

Acendeu? Não acendeu? Por quê?

*Márcia Margoto
popsmarcia@gmail.com*

RESUMO

As substâncias químicas são caracterizadas por várias propriedades físico-químicas, como ponto de fusão, ponto de ebulição, solubilidade, densidade e condutibilidade elétrica. Quanto a esta última, classificam-nas em condutoras, más condutoras e isolantes elétricas e podem ser usadas para explicar conceitos de ligações químicas entre os elementos que as compõe e os processos de ionização e dissociação iônica. Assim, um simples experimento de condução elétrica montado com um sistema de três lâmpadas foi proposto como atividade investigativa para o 2º ano do Ensino Médio da EE Profª Anésia Martins Mattos em São João da Boa Vista – SP, e EE Lauro de Araújo, em Casa Branca (SP). Os resultados da condução elétrica de substâncias iônicas, moleculares e metálicas levaram os alunos a investigar os motivos pelos quais a eletricidade é transmitida, relacionando com as ligações químicas e processos de ionização e dissociação iônica.

INTRODUÇÃO

A condutibilidade elétrica é uma das diversas propriedades físico-químicas das substâncias químicas e é explicada pela transferência de elétrons a partir da formação de íons. Esta característica é importante para classificar os materiais através do grau de condução da eletricidade (PERUZZO, 2006).

Assim, muitas das propriedades dos materiais são explicadas a partir do conhecimento da estrutura da matéria. Ligações iônicas, covalentes e metálicas determinam o comportamento da condutibilidade elétrica das substâncias iônicas, moleculares e metálicas, respectivamente. De mesma maneira, é relevante entender o comportamento dos materiais quando dissolvidos em água, cujas ligações químicas podem, ou não, gerar íons pelo processo de ionização nas substâncias moleculares, e dissociação iônica nos compostos iônicos, como proposto por Arrhenius (PERUZZO, 2006).

Logo, o experimento de condutibilidade elétrica tem importância por permitir investigar a natureza elétrica da matéria, explicar a existência e a transferência de elétrons através das ligações químicas e a possível geração de íons em soluções aquosas das substâncias. E tem o objetivo de demonstrar para os alunos que estudar ligações químicas é fundamental para ter conhecimento sobre as propriedades físico-químicas das substâncias, observar que há substâncias sólidas, líquidas e aquosas

capazes de conduzir corrente elétrica, e analisar o comportamento elétrico dos materiais para classificá-los em condutores, maus condutores e isolantes.

DESENVOLVIMENTO

Para aferir a condutibilidade elétrica de algumas substâncias, o experimento foi realizado com alunos do 2º ano do ensino médio da EE Profª Anésia Martins Mattos, em São João da Boa Vista – SP, e EE Lauro de Araújo, em Casa Branca (SP), pois apresentavam conhecimento prévio dos modelos atômicos de Rutherford e Bohr. As turmas são compostas por 28 e 30 alunos, com idade média de 16 anos. Este experimento está previsto no caderno do aluno (2º série, volume 1), cuja apresentação do sistema de três lâmpadas e dois eletrodos livres na extremidade é feita para conhecimento de como é o teste de condutibilidade elétrica, assim como todo os materiais necessários para sua realização (figura 1) (SÃO PAULO, 2014-2017).

Figura 1 - Sistema de três lâmpadas de diferentes potências.

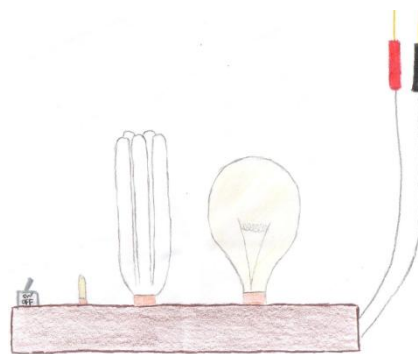


Na primeira aula dupla, foi investigado como testar a condutibilidade elétricas dos materiais iônicos, moleculares e metálicos, definindo a utilização de um sistema com 3 lâmpadas de potências de 2,5, 10 e 60 W para aferir o grau de condução de eletricidade das substâncias, como foi retratado por aluno (figura 2). Tais lâmpadas estavam ligadas em paralelo e encaixadas em um suporte de madeira. O sistema estava ligado através de um fio com tomada e chave, e seu circuito era aberto com 2 eletrodos, cuja função era colocá-los em contato com a substância a ser analisada, executando o experimento a partir do acendimento, ou não, das lâmpadas. Também, para demonstrar a baixa condução elétrica de algumas substâncias moleculares, as lâmpadas de 10 e 60 W foram desconectadas do sistema e a aferição foi feita apenas com a lâmpada de 2,5 W.

Nesta atividade, os alunos confirmaram a condução de eletricidade com o acendimento das lâmpadas das substâncias sal de cozinha em solução aquosa e metais, a não condutibilidade elétrica de materiais isolantes (sal de cozinha e açúcar no estado sólido, madeira, plástico e borracha) e se surpreenderam com o acendimento da lâmpada de 2,5 W quando foram testadas as substâncias: açúcar no estado aquoso, álcool etílico 92º GL, água desmineralizada, água potável e vinagre,

que são más condutoras. Também, puderam detectar a ionização e dissociação iônica que a água causou nas substâncias iônicas e moleculares, respectivamente. Assim, houve consenso de que para acontecer a condução de eletricidade, deve haver íons livres que transferem as cargas elétricas e fecham o sistema para acendimento das lâmpadas. Para descobrir explicações para os casos em que somente há o acendimento da lâmpada de 2,5W, houve pesquisa bibliográfica cada caso de condutibilidade elétrica.

Figura 2 - Sistema de 3 lâmpadas diferentes potências utilizado no experimento e sua representação registrada por aluno.



Em seguida, definiu-se quais substâncias iônicas, moleculares e metálicas teriam sua condutibilidade elétrica aferida:

- Substâncias iônicas: sal de cozinha no estado sólido e em solução aquosa, e soda cáustica comercial (hidróxido de sódio impuro) com excesso de umidade e também após aquecimento;
- Substâncias moleculares: açúcar no estado sólido e em solução aquosa, álcool etílico 92° GL, água desmineralizada, água potável, ácido clorídrico (4 mol/L), vinagre, madeira, borracha e óleo de cozinha;
- Substâncias metálicas: pedaços de ferro, cobre e alumínio.

E juntamente com os alunos, definiu-se o uso de copos plásticos para acondicionar cada uma das substâncias, sendo empregadas em quantidades suficientes para contato dos eletrodos distantes 2 cm. Para fazer as soluções aquosas, usou-se água desmineralizada, uma espátula da substância teste e bastão de vidro (para diluição e homogeneização da solução). Para obter soda cáustica com excesso de umidade, armazenou-se uma pequena porção (uma colher de café) em um copo plástico dentro de uma panela com água e tampada durante 30 minutos. Para o aquecimento da soda cáustica comercial, estabeleceu-se utilizar o sistema tripé, tela refratária e lamparina com álcool, béquero e pinça de madeira. Também, foi utilizado um copo com água e flanela para limpar os eletrodos a cada teste de substância (Figura 3).

Figura 3 - Materiais para experimento de condutibilidade elétrica das substâncias.



As substâncias moleculares madeira, borracha e óleo de cozinha não foram testadas em solução aquosa pois os alunos têm a vivência de que tais substâncias não se dissolvem em água. Logo, já tem o conceito de que não sofrem ionização.

Com o conhecimento prévio de como aconteceria o experimento, os alunos foram divididos em grupos de 4 e 5 integrantes para desenvolvimento de toda a atividade, que está presente no caderno do aluno de Química, 2º série. E iniciou-se com a questão problema: *Qual a substância capaz de conduzir corrente elétrica? Qual lâmpada acenderá? Justifique.*

E foram feitas as hipóteses pelos grupos de alunos a partir da questão problema. A maioria dos grupos retrataram esses dados em tabela. Observou-se dificuldade dos alunos em saber o grau de ionização e dissociação iônica das substâncias moleculares e iônicas, ocorrendo debate sobre quais lâmpadas acenderiam. Isto também foi visto para a condução elétrica da água desmineralizada e água potável, soda cáustica com excesso de umidade e após aquecimento. Para outras substâncias, os alunos tiveram facilidade para definir as hipóteses como das metálicas e moleculares.

No final da atividade, foi feito um agrupamento das hipóteses na lousa e verificou-se o consenso e as divergências entre os grupos, de mesma maneira com as respectivas justificativas para as hipóteses diferentes, relacionando os elementos químicos da composição das substâncias aos tipos de ligações e à ionização e dissociação iônica. O resgate de informação de aulas anteriores propiciou encontrar o resultado esperado de acordo com o da literatura.

A tabela 1 mostra as hipóteses majoritárias das turmas, cujos resultados esperados são das discussões em grupo. O realce, amarelo, faz referência às hipóteses equivocadas dos alunos.

Tabela 1 - Hipóteses dos alunos em relação à condutibilidade elétrica de substâncias.

Substâncias	Conduzirá eletricidade?	Qual lâmpada acenderá?	Justifique.
Sal de cozinha no estado sólido	Não	Nenhuma	Não há íons livres, pois estão presos na sua estrutura cristalina.
Sal de cozinha em solução aquosa	Sim	Todas	Dissociação iônica do sal e geração de íons livres na solução.
Soda cáustica comercial com excesso de umidade	Não	Nenhuma	Os íons estão presos como o sal de cozinha
Soda cáustica comercial após aquecimento	Não	Nenhuma	Os íons estão presos como o sal de cozinha
Açúcar no estado sólido	Não	Nenhuma	A substância é molecular, há somente compartilhamento de elétrons entre os átomos
Açúcar em solução aquosa	Não	Nenhuma	Não gerará íons pois é substância molecular
Álcool etílico 92° GL	Não	Nenhuma	Não tem íons livres pois álcool apenas tem ligação covalente
Água desmineralizada	Não	Nenhuma	Somente há moléculas de água
Água potável	Sim	2,5 W	Poucos íons de sais dissolvidos
Ácido clorídrico (4 mol/L)	Não	Nenhuma	Substância molecular e não tem íon livre
Vinagre	Não	Nenhuma	Não há íons livres porque há compartilhamento de elétrons
Madeira	Não	Nenhuma	É material isolante
Borracha	Não	Nenhuma	É material isolante
Óleo	Não	Nenhuma	Não há íons livres pois somente ocorre ligações covalentes entre C, H e O.

Ferro	Sim	Todas	Transferência de íons livres
Alumínio	Sim	Todas	Transferência de íons livres
Cobre	Sim	Todas	Transferência de íons livres

Na segunda aula dupla, ocorreu a verificação das hipóteses, cuja experiência foi feita por cada grupo, sendo acompanhado pela professora, e os resultados obtidos foram registrados para posterior comparação com as hipóteses. Entre um teste e outro para aferição da condução elétrica, os eletrodos foram limpos para não ocorrer contaminação. Também, para as substâncias capazes de acender a lâmpada de 2,5 W, as lâmpadas de 10 e 60 W foram desconectadas do sistema.

Assim, elaborou-se a tabela 2 que contém os resultados obtidos por todos os grupos.

Tabela 2 - Resultados de condutibilidade elétrica das substâncias.

Substâncias	Condução de eletricidade	Lâmpadas acesas
Sal de cozinha no estado sólido	Não	Nenhuma
Sal de cozinha em solução aquosa	Sim	Todas
Soda cáustica comercial com excesso de umidade	Sim	Todas
Soda cáustica comercial após aquecimento	Não	Nenhuma
Açúcar no estado sólido	Não	Nenhuma
Açúcar em solução aquosa	Sim	2,5 W
Álcool etílico 92° GL	Sim	2,5 W
Água desmineralizada	Sim	2,5 W
Água potável	Sim	2,5 W
Ácido clorídrico diluído (4 mol/L)	Sim	Todas
Vinagre	Sim	2,5 W
Madeira	Não	Nenhuma
Borracha	Não	Nenhuma
Óleo	Não	Nenhuma
Ferro	Sim	Todas
Alumínio	Sim	Todas
Cobre	Sim	Todas

Na aferição da soda cáustica comercial com excesso de umidade, os alunos perceberam que ocorria o acendimento instável das 3 lâmpadas. Depois, com o aquecimento desta substância, alguns alunos observaram a condensação da água nas paredes do béquer e já relacionaram com a ionização da substância pela água presente na superfície, provocando a condução de eletricidade instável no teste anterior (figura 4). Assim, puderam perceber o equívoco de comportamento igual entre soda cáustica com excesso de umidade e após aquecimento, pois, sem água, não ocorreria à condutibilidade elétrica no teste posterior.

Figura 4 - Aferição da soda cáustica com excesso de umidade.



É válido ressaltar a curiosidade dos alunos que aproximaram demasiadamente os eletrodos, a fim de observar que é até possível o ar conduzir eletricidade pela diferença de potencial (figura 5).

Figura 5 - Curiosidade de aluno para condução elétrica sem geração de faiscamento.



Nesta atividade, os alunos confirmaram a condução de eletricidade através do acendimento das lâmpadas utilizando substâncias como o sal de cozinha em solução aquosa e metais e não condutibilidade elétrica de materiais isolantes como sal de cozinha e açúcar no estado sólido, madeira, plástico e borracha.

Através da atividade puderam detectar a ionização e dissociação iônica que a água causou nas substâncias iônicas e moleculares, respectivamente. Assim, houve consenso de que para acontecer a condução de eletricidade, deve haver íons livres que transferem as cargas elétricas em um sistema fechado para acendimento das lâmpadas. Para descobrir explicações para os casos em que somente há o acendimento da lâmpada de 2,5W, houve uma pesquisa bibliográfica.

Na terceira aula dupla, os estudantes realizaram uma pesquisa bibliográfica, com o objetivo de elaborar as justificativas de condutibilidade elétrica das substâncias, com maiores detalhes. E o resultado foi satisfatório para conclusão do experimento, inclusive com imagens sobre a propriedade físico-química da condutibilidade elétrica, melhorando o entendimento.

Para conclusão, os alunos descreveram que as substâncias iônicas no estado sólido não conduzem corrente elétrica, pois seus íons estão imóveis em uma estrutura, chamada retículo cristalino, mantido através das forças de atração eletrostática. Somente no estado aquoso, há liberdade de cargas elétricas capazes de transmitir a corrente elétrica (PERUZZO, 2006).

Para a soda cáustica, que no aquecimento revelou a presença de água (condensação na parede interna do béquer), caracterizou-se como higroscópica, isto é, tem a capacidade de adsorver água que está presente no ar. Assim, há condução instável de eletricidade devido à presença desta pequena quantidade de água capaz de ionizar a soda cáustica. Logo, com o aquecimento, a ausência de água a tornou incapaz de transmitir eletricidade.

Para substâncias moleculares que acenderam a lâmpada de 2,5 W, foi explicada pela baixa taxa de ionização. Para o álcool, isso ocorre quando, em poucas moléculas, o átomo de hidrogênio de sua função orgânica se desprende, quebrando a ligação covalente, gerando o caráter ácido, obtendo poucos íons hidrônio (H_3O^+) e alcóxido (RO^-), e resultando na pequena condução elétrica (KOTZ, 2005). De mesma maneira para o vinagre, que é uma solução diluída de ácido acético, cujo átomo de hidrogênio liberado é de sua função orgânica.

No teste da água potável, a pequena quantidade de íons (cloretos, nitratos, fluoretos, bicarbonatos, íons de cálcio, bário, sódio, entre outros), justificou o acendimento da lâmpada de 2,5 W. Assim ocorreu para a água desmineralizada, primeiramente, houve descoberta de sua composição, que somente contém a

substância água (através de processo de remoção de todos os íons por osmose reversa e evaporação/condensação) e depois, informações de geração de íons pela sua auto-ionização, que é a geração de pequenas quantidades de íons H_3O^+ e hidroxila (OH^-). De mesma maneira, esclareceram o resultado da aferição da solução de água e açúcar, pois, mesmo com a dissolução da substância molecular, ocorre a auto-ionização da água (GEPEQ, 2006).

Logo, o motivo pelo qual há o acendimento da lâmpada de 2,5W é a baixa corrente elétrica que esta solução gera, sendo suficiente para acendê-la. Outras lâmpadas, com potências maiores exigem maior corrente, não acendendo nesta solução de poucos íons.

Já para o ácido clorídrico, há alta taxa de ionização e formação de muitos íons em solução, H_3O^+ e cloreto (Cl^-), o que justifica acender todas as lâmpadas.

Para as outras substâncias moleculares, a madeira, borracha e óleo, a não condução elétrica foi justificada através da sua composição (predominância de carbono, hidrogênio e oxigênio) e conseqüente ligações covalentes, isto é, compartilhamento de elétrons.

Os metais foram as substâncias de maior facilidade de entendimento para os alunos porque além do conhecimento prévio e do cotidiano, eles já tinham o conceito de transferência direta de elétrons como uma nuvem eletrônica, pois são doados para o conjunto cristalino e não pertencem a nenhum átomo em especial, ou seja, cada átomo doa espontaneamente as cargas negativas uns aos outros.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O experimento de condutibilidade elétrica das substâncias iônicas, moleculares e metálicas obteve resultado satisfatório para enfatizar os conceitos de ligações químicas e propriedade físico-química da matéria. A aplicação da metodologia de investigação levou os alunos a pensarem em resultados esperados e, depois do experimento, a confirmar e/ou se questionar sobre os equívocos cometidos na elaboração das hipóteses.

Então, quando os alunos puderam comparar os resultados obtidos diferentes das hipóteses, pesquisando sobre a substância, a predominância de qual tipo de ligação química e/ou seu comportamento em água, houve o aprendizado.

Da mesma maneira, a percepção da construção do conhecimento foi notável quando os alunos começaram a encontrar justificativas de seus acertos, escrevendo com maiores detalhes o motivo da ocorrência da condutibilidade elétrica. Para os erros, foi evidente o esforço dos estudantes para descobrir explicações, através de

conhecimentos científicos. Realmente, eles conseguiram superar a impaciência da resolução e a atividade foi completa.

Portanto, é válido conceber que a proposta da Metodologia do Programa ABC na Educação Científica - Mão na Massa é inovadora porque os alunos interagem em grupos para adquirir conhecimento de maneira investigativa que através de uma questão problema, realizam a elaboração de hipóteses e a investigam por meio do experimento. Para o professor, esta atividade proporciona dar autonomia aos alunos para pensar, sugerir, questionar e buscar o conhecimento.

REFERÊNCIAS

Kotz, John C. Química Geral e reações químicas, volume 1, 5ª edição. Tradução técnica Flávio Maron Vichi. Editora Pioneira Thomson Learning, São Paulo. 2005.

Peruzzo, F.M.; Canto, E.L., Química na abordagem do cotidiano, volume 1, 4ª edição, editora Moderna, São Paulo, 2006.

SÃO PAULO, Caderno do Professor, Ensino Médio, 2ª série, Química, volume 1. Nova Edição 2014-2017. Material de Apoio ao Currículo do Estado de São Paulo.

GEPEQ. Química e a Sobrevivência: Hidrosfera - Fonte de Materiais. Volume 4, 1ª edição. Editora da USP, São Paulo, 2006.