

PRODUTO EDUCACIONAL

**QUÍMICA ATIVA:
EXPERIÊNCIAS
INVESTIGATIVAS NO
ENSINO DE SOLUÇÕES**

**KATIUSCIA C. VIEZZER HEMANN
FERNANDA MIOTTO**

UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO NO ENSINO DE
CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**

Introdução

Estimado (a) professor (a),

Este material é fruto de pesquisa desenvolvida pelo Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Caxias do Sul (PPGM/UCS).

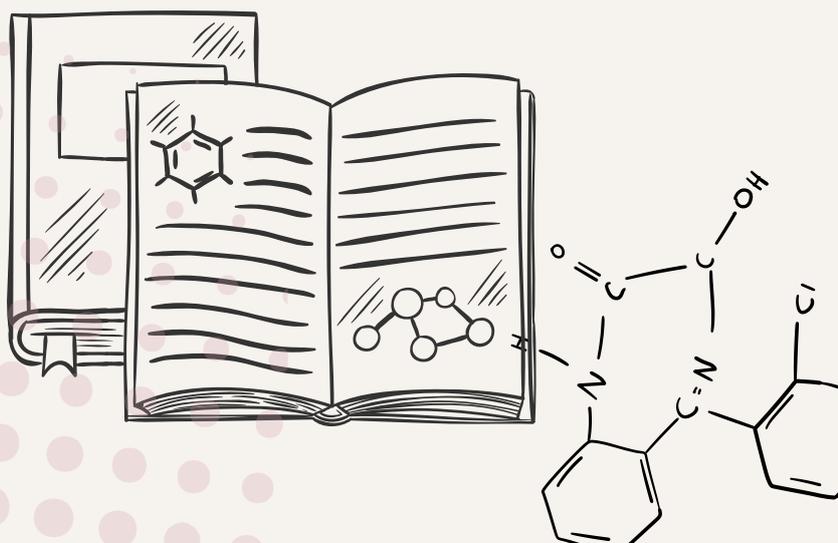
Este recurso didático visa favorecer a prática pedagógica do professor junto à alunos de 2º ano do Ensino Médio, buscando estabelecer a relação entre teoria e prática na tentativa de apoiar o docente na construção do conceito de Soluções através de uma Sequência Experimental Investigativa. Este material busca aproximação da realidade do estudante e permitir maior envolvimento com o conteúdo apresentado, reforçando a conexão entre o cotidiano e conceitos científicos.

Nesta lógica, almeja-se que este material didático possa servir como suporte para o trabalho didático-pedagógico desenvolvido em ambientes formais e não formais de aprendizagem. Acredita-se no sucesso desta proposta como forma de melhorar o ensino de Química, em especial, para o ensino de Soluções.

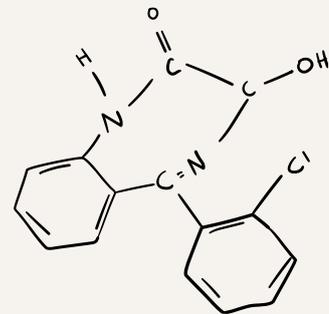
Atenciosamente,

Katiuscia C. Viezzer Hemann

Fernanda Miotto



Autoras

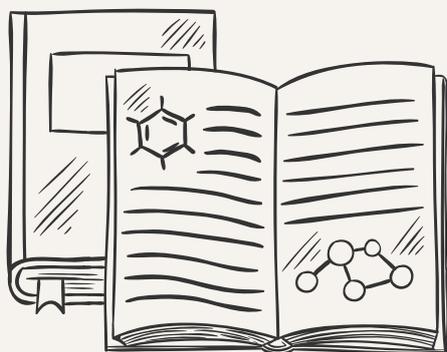


Katiuscia Carla Viezzer Hemann

Professora na rede privada e pública de ensino atuando como docente nas disciplinas Física e Química. Graduada em Física e Química Licenciatura pela Universidade de Caxias do Sul (UCS), pós-graduada em Gestão e Docência no Ensino Superior pela UniFTec e Mestranda em Ensino de Ciências e Matemática pela UCS.

Fernanda Miotto

Possui doutorado (2016) e mestrado (2010) em Engenharia e Ciência dos Materiais (2010) e Licenciatura Plena em Química (2007) pela Universidade de Caxias do Sul (UCS). Atualmente é professora Adjunta I e colaboradora do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Caxias do Sul.



fmiotto@ucs.br
kcviezze@ucs.br

Sumário

1. Apresentação	05
2. Fundamentação teórica	07
3. Procedimentos Instrucionais para o uso da sequência didática	07
4. Planejamentos	08
4.1. Pré- questionário	09
4.2. Atividade 1 - Análise de rótulos de diferentes águas (Nível A1 e N2)	13
• Sistematização e conclusões - Soluções iônicas e moleculares	
• Sala de aula invertida	
4.2. Atividade 2 - Determinação de solubilidade do KCl (Nível A2 e N3).....	22
• Sistematização e conclusões - Mistura e solubilidade.	
4.3. Atividade 3 - Química do suco artificial (Nível A3 e N4).....	33
• Sistematização e conclusões - Artigo Química Nova Escola	
5. Bibliografia.....	38



Apresentação

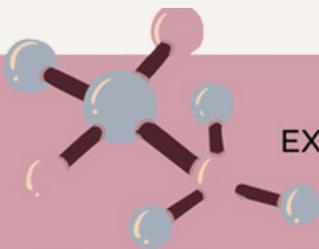
A maior parte dos materiais com os quais se tem contato no cotidiano são dispersões (misturas). Dificilmente são utilizadas substâncias puras. Um exemplo é a água que é bebida, essa contém sais minerais dissolvidos, além de outras substâncias adicionadas no seu tratamento. O ar e os alimentos são outros tipos de dispersões. Este material didático tem como foco principal o estudo das experimentações investigativas através do estudo de Soluções. Essas estão presentes em atividades diárias das pessoas em diversas situações, nos produtos de higiene e limpeza, alimentos, medicamentos, vários tipos de líquido, entre outros exemplos. Nesse sentido, o conhecimento de Química ajuda a entender o complexo mundo social em que se vive. Todos devem se esforçar para que as aplicações da Ciência e da tecnologia na sociedade possam proteger a vida das gerações futuras e propiciar condições para que todos tenham acesso aos seus benefícios (SANTOS, 2008).

Diante do cenário atual no qual a Química é considerada um componente curricular em que se apresentam conceitos difíceis de serem entendidos pelos estudantes, os professores podem pesquisar meios variados de ensinar, ofertando aos alunos maneiras diferentes de aprender. Nessa lógica, houve interesse em elaborar um produto educacional que auxilie o professor de modo que, durante as aulas de Química, seja oportunizado aos alunos a relação de conceitos químicos com situações experimentais investigativas e, que e que os estudantes participem como sujeitos ativos e autônomos no processo de ensino.

Partindo disso, a produção deste material didático tem por objetivo propor uma metodologia que contribua com uma prática pedagógica investigativa e inovadora para o ensino de Soluções, estimulando os alunos a se interessarem pelas ideias científicas e pela

ciência como maneira de compreender e interpretar melhor o mundo do qual fazem parte. Para a construção desta sequência didática foi necessária uma pesquisa bibliográfica sobre o tema em artigos científicos, dissertações, teses e livros publicados.

Deseja-se com a produção deste material oportunizar aos professores instrumentos didático-pedagógicos, com objetivo de apoiá-los durante o planejamento, execução e avaliação do conceito de Soluções, enriquecendo a prática pedagógica no ensino de conceitos químicos.



EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA NO ENSINO DE QUÍMICA

Procedimentos Instrucionais para o Uso da Sequência Didática

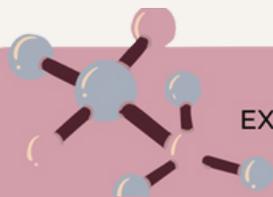
Com a proposta de aplicar um ensino contextualizado, dinâmico e dialógico, recomenda-se ao professor que utilize **aulas expositivas dialogadas**, neste em questão serão 09 encontros de **60 minutos**, visando a SEI com diferentes níveis de abertura., permitindo aos alunos oportunidade de serem protagonistas no processo de ensino e aprendizagem, favorecendo o feedback professor-aluno e aluno-aluno ao longo da construção do saber.

Este produto não vem com intenção de ser um modelo ideal para aprendizagem do conceito de Soluções, mas sim, outra alternativa para tentar minimizar possíveis problemas encontrados ao ensinar esse conteúdo. Este material nasce de uma pesquisa realizada com os professores da educação pública estadual e federal, os quais trouxeram elementos fundamentais para compor o problema de pesquisa, a estrutura, a organização, e possíveis respostas ao problema no caminhar da pesquisa.

Contudo, não se almeja trazer receita pronta e acabada para os possíveis problemas de ordem didático-pedagógica, mas viabilizar possíveis caminhos para que o professor possa adaptá-los de acordo com o contexto em que atua, podendo talvez acrescentar outras atividades, textos e recursos tecnológicos.

Algumas sugestões ao professor que irá utilizar a sequência didática:

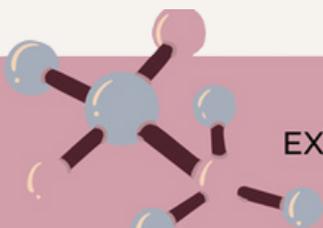
- Procure **mostrar a relação direta dos conceitos apresentados com a vida do estudante** (contextualize sempre);
- Estabeleça uma **relação de confiança entre os estudantes**. Essa postura deixará o aluno mais à vontade ao expor suas dificuldades;
- **Valorize os possíveis erros**, pois a partir das respostas é possível construir um novo conhecimento;
- Procure **ser inovador**, isso deixará as aulas mais dinâmicas, atrativas e pode despertar grande interesse por parte dos estudantes.
- Importante que a escola de aplicação tenha os **materiais** laboratoriais necessários para as experimentações.



EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA NO ENSINO DE QUÍMICA

Sequência didática - SEI

Encontro	Atividade	Objetivo
1 (50 minutos)	Pré-questionário	Identificar as dificuldades de aprendizagem relacionadas ao tema soluções químicas
2 (100 minutos)	Apresentação do problema (nível A1 e N2), levantamento das hipóteses e resolução do problema a partir de um roteiro elaborado pelo professor	Possibilitar que os estudantes organizem os dados e formulem as primeiras ideias sobre a solução do problema
3 (50 minutos)	Discussão na classe e elaboração do relatório individual	Tomada de consciência
4 (50 minutos)	Aula expositiva dialogada e uso do simulador phet.	Formalização dos conceitos
5 (100 minutos)	Apresentação do novo problema (nível A2 e N3), levantamento das hipóteses e resolução do problema a partir de um roteiro elaborado pelo professor, porém com algum grau de decisão.	Possibilitar que os estudantes obtenham os dados e formulem as primeiras ideias sobre a solução do problema para uma situação específica que será explorada na atividade
6 (50 minutos) Matemática e (50 minutos) Química.	Nesta etapa da SEI, far-se-á um momento interdisciplinar com Matemática e retomada dos conceitos sobre a curva de solubilidade.	Auxiliar na construção da curva de solubilidade e formalização dos conceitos.
7 (100 minutos)	Apresentação do novo problema (Nível A3 e N4), explorando dados obtidos através de atividade investigativa e análise de embalagens de suco artificial.	Possibilitar que os alunos desenvolvam as habilidades ao longo do processo de forma a pensar no problema, gerar as hipóteses e solucionar o mesmo de forma que o professor intervenha o mínimo possível.
8 (50 minutos)	Aula expositiva dialogada e análise de artigo.	Possibilitar aos estudantes significativa aprendizagem sobre Soluções Químicas.
9 (50 minutos)	Elaboração de um mapa mental sobre soluções.	Análise da evolução e aprendizado alicerçada nas atividades experimentais investigativas com diferentes níveis de abertura conforme objetivos.



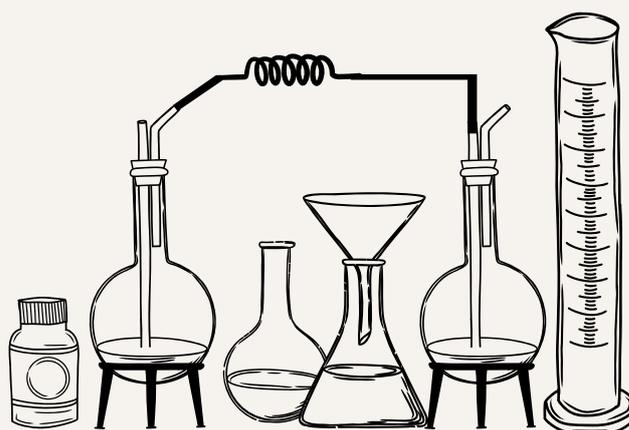
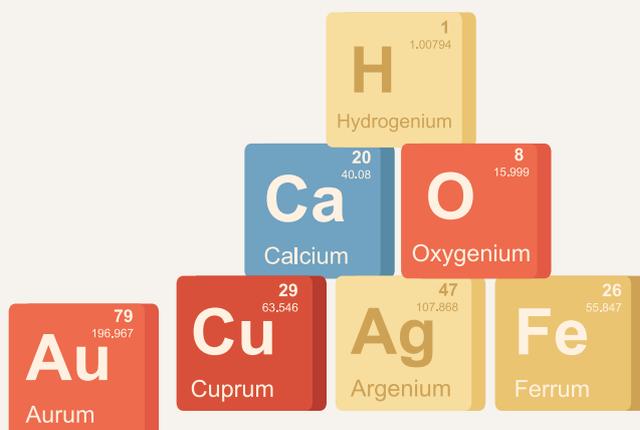
EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA NO ENSINO DE QUÍMICA

Sondagem - Pré-questionário

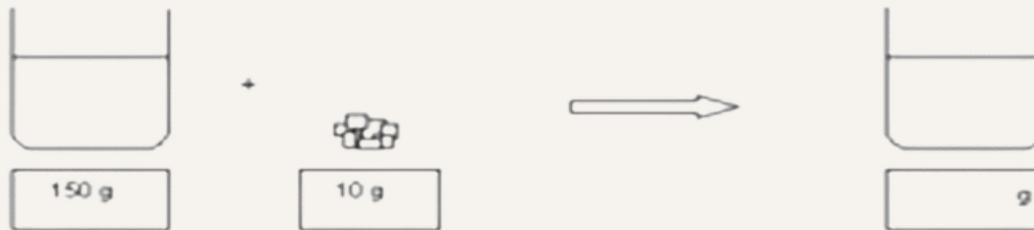
Sondagem – Avaliação Diagnóstica I

Duração: **2 encontros de 60 minutos.**

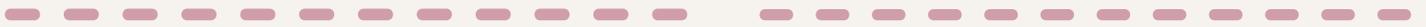
O conceito de soluções é um assunto potencialmente significativo para promover a sistematização de outros conceitos da química. Ao estudar esse conceito é necessária a compreensão de ideias relacionadas a ligações químicas, misturas, substâncias, entre outros. Sabendo disso, leia com atenção e responda a sondagem abaixo:



QUESTÃO 1: Uma certa quantidade de água foi colocada em um copo e sua massa foi determinada usando uma balança. A massa do copo e da água foi de 150 g. A seguir, 3 cubos de açúcar foram pesados separadamente, totalizando 10 gramas, e adicionados à água.



- a) Preencha, no quadrinho acima, o valor da massa do copo com o seu conteúdo, ao final do processo descrito.
- b) Explique o que aconteceu com o açúcar e com o nível da água, após transcorridos alguns minutos.



QUESTÃO 2: Partindo das seguintes representações para as substâncias:

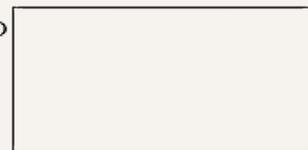
- a) Desenhe, abaixo, como se encontram as espécies nas seguintes soluções:



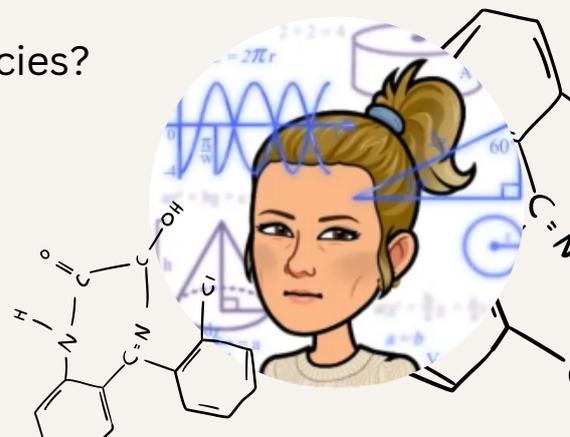
Açúcar em água:



Cloreto de sódio



- b) Em ambos os casos, o que existe entre as espécies?



QUESTÃO 3: Considere que você possui um copo de água e um pacote de pó de suco. Com base nessa situação, responda às seguintes questões:

a) O que é necessário fazer para que o pó de suco se dissolva completamente na água? Explique o processo de dissolução.

b) Suponha que você adicione uma pequena quantidade de pó de suco à água e misture até que não haja mais partículas visíveis. Qual é o estado dessa solução? Ela está insaturada, saturada ou supersaturada? Explique sua resposta.

c) Agora, imagine que você continue adicionando mais pó de suco à mesma quantidade de água e misture até que não haja mais partículas visíveis, mas algumas partículas começam a se acumular no fundo do copo. Qual é o estado dessa nova solução? Ela está insaturada, saturada ou supersaturada? Explique sua resposta.

d) A temperatura da água afeta a dissolução do pó de suco? Explique como a temperatura pode influenciar a taxa de dissolução do pó de suco na água.

Lembre-se de fornecer explicações completas e detalhadas para cada pergunta.

QUESTÃO 4: O que estamos tentando descobrir ao adicionar o pó de suco à água? Estamos determinando a quantidade máxima de soluto que pode ser dissolvida nessa quantidade específica de solvente?"

QUESTÃO 5: "Quando medimos a quantidade de pó de suco não dissolvida, o que isso representa em relação ao coeficiente de solubilidade?"

QUESTÃO 6: Fazendo uma observação da embalagem do suco em pó, você seria capaz de informar:

a) Quais são as condições para esta solução ser saturada?

b) Qual seria a concentração da solução se preparássemos o suco com 600mL de água?

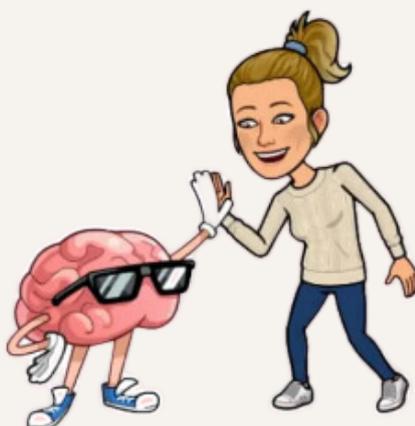


Desenvolvimento de atividade 1

Através deste tópico será apresentada a proposta de uma sequência de atividades, organizada na forma de uma sequência experimental didática, com nível de abertura A1, segundo Tamir (1991), onde fica a cargo do professor a apresentação do problema e do roteiro experimental, já os alunos ficam encarregados da elaboração das conclusões a partir da coleta e tratamento de dados

O conhecimento das dificuldades de aprendizagem dos alunos sobre determinado conteúdo auxilia o professor durante a elaboração da estratégia didática a ser desenvolvida em sala de aula, favorecendo o processo de ensino e aprendizagem, sendo assim, inicialmente será abordado conceitos relacionados ao conteúdo de soluções; homogeneidade, saturação e condutividade, através do pré-questionário (ANEXO 1).

Especificamente em relação a este trabalho, o conhecimento das dificuldades de aprendizagem dos alunos sobre o fenômeno da solubilidade e procedimentos de cálculos de concentração torna-se essencial para orientar o planejamento da sequência de atividades relacionadas ao conteúdo de soluções de forma contextualizada. Para alcançar esse objetivo elaborou-se uma sequência experimental didática de atividades tendo como eixo temático no primeiro encontro: “O estudo do rótulo da água mineral e da água adicionada de sais: sua condutibilidade e classificação quanto ao soluto”, (ANEXO 2).



A ideia de contextualização ganharia aqui importância fundamental, sendo construída em uma etapa posterior a um processo de problematização da realidade vivida pelos alunos e da elaboração de modelos e teorizações apoiadas nos saberes científicos e tecnológicos. Assim, a contextualização se apresenta como um modo de ensinar conceitos científicos vinculados ao cotidiano do aluno, onde seu objetivo fundamental é promover a reflexão dos alunos, permitindo a construção de conhecimentos necessários para tomada de decisões responsáveis e atuar na solução de problemas

Esta primeira sequência experimental investigativa, que visa nível de abertura A1, será aplicada durante quatro aulas de uma hora de duração, duas aulas/semanais em uma turma composta por 13 alunos de escola privada de alto desempenho, os quais possuem, entre outros, conteúdos que envolvem o ensino de soluções, tabela periódica, cálculos estequiométricos, ligações químicas, estrutura atômica e propriedades periódicas, isto é, conhecimentos prévios necessários para o melhor desenvolvimento das atividades.

ATIVIDADE 1 - 1º e 2º encontros: Problema e experimentação

De acordo com o Referencial Curricular Gaúcho (RCG), busca-se atingir as seguintes habilidades nos alunos:

- **(EM13CNT104)** Interpretar os resultados e realizar previsões sobre preparação, concentração e propriedades das soluções, com base na dosagem e fabricação de medicamentos, na base nutricional e preparo de alimentos, no manejo do solo na agricultura entre outros contextos.
- **(EM13CNT107)** Realizar previsões ou construir dispositivos eletroquímicos com base em conceitos físicos e químicos para interpretar resultados sobre o potencial eletroquímico, percebendo os fenômenos deste tipo relacionados com o cotidiano.

A SEI será iniciada com a entrega de rótulos de água para os alunos e será perguntado aos alunos se os rótulos são iguais, de mesma marca, as quantidades. Após os alunos fazerem suas indagações a professora irá separar a turma em três trios e um quarteto onde os mesmos receberam uma situação problema para buscarem hipóteses para responder ao problema em questão:

“ (...) Dentro desse contexto, existem as águas que são comercializadas para consumo, como a água mineral e a água adicionada de sais. A água mineral é proveniente de fontes naturais ou captada por meio da perfuração de poços. Observando um rótulo de água mineral, podemos ver uma grande quantidade de substâncias químicas em sua composição e suas proporções.

Isso ocorre porque, antes de ser envazada e comercializada, a água passa por diversas regiões e profundidades diferentes no subsolo e acaba dissolvendo diferentes substâncias químicas que estão presentes em determinada região. A água mineral não passa por nenhuma espécie de tratamento químico, é envazada na forma em que é retirada da fonte.

Assim como a água mineral, a água adicionada de sais é captada de fontes naturais ou por meio da perfuração de poços. Ela é uma água potável e, após tratamento adequado, é adicionada uma determinada quantidade de sais minerais.

Podemos perceber que a água do nosso dia a dia não é simplesmente H₂O! A mistura que consumimos na verdade possui várias outras substâncias em sua composição.

Os rótulos de diferentes águas comercializadas devem conter informações intrínsecas sobre o produto, diferenciando a água mineral da água adicionada de sais. **Ao analisar os rótulos desses dois tipos de água, você consegue ver diferenças em suas composições? Quais são elas? Seria possível ascender uma lâmpada com estas diferentes águas? A quantidade de sal na água influenciará na condutibilidade elétrica?”**

Características físico-químicas	Valor	Composição química	mg/L
pH a 25 °C	7,54	bicarbonato	93,84
		cálcio	15,13
		sódio	14,24
condutividade elétrica a 25 °C	151 (µS/cm)	magnésio	3,62
		carbonatos	3,09
		sulfatos	2,30
resíduo da evaporação a 180 °C	126,71 (mg/L)	potássio	1,24
		fosfatos	0,20
		fluoretos	0,20



Após observação dos rótulos e leitura do texto os alunos em seus pequenos grupos buscaram hipóteses para responder aos questionamentos, relatando as mesmas em seus diários de bordo. Em seguida irão compartilhar com o grande grupo as hipóteses sugeridas e farão a análise para assim a professora explicar a ida ao laboratório para resolução das hipóteses.

EXPERIMENTAÇÃO:

OBJETIVOS

- ▶ **Reconhecer** materiais que são condutores elétricos e **entender porque** uns conduzem corrente elétrica e outros não;
- ▶ **Compreender** as condições para que haja condução de eletricidade;
- ▶ **Comprovar, experimentalmente**, que algumas substâncias, em soluções aquosas ou no estado líquido e fundidas, conduzem a corrente elétrica.

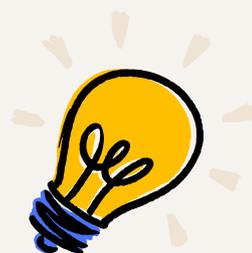
Procedimento experimental:

Materiais para construção do equipamento

- fios de cobre;
- plug de tomada;
- soquete com lâmpada;
- estilete;
- alicate;
- fita isolante;
- chave de fenda Philips
- base de madeira ou plástico.

Antes de iniciar a parte experimental um “truque” interessante, que mantém a autonomia dos estudantes ao realizar a montagem, e ao mesmo, minimiza os riscos de acidente com o equipamento:

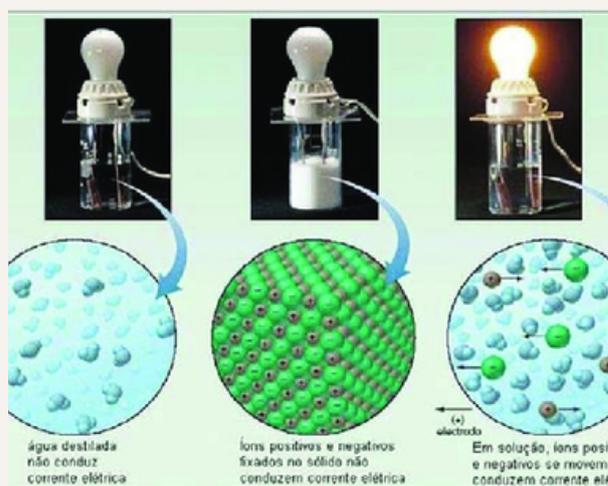
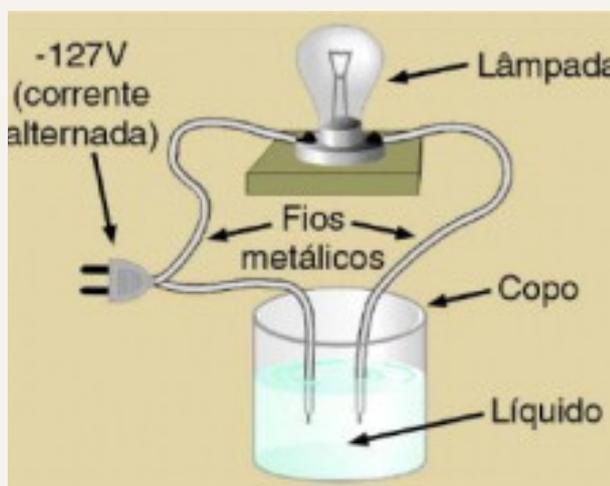
DICA: Os alunos são instruídos a realizarem a montagem da forma que eles acharem adequada, exceto pela fonte, que não é conectada ao circuito. Após terem terminado, eles chamam o professor, que verifica a montagem e só então autoriza a conexão da fonte.



Não tocar nos eletrodos (fios desencapados), simultaneamente quando o dispositivo estiver ligado à tomada.

- Sempre que for limpar os eletrodos, deve-se desligar o dispositivo.
- Ao testar os materiais líquidos, mantenha os eletrodos sempre paralelos e imersos até a mesma altura (controle de variáveis).

O equipamento consiste em fios conectados a um soquete (para lâmpada) em uma das extremidades e a um plug na outra. Um dos fios é cortado propositalmente para evitar a passagem de corrente elétrica. Antes de efetuar esse corte o instrumento é testado, acendendo uma lâmpada, para comprovar seu correto funcionamento. Imagens dos equipamentos desenvolvidos são demonstrados abaixo:



O equipamento consiste em fios conectados a um soquete (para lâmpada) em uma das extremidades e a um plug na outra. Um dos fios é cortado propositalmente para evitar a passagem de corrente elétrica. Antes de efetuar esse corte o instrumento é testado, acendendo uma lâmpada, para comprovar seu correto funcionamento.

Todas as orientações referentes aos cuidados quanto a segurança ao manusear materiais cortantes durante a montagem do equipamento foram repassadas aos alunos. Além disso, as orientações referentes a segurança quanto ao funcionamento do equipamento por intermédio da eletricidade também foram enfatizadas. Foi esclarecido aos alunos que os equipamentos montados que apresentassem segurança duvidosa, não seriam utilizados no experimento.

Todas as equipes testaram as amostras com seus dispositivos, uma equipe por vez e, por questões de segurança, juntamente com o professor.

a) Adicionar em cada um dos 4 béqueres, disponíveis sobre sua bancada, as seguintes substâncias:

□ Béquer 1: 20 mL de água mineral

□ Béquer 2: 20 mL de água adicionada de sais

□ Béquer 3: uma ponta de espátula com sacarose em 20 mL de água mineral

□ Béquer 4: uma ponta de espátula com cloreto de sódio em 20 mL de água mineral

b) Em seguida, conectar uma lâmpada incandescente 7 W e ligar o aparelho na tomada numa corrente de 127 V.

c) Após, mergulhar os fios em cada um dos materiais, deixando-os afastados por aproximadamente 3 cm um do outro. Anote os resultados na Tabela 1.

Tabela 1: Condutividade elétrica em materiais líquidos

Materiais	CONDUZ CORRENTE ELÉTRICA?	EXPLICAÇÃO DOS RESULTADOS
Água mineral		
Água adicionada de sais		
Sacarose ($C_{12}H_{22}O_{11}$)		
Sal (NaCl)		

Questões básicas:

1.) Baseando-se no conhecimento do que é corrente elétrica, explique por que uns materiais conduzem corrente elétrica e outros não.

2.) Como as diferenças de intensidade de brilho da lâmpada podem ser explicadas?

No caso do acendimento das lâmpadas de voltagens diferentes, estuda-se o grau de condutividade dos compostos. Compostos, com alta condutividade conseguem fazer com que se acenda todas as lâmpadas, da de menor voltagem à de maior voltagem. Já no caso dos compostos com baixa condutividade, consegue-se obter o acendimento apenas da lâmpada de menor voltagem.

Atividade 1 - 3º e 4º encontros – Sistematização e Conclusões

A aula expositiva dialogada foi ministrada após o término da atividade experimental e teve como objetivo apresentar os conceitos necessários para a compreensão do tema contextualizado proposto sobre soluções. Para isso, foi utilizado como referência a apostila Bernoulli, adotada pelo Colégio. Do mesmo modo, a aula seguiu esse direcionamento de ensino de conteúdo com a interação dos alunos. Assim, na aula expositiva, foram trabalhados com os alunos participantes alguns conceitos químicos relevantes que envolvem aspectos macroscópicos, como as características das soluções, aspectos submicroscópicos, como processo de dissolução e fatores como a condutibilidade dos sais em água e as concentrações das soluções.

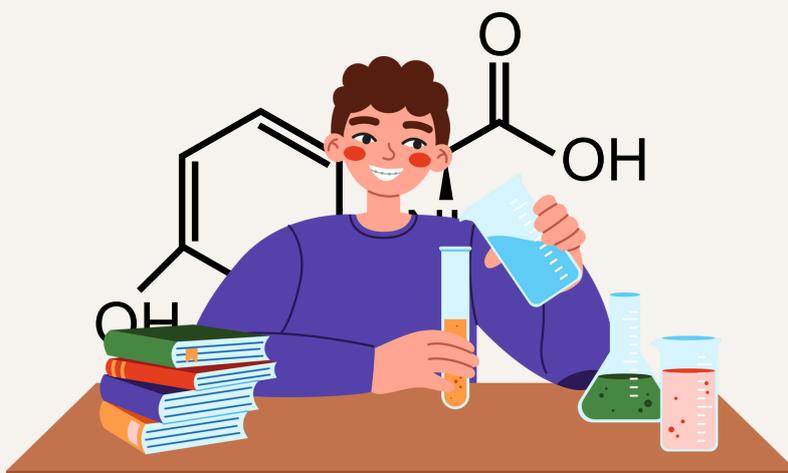
Os fatores envolvidos, tais como carga dos íons, tamanho e polaridade das moléculas, forças intermoleculares ao serem considerados em conjunto na análise realizada, procuraram favorecer o entendimento dos processos de dissolução. Ainda, durante a discussão com os participantes, procurou-se destacar a relação dos conceitos com as possíveis dificuldades de aprendizagem, como apresentados nos parágrafos a seguir.

Nesta etapa a professora retomará os diários com as análises e discussões dos alunos ao final da experimentação e fará algumas indagações:

I. Como vocês resolveram o problema?

II. Porque vocês acham que deu certo ou errado?

III. Quais as possíveis explicações sobre os acontecimentos ao longo do experimento?



2.2. Soluções iônicas (eletrolíticas)

Esse tipo de solução é obtido por meio da dissolução de substâncias iônicas ou moleculares que sofrem ionização, como ácidos, bases ou sais, em água. A principal característica de uma solução iônica é sua capacidade de conduzir corrente elétrica por meio do movimento dos íons, já que estes são dotados de cargas elétricas. As soluções eletrolíticas são eletricamente neutras, apresentando quantidades iguais de cargas positivas e negativas. Um bom exemplo desse tipo de solução é a água de bateria, composta por ácido sulfúrico (H_2SO_4) dissolvido em água.

2.3. Soluções moleculares (não eletrolíticas)

As soluções moleculares são aquelas em que o soluto é constituído unicamente de moléculas. Essas soluções são não eletrolíticas, já que, durante a dissolução do soluto, não ocorre o processo de ionização. Como não existem íons livres nessas soluções, elas não são capazes de conduzir corrente elétrica. Um exemplo desse tipo de solução é a mistura de água e açúcar (sacarose).



Você pode aprender um pouco mais sobre as soluções eletrolíticas e não eletrolíticas. Acesse o QR Code e veja o experimento.

2.4. Soluções diluídas e concentradas

No nosso dia a dia, usamos expressões do tipo "café fraco" e "café forte". Quando as utilizamos, estamos dizendo que, no primeiro caso, a quantidade de soluto (pó dissolvido) é pequena em relação à quantidade de solvente. Entretanto, no segundo caso, a porção de soluto é elevada em relação à quantidade de solvente.

Classificamos o "café fraco" como uma solução diluída, se comparado ao "café forte", classificado como uma solução concentrada.

Dessa forma, é possível afirmar que a solução diluída é aquela em que a quantidade de soluto é pequena se comparada com a porção de solvente e que, na solução concentrada, a quantidade de soluto é elevada quando comparada com a porção de solvente.

A classificação das soluções como diluída ou concentrada é de caráter empírico, pois uma pessoa pode considerar um café "forte" e outra pode considerar o mesmo café "fraco".

Dessa forma, foi necessário definir um conceito científico que expressasse a relação entre as quantidades de soluto e solução. O conceito que expressa esse tipo de relação entre soluto e solução é a concentração. Um estudo mais aprofundado acerca da concentração de soluções será apresentado mais adiante.

-COMPOSTOS IÔNICOS e MOLECULARES: Sólidos, líquidos e soluções aquosas

Primeiramente, como vai poder observar, só haverá condução de eletricidade no caso dos materiais em solução aquosa, e ainda assim naquelas soluções nas quais vai poder observar a existência de partículas eletricamente carregadas, responsáveis pela condução elétrica.

No esquema abaixo, podemos prever em quais vai ocorrer condução de corrente elétrica. (VER FIGURA 1)

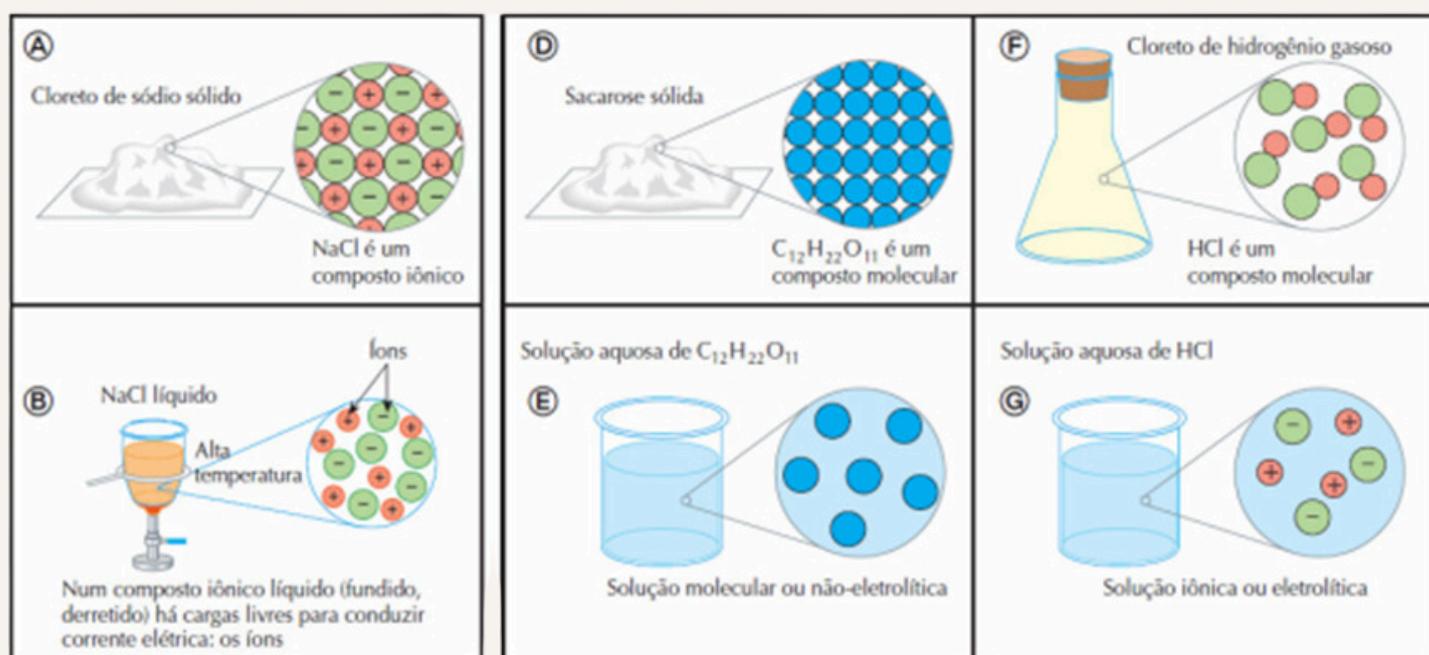
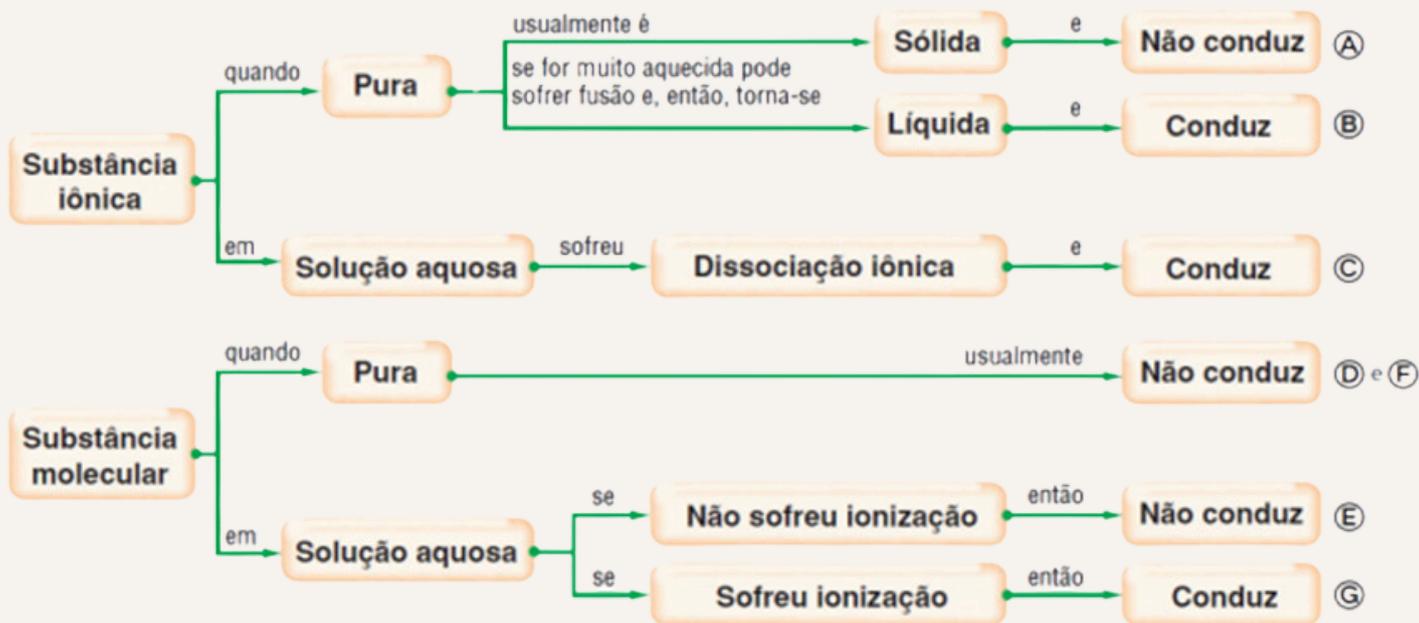


Figura 1 - Condições de estudo de condutividade elétrica de substâncias e soluções

No esquema A, temos o NaCl sólido puro, por mais que ele seja formado por íons (partículas carregadas), estes não estão livres para se movimentarem e assim conduzir corrente elétrica. Eles estão “presos” no retículo cristalino. Já na figura B, temos o NaCl líquido puro, e este sim tem seus íons livres para se movimentarem quando fundido, assim conduzem corrente elétrica nessa situação. O mesmo é válido para o caso de NaCl dissolvido em água. A questão é que a água separa os íons no retículo, solvatando-os. Assim tem íons livres para se movimentarem e conduzirem corrente elétrica. Já na figura D, tem-se um composto sólido molecular, que não apresenta cargas para se movimentarem e assim conduzirem corrente elétrica.

Assim, é evidente que mesmo fundido ou em solução aquosa a condução de corrente elétrica não será possível, como mostra também a indicação E. Já na indicação F, temos um ácido inorgânico, que é um composto molecular e, portanto, só vai conduzir corrente elétrica quando dissolvido em água. Isso porque a água reage com o hidrogênio do ácido e dessa forma, cria espécies carregadas que passam a conduzir corrente elétricas. Como fica explícito na indicação G. Assim, fica válido para o estudo da condutividade de substâncias o seguinte:



Para cumprir essa atividade, será proposto que os alunos resolvam dois exercícios com o objetivo de apresentar uma situação de aplicação dos conceitos discutidos na aula expositiva dialogada. O primeiro aborda o processo de solubilidade e a condutibilidade e o segundo envolve análise de saturação das soluções.

1. Que critérios você utilizou para resolver os exercícios sobre solubilidade? Como você respondeu?
2. Quais dificuldades você encontrou para resolver os exercícios sobre solubilidade?

Os alunos participantes deverão resolver os exercícios individualmente, com posterior correção e discussão das respostas. Essa estratégia será orientada no sentido de proporcionar um ambiente no qual os participantes descobrissem o que precisariam saber para realizar a atividade com sucesso, identificar os erros cometidos durante a resolução e, conseqüentemente, reconhecer suas dificuldades.

Desenvolvimento da atividade 2

Na aula anterior subentende-se que os alunos responderam suas hipóteses quanto aos aspectos de condutibilidade e solubilidade dos sais na água. Especificamente em relação a este trabalho, o conhecimento das dificuldades de aprendizagem dos alunos sobre o fenômeno da solubilidade e procedimentos de cálculos de concentração torna-se essencial para orientar o planejamento da sequência de atividades relacionadas ao conteúdo de soluções de forma contextualizada. Nesta etapa da sequência experimental investigativa, far-se-á um momento interdisciplinar com Matemática, afim de melhorar o entendimento sobre curva de solubilidade de alguns sais.

Esta segunda sequência experimental investigativa, espera-se que os alunos desenvolvam o processo e suas conclusões por conta e o professor auxiliará apenas na entrega do problema, desta forma abrande-se nível de abertura A2 (TAMIR, 1991), onde. será aplicada durante seis aulas de uma hora de duração, duas aulas/semanais, sendo quatro aulas de Química e duas de matemática.

ATIVIDADE 2 - 1º e 2º encontros: Problema e experimentação

De acordo Base Nacional Comum Curricular (BNCC) busca-se atingir as seguintes habilidades nos alunos:

- **(EM13CNT104)** Interpretar os resultados e realizar previsões sobre preparação, concentração e propriedades das soluções, com base na dosagem e fabricação de medicamentos, na base nutricional e preparo de alimentos, no manejo do solo na agricultura entre outros contextos.
- **(EM13CNT107)** Realizar previsões ou construir dispositivos eletroquímicos com base em conceitos físicos e químicos para interpretar resultados sobre o potencial eletroquímico, percebendo os fenômenos deste tipo relacionados com o cotidiano.

A SEI iniciará com a entrega de uma situação problema:

Atividade 1) Leia atentamente:

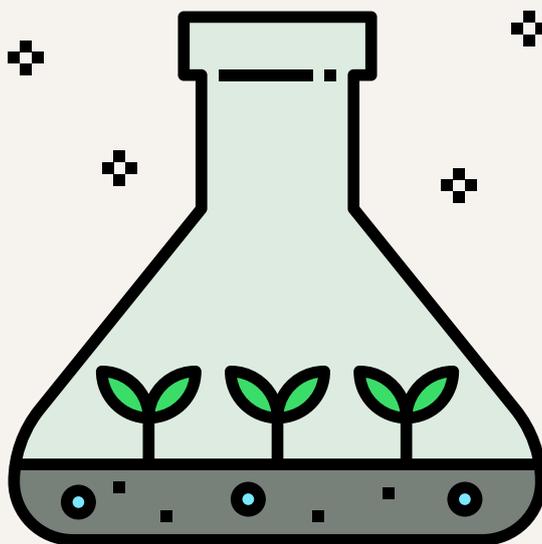
“O setor de fertilizantes é um segmento estratégico para o país e a elevação da produtividade da agricultura está fortemente relacionada a sua utilização. A produção da indústria química brasileira não acompanhou a evolução do consumo interno, ocasionando um déficit crescente e persistente no setor. Os intermediários para fertilizantes, segmento importante da indústria química, são responsáveis por cerca de um terço do déficit, e as perspectivas são de que a demanda por adubos se eleve ainda mais nos próximos anos.”



Dentre os fertilizantes utilizados para o desenvolvimento das plantas encontram-se os macronutrientes, que são aqueles utilizados em larga quantidade, sendo os principais: nitrogênio, fósforo e potássio. O papel do nitrogênio é a manutenção do crescimento da planta, a formação de aminoácidos e proteínas. O fósforo é responsável por auxiliar as reações químicas que ocorrem nas plantas, interferindo nos processos de fotossíntese, respiração, armazenamento e transferência de energia, divisão celular e crescimento das células. Já o potássio é importante para a manutenção de água nas plantas, formação de frutos, resistência ao frio e às doenças.

O cloreto de potássio é o adubo utilizado para reposição do potássio no solo. Esse sal é muito solúvel em água e fornece altos teores de íons K^+ . Entretanto, a solubilidade de um sal é bastante afetada pela temperatura (Tideal para o KCl : $20^\circ C$). Porém, no nosso inverno, essa aplicação ocorre em temperaturas mais baixas (entre $5^\circ C$ e $15^\circ C$).

A determinação da solubilidade média do cloreto de potássio nas temperaturas de nossa região que é rica em videiras é importante para os agricultores e, conseqüentemente, para economia local. **Sendo assim, qual é a solubilidade média do cloreto de potássio entre $5^\circ C$ e $15^\circ C$? Como essas baixas temperaturas podem afetar no propósito da adubação?"**



Após a leitura do texto os alunos em seus pequenos grupos buscarão hipóteses para responder aos questionamentos, relatando as mesmas em seus diários de bordo. Em seguida irão compartilhar com o grande grupo as hipóteses sugeridas e farão a análise para assim a professora explicar a ida ao laboratório para resolução das hipóteses.

Atividade 2) Os alunos discutirão o texto com seu grupo e deverão fazer a identificação:

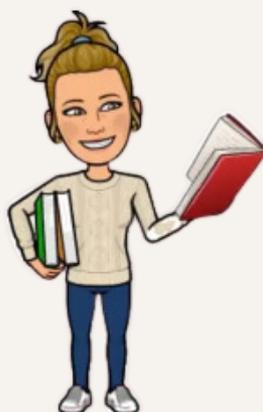
- a) do problema de pesquisa;
- b) das grandezas e suas respectivas unidades de medidas;
- c) das variáveis envolvidas, e se existe uma possível relação de dependência entre elas.

Em seguida a esta primeira etapa os alunos serão encaminhados ao laboratório como forma de investigar experimentalmente suas hipóteses em trios.

EXPERIMENTAÇÃO:

OBJETIVOS:

- **Reforçar o conceito de solubilidade**, trabalhado na aula anterior utilizando os rótulos de água
- **Elaborar a ideia** de que a concentração da solução varia em função da quantidade e da temperatura das substâncias que formam as soluções.
- **Construir a curva de solubilidade** do cloreto de potássio em função da temperatura.



As experiências de laboratório em química, assim como em outras ciências quantitativas, envolvem muito frequentemente medidas de massa e volume, que são posteriormente utilizados em cálculos.

Orientações aos alunos:

a) MEDIDAS DE MASSA

As balanças são instrumentos adequados para medir massas. O manuseio de uma balança requer muito cuidado, pois são instrumentos delicados e caros.

Durante a utilização, devem ser observados os seguintes cuidados gerais:

- manter a balança limpa;
- não colocar os reagentes diretamente sobre o prato da balança;
- os objetos a serem pesados devem estar limpos, secos e à temperatura ambiente;
- a balança deve ser mantida desligada caso não estiver sendo utilizada;
- nas balanças analíticas, os objetos devem ser colocados e retirados com a pinça e não com as mãos;
- o operador não deve se apoiar na mesa em que a balança está colocada.

b) MEDIDAS DE VOLUME

Para se efetuar medidas de volume, faz-se necessário a utilização de pipetas, provetas e buretas. As medidas de volume de um líquido com esses instrumentos são feitas comparando-se o nível do mesmo com os traços marcados na parede do recipiente. Na leitura do volume de um líquido usando-se um destes instrumentos, ocorre uma concavidade que recebe a denominação de menisco.

Procedimento experimental:

- Dirija-se ao local das balanças e pese em um papel encerado (ao lado da balança), 3,00g de cloreto de potássio.
- Transfira cuidadosamente o sal para um tubo de ensaio.
- Repita o mesmo procedimento para mais 3 tubos de ensaio conforme a tabela a seguir (não esqueça de numerar os tubos de ensaio com a caneta de retroprojeter):

Amostra	Massa de KCl (g)	Volume de água (mL)
1	3,00	10
2	3,25	10
3	3,50	10
4	3,75	10

- Com uma proveta, transfira 10 mL de água destilada para o tubo de ensaio contendo o sal.
- Agite com um bastão de vidro e reserve.
- Coloque os tubos numerados em um béquer de 150 mL contendo água (banho Maria).
- Coloque o béquer sobre uma chapa de aquecimento.
- Aqueça até a completa dissolução do sal em cada tubo de ensaio. CUIDADO ao manusear os materiais nessa etapa, pois a chapa, o béquer e os tubos estarão quentes!
- Desligue o aquecimento, retire um tubo de ensaio de cada vez (coloque sobre uma estante).
- Coloque os tubos de ensaio (um de cada vez) em um béquer de 250 mL com água e gelo em seu interior, conforme a necessidade;
- Meça a temperatura em que ocorrer a formação do primeiro cristal (cristalização) e anote na tabela abaixo:

Amostra	Massa de KCl (g)	Volume de água (mL)	Temperatura de cristalização (°C)
1	3,00	10	
2	3,25	10	
3	3,50	10	
4	3,75	10	

Ao final da experimentação investigativa a professora pedirá que os alunos façam todas as anotações sobre as possíveis discussões e análises da resposta às hipóteses em seus diários de bordo e façam a entrega do relatório da atividade prática.

ATIVIDADE 2 - 3º e 4º encontros: Momento interdisciplinar com Matemática

Para o desenvolvimento da presente proposta de inserção de um momento interdisciplinar mostra-se adequado e eficaz a utilização de aulas de química e uma contribuição matemática para a solução do problema inicial. Assim, de forma conjunta os professores de química e matemática planejam juntos suas aulas.

A professora de química, então, desenvolve os estudos do tema até o ponto da realização do experimento onde os estudantes ao anotar os dados do mesmo, dissolvendo e cristalizando o sal NaCl, estão munidos com o necessário para o desenvolvimento do segundo passo juntamente ao professor de matemática, quando ocorre a construção dos gráficos da função afim e a interpretação dos mesmos. Em um último momento a professora de química em sua aula analisa os conceitos químicos estudados com uma ferramenta matemática. Esse procedimento proporciona a possibilidade de os estudantes perceberem os conhecimentos escolares de forma integrada e ampla.



ATIVIDADE 2 - 5º e 6º encontros: Sistematização e contextualização

Assim que os alunos retornam a professora iniciará a aula projetando as curvas de solubilidade para análise da curva de solubilidade do sal KCl. Dando sequência aos estudos a professora fará a sistematização do conhecimento através da aula expositiva dialogada, usando o artigo através do link, que contém alguns aspectos:

https://acervodigital.unesp.br/bitstream/123456789/39958/6/qui_m4d8_tm02_box2.pdf

Para contextualizar e avaliar os alunos a professora fará uso do simulador phet.

Objetivos:

- **Retomar os conceitos** discutidos nas aulas, sobre soluções, analisando simulações de experimentos práticos;
- **Perceber como** as quantidades de soluto e solvente influenciam na saturação de uma solução, a partir dos resultados produzidos nas simulações.

Etapa 1) Acesse o link

https://phet.colorado.edu/sims/html/concentration/latest/concentration_pt_BR.html

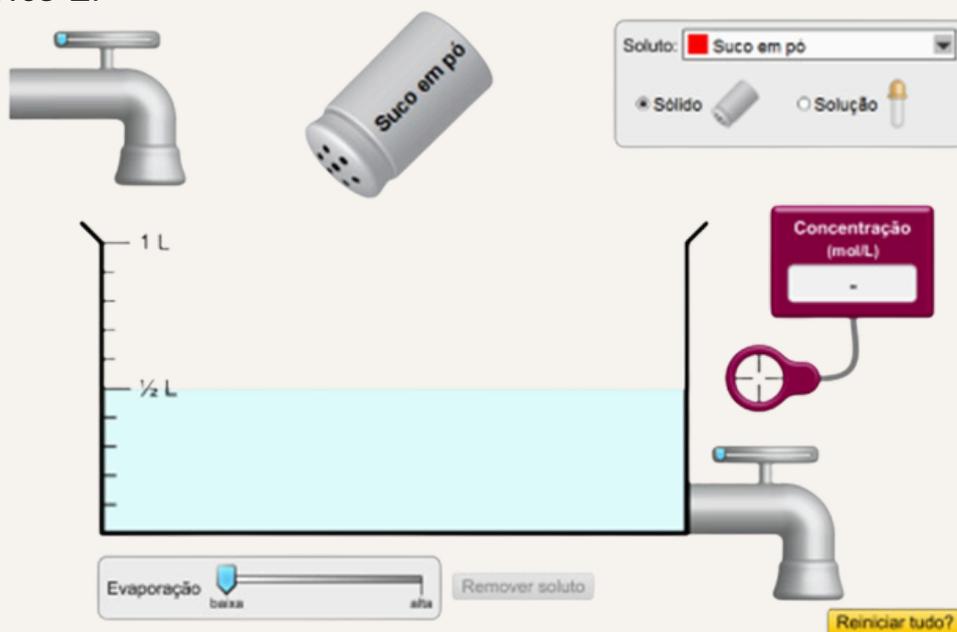
Etapa 2) Antes de iniciar a simulação defina os seguintes termos

- a) Solução Insaturada;
- b) Solução Saturada;
- c) Solução Supersaturada;
- d) Solubilidade;
- e) Concentração em massa;
- f) Soluto;
- g) Solvente;
- h) Concentração molar.

Etapa 3) Cálculos de concentração utilizando a expressão da concentração molar.

Procedimento

Experimento 1:



1. Encha o reservatório de 1 L e escolha o soluto. Misture e arraste o medidor de concentração para dentro do reservatório.
2. Adicione soluto até obter uma solução com concentração aproximada de 2 mol/L. Anote a concentração exata na Tabela de Dados 1.
3. Reduza o volume de água até aproximadamente 0,50 L. Observe o efeito sobre a concentração e responda a pergunta 1.
4. Clique em “Reiniciar tudo”.

Experimento 2:

1. Escolha o soluto (sólido) nitrato de cobalto (II). Anote na Tabela de Dados 1 a sua fórmula química e sua massa molar.
2. Encha o reservatório até a marca de 900 mL. Observe que cada marca corresponde a 100 mL
3. Novamente adicione soluto até uma concentração aproximada de 2 mol/L. Anote a concentração exata na Tabela 1.
4. Caso a solução sature antes de alcançar esta concentração, escreva a palavra "saturada" na coluna da concentração e risque o restante da linha na Tabela de Análise. Vamos discutir saturação na parte 2.

Tabela de Dados 1					Análise da Tabela 1	
Soluto	Fórmula química	Massa molar (g/mol)	Volume de água (L)	Concentração molar (mol/L)	Mols de soluto (mol)	Massa soluto (g)
Suco			1			
Nitrato de cobalto II			0,9			
Cloreto de cobalto			0,8			
Dicromato de potássio			0,7			
Cromato de potássio			0,6			
Cloreto de níquel II			0,5			
Sulfato de cobre			0,4			
Permanganato de potássio			0,3			

5. Clique em “Reiniciar tudo”.

Etapa 4) Saturação

Procedimento

1. Drene o tanque. Escolha a solução conta-gotas de nitrato de cobalto (II) e encha o tanque até 0,50 L. Esta solução está quase saturada. Adicione um pouco mais de soluto sólido até chegar a uma solução saturada de nitrato de cobalto (II). Na Tabela de Dados 2, registre "Concentração no Ponto de saturação (mol/L)".
2. Adicione soluto até formar corpo de fundo e responda a pergunta 1.
3. Repita o procedimento para cada soluto (exceto para o suco) utilizando 0,50 L de cada vez.

Questões

1. Sem adição de qualquer novo soluto, qual é o efeito da drenagem sobre a solução?
2. Qual soluto é necessário a maior massa para atingir a concentração de 2 mol/L?
3. Qual(is) soluto(s) satura(am) antes de atingir a concentração de 2 mol/L ?

Tabela de Dados 2		Análise da Tabela 2	
Soluto	Concentração no ponto de saturação (mol/L)	Mols de soluto necessários para saturar a solução (mol)	Massa soluto necessária para saturar a solução (g)
Suco			
Nitrato de cobalto II			
Cloreto de cobalto			
Dicromato de potássio			
Cromato de potássio			
Cloreto de níquel II			
Sulfato de cobre			
Permanganato de potássio			

Análise

1. Calcular o número de mols de soluto necessário para saturar a solução. Utilize a expressão da concentração molar e anote o resultado na Tabela 2.
2. Calcule a massa em gramas de soluto necessária para saturar a solução. Utilize a massa molar e registre seus resultados na Tabela 2.

Questões

1. Quando a solução satura, o soluto sólido adicionado não se dissocia. O que acontece com o excesso?
2. Como você pode "supersaturar" estas soluções evitando que ocorra a precipitação de cristais?

Orientações:

- a) Realize as atividades sugeridas em cada etapa esclarecendo suas dúvidas sempre que necessário.
- b) Como forma de avaliação cada aluno deverá postar no Moodle o detalhamento das atividades acima e responder:

1) Descreva as relações entre a quantidade de soluto, volume de solução, cor da solução e concentração da solução.

2) O que acontece com a concentração de uma solução quando o volume da solução diminui?

3) Prever como a concentração da solução mudará para qualquer ação (ou combinação de ações) que adicione ou remova água, soluto ou solução e explique por quê.

ATIVIDADE 3 - 1º e 2º encontros: Problema e experimentação

De acordo com a BNCC, busca-se atingir as seguintes habilidades nos alunos:

- **(EM13CNT104)** Interpretar os resultados e realizar previsões sobre preparação, concentração e propriedades das soluções, com base na dosagem e fabricação de medicamentos, na base nutricional e preparo de alimentos, no manejo do solo na agricultura entre outros contextos.
- **(EM13CNT107)** Realizar previsões ou construir dispositivos eletroquímicos com base em conceitos físicos e químicos para interpretar resultados sobre o potencial eletroquímico, percebendo os fenômenos deste tipo relacionados com o cotidiano.

A primeira SEI foi iniciada com a entrega de rótulos de água para os alunos e perguntado se os rótulos eram iguais, de mesma marca, as quantidades. Já na avaliação diagnóstica foi usado um suco em pó de laranja para que os mesmos analisassem a embalagem. Esta terceira atividade busca uma SEI com nível de abertura 3 (três), onde é dado um problema e o material e os participantes são responsáveis por escolher os procedimentos, a forma de coleta e análise de dados e as conclusões (KASSEBOEHMER, HARTWING e FERREIRA⁴, 2015 apud ROSALINO; SILVA; KASSEBOEHMER, 2018).

A aula abordará questões voltadas ao estudo de concentração e visa identificar conhecimento sobre soluto, solvente solubilidade, dissolução e cálculos de soluções.

O vídeo intitulado: “Conheça o trajeto do suco de laranja do pé à mesa” acessado em será abordado no início da aula e atuará como organizador avançado. A esse respeito Ausubel (2003) descreve que um organizador avançado pode ser utilizado, pois em muitos casos os alunos precisam de um estímulo, ou seja, caso o conteúdo a ser ministrado não despertar seus interesses, o organizador avançado pode trazer uma preparação e com isso facilitar a assimilação dos novos conceitos, evitando uma possível rejeição.

O vídeo em questão mostra a preparação do suco de laranja desde a colheita da fruta até seu envasamento, trazendo informações sobre concentração, controle de qualidade, informações no rótulo sobre quantidade entre outros. Após a revisão, utilizando os conhecimentos já adquiridos pelos alunos será dado a seguinte problemática:

"Tratar sobre a Química do suco artificial é falar sobre todas as substâncias que fazem parte da sua composição, bem como a especificação da ação de cada uma delas na formulação desse produto industrializado tão consumido pela população. Temos acesso fácil a sucos artificiais de várias marcas e sabores no mercado. Muitas são as pessoas que consomem esse tipo de produto diariamente sem conhecer muito bem os componentes utilizados na sua fabricação.

Como se trata de um produto artificial, o que menos se encontra nele é a fruta propriamente. Esse tipo de suco não passa de uma mistura de açúcares, corantes e conservantes sem qualquer valor nutricional. Infelizmente, mais de 70 % do seu conteúdo é açúcar. Porém, neste texto, não vamos dar enfoque na natureza nutricional do suco em pó, mas, sim, na sua composição química."

De acordo com a embalagem (imagem..), faz-se algumas indagações:



CURITIBA/PR - CNPJ Nº 33.033.028/0020-47. INDÚSTRIA BRASILEIRA.

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL

PORÇÃO DE 5,0 g (1/2 COLHER DE SOPA)***

QUANTIDADE POR PORÇÃO	%VD (*)	
VALOR ENERGÉTICO	18 kcal = 76 kJ	1
CARBOIDRATOS, DOS QUAIS:	4,1 g	1
AÇÚCARES	3,9 g	**
PROTEÍNAS	0 g	0
GORDURAS TOTAIS	0 g	0
GORDURAS SATURADAS	0 g	0
GORDURAS TRANS	0 g	**
FIBRA ALIMENTAR	0 g	0
SÓDIO	23 mg	1
ZINCO	1,1 mg	15
VITAMINA C	6,8 mg	15
VITAMINA D	0,75 µg	15

(*) % VALORES DIÁRIOS DE REFERÊNCIA COM BASE EM UMA DIETA DE 2.000 kcal OU 8.400 kJ. SEUS VALORES DIÁRIOS PODEM SER MAIORES OU MENORES DEPENDENDO DE SUAS NECESSIDADES ENERGÉTICAS. (**) VALORES DIÁRIOS DE REFERÊNCIA NÃO ESTABELECIDOS. (***) QUANTIDADE PARA PREPARAR 200 ml.

<http://cozinhadol>

- “Se tivesse que escolher entre um suco natural e industrializado para consumir, qual você escolheria, por quê?”
- “Um suco de laranja deve ser feito em 1 litro de água. Caso seja preparado utilizando-se 500 mL de água o suco ficará mais forte ou fraco? Se for adicionado mais água o sabor do suco irá mudar?”
- “O suco pode ser considerado uma solução?”

Após observação das embalagens e leitura do texto os alunos em seus pequenos grupos buscaram hipóteses baseados em seus conhecimentos e que apresentem sugestões para resolução das indagações citadas acima. (A suposição da autora é que os alunos sugeriram a experimentação e conseqüentemente a resolução da concentração através de fórmulas matemáticas). Em seguida acontecerá no grande grupo as discussões das sugestões dos alunos e de uma proposta de método de análise de concentração.

EXPERIMENTAÇÃO:

A execução de todas as atividades deste estudo no laboratório de Química seguiu o seguinte padrão:

- (a)** Recebimento e acomodação dos alunos no espaço, e colocação do jaleco;
- (b)** Agrupamento dos alunos em duplas e o trio. Eles mesmos conduziam a escolha, por afinidade.
- (c)** 1º momento da aula: instruções gerais (fala do professor);
- (d)** 2º momento da aula: desenvolvimento da atividade;
- (e)** 3º momento da aula: socialização e discussão dos resultados;
- (f)** 4º momento da aula: considerações finais pelo professor.

OBJETIVOS

- Realizar experimentos que proporcionem um aprofundamento na compreensão dos conceitos sobre diluição de soluções.
- Identificar evidências de diluição a partir de experimentos.
- Relacionar a atividade prática com atividades cotidianas.

Ao entrarem no laboratório a professora deixará na bancada:

- 5 garrafas plástica iguais.
- Suco em pó.
- Água.

Espera-se que os alunos busquem fazer preparo e diluições, bem como usar de cálculos para descobrir diferentes concentrações.

Atividade 3 - 3º e 4º encontros – Sistematização e Conclusões

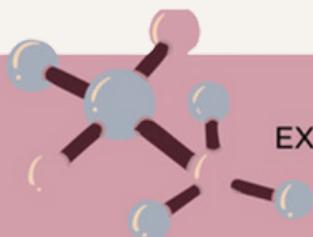
A aula expositiva dialogada foi ministrada após o término da atividade experimental de forma a entregar aos alunos um artigo para estudo.

https://cabecadepapel.com/sites/colecaoaiq2011/QNEsc32_2/08-PE-5207.pdf

Nesta etapa a professora retomará os diários com as análises e discussões dos alunos ao final da experimentação e fará algumas indagações:

- I. Como vocês resolveram o problema?
- II. Porque vocês acham que deu certo ou errado?
- III. Quais as possíveis explicações sobre os acontecimentos ao longo do experimento?

De forma individual os alunos deverão entregar um mapa mental sobre Soluções. (segue um modelo esperado)



EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA
NO ENSINO DE QUÍMICA

Bibliografia

AUSUBEL, D. P. Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano, 2003. v. 1.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: Acesso em: 4 maio. 2022.

CARVALHO, A. M. P. de. Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

DEWEY, J. Como pensamos: como se relaciona o pensamento reflexivo com o processo educativo (uma reexposição). 4. ed. Trad. de Haydée Camargo Campos. São Paulo: Nacional, 1959.

Gil, Antônio Carlos, 1946- Como elaborar projetos de pesquisa/Antônio Carlos Gil. - 4. ed. - São Paulo : Atlas, 2002

Pella, M. O. (1969). The Laboratory and Science Teaching. In H. O. Andersen. Reading in Science Education for the Secondary School. London: MacMillan