-se o mesmo dispositivo de teste de condutividade elétrica usado nas aulas 1 e 2.



E, para mostrar a ação de bases sobre indicadores, criou-se um clipe de filme no qual se usa extrato de repolho roxo para reconhecer uma solução básica. Conforme foi comentado na descrição da aula anterior, optou-se pelo uso do repolho roxo como indicador por se tratar de um material que os alunos conhecem bem. Porém aqui, assim como na aula anterior, foram incluídos *links* que possibilitam acessar a aula 7, intitulada “Indicadores ácido-base”, e conhecer outros indicadores como tornassol, fenolftaleína e azul de bromotimol, bem como suas respectivas mudanças de cor.

Algumas propriedades das bases

3. Modificam a cor de certas substâncias chamadas indicadores. O extrato de repolho roxo, por exemplo, torna-se verde na presença de bases.



Extrato de repolho roxo

Base

Indicadores

Conceito de Arrhenius

Depois, trabalhando com o conceito de Arrhenius, apresentam-se as bases sob o ponto de vista teórico.

Nesta parte, tal como na aula anterior, são incluídas algumas informações a respeito do cientista que elaborou o conceito estudado.

Conceito de base de Arrhenius

De acordo com a teoria elaborada pelo químico sueco Svante August Arrhenius, as bases podem ser assim definidas:



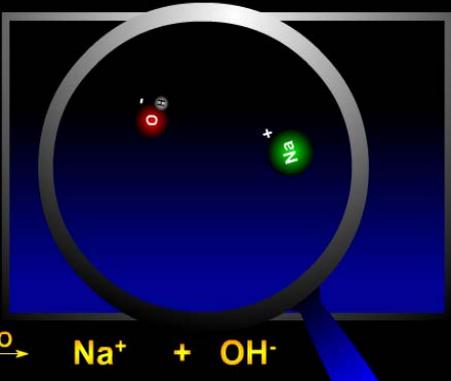
Considerando o hidróxido de sódio, NaOH, e utilizando modelos microscópicos animados faz-se uma abordagem dinâmica e esclarecedora do conceito de base de Arrhenius.

Parte-se de um cristal de NaOH que, ao ser dissolvido em água, tem seus íons separados. A seguir, observando a solução ampliada, verifica-se que ela contém íons sódio, Na⁺, e íons hidroxila, OH⁻.

Conceito de base de Arrhenius

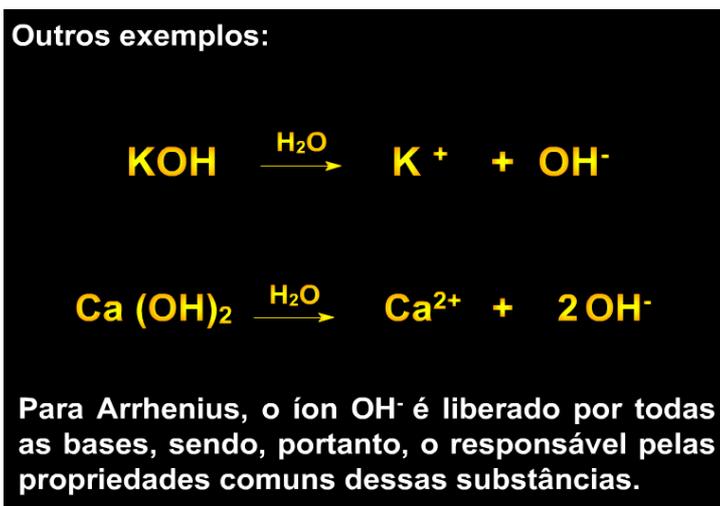
Bases são substâncias que em solução aquosa se dissociam produzindo como íon negativo exclusivamente ânions OH⁻ (chamado hidróxido ou hidroxila).

Exemplo:
NaOH

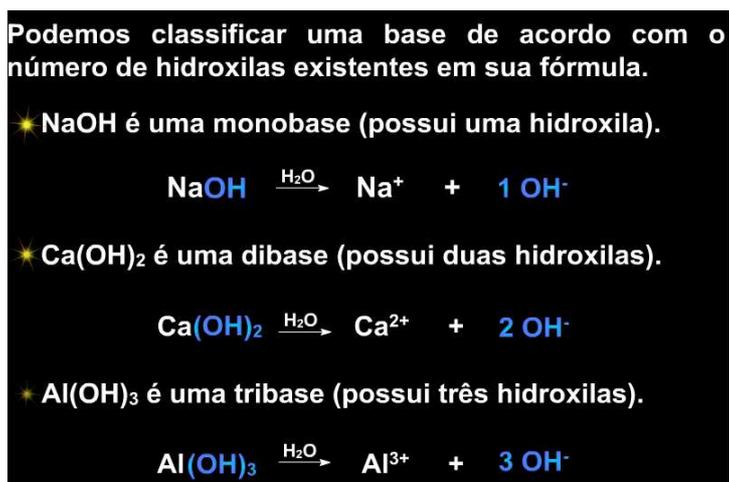

$$\text{NaOH} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{Na}^+ + \text{OH}^-$$

Os conceitos de Arrhenius usados nesse ciclo de aulas são suficientes para discussões limitadas a soluções aquosas. Conceitos mais abrangentes, como os conceitos de Brønsted-Lowry e de Lewis, podem ser estudados posteriormente. A análise dos livros didáticos revelou que, em geral, os conceitos de ácido e base são ampliados no final do curso, quando se estuda equilíbrio químico.

Para destacar que o íon hidróxido é liberado por todas as bases de Arrhenius, são apresentados outros exemplos de bases com suas respectivas equações de dissociação iônica.



Utilizam-se os termos monobase, dibase e tribase, para classificar as bases, quanto ao número de hidroxilas por fórmula.



Formulação

A formulação das bases é feita de acordo com a fórmula geral das bases.

Por meio de animações de números, letras e sinais, são construídas as fórmulas dos hidróxidos de sódio, cálcio e alumínio.

A fórmula geral das bases é:



onde y corresponde à carga do cátion (C^{y+})

Exemplos:



Nomenclatura

A nomenclatura das bases é feita de acordo com o esquema mostrado abaixo:

hidróxido de _____ nome do cátion

Para exemplificar nomes de bases, são consideradas as bases de metais cujos cátions têm carga fixa e as bases de metais cujos cátions têm diferentes

cargas. Neste último caso, utilizam-se algarismos romanos para indicar a carga, quando se escreve o nome do cátion.

A nomenclatura das bases que utiliza os sufixos ico e oso para indicar, respectivamente, a carga maior e a carga menor do cátion, está caindo em desuso e por isso não foi tratada nesta aula.

Cátion	Base
Na⁺ sódio	NaOH hidróxido de sódio
Mg²⁺ magnésio	Mg(OH)₂ hidróxido de magnésio
Al³⁺ alumínio	Al(OH)₃ hidróxido de alumínio

Os metais de transição, em geral, formam cátions de diferentes cargas, que são indicadas em algarismos romanos, quando se escreve o nome do cátion.

Cátion	Base
Fe²⁺ ferro II	Fe(OH)₂ hidróxido de ferro II
Fe³⁺ ferro III	Fe(OH)₃ hidróxido de ferro III
Cu⁺ cobre I	CuOH hidróxido de cobre I
Cu²⁺ cobre II	Cu(OH)₂ hidróxido de cobre II

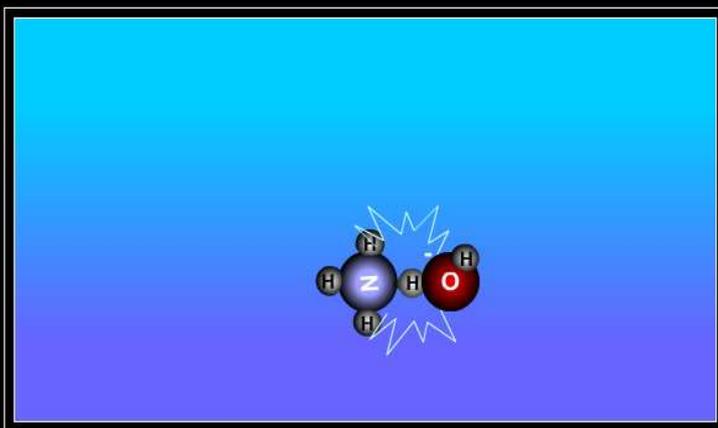
Amônia: uma base não-metálica

Neste ponto, o conceito de base de Arrhenius é estendido para substâncias que não apresentam íons OH^- em sua constituição. Desenvolve-se um estudo sobre a amônia que, ao contrário das demais bases, não possui íons OH^- , nem metal em sua composição.

A amônia é um composto molecular que reage com água produzindo íons OH^- . Em uma solução aquosa de amônia, as moléculas de NH_3 estão colidindo constantemente com as moléculas de água e, em cada choque, um íon H^+ é transferido de uma molécula de água para uma molécula de NH_3 , produzindo íons OH^- e NH_4^+ . Há também, nesta solução, choques entre os íons amônio e hidróxido. Quando eles colidem, o íon NH_4^+ perde um H^+ para o íon OH^- , tornando a formar as moléculas NH_3 e H_2O .

Esses processos são explicados por meio de modelos moleculares animados e por uma equação química que possui dupla seta.

A amônia (NH_3) não possui metal em sua composição, sendo uma substância molecular. Nas condições ambientes, é gasosa, tem cheiro forte e irritante e, ao ser dissolvida em água, se ioniza produzindo íons OH^- .



A solução aquosa de NH_3 é representada por NH_4OH e chamada hidróxido de amônio.

Exercícios

No final da aula são incluídos 5 exercícios que estão descritos a seguir.

Para a resolução dos exercícios 2 e 3 foram criados *links* que fornecem rápido acesso à tabela de cátions, dinamizando a aula.

1. Complete:

a. Segundo Arrhenius, bases são substâncias que, por dissociação iônica, liberam como ânion apenas o OH^- , chamado **hidróxido** ou **hidroxila**.

b. De acordo com o número de OH^- , as bases são classificadas em: **monobases**, **dibases**, **tribases** etc.

2. Qual é a fórmula das bases a seguir?

a. hidróxido de potássio KOH

b. hidróxido de prata AgOH

c. hidróxido de zinco Zn(OH)_2

d. hidróxido de alumínio Al(OH)_3

e. hidróxido de chumbo II Pb(OH)_2

f. hidróxido de chumbo IV Pb(OH)_4

g. hidróxido de amônio NH_4OH

3. Qual é o nome das bases a seguir?

a. NaOH hidróxido de sódio

b. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ hidróxido de cálcio

c. LiOH hidróxido de lítio

d. $\text{Mg}(\text{OH})_2$ hidróxido de magnésio

e. $\text{Fe}(\text{OH})_2$ hidróxido de ferro II

f. $\text{Fe}(\text{OH})_3$ hidróxido de ferro III

g. $\text{Hg}(\text{OH})_2$ hidróxido de mercúrio II

4. Leia o texto abaixo e responda às questões:

O tombamento de um caminhão tanque carregado com amônia na rodovia Régis Bittencourt deixou 57 pessoas intoxicadas. O motorista do veículo morreu quando tentava se afastar do veículo.

(Fonte: Folha de São Paulo, 10 jun. 2006)

a. Qual é a fórmula molecular da substância mencionada no texto? NH_3

b. A substância mencionada é tóxica porque, em contato com a água que há no nariz e pulmões, reage produzindo um íon negativo que é perigoso. Que íon é esse? OH^-

Aula 4

Os tópicos desenvolvidos na aula 4 são apresentados no menu inicial, conforme indicado abaixo:



Sais

É provável que o aluno pense que o único sal que existe seja o sal de cozinha ou cloreto de sódio. Assim, esta aula começa relacionando a palavra sal a uma classe de compostos.

Por meio de um clipe de filme, mostram-se imagens do fundo do mar enquanto são citados diversos sais que, juntamente com o cloreto de sódio, estão ali presentes.

No mar, por exemplo, além do cloreto de sódio (NaCl), estão dissolvidos outros sais como o cloreto de magnésio (MgCl_2), sulfato de magnésio (MgSO_4) e brometo de potássio (KBr).



Também estão presentes sais não dissolvidos como carbonato de cálcio (CaCO_3) constituindo corais e conchas.

A seguir, são fornecidas as aplicações de alguns sais.

Os sais são muito usados em nosso cotidiano.

O cloreto de sódio está presente em nossa alimentação, na conservação de alimentos etc.



O gesso - sulfato de cálcio hidratado - é usado em ortopedia, na fabricação de giz escolar etc.



Conceito

Após ter encarado os sais de uma forma macroscópica, tratando sobre a ocorrência e aplicabilidade de alguns desses compostos, inicia-se a exploração do mundo microscópico buscando explicar o que são sais e classificá-los quanto à natureza dos seus íons.

Sais são compostos iônicos que em solução aquosa liberam, pelo menos, um cátion diferente de H^+ e um ânion diferente de OH^- .



Sais como o $NaCl$ e $Mg(NO_3)_2$, que não apresentam átomos de hidrogênio ionizáveis nem OH^- , são chamados sais normais ou neutros.

Os sais que, como $KHSO_4$, apresentam hidrogênios ionizáveis em suas estruturas, são chamados hidrogeno-sais, e os sais que, como $Ca(OH)Cl$, apresentam hidroxila, são chamados hidroxí-sais.

Formulação e Nomenclatura

O grupo de substâncias que constituem os sais é muito grande e bastante diversificado. Assim, para evitar uma extensa ampliação desse estudo, a partir deste tópico, a atenção focaliza-se nos sais normais.

Por meio de animações de letras, números e sinais, deduz-se a fórmula geral dos sais normais e, com base nela, constroem-se as fórmulas do cloreto de sódio, sulfato de potássio, nitrato de cálcio, fosfato de bário e carbonato de magnésio.

Ao ser construída a fórmula do carbonato de magnésio, destaca-se o fato de que os índices da fórmula devem sempre expressar a proporção entre o número de íons no composto por meio dos menores números inteiros.

A fórmula geral dos sais normais é:



onde y corresponde à carga do cátion e x corresponde à carga do ânion.

Exemplos:



Sempre que possível, os índices devem ser simplificados

A nomenclatura dos sais normais é indicada por meio de um esquema e exemplificada com sais de elementos cujos cátions têm carga fixa e sais de elementos cujos cátions têm diferentes cargas.

A nomenclatura dos sais normais é feita da seguinte forma:

(nome do ânion) de (nome do cátion)

Cátion	Ânion	Sal
Na ⁺ sódio	Cl ⁻ cloreto	NaCl cloreto de sódio
K ⁺ potássio	SO ₄ ²⁻ sulfato	K ₂ SO ₄ sulfato de potássio
Ca ²⁺ cálcio	NO ₃ ⁻ nitrato	Ca(NO ₃) ₂ nitrato de cálcio
Ba ²⁺ bário	PO ₄ ³⁻ fosfato	Ba ₃ (PO ₄) ₂ fosfato de bário

Quando se trata de cátions que apresentam cargas diferentes, segue-se a mesma regra de nomenclatura adotada na aula sobre bases, indicando a carga do cátion por algarismos romanos.

Quando um metal forma cátions com cargas diferentes sua carga deve ser indicada por meio de algarismos romanos.

Cátion	Ânion	Sal
Fe ²⁺ ferro II	Cl ⁻ cloreto	FeCl ₂ cloreto de ferro II
Fe ³⁺ ferro III	Cl ⁻ cloreto	FeCl ₃ cloreto de ferro III
Cu ⁺ cobre I	NO ₃ ⁻ nitrato	CuNO ₃ nitrato de cobre I
Cu ²⁺ cobre II	NO ₃ ⁻ nitrato	Cu(NO ₃) ₂ nitrato de cobre II

Reação de Neutralização

Conhecendo as principais características dos ácidos, bases e sais, pode-se iniciar o estudo da reação de neutralização, descrevendo, com auxílio de equações químicas, os fatos que ocorrem nesse processo.

Quando um ácido e uma base são colocados em contato eles reagem para formar sal e água.



Nessa reação, que é conhecida como reação de neutralização, os íons H^+ do ácido e OH^- da base se combinam formando água segundo a equação:



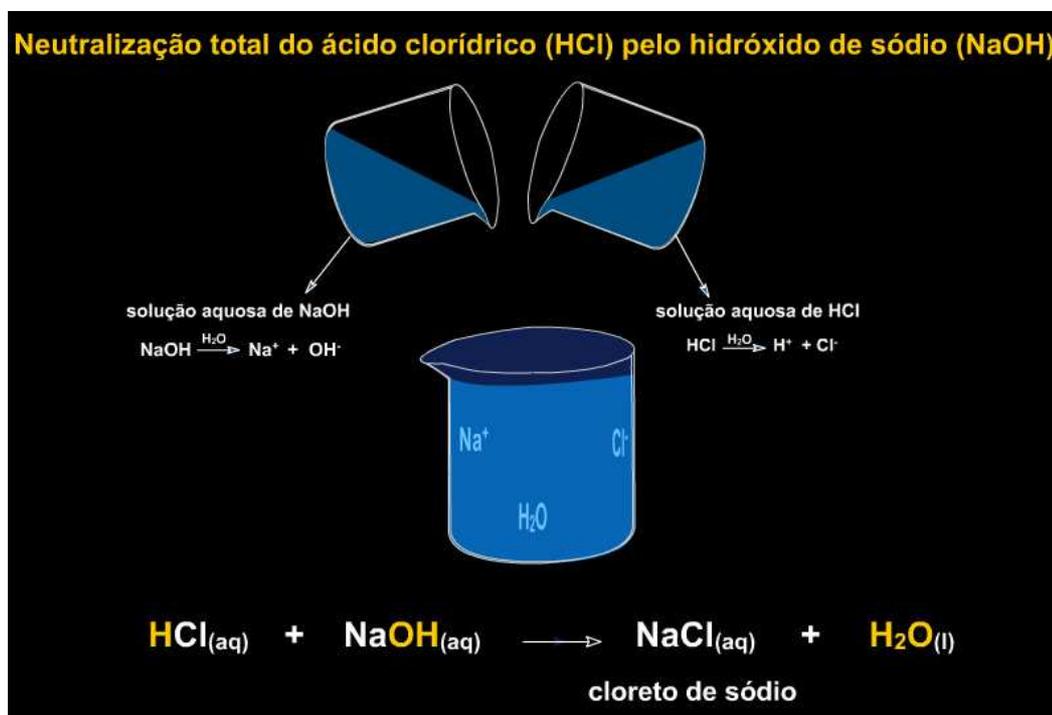
Os outros íons (cátion da base e ânion do ácido) dão origem ao sal.

Uma reação em que todos os H^+ do ácido e todos os OH^- da base reagem é chamada reação de neutralização total, e o sal assim formado, é um sal normal ou neutro.

Para ilustrar esse tipo de reação, elaborou-se um clipe de filme no qual misturam-se duas soluções, uma de ácido clorídrico e outra de hidróxido de sódio. Na solução do ácido estão os íons H^+ e Cl^- , e na solução de hidróxido de sódio os íons Na^+ e OH^- .

Quando as duas soluções são misturadas os íons H^+ e OH^- se combinam formando água, e os outros íons, Na^+ e Cl^- , dão origem ao sal. Como o cloreto de

sódio é solúvel em água, os íons Na^+ e Cl^- não chegam a se unir, permanecendo livres em solução.



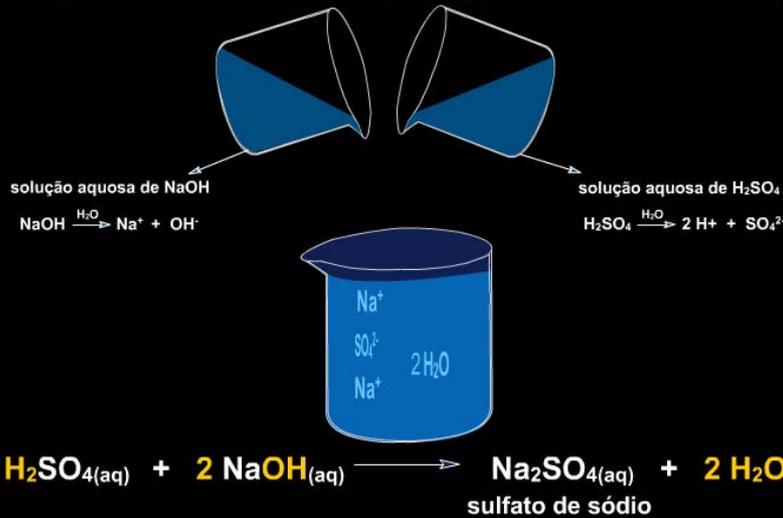
A seguir, removendo a água da solução, os íons Na^+ e Cl^- se aglomeram, forçando o NaCl a se cristalizar.



Também são apresentados dois outros exemplos de neutralização total, nos quais se empregam coeficientes para o ácido e para a base, visando a igualar o número de íons H^+ e OH^- .

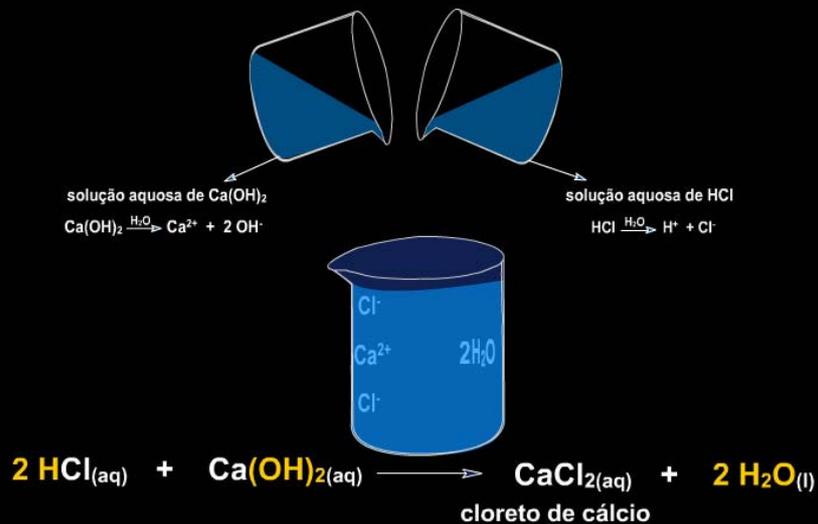
No primeiro exemplo, misturam-se soluções de H_2SO_4 e NaOH , e no segundo exemplo, soluções de HCl e $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Em ambos os casos, evapora-se a água, ao final, para obter o sal sólido.

Neutralização total do ácido sulfúrico (H_2SO_4) pelo hidróxido de sódio (NaOH)



Como cada molécula de H_2SO_4 produz 2H^+ e cada unidade de NaOH produz 1OH^- , a reação de neutralização total ocorre na proporção de uma molécula de H_2SO_4 para duas unidades de NaOH .

Neutralização total do hidróxido de cálcio, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, pelo ácido clorídrico, HCl



Como cada molécula de HCl produz 1H^+ e cada unidade de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ produz 2OH^- , a reação de neutralização total ocorre na proporção de duas moléculas de HCl para uma unidade de $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

Para finalizar, apresentam-se passos que podem ser seguidos para equacionar reações de neutralização total.

Instruções para equacionar neutralização total

- ★ Verifique se o número de H⁺ e o número de OH⁻ são iguais. Em caso negativo, use coeficientes para o ácido e/ou base a fim de igualar essas quantidades.
- ★ Indique no segundo membro da equação as moléculas de água que se formam. (Lembre-se que cada íon H⁺ reage com 1 íon OH⁻ para formar 1 molécula de água).
- ★ Identifique o cátion da base e o ânion do ácido e determine a fórmula do sal colocando-a, ao lado da água, no segundo membro da equação.

Para exemplificar o procedimento descrito acima, mostra-se, por meio de animações, como equacionar as reações a seguir:

Neutralização total
do ácido fosfórico (H₃PO₄) pelo hidróxido de alumínio [Al(OH)₃]



Neutralização total
do ácido fosfórico (H₃PO₄) pelo hidróxido de potássio (KOH)



Neutralização total
do ácido sulfúrico (H₂SO₄) pelo hidróxido de ferro III [Fe(OH)₃]



Exercícios

No final, são propostos seis exercícios que estão descritos a seguir. Para a resolução dos exercícios 2 e 3 foram criados *links* que fornecem rápido acesso às tabelas de cátions e ânions.

1. Complete:

- a. Sais são compostos **iônicos** que em solução aquosa liberam, pelo menos, um cátion diferente do H^+ e um ânion diferente do OH^- .
- b. As reações entre ácidos e bases são denominadas reações de **neutralização**.

2. Qual é o nome dos sais a seguir?

- a. $MgBr_2$ brometo de magnésio
- b. $CaCO_3$ carbonato de cálcio
- c. $NaNO_3$ nitrato de sódio
- d. $Fe_2(SO_4)_3$ sulfato de ferro III
- e. NH_4Cl cloreto de amônio
- f. $AlPO_4$ fosfato de alumínio

g. KMnO_4 permanganato de potássio

3. Qual é a fórmula dos sais a seguir?

a. nitrito de bário $\text{Ba}(\text{NO}_2)_2$

b. sulfito de potássio K_2SO_3

c. nitrato de prata AgNO_3

d. dicromato de lítio $\text{Li}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$

e. sulfato de amônio $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

f. cloreto de chumbo II PbCl_2

g. oxalato de cálcio CaC_2O_4

4. Misturando as soluções aquosas de HBr e LiOH ocorre reação entre os íons H^+ do ácido e OH^- da base para formar água. Os cátions Li^+ e os ânions Br^- permanecem em solução.

a. Qual é a equação química que representa essa reação?



b. O que se deve fazer para obter o sal sólido?

Evaporar a água.

5. Considere a neutralização total do ácido fosfórico, H_3PO_4 , pelo hidróxido de cálcio, $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

a. Para neutralizar duas moléculas de H_3PO_4 , quantas unidades de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ são necessárias? Nesse processo, quantas moléculas de água são produzidas?

3 unidades de $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

6 moléculas de água.

b. Qual é o nome e a fórmula do sal obtido?

Fosfato de cálcio, $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$

6. O sulfato de magnésio, MgSO_4 , é conhecido como sal de Epsom ou sal amargo. Que ácido e que base devem reagir para se obter esse sal?

Ácido sulfúrico H_2SO_4 e hidróxido de magnésio $\text{Mg}(\text{OH})_2$

As tabelas de cátions e ânions fornecidas para a resolução dos exercícios das aulas 2, 3 e 4 são mostradas a seguir:

Aula 5

Os tópicos da aula 5 mostrados no menu inicial são:



Ácidos, bases e sais como eletrólitos

No início desta aula, para explicar por que ácidos, bases e sais são eletrólitos, consideram-se os compostos HCl, NaOH e NaCl, bem como os processos que ocorrem quando eles são colocados em água.

Ácidos, bases e sais são eletrólitos, isto é, são substâncias que, dissolvidas em água, produzem soluções condutoras de eletricidade (soluções eletrolíticas).

Por exemplo, quando HCl, NaOH e NaCl são dissolvidos em água, ocorrem os seguintes processos:



As soluções aquosas dessas três substâncias contêm íons e, conseqüentemente, são soluções eletrolíticas.

Força dos ácidos

Utilizando o mesmo dispositivo usado nas aulas anteriores, testa-se a condutividade elétrica de soluções de mesma concentração de ácidos diferentes. A comparação da intensidade de luz da lâmpada permite tirar conclusões a respeito do grau de ionização dos ácidos.

O ácido que possui maior grau de ionização produz solução com maior concentração de íons, o que é revelado pela luz mais intensa da lâmpada.

Realizam-se testes de condutividade elétrica com soluções de ácido clorídrico e ácido fluorídrico e verifica-se que a lâmpada acende mais intensamente com o HCl do que com o HF.

Com base nessa observação conclui-se que o HCl se transforma em íons em uma porcentagem maior que a do HF, ou seja, HCl possui maior grau de ionização que o HF.

Também são fornecidos valores para os graus de ionização dos ácidos considerados, em determinadas condições. No caso do HCl, 92% de suas moléculas se transformam em íons. Para o HF a porcentagem é menor: apenas 8% das moléculas se transformam em íons.

Teste de condutividade elétrica de duas soluções aquosas, uma de HCl e outra de HF.

soluções preparadas com a mesma quantidade de água e mesmo número de moléculas de ácido.

A melhor condução de eletricidade pela solução de HCl mostra que nela devem existir mais íons do que na solução de HF.

Para medir a maior ou menor extensão de uma ionização, os químicos usam uma grandeza chamada grau de ionização.

O grau de ionização (α) indica a porcentagem das moléculas que, dissolvidas em água, ionizam.

Em determinadas condições o grau de ionização do HCl é 92% e o do HF é 8%. Isto significa que, de cada 100 moléculas de HCl dissolvidas, 92 originam íons; no caso do HF, apenas 8. Essa diferença explica o fato da solução de HCl conduzir melhor eletricidade.

Conforme seu maior ou menor grau de ionização, os ácidos são classificados em:

fortes	semifortes ou moderados	fracos
$\alpha > 50\%$	α entre 5 e 50%	$\alpha < 5\%$

Para ácidos oxigenados, apresenta-se uma regra prática que permite classificá-los pela sua força, por meio de suas fórmulas.

Existem algumas regras práticas para prever a força de um ácido. No caso de ácidos oxigenados (oxiácidos), pode-se subtrair o número de hidrogênios do número de oxigênios: se o resultado for 2 ou 3, será ácido forte, 1, moderado e 0, fraco.

Esquematicamente:

H_xEO_y
(oxiácido)

$y - x =$

- 3 ou 2, ácido forte
- 1, ácido semiforte
- 0, ácido fraco

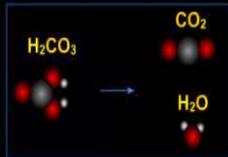
Exemplos:

$HClO_4$	$4 - 1 = 3$	ácido forte;	H_2SO_4	$4 - 2 = 2$	ácido forte
H_3PO_4	$4 - 3 = 1$	ácido semiforte;	H_3BO_3	$3 - 3 = 0$	ácido fraco

Faz-se uma ressalva no caso do H_2CO_3 por se tratar de uma exceção à regra, e atribui-se esse fato à instabilidade do composto que é explicada por meio de modelos moleculares animados.

O ácido carbônico (H_2CO_3) é uma exceção a essa regra. Ele é um ácido fraco ao contrário do que prevê a regra ($3-2=1$, semiforte). Trata-se de um ácido instável que se decompõe em gás carbônico e água:

$H_2CO_3 \longrightarrow CO_2 + H_2O$



Como grande parte das moléculas dissolvidas se decompõem, restam poucas moléculas de H_2CO_3 para sofrer ionização, o que faz a solução apresentar baixa condutividade elétrica.

Para ácidos não oxigenados não existe uma regra que permita classificá-los quanto à força, em função de suas fórmulas e, por isso, consideram-se apenas os ácidos mais comuns.

Para os ácidos não-oxigenados (hidrácidos) não há uma regra satisfatória para prever a força. Neste caso, é importante saber:

são fortes: HCl, HBr e HI

são semifortes: apenas HF

são fracos: os demais

Força das bases

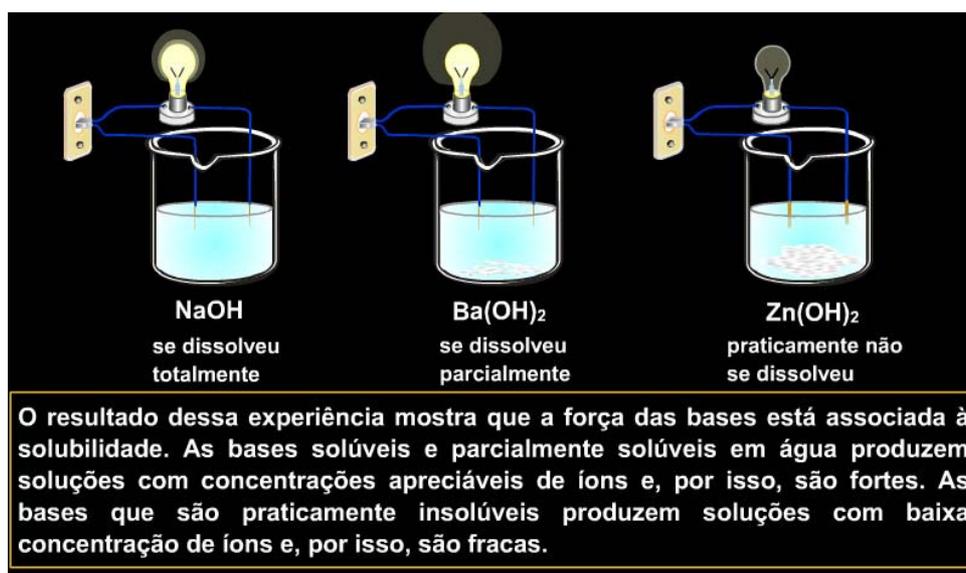
Para associar a força das bases às suas solubilidades, faz-se a demonstração de um experimento, no qual o mesmo número de partículas das bases NaOH, Ba(OH)₂ e Zn(OH)₂ são adicionadas, sob agitação contínua, em três béqueres contendo o mesmo volume de água.

Com esse procedimento, observa-se que todo NaOH acrescentado à água se dissolve, o Ba(OH)₂ se dissolve parcialmente e o Zn(OH)₂ praticamente não se dissolve.



A seguir, testando a condutividade elétrica de cada líquido verifica-se que a lâmpada acende apenas nos casos do NaOH e do Ba(OH)₂.

Esse resultado é explicado considerando que as bases NaOH e Ba(OH)₂, quando dissolvidas em água, sofrem dissociação iônica produzindo soluções que contêm íons. Mas, no caso do Zn(OH)₂ somente uma quantidade muito pequena sofre dissociação iônica, produzindo uma solução que é má condutora de eletricidade porque tem concentração de íons muito baixa.



Por meio de experimentos desse tipo as bases são classificadas em:

Bases fortes: bases dos metais alcalinos (1A), que são solúveis, e as bases dos metais alcalinos terrosos (2A), que são parcialmente solúveis (exceto Mg(OH)₂ que é praticamente insolúvel).

Ex: NaOH, KOH, Ca(OH)₂ e Ba(OH)₂

Bases fracas: bases que são praticamente insolúveis.

Ex: Zn(OH)₂ e Fe(OH)₃

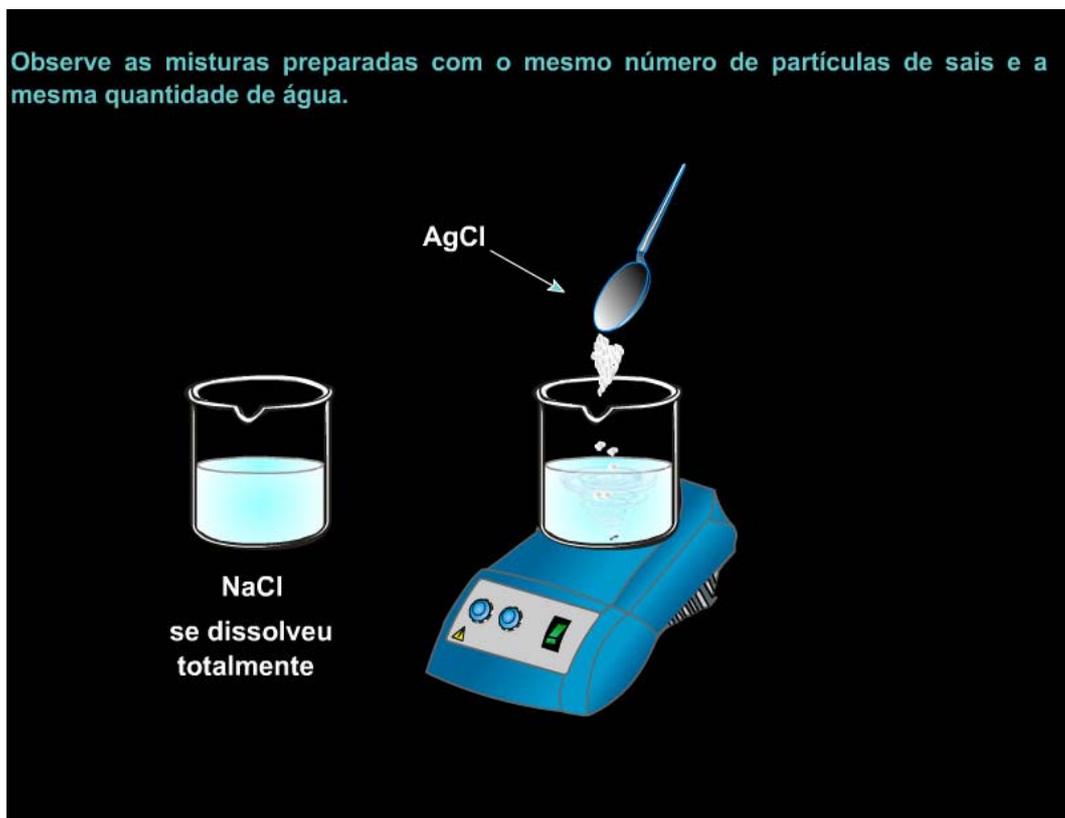
IMPORTANTE:

A amônia (NH₃), embora seja muito solúvel em água, é uma base fraca, porque apenas uma pequena parte (menos de 5%) das moléculas de amônia reagem com água produzindo íons.

Solubilidade e força dos sais

Para relacionar a força dos sais às suas solubilidades, adiciona-se, sob agitação contínua, o mesmo número de partículas dos sais NaCl e AgCl em dois béqueres contendo o mesmo volume de água.

Com esse procedimento, observa-se que todo o NaCl acrescentado à água se dissolve enquanto que o AgCl praticamente não se dissolve.



A seguir, testando a condutividade elétrica de cada líquido, verifica-se que a lâmpada acende apenas no caso do NaCl.

Tal fato é explicado considerando que sais solúveis em água, como o NaCl, são eletrólitos fortes porque ao se dissolverem em água são capazes de produzir soluções com concentrações apreciáveis de íons. Por outro lado, os sais

praticamente insolúveis, como o AgCl, são eletrólitos fracos porque produzem soluções com concentrações muito baixas de íons.

Observe as misturas preparadas com o mesmo número de partículas de sais e a mesma quantidade de água.

NaCl
se dissolveu totalmente

AgCl
praticamente não se dissolveu

Os sais solúveis, como o NaCl, apresentam alto grau de dissociação iônica sendo, por isso, eletrólitos fortes. Já, os sais praticamente insolúveis, como o AgCl, têm baixo grau de dissociação iônica sendo, por isso, eletrólitos fracos.

Existem muitos fatores que influenciam as solubilidades dos sais sendo, por isso, difícil prever se um sal é solúvel ou não.

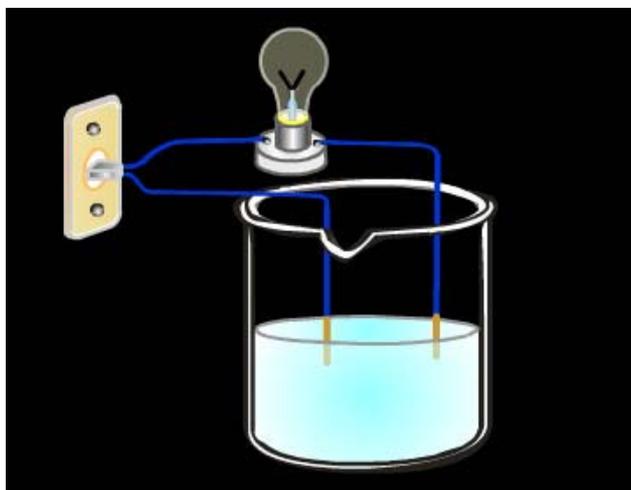
O que se faz para saber sobre a solubilidade dos sais é consultar tabelas de solubilidade como essa apresentada a seguir:

Sal	Solubilidade em água	Exceções
Nitratos (NO_3^-) Acetatos ($\text{CH}_3\text{-COO}^-$)	Solúveis	-----
Cloretos (Cl^-) Brometos (Br^-) Iodetos (I^-)	Solúveis	Ag^+ , Pb^{2+} , Hg_2^{2+}
Sulfatos (SO_4^{2-})	Solúveis	Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+} , Pb^{2+}
Sulfetos (S^{2-})	Insolúveis	Metais alcalinos (1A), alcalinos terrosos (2A) e amônio (NH_4^+)
Carbonatos (CO_3^{2-}) Fosfatos (PO_4^{3-})	Insolúveis	Metais alcalinos (1A) e amônio (NH_4^+)

Exercícios

São propostos três exercícios que estão descritos a seguir. Para a resolução do exercício 3 foi criado um *link* que fornece rápido acesso à tabela de solubilidade dos sais.

1. O béquer abaixo contém água pura, à qual se adiciona determinada quantidade de ácido. Entre os ácidos mencionados, quais fariam a lâmpada brilhar intensamente?



•a) HCl

b) H₂S

c) H₃BO₃

•d) HNO₃

e) H₃PO₄

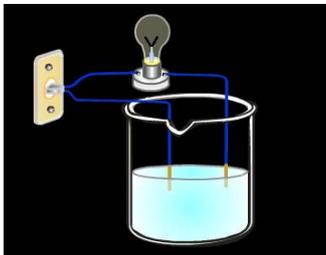
•f) H₂SO₄

•g) HBr

h) HCN

i) H₂SO₃

2. O béquer abaixo contém água pura, à qual se adiciona determinada quantidade de base. Entre as bases mencionadas, quais fariam a lâmpada brilhar intensamente?



•a) NaOH

•d) KOH

g) Zn(OH)₂

b) Ni(OH)₂

•e) Ba(OH)₂

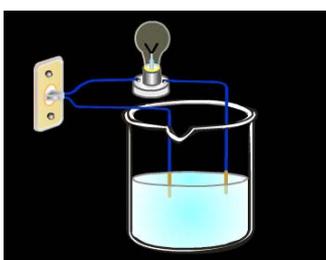
•h) Ca(OH)₂

c) AgOH

f) Fe(OH)₃

i) NH₃

3. O béquer abaixo contém água pura, à qual se adiciona determinada quantidade de sal. Entre os sais mencionados, quais fariam a lâmpada brilhar intensamente?



•a) CaS

•d) NH₄Cl

•g) Na₂CO₃

b) AgCl

e) PbI₂

•h) LiBr

•c) KNO₃

f) FeS

i) BaSO₄

4.6

Aula 6

Nesta aula demonstra-se um experimento cujo título está indicado no menu inicial.



Antes de começar o experimento, são fornecidas algumas características da amônia.

Amônia (NH₃)

É um gás incolor, tóxico, de odor forte e muito solúvel em água (89,9 g/L a 25°C e 1atm).
A dissolução da amônia em água é descrita pela equação:

$$\text{NH}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$$

A solução aquosa alcalina obtida é chamada hidróxido de amônio e representada por NH₄OH.

Por meio de imagens e textos, descreve-se como realizar o experimento utilizando uma aparelhagem simples.

São usados dois erlenmeyer de 250 mL, 1 béquer de 1 L, 1 rolha furada e adaptada a um tubo de vidro, 1 aquecedor, hidróxido de amônio e fenolftaleína.

A seqüência de etapas para a realização do experimento é apresentada conforme se mostra abaixo:

Procedimento



Preencha 3/4 do volume do béquer com água e adicione algumas gotas de fenolftaleína.



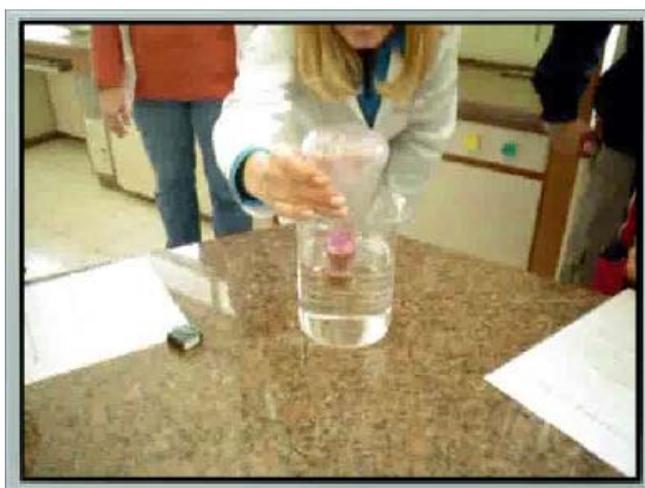
Para coletar o gás amônia, coloque pequena quantidade de hidróxido de amônio concentrado em um erlenmeyer, emborque sobre ele outro erlenmeyer e aqueça até a solução entrar em ebulição.

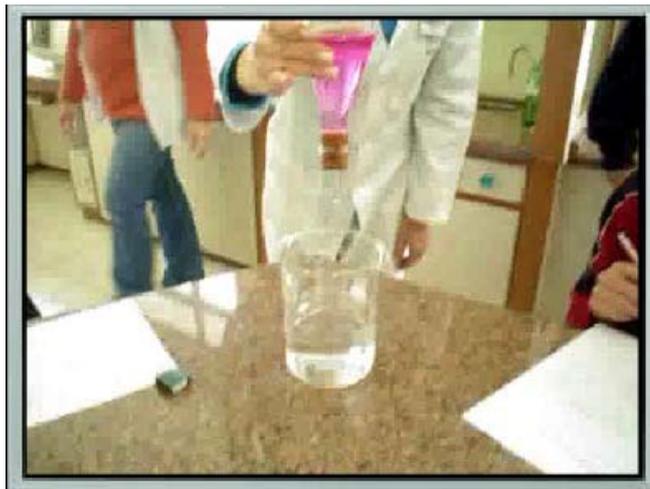
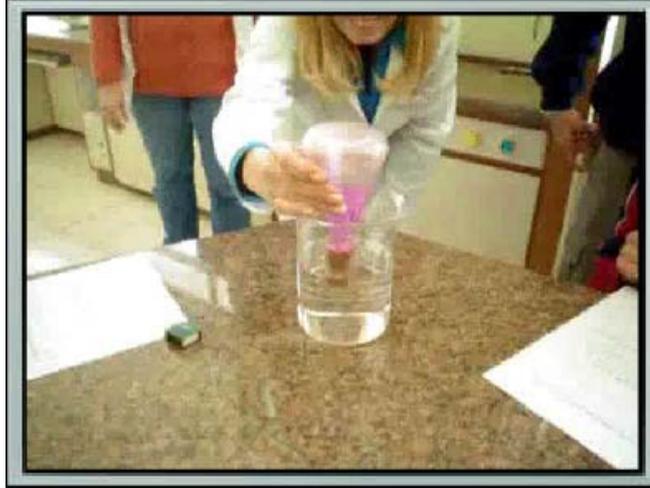


Retire o erlenmeyer mantendo-o de boca virada para baixo e tampe-o com uma rolha furada e adaptada a um tubo de vidro.

A seguir, mergulhe o tubo de vidro na água com fenolftaleína contida no béquer e observe:

A partir daí, exibe-se um clipe de uma aula real através do qual se pode observar a ascensão da água do béquer para o erlenmeyer e a mudança de cor do indicador.





No final, inclui-se uma breve explicação para os fatos observados.



A amônia dissolve-se na água produzindo um vácuo parcial no erlenmeyer. Devido à diferença entre a pressão externa e a pressão no interior do erlenmeyer, a água do béquer sobe pelo tubo jorrando como um chafariz. O hidróxido de amônio produzido, em contato com o indicador fenolftaleína, torna o líquido rosa.

Aula 7

Nesta aula, cujo título está indicado no menu inicial, realiza-se um experimento para verificar a ação de ácidos e bases sobre indicadores.



Inicialmente define-se indicador ácido-base e associa-se seu uso a um método comum de identificação do caráter ácido-base.

Indicadores ácido-base

São substâncias que adquirem colorações diferentes quando em contato com soluções ácidas ou básicas.

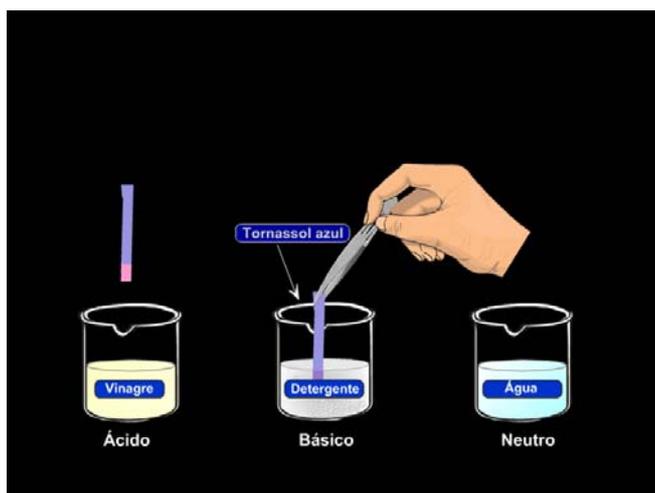
Então, para saber se uma solução é ácida ou básica basta colocá-la em contato com um indicador apropriado.

Alguns indicadores muito usados em laboratório são: papel de tornassol, fenolftaleína e azul de bromotimol.

A seguir, são realizados experimentos que fornecem as cores ácidas e básicas de alguns indicadores comumente utilizados em laboratório.

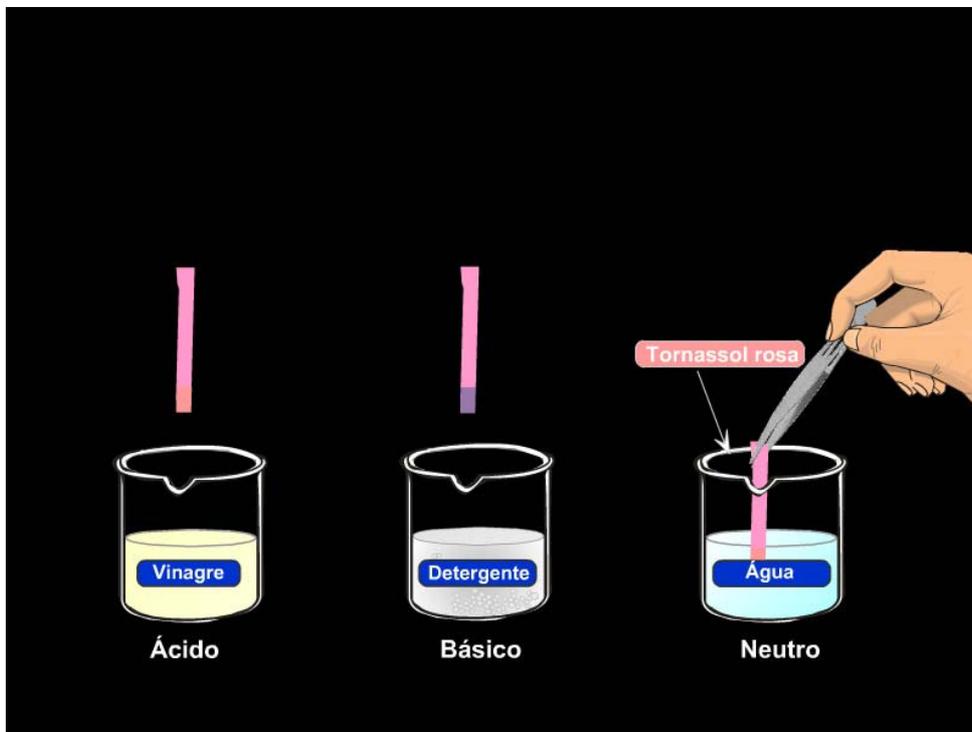
Os experimentos são realizados por meio de animações utilizando 3 béqueres, uma pinça, conta-gotas, vinagre, detergente, papel de tornassol azul, papel de tornassol rosa, fenolftaleína e azul de bromotimol.

No primeiro experimento, introduzem-se, com o auxílio de uma pinça, pedaços de papel de tornassol azul em 3 béqueres, contendo cerca de metade de seu volume preenchido com vinagre (béquer 1), detergente (béquer 2) e água (béquer 3).





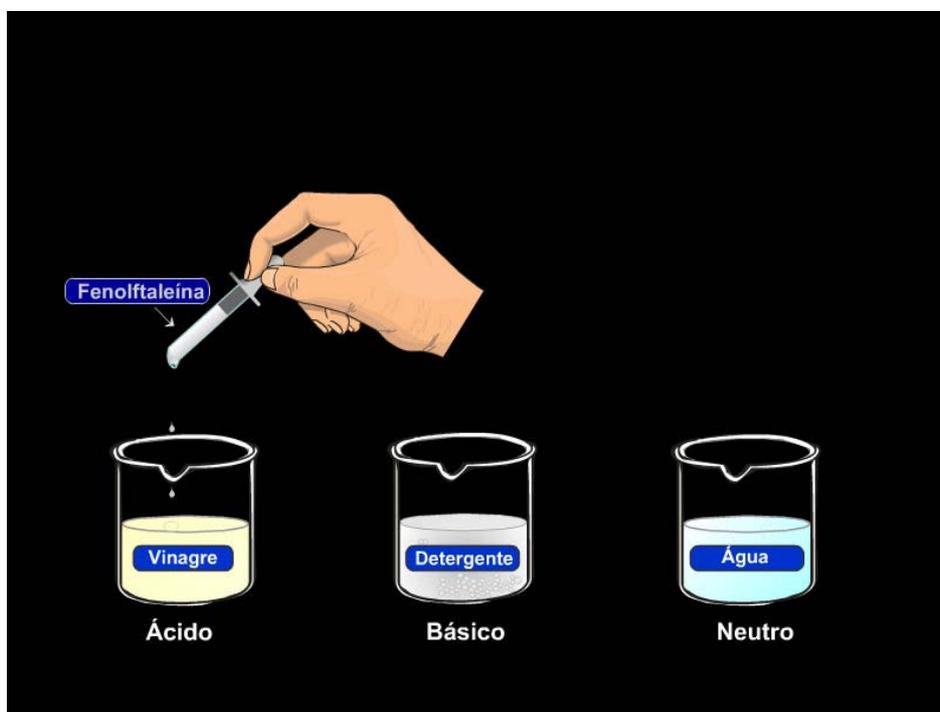
No segundo experimento, procede-se da mesma maneira utilizando o papel de tornassol rosa.



O papel de tornassol rosa permanece rosa em meio ácido ou neutro, mas adquire coloração azul em meio básico.



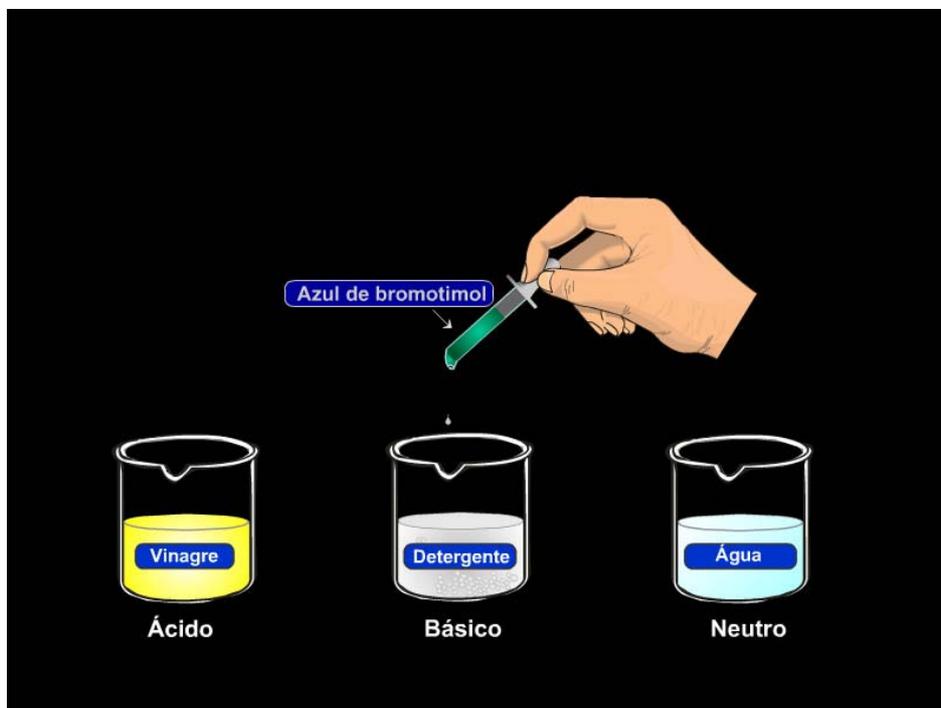
No próximo experimento, adicionam-se, em cada um dos béqueres, algumas gotas de fenolftaleína.



A solução de fenolftaleína é incolor e assim permanece em meio ácido ou neutro, mas adquire coloração rosa em meio básico.



E, no último experimento, adicionam-se em outros três béqueres, contendo vinagre (béquer 1), detergente (béquer 2) e água (béquer 3), algumas gotas de azul de bromotimol.



A solução de azul de bromotímol é verde e assim permanece em meio neutro, mas adquire coloração amarela em meio ácido e coloração azul em meio básico.



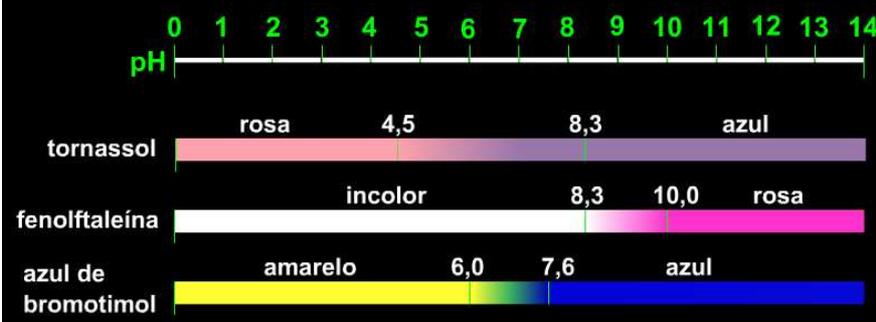
Para expressar a acidez ou basicidade de um meio apresenta-se a escala de pH. A seguir, associam-se a essa escala as diferentes cores que assumem os indicadores estudados, destacando, para cada um deles, o intervalo de pH em que ocorre a mudança de cor.

A medida da acidez ou basicidade (alcalinidade) de uma solução pode ser feita por meio de uma escala denominada escala de pH.

Essa escala varia de 0 a 14; uma solução neutra tem $\text{pH} = 7$, uma solução ácida tem $\text{pH} < 7$ e uma solução básica tem $\text{pH} > 7$.

Os indicadores ácido-base mudam de cor em determinados intervalos de pH chamados intervalos de viragem.

A figura abaixo mostra a escala de cores de três indicadores e seus respectivos intervalos de viragem.



No final, comenta-se a influência do pH do solo sobre a coloração de flores que possuem indicadores em suas pétalas.

As hortênsias contêm indicadores ácido-base em suas pétalas. Assim elas podem adquirir cores diferentes dependendo do pH do solo. Em solos ácidos as pétalas são azuis e em solos alcalinos elas são rosa.



Aula 8

Os tópicos da aula 8 estão indicados no menu inicial, conforme é mostrado abaixo:



Nesta aula realizam-se dois experimentos que permitem verificar a ocorrência de reações de neutralização pelo uso de indicadores ácido-base.

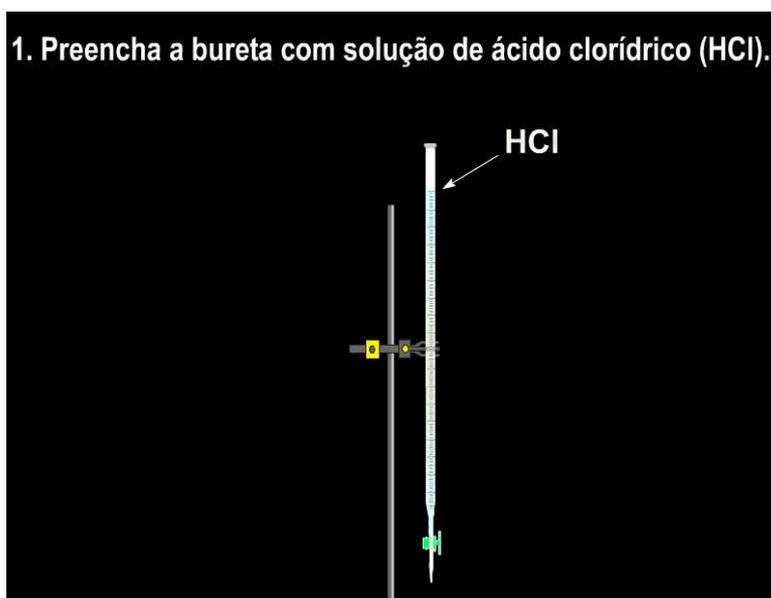
Além disso, os experimentos também possibilitam observar as diferenças de solubilidades entre sais e relacionar a presença de íons numa solução com a capacidade que ela tem de conduzir eletricidade.

São utilizados os seguintes materiais: 1 bureta, 1 béquer, 1 suporte universal com garra, 1 agitador magnético, 1 testador de eletricidade, solução aquosa de ácido clorídrico, solução aquosa de ácido sulfúrico, solução aquosa de hidróxido de sódio, solução aquosa de hidróxido de bário e solução alcoólica de fenolftaleína.

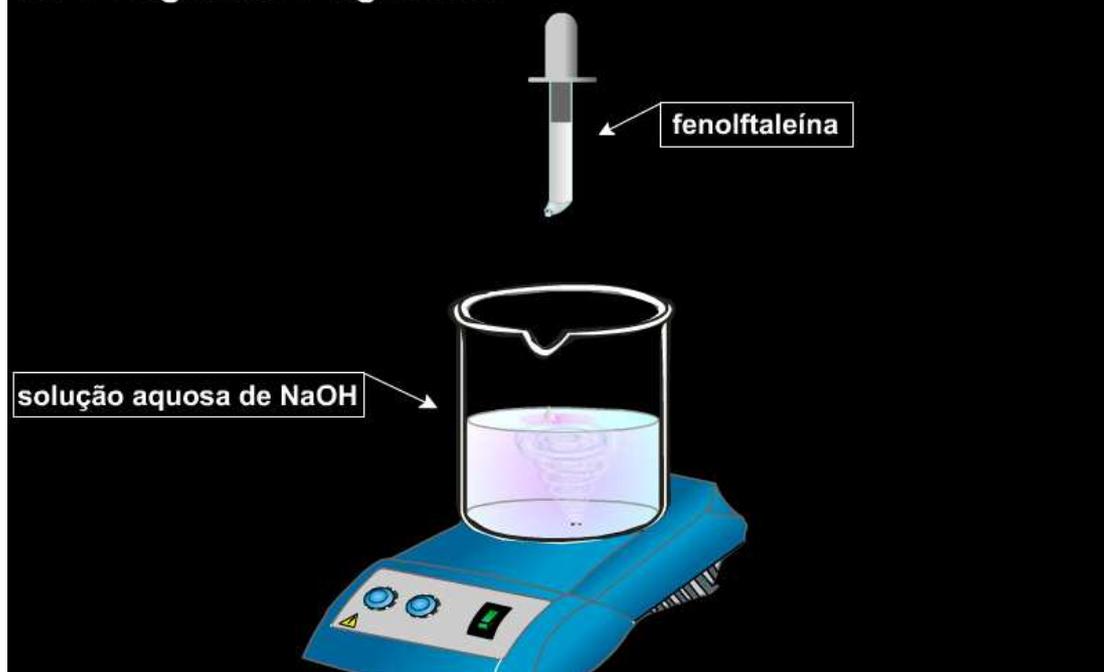
As várias etapas do procedimento são apresentadas de forma clara e motivadora, mostrando por meio de animações como se executa cada uma dessas etapas.

Reação entre o ácido clorídrico e o hidróxido de sódio

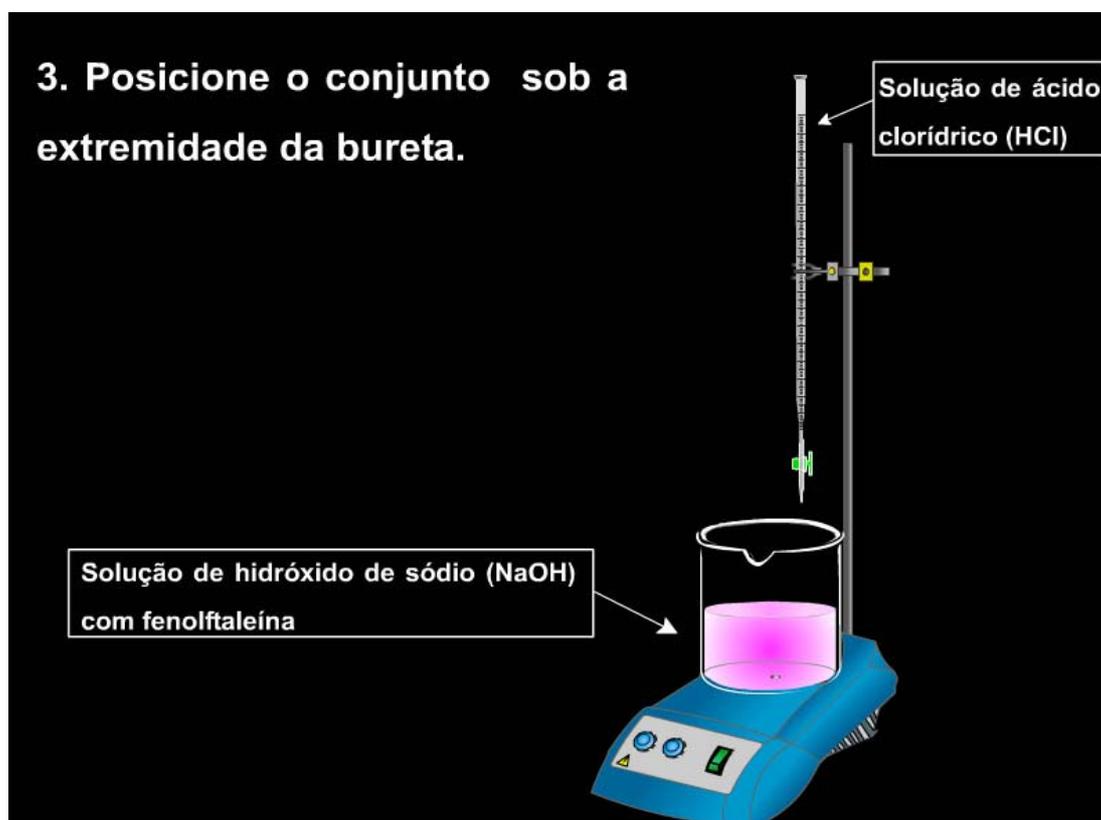
A seqüência de etapas para a realização do experimento é apresentada abaixo:



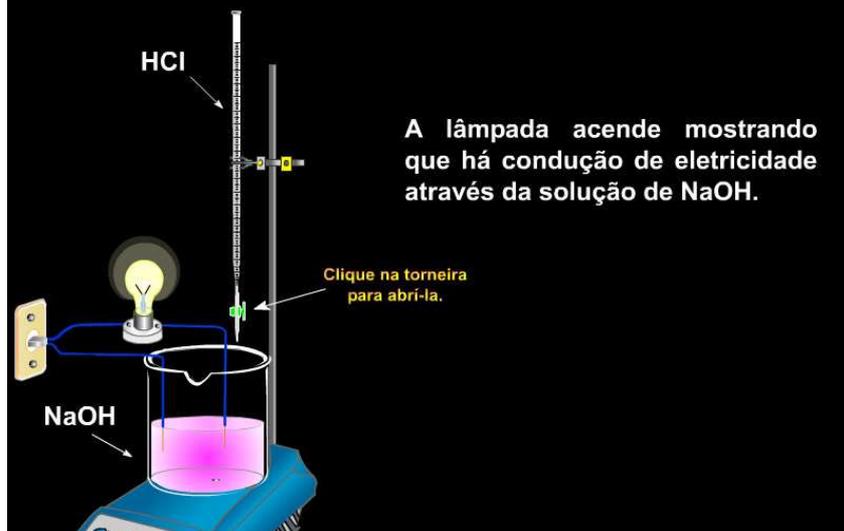
2. Acrescente algumas gotas de fenolftaleína em um béquer contendo solução de hidróxido de sódio e agite a mistura com o agitador magnético.



3. Posicione o conjunto sob a extremidade da bureta.



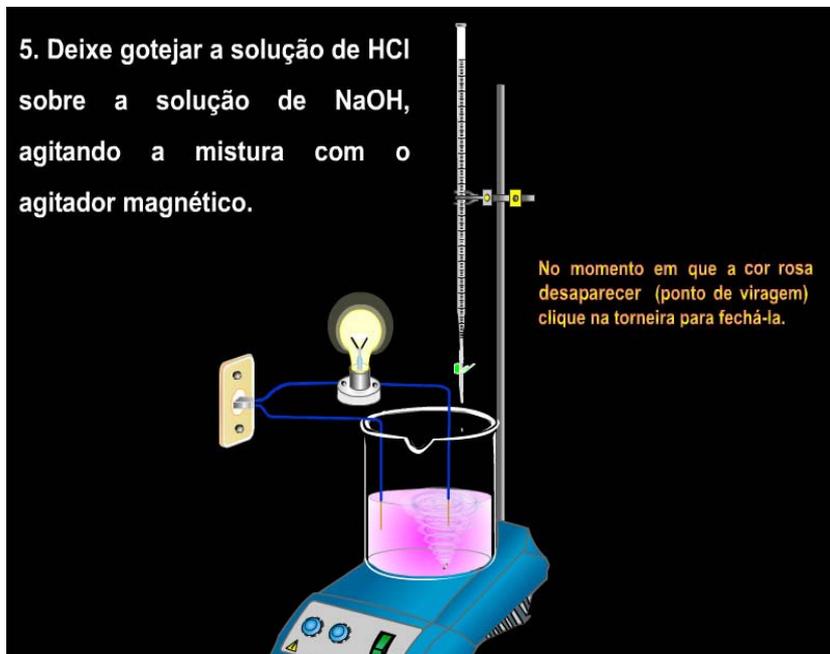
4. Introduza os eletrodos do testador de eletricidade dentro da solução do béquer e ligue o plugue na tomada.



A partir daqui, clicando-se em *enter* a experiência é interrompida e inicia-se a experiência seguinte. Para prosseguir a experiência que se está realizando é necessário clicar na torneira conforme indicado na tela.

Ao clicar na torneira ela se abre e surge uma instrução relativa ao momento que se deve clicar novamente para fechá-la.

5. Deixe gotejar a solução de HCl sobre a solução de NaOH, agitando a mistura com o agitador magnético.



Caso a torneira seja fechada antes da mudança de cor, um bipe é acionado e aparece na tela uma nova instrução para o prosseguimento do experimento.



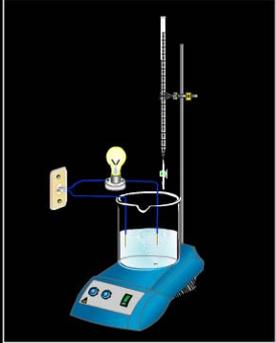
Caso se feche a torneira após a mudança de cor é possível recomeçar o experimento clicando no local indicado.



Mas, quando se fecha a torneira no momento em que a cor rosa desaparece, o experimento se encerra com uma breve explicação para os fatos observados.

Quando a solução muda de cor, toda base foi neutralizada pelo ácido. Nesse momento, o meio deixou de ser básico. E, como a fenolftaleína é rosa apenas em meio básico (em meio neutro ou ácido é incolor) é possível perceber que a neutralização se completou.

A lâmpada se mantém acesa durante o experimento, indicando a presença de íons na solução. À medida que se adiciona HCl em NaOH, ocorre reação entre os íons H^+ e OH^- formando água e, os outros íons, Na^+ e Cl^- , por originarem um sal solúvel em água, permanecem livres em solução.


$$HCl_{(aq)} + NaOH_{(aq)} \longrightarrow NaCl_{(aq)} + H_2O_{(l)}$$

Reação entre o ácido sulfúrico e o hidróxido de bário

Neste experimento, repete-se o procedimento da experiência anterior substituindo NaOH por $Ba(OH)_2$ e HCl por H_2SO_4 .

Utilizando a solução de ácido sulfúrico na bureta e solução de hidróxido de bário no béquer, repita o procedimento anterior.



A lâmpada acende mostrando que há condução de eletricidade através da solução de $Ba(OH)_2$.

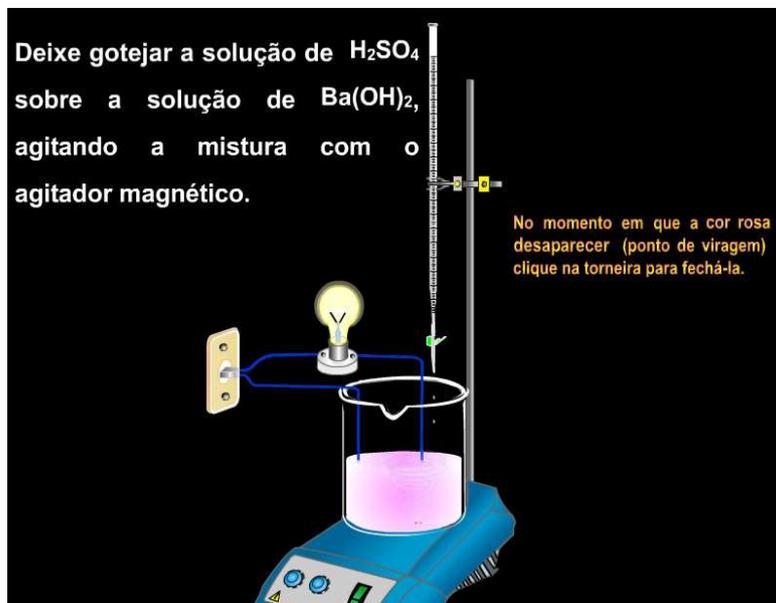
Clique na torneira para abri-la.

Solução de H_2SO_4

Solução de $Ba(OH)_2$ com fenolftaleína

Assim, como no experimento anterior, a partir daqui, é necessário clicar na torneira para dar continuidade ao experimento.

Ao clicar na torneira ela se abre e surge uma instrução relativa ao momento que se deve clicar novamente para fechá-la.



À medida que a solução de ácido sulfúrico goteja sobre a solução de hidróxido de bário, o líquido resultante da mistura vai se tornando opaco devido à formação de sulfato de bário, um sal pouco solúvel em água.

Quando a torneira é fechada antes do total desaparecimento da cor rosa, um bipe é acionado e surge na tela uma orientação de como fazer para prosseguir.



Quando a torneira é fechada momentos após o desaparecimento da cor rosa, novamente o bipe é acionado e, nesse caso, não se pode prosseguir o experimento. Deve-se reiniciá-lo clicando no local indicado.



Porém, quando a torneira é fechada no momento que ocorre o desaparecimento da cor rosa, o experimento é interrompido e uma breve explicação para os fatos observáveis é apresentada.

Quando a cor rosa que a fenolftaleína adquire em meio básico desaparece, a neutralização se completou, isto é, todos os íons OH^- da base reagiram com os íons H^+ do ácido originando água. Os outros íons Ba^{2+} e SO_4^{2-} , por originarem um sal pouco solúvel em água, precipitam na forma de BaSO_4 , tornando o líquido opaco e esbranquiçado.

Este processo pode ser assim representado:

$$\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{aq})} + \text{Ba}(\text{OH})_{2(\text{aq})} \rightarrow \text{BaSO}_{4(\text{s})} + 2 \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$$

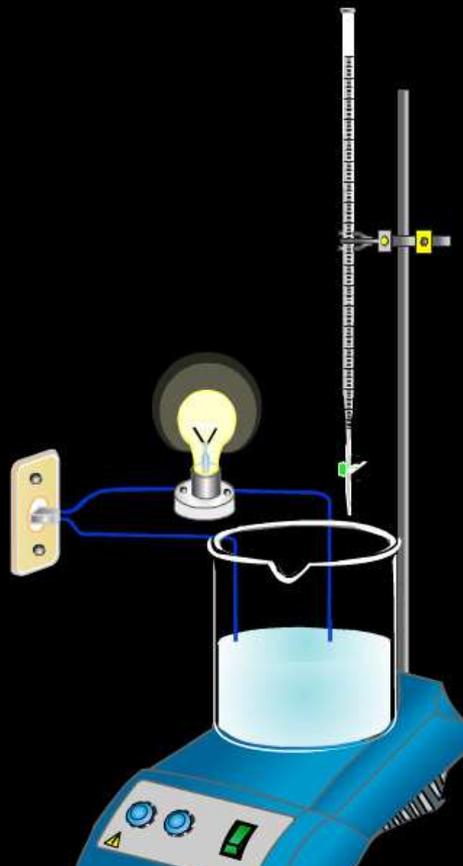
Durante o experimento o brilho da lâmpada diminui porque a precipitação do BaSO_4 reduz a concentração de íons da solução e, conseqüentemente, reduz a condutividade elétrica.

Quando a lâmpada se apaga, praticamente não existem íons livres na solução e por isso ela não conduz eletricidade.

Clique na torneira para abri-la novamente.

Finalmente, seguindo a instrução que aparece na tela, abre-se novamente a torneira. A seguir, mostra-se o fato observado e sua explicação.

Quando a quantidade de ácido adicionado é grande, todo bário presente na solução já foi precipitado sob a forma de BaSO_4 e os íons H^+ e SO_4^{2-} adicionados passam a ser os responsáveis pelo aumento da condutividade elétrica da solução.



5. AVALIAÇÃO DA PROPOSTA E COMENTÁRIOS FINAIS

Com o objetivo de verificar a eficiência das aulas eletrônicas produzidas, foi proposto um questionário de avaliação, para ser respondido pelos alunos após a utilização do material. Esse questionário foi aplicado junto a duas turmas de alunos do Colégio Franciscano Pio XII, em São Paulo, totalizando 119 alunos.

Além disso, também foi realizada uma pesquisa com alguns professores para avaliar o material elaborado quanto ao seu conteúdo, sua qualidade didática e técnica. Elaborou-se um questionário que foi aplicado a oito professores de Química do ensino médio, dos quais cinco eram da rede pública, dois eram da rede particular e um atuava em ambas as redes.

Os instrumentos usados para avaliar o material produzido, junto aos alunos e professores foram elaborados segundo os aspectos considerados importantes para uma avaliação objetiva da utilidade do material, não havendo, na composição dos quesitos, preocupação com qualquer procedimento para uma avaliação estatística mais criteriosa. A intenção era apenas colher as opiniões dos alunos e professores sobre o material elaborado. Os comentários a seguir são baseados na impressão pessoal sobre as respostas obtidas.

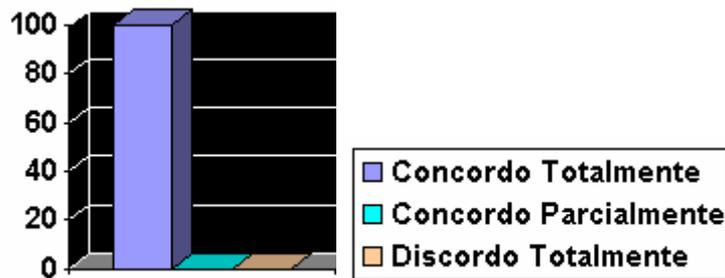
QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO APLICADO AOS PROFESSORES

No questionário de avaliação destinado aos professores, foi solicitado que eles descrevessem os aspectos positivos e negativos do material em situações de ensino e aprendizagem. Além disto, foram apresentadas quatorze afirmações para as quais os avaliadores, justificando sua escolha, assinalaram uma das alternativas abaixo:

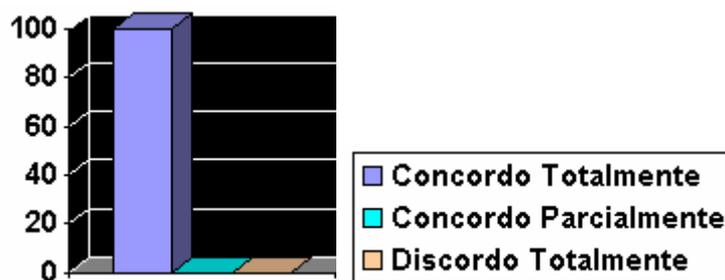
A) Concordo Totalmente. B) Concordo Parcialmente. C) Discordo totalmente.

Os gráficos a seguir mostram as porcentagens de professores que assinalaram cada uma das alternativas:

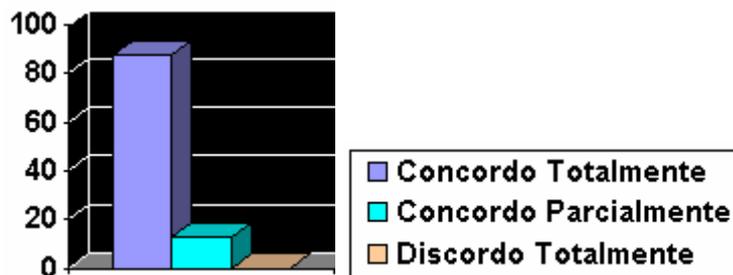
1. O conteúdo está de acordo com o currículo do ensino médio.



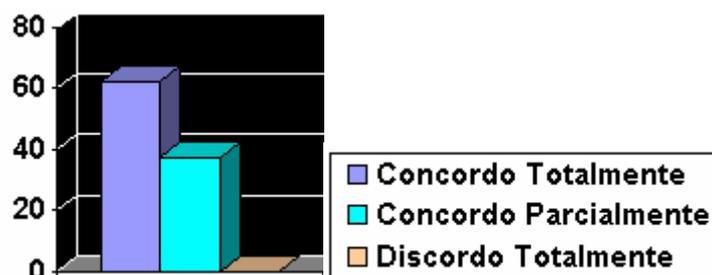
2. Imagens, animações, cores e sons são usados adequadamente tendo em vista o conteúdo desenvolvido.



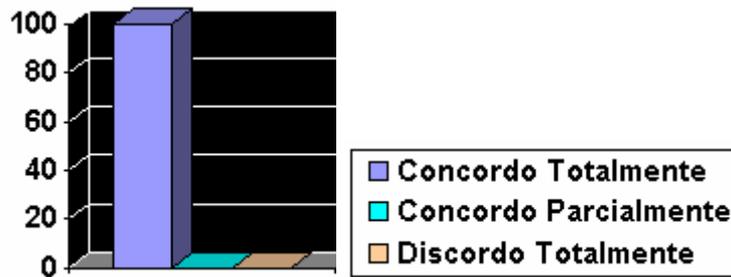
3. O conteúdo está integrado com a realidade e os conhecimentos prévios dos alunos.



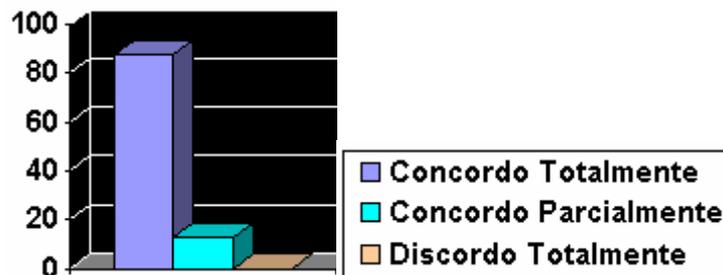
4. O grau de dificuldade das aulas é compatível com o nível de desenvolvimento do aluno do nível médio.



5. A abordagem é feita de forma clara e interessante.



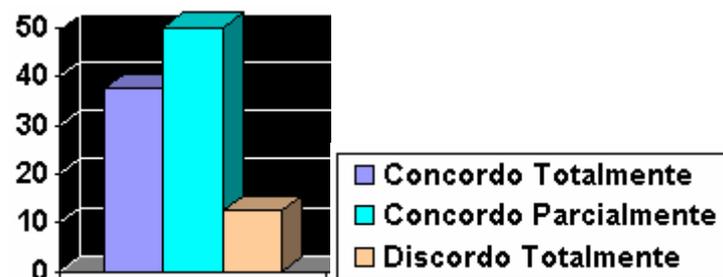
6. O vocabulário utilizado é adequado aos alunos a que o material se destina.



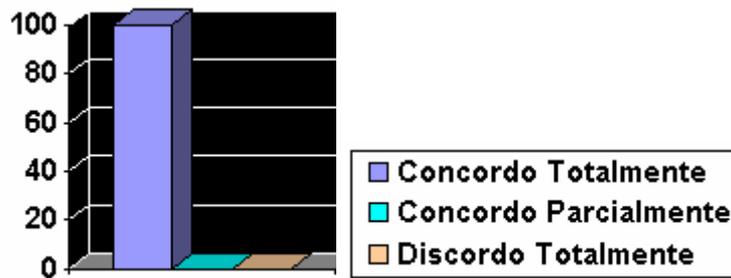
7. O material elaborado constitui um recurso didático útil e moderno.



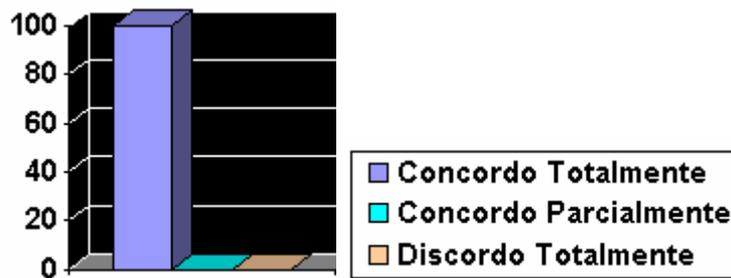
8. Os assuntos apresentados não poderiam ser facilmente desenvolvidos com o uso de outros recursos didáticos.



9. O material apresenta elementos de multimídia que motivam a aprendizagem.



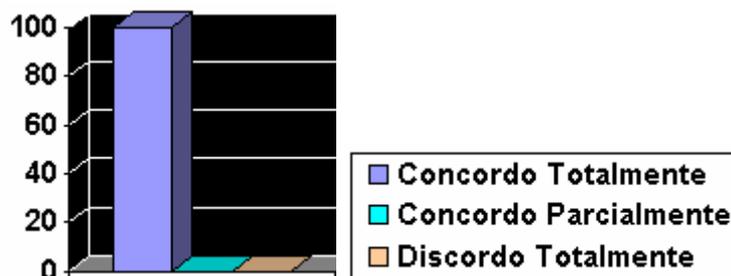
10. A utilização de imagens permite assimilar os conteúdos mais rapidamente, em relação aos métodos convencionais de abordagem, sem os recursos de multimídia.



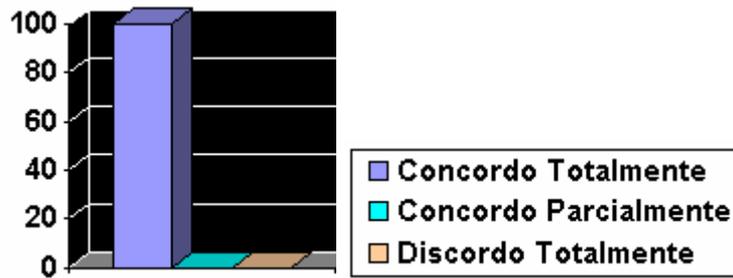
11. Se houver computador disponível, o professor pode aplicar o material facilmente.



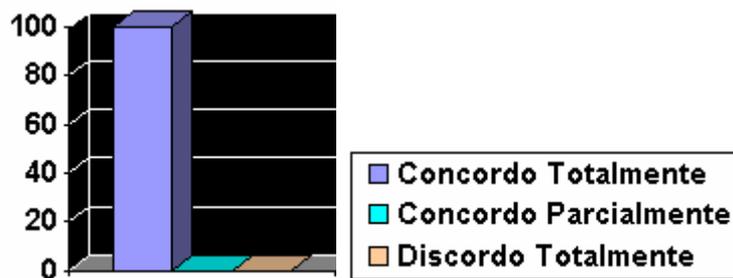
12. O aluno pode utilizar o material sem o auxílio do professor.



13. Os botões para navegar dentro de uma aula ou entre as aulas são apropriados.



14. O projeto gráfico e de som cria um ambiente agradável ao usuário.



Analisando os resultados acima, verifica-se que, exceto na afirmação 8, a maior parte dos professores assinalou concordar totalmente com as afirmações e, em alguns casos, assinalaram concordar parcialmente, indicando que, por parte deles, houve uma apreciação favorável do material produzido. A afirmação 8 suscitou heterogeneidade de opiniões, visto que esses assuntos já eram anteriormente desenvolvidos satisfatoriamente sem o uso de qualquer recurso desta natureza. Contudo, após o contato com este material, 37,5% dos professores passaram a achar que os conteúdos não poderiam ser assimilados tão facilmente sem o uso desse recurso. Na verdade, eles acabaram relatando que determinados aspectos, como a dissociação iônica, por exemplo, sempre foram difíceis de se explicar, mas que a utilização de animação, facilitava a compreensão do fenômeno. Isso talvez possa ser um indicativo de que, no futuro, aqueles professores que se habituarem a utilizar os recursos de multimídia em suas aulas sentirão uma enorme dificuldade de adaptação às situações em que

esses recursos não estejam disponíveis. Seria como imaginar a vida do homem moderno sem o auxílio dos computadores pessoais. Isso, só o futuro é que dirá.

Com base nas justificativas apresentadas observou-se que os maiores índices de aprovação ocorreram em relação aos aspectos motivacionais das aulas e à possibilidade de aprendizagem que estas oferecem. Ressaltaram a utilidade das aulas no sentido de despertar a atenção e o interesse dos alunos e proporcionar o entendimento dos conteúdos, até mesmo aos alunos com dificuldades de aprendizagem mais acentuadas.

Os professores avaliadores consideraram o conteúdo desenvolvido nas aulas plenamente de acordo com o currículo do ensino médio. Todos eles apreciaram o ambiente de navegação e consideraram que os *links* estabelecidos foram um apoio relevante para perceber as ligações entre os conceitos abordados.

Dentre os aspectos positivos apontados pelos professores, podem ser destacados:

- Pode ser usado em situações de ensino à distância.
- Possibilita a realização de aulas experimentais nas escolas que não possuem laboratório.
- Proporciona segurança aos alunos ao realizarem os experimentos.
- Possibilita a visualização de fenômenos que dificilmente poderia ser proporcionada pelo professor utilizando apenas o livro didático e/ou a lousa.
- Respeita o ritmo individual de aprendizagem do aluno.
- Diminui o desgaste do professor evitando problemas em cordas vocais e minimizando a ocorrência de LER (lesão por esforço repetitivo).

Dentre os aspectos negativos apontados pelos professores, podem ser destacados:

- Há necessidade de computadores de boa qualidade e em número suficiente, nem sempre disponíveis na escola.

- Há necessidade de um técnico de informática para assessorar as aulas, nem sempre presente nas escolas.

Estas respostas dos professores são interessantes e merecem algum comentário, tanto com relação aos aspectos positivos quanto aos negativos. Observa-se, inicialmente, sua preocupação tanto com o resultado de seu trabalho e sua condição física, quanto com relação aos alunos e seu aprendizado. Aqueles acham que esses recursos acabarão facilitando um pouco sua atividade, pois, em determinados assuntos, eles encontravam alguma dificuldade para fazer os alunos entendê-los e agora, com a utilização de imagens, sua atividade será facilitada. Além disso, para determinados assuntos, eles poderão “mostrar” a realização de experimentos que propiciem o entendimento e a fixação dos conceitos. Até agora, esta sempre foi a grande dificuldade apontada pelos professores de Química do ensino médio, ou seja, sempre se ressentiu da falta de laboratórios e/ou reagentes para se fazer demonstrações práticas daquilo que se estava tentando explicar.

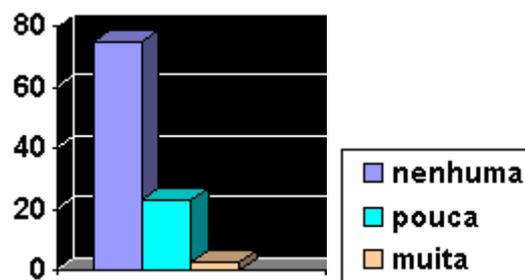
Um outro ponto interessante mencionado pelos professores é a vantagem que esse tipo de material apresenta, permitindo que cada aluno estabeleça seu ritmo de estudo, devido a sua disponibilidade. O ponto interessante a ser comentado é que, independentemente da natureza do material, este está sempre à disposição do aluno para ser utilizado em qualquer lugar, a qualquer momento, desde que se possa dispor dele. Desta maneira, em termos de estabelecimento de um ritmo de estudo, acredita-se que não haja diferença entre o material impresso e o eletrônico. É possível que os professores tenham imaginado que, com os atrativos do material eletrônico, o ritmo de estudo dos alunos seria intensificado, entretanto isto é apenas uma suposição e não há argumentos seguros para tal afirmação.

Também merece comentário o fato de que, em algumas respostas, os professores demonstraram a preocupação que têm consigo mesmos. Eles afirmaram que se cansariam menos com a utilização destes recursos eletrônicos, ao mesmo tempo em que preservariam suas cordas vocais e evitariam problemas como as lesões por esforço repetitivo.

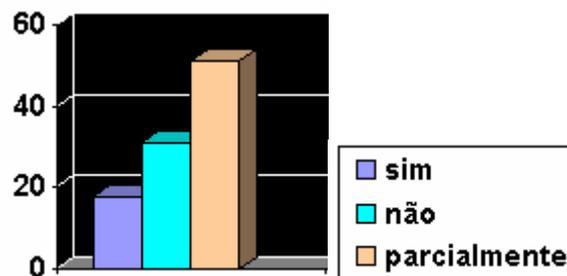
Os pontos negativos mais recorrentes entre os professores da rede pública, foram a necessidade de material de qualidade (salas de informática devidamente aparelhadas) e a de assessoramento técnico para efeito tanto de manutenção quanto de disponibilização de material para as aulas.

QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO APLICADO AOS ALUNOS

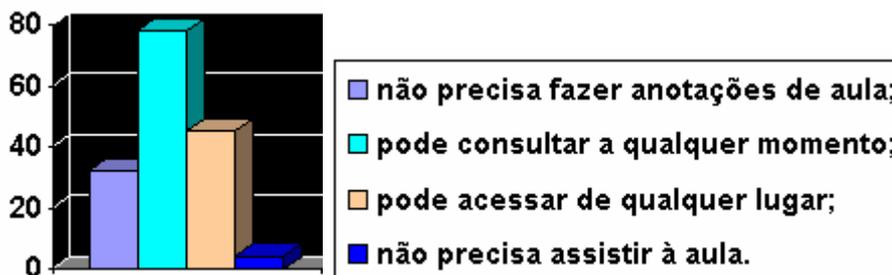
1. Você encontrou algum tipo de dificuldade para estudar utilizando o material eletrônico?



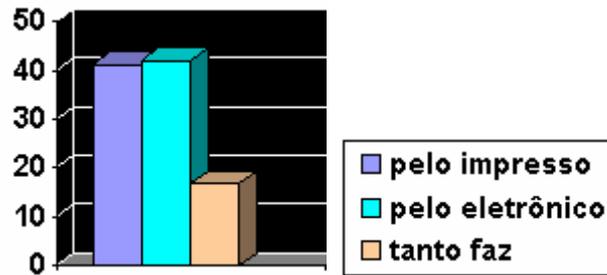
2. Você acha que este material substitui a atividade do professor em aula?



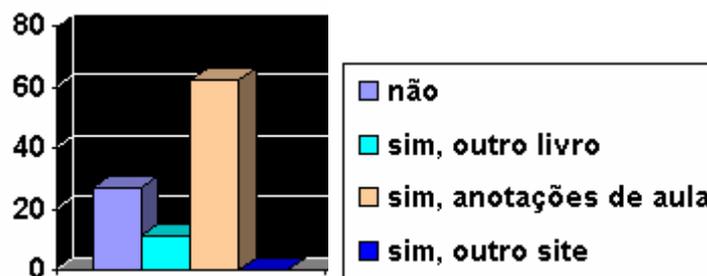
3. Quais as vantagens de se utilizar o material disponível na Internet?



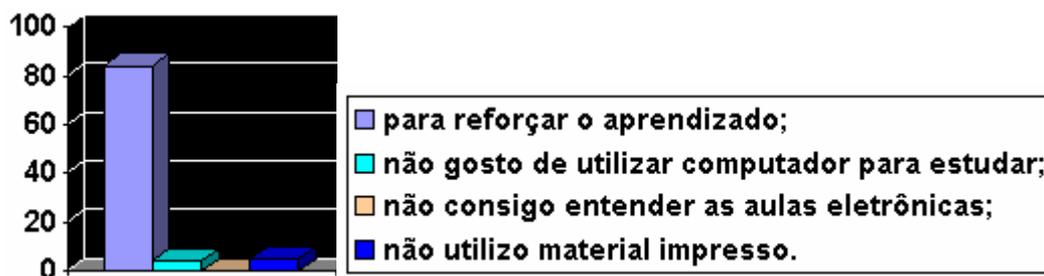
4. Você acha mais fácil estudar pelo material tradicional impresso ou pelo material disponível na Internet?



5. Mesmo tendo o material disponível na Internet, você utilizou algum material adicional para estudar?

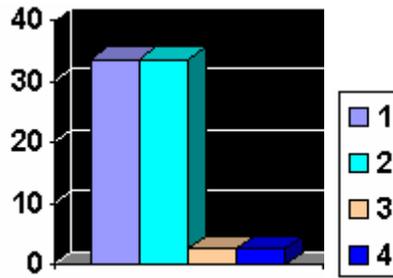


6. Qual a importância de se utilizar material adicional impresso para o entendimento do assunto?



• **por outra razão (especifique qual):** fazer exercícios (2,5%); dificuldade de concentração (1,7%); tirar dúvidas (0,8%); é prático – pode levar em qualquer lugar (2,5%); para informações adicionais (0,8%); para fazer resumo (1,7%).

7. Na preparação para a prova, quanto tempo (em horas) você dedicou ao estudo utilizando o material eletrônico?



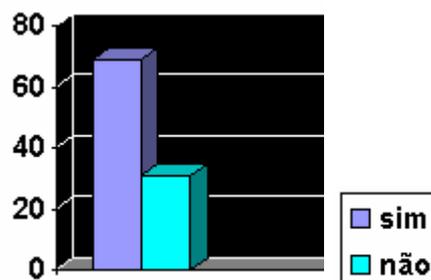
• **outro (especifique):** não estudou (13,4%); menos de 1 h (11%); 1:30h (1,6%); mais de 4 h (0,9%); não sabe (0,9%).

8. Quanto tempo (em horas) você dedicou ao estudo utilizando outros materiais, diferentes daquele disponibilizado na Internet?

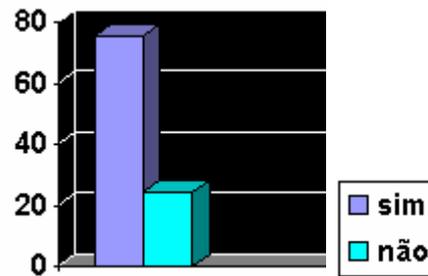


• **outro (especifique):** menos de 30 min (1,7%); 30 min (5,9%); 4 h (3,4%); mais de 4 h (1,7%); não sabe (0,9%).

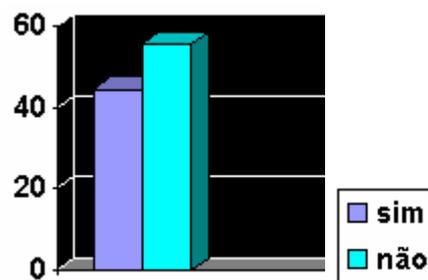
9. Mesmo sabendo que o material da aula será disponibilizado na Internet, você faz anotações de aula?



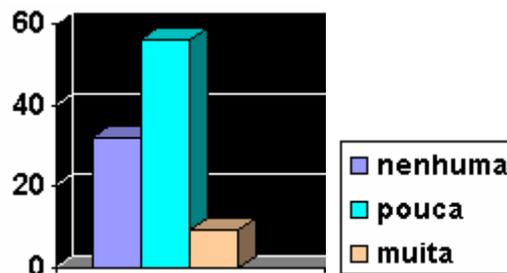
10. Você consulta as suas anotações de aula nos períodos de estudo?



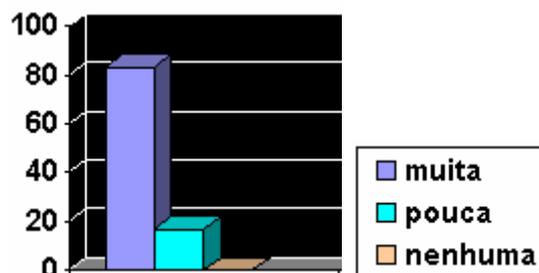
11. Você chegou a estudar algum assunto sem ter assistido à aula sobre o mesmo?



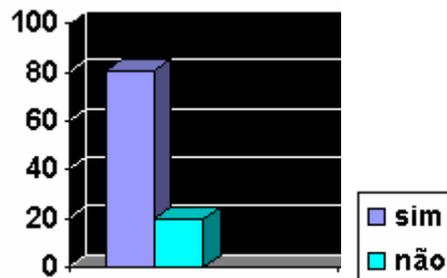
12. Você teve dificuldade para entender algum assunto estudando o mesmo sem ter assistido à aula do professor?



13. Qual a contribuição da aula eletrônica para a realização e o aprendizado das experiências realizadas?



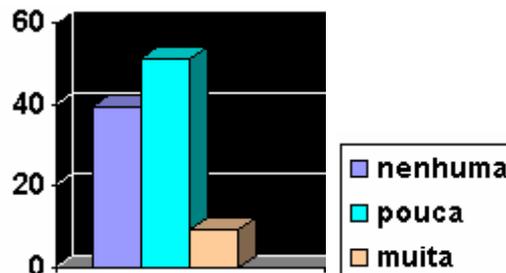
14. Você acha que, depois de ter assistido à aula e estudado utilizando material eletrônico, você seria capaz de fazer algum curso onde esse material não estivesse disponível?



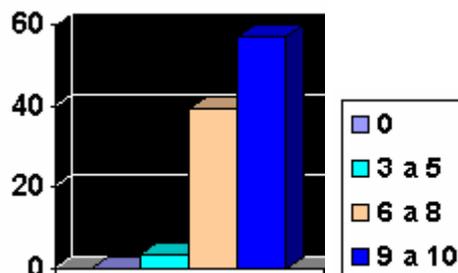
15. Considerando a sua situação atual, de conhecer os dois tipos de aula, por qual deles você tem preferência?



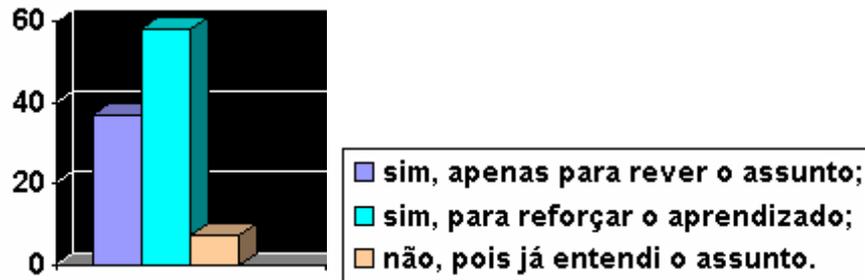
16. Você teve dificuldade para resolver os exercícios propostos na aula eletrônica, sem consultar o professor ou material adicional?



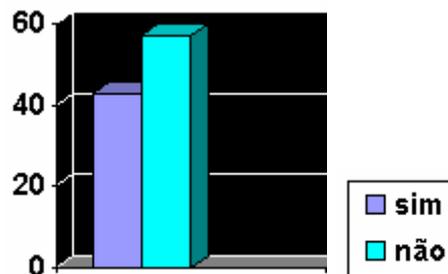
17. Que nota você daria ao material eletrônico que utilizou?



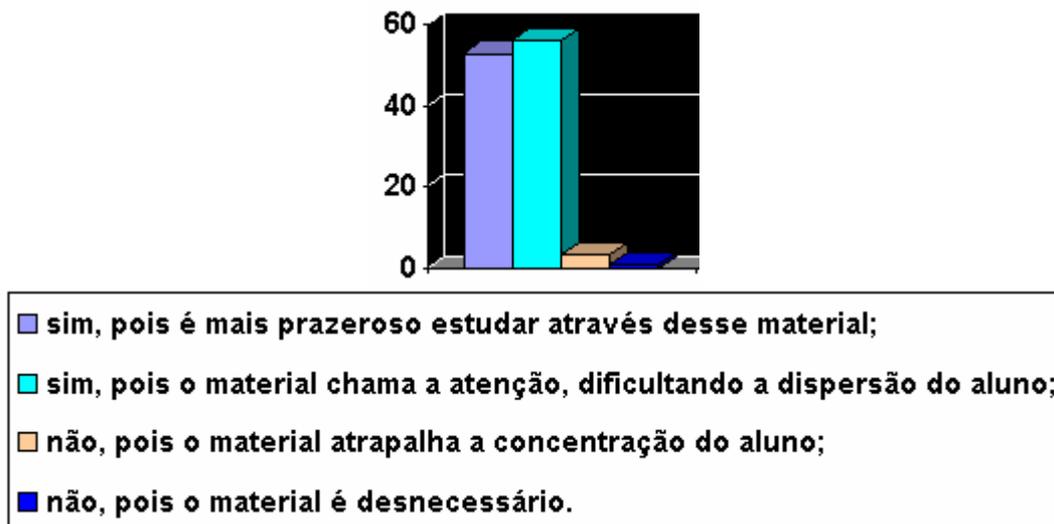
18. Você acha importante consultar a aula eletrônica mesmo tendo compreendido a aula do professor?



19. Em alguma ocasião já aconteceu de você ter ficado com alguma dúvida durante a aula, não ter perguntado para o professor e ter esclarecido a dúvida consultando a aula eletrônica?



20. Você acha que o material eletrônico é capaz de estimular o estudo ou o interesse pelo mesmo através de seus recursos audiovisuais?



21. Dentre os aspectos destacados a seguir, indique aquele(s) que você considera como diferencial(is) deste material em relação a outros materiais disponíveis para se estudar o mesmo assunto:



- **Acrescente algum outro aspecto não mencionado, que você considere importante:** chamativo, interessante, estimulante, dinâmico, prático, tecnológico-evolutivo, prazeroso, divertido, entretenimento.

Ainda que na ausência de um tratamento estatístico mais criterioso, as respostas indicam um interesse acentuado dos alunos pelo material didático digital, mesmo não sendo este considerado como a única alternativa viável, visto que não parece gerar dependência ou utilização exclusiva. As formas impressas continuam sendo intensivamente utilizadas e são tidas como muito úteis pelos alunos. É interessante, ainda, destacar que é significativamente elevado o número de respostas considerando o aprendizado com o uso de meios telemáticos melhor em qualidade e facilitador da apreensão.

Vale a pena destacar que, independentemente da opinião dos alunos, esta foi a primeira experiência que tiveram utilizando, paralelamente, tanto aulas quanto um material diferente daquele com o qual estão habituados para o aprendizado. Sobre este aspecto, é importante notar que mesmo diante de toda a novidade, eles mantiveram a velha e tradicional postura de fazer anotações de aula e utilizá-las, posteriormente, para o estudo (questões 5, 9, 10, 14). Por outro lado, declaram não ter tido dificuldade para se adaptar ao novo formato de aulas e estudo, considerando, inclusive, que a atividade do professor em sala pode ser

parcial ou totalmente substituída pelo material eletrônico que, segundo eles, pode ser consultado a qualquer momento.

Mesmo não tendo uma preferência acentuada pelo material eletrônico para o estudo (questões 4, 7, 8), ainda que vendo nele algumas vantagens proporcionadas pelos recursos audiovisuais (questão 20), acreditam que o material tradicional impresso é importante para reforçar o aprendizado (questão 6).

A maioria dos alunos declara que as aulas eletrônicas tiveram uma contribuição acentuada para a realização e o aprendizado dos experimentos, ao mesmo tempo em que não houve – ou houve pouca – dificuldade para entender algum assunto sem ter assistido à aula presencial do professor (questões 12, 13). Diante da novidade das aulas eletrônicas e do material disponibilizado aos alunos, cerca de 27% deles ainda declaram sua preferência pelas aulas convencionais (questão 15), apesar de reconhecerem o valor do material eletrônico disponibilizado (questão 17).

Afirma, ainda, a maioria, que acha importante consultar as aulas eletrônicas – mesmo tendo, a princípio, compreendido a aula presencial – tanto para rever o assunto quanto para reforçar o aprendizado, sendo que, aproximadamente, metade dos alunos experimentou a situação de ter ficado com alguma dúvida durante a aula presencial e tê-la esclarecido consultando, posteriormente, a aula eletrônica (questões 18, 19). Além disso, cerca de 90% dos alunos declaram não ter encontrado dificuldade para resolver os exercícios propostos na aula eletrônica sem consultar o professor ou qualquer material adicional.

Embora esta avaliação do material produzido, ainda que superficial, indique uma boa aceitação do mesmo por parte dos alunos usuários, não se pode afirmar que isto ocorre devido à sua eficiência ou, simplesmente, à novidade em relação aos recursos tradicionalmente utilizados nos processos de ensino-aprendizagem. Observe-se que um diferencial, em relação a outros materiais disponíveis, destacado pela maioria dos alunos, é o aspecto visual esclarecedor que o material eletrônico apresenta, além da facilidade de se estudar pelo mesmo. De qualquer forma, a utilização dos recursos de multimídia no ensino-aprendizagem é uma

realidade, particularmente no ensino privado, e que tende a se expandir para todos os ambientes de estudo, em todos os níveis.

O que se verifica atualmente é que a quantidade de material disponibilizado para o ensino de Química que faz uso de recursos de multimídia vem crescendo bastante. A grande maioria se destina ao ensino médio, talvez pelo fato de que a necessidade aí seja maior, ou talvez pela facilidade de se explorar os conceitos de uma maneira mais superficial. Aliás, sobre esse aspecto, tem-se a impressão de que a maior parte do material é “tutorial”, que mais se assemelha a um livro eletrônico que faz uso de recursos de multimídia do que um material novo em que a simulação seja o foco do trabalho. Sob esse aspecto, supõe-se que, em termos de novidade para o aprendizado, muito pouco tem sido produzido. O diferencial que esses materiais apresentam é a facilidade de manuseio e de utilização. Por outro lado, existem recursos tais como os disponibilizados pela Universidade de Iowa, destinados ao nível superior, cujas animações e simulações são mais intensamente atreladas ao ensino.

Na verdade, não se propõe uma comparação entre o material produzido neste trabalho com os demais já disponíveis. Todos eles têm como objetivo comum a melhoria da qualidade do ensino, bem como a contribuição para a atividade do professor de Química em todos os seus níveis. Com este trabalho, pretende-se mostrar que o desenvolvimento de recursos digitais está ao alcance de todos que atuam nesta área. Obviamente, isto requer o investimento de muito tempo para a familiarização com os recursos de multimídia, bem como uma reinterpretação dos conceitos de química, agora sob a ótica do profissional que já conhece as dificuldades tanto de aprendê-los quanto de ensiná-los.

É importante destacar que, na tentativa de facilitar o aprendizado pelo uso de animações, corre-se o risco de se induzir, principalmente o adolescente em seus primeiros contatos com os conceitos químicos, a um entendimento distorcido de determinados conceitos. É provável que o adolescente aprecie a animação de uma forma particular e diferente daquela de quem já conhece o conteúdo químico ou de quem desenvolveu a animação, sem necessariamente ser um profissional de Química. Em outras palavras, os problemas inerentes à produção de imagens

trazem consigo uma grande facilidade de indução a erros, particularmente aos conceituais.

O questionário respondido pelos professores, apesar de que em número reduzido, também ratifica algumas tendências que a própria convivência com os professores que atuam no ensino médio já sinalizava. Normalmente, esses profissionais se queixam da falta de tempo tanto para se prepararem para as aulas quanto para prepararem as próprias aulas. A consequência disso é que os livros adotados acabam se tornando grandes ditadores das formas e dos conteúdos a serem desenvolvidos. Alguns comentários dos professores chegam a ser preocupantes, pois é muito provável que sua postura diante desse tipo de material eletrônico seja a mesma, ou seja, eles se limitariam a utilizar o material exatamente da maneira em que ele se apresenta, não destacando suas limitações nem esclarecendo as analogias que se fazem quando se produzem as animações. Em outras palavras, existe o sério risco de que o aluno passe a pensar que as moléculas ou íons são exatamente daquela maneira mostrada, ou mesmo, que as transformações ocorrem exatamente como estão lá. Indiretamente, isso significa que, ao longo dos cursos de formação de professores, esses aspectos tenham que ser discutidos e avaliados, para que os professores não se omitam na utilização do material eletrônico, como fazem com o material impresso.

Na avaliação das respostas tanto dos alunos quanto dos professores, tem-se a impressão de que cada uma das categorias se preocupou mais consigo mesma do que com os outros. Em outras palavras, os alunos se preocuparam com os alunos, e os professores se preocuparam com os professores. Cada um deles tentou encontrar vantagens para si próprio na utilização do material; os alunos afirmaram que o material estimula o estudo, pode ser consultado em qualquer lugar, não apresenta dificuldade de entendimento e tem a vantagem de utilizar recursos audiovisuais. Já os professores acreditam que terão sua atividade facilitada e encontrarão nestes recursos um aliado para o desempenho de sua atividade docente.

Ainda que baseado nesta avaliação um tanto quanto restrita, acredita-se que o desenvolvimento deste tipo de atividade é importante para a melhoria da

qualidade do ensino-aprendizagem de Química nos vários níveis. A disparidade de recursos, evidente quando se compara o ensino público e o privado, tende a ser diminuída com os investimentos do governo na aquisição de microcomputadores, para uso destinado ao ensino médio. Este é um aceno de que a utilização dos recursos de telemática, já no ensino médio, vem ocorrendo e deverá consolidar-se em um futuro não muito distante. Por isso, desde já deve-se repensar a formação dos licenciados em Química, para que eles estejam preparados para acolher o aluno deste novo milênio e enfrentar os desafios de como utilizar todos estes recursos para a melhoria do ensino.

Apesar de ainda haver um longo caminho até que se saiba explorar com eficiência esses recursos, o passo inicial já está dado e abre novos caminhos para um aprendizado mais eficiente bem como sinaliza para a viabilidade mais concreta de uma verdadeira e democrática inclusão digital.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARANHA, G. Jogos eletrônicos como um conceito chave para o desenvolvimento de aplicações imersivas e interativas para o aprendizado. *Ciências & Cognição*, v. 7, p. 105-110, 2006. Disponível em <<http://www.cienciasecognicao.org/>>. Acesso em 02 mai. 2007.

BARANAUSKAS, M. C. C. et al. Uma taxonomia para ambientes de aprendizado baseados no computador. In: VALENTE, J.A. (org.). *O Computador na sociedade do conhecimento*. Campinas: NIED/UNICAMP, 1999.

BENABOU, J. E.; RAMANOSKI, M. *Química*. São Paulo: Atual, 2003.

CARVALHO, G. C.; SOUZA, C. L. *Química: de olho no mundo do trabalho*. São Paulo: Scipione, 2003.

Chemical Education Research Group Simulations. Disponível em <<http://www.chem.iastate.edu/group/Greenbowe/sections/projectfolder/simDownload/index4.html>> . Acesso em 21 abr. 2007.

CORTELAZZO, I. B.C. Redes de Comunicação e Educação: Mudanças no Paradigma. *Revista Brasileira de Aprendizagem Aberta e a Distância*, v. 2, n. 1, 2003. Disponível em <<http://www.abed.org.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?UserActiveTemplate=1por&tpl=home>>. Acesso em 10 set. 2006.

EICHLER, M.; DEL PINO, J. C. Modelagem e Implementação de Ambientes Virtuais de Aprendizagem em Ciências. *IV Congresso RIBIE*, Brasília, 1998. Disponível em <<http://www.niee.ufrgs.br/ribie98/trabalhos1.html>> Acesso em 01 mai. 2007.

EICHLER, M.; DEL PINO, J. C. Computadores em Educação Química: Estrutura Atômica e Tabela Periódica. *Química Nova*, v. 23, n. 6, p. 835 – 840, 2000.

FELTRE, R. *Fundamentos da Química*, 3ª ed. São Paulo: Moderna, 2001.

FERREIRA, V.F. *As tecnologias interativas no ensino*. *Química Nova*, v.21, n. 6, p. 780-786, 1998.

GIANOTTO, D. E. P. Binômio software/educação: elaboração de um projeto multidisciplinar. *Acta Scientiarum*, vol. 24, n. 1, p. 133-141, 2002. Disponível em: <<http://www.eduem.uem.br/acta/hum/ashv24.html>> Acesso em 02 mai. 2007.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. *Química Nova na Escola*, n.10, p.43-49, 1999.

GIORDAN, M.; GÓIS, J. Telemática Educacional e Ensino de Química: Considerações em Torno do Desenvolvimento de um Construtor de Objetos Moleculares. *Revista LatinoAmericana de Tecnologia Educativa*, v.3, n.2, p.41-59, 2004. Disponível em

<<http://campusvirtual.unex.es/cala/editio/index.php?journal=relatec&page=index>>

Acesso em 10 mai. 2007.

GIORDAN, M.; MELLO, I.C. de. Educação aberta na Web: serviços de atendimento aos estudantes. *Química Nova na Escola*, n.12, p.8-10, 2000.

Laboratório de Pesquisa em ensino de Química e Tecnologias Educativas. Disponível em <<http://www.lapeq.fe.usp.br/>> Acesso em 25 abr.2007.

LEMBO, A. *Química: realidade e contexto*. São Paulo: Ática, 2000.

LÉVY, P. *A inteligência coletiva: por uma antropologia do ciberespaço*. 3ª ed. São Paulo: Loyola, 2000. Tradução: Luiz Paulo Rouanet. Título original: *L'intelligence collective. Pour une anthropologie du cyberspace*. Paris: La Découverte, 1994.

LITTO, F. M. *Repensando a educação em função de mudanças sociais e tecnológicas e o advento de novas formas de comunicação*, 1996. Disponível em <<http://darwin.futuro.usp.br/site/doprofessor/litto1.pdf>> Acesso em 01 mai. 2007.

MORAN, J.N. Como utilizar a Internet na educação. *Ciência da Informação*, v.26, n.2, p.146-153, 1997. Disponível em <<http://www.eca.usp.br/prof/moran/internet.htm>> Acesso em 01 mai. 2007.

NOVAIS, V. *Química*. São Paulo: Atual, 1996.

PERRENOUD, P. *Dez novas competências para ensinar*. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000. Tradução: Patrícia Chittoni Ramos. Título original: *Dix nouvelles compétences pour enseigner*, Paris: ESF, 1999.

PERUZZO, F. M.; CANTO, E. L. *Química na abordagem do cotidiano*, 2ª ed. São Paulo: Moderna, 2002.

Química Orgânica. Disponível em

<<http://www.pucrs.br/quimica/professores/arigony/>> Acesso em 12 mai. 2007.

Quimica.ufsc.br/sala.de.aula. Disponível em

<http://www.qmc.ufsc.br/quimica/pages/aulas/gas_intro.html> Acesso em 30 abr. 2007.

REIS, M. *Interatividade Química*. São Paulo: FTD, 2003. (Coleção Delta)

RIBEIRO, A.A.; GRECA I.M. Simulações Computacionais e Ferramentas de Modelização em Educação Química: uma Revisão de Literatura Publicada. *Química Nova*, v.23, n.4, p.542-549, 2003.

SANGHO, J.M. *Para uma tecnologia educacional*. Porto Alegre: Editora ArtMed, 1998.

SANTOS FILHO, P. F. dos. *Estrutura atômica e ligação química*. Campinas: Autor Editor, 1999.

SARDELLA, A. *Química*. São Paulo: Ática, 2003. (Série Novo Ensino Médio)

SCHNETZLER, R. P.; ARAGÃO, R. M. R. Importância, sentido e contribuições de pesquisas para o ensino de Química. *Química Nova na Escola*, n. 1, p. 27-31, 1995.

Softwares Educacionais de Bioquímica. Disponível em <<http://www.ib.unicamp.br/lte/cdbioq/index2.html>>. Acesso em 06 jun. 2007.

STEFANELLI, E. J. As linguagens de interação pedagógica: reflexões sobre "Design" – gráfico e instrucional – como agentes do "diálogo". CEFET - *Revista Brasileira de Aprendizagem Aberta e a Distância*, v. 2, n.2, 2003. Disponível em <<http://www.abed.org.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?UserActiveTemplate=1por&tpl=home>>. Acesso em 10 set. 2006.

USBERCO, J.; SALVADOR, E. *Química*. São Paulo: Saraiva, 2002.

VALENTE, J. A. Os diferentes usos do computador na educação. In: _____. *Computadores e conhecimento – repensando a educação*. Campinas: Gráfica Central da UNICAMP, 1993.

VALENTE, J. A. Análise de diferentes tipos de software usados na educação. In _____. *O Computador na sociedade do conhecimento*. Campinas: NIED/UNICAMP, 1999.

Virtual Chemistry. Disponível em < <http://www.chem.ox.ac.uk/vrchemistry/>> Acesso em 25 abr. 2007.