



# PRODUTO EDUCACIONAL

MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM  
REDE NACIONAL



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

ARTUR SILVEIRA BOTELHO

PRODUTO EDUCACIONAL  
SEQUÊNCIA DIDÁTICA BASEADA EM MODELAGEM PARA  
ABORDAR O CONTEÚDO DE INTERAÇÕES  
INTERMOLECULARES NA 1ª SÉRIE DO ENSINO MÉDIO

Produto educacional apresentado à coordenação do Programa de Mestrado em Ensino Profissional de Química em Rede para fins de qualificação como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Química.

Orientadora: Profa. Ivoneide de Carvalho Lope Barros.  
Coorientadora: Profa. Analice de Almeida Lima

Recife – PE  
2021

## APRESENTAÇÃO

Devido a grandes inquietações ao longo de, aproximadamente, quatro décadas em sala de aula ensinando química, em que venho acompanhando a dificuldade de compreensão e de entendimento dos estudantes nos assuntos abordados na disciplina de Química, especialmente devido à sua natureza abstrata, percebo que nós professores buscamos incessantemente encontrar uma metodologia de ensino-aprendizagem, que possa vir a facilitar a compreensão dos conceitos científicos envolvidos nessa Ciência. Enfrentamos um desafio diário em conscientizar nossos estudantes da importância da Química como sendo uma ciência essencial no nosso dia a dia, a qual está intrinsecamente ligada com a sociedade, ao possibilitar um saber necessário que irá contribuir para que essa mesma sociedade possa se desenvolver nas diversas áreas de atuação dessa disciplina, como na saúde, na alimentação, no meio ambiente, nas novas tecnologias, na indústria, dentre outras. Assim sendo, a intenção é contribuir para uma melhor formação do indivíduo para que ele tenha uma visão mais crítica e reflexiva, tornando-se um ser pensante, responsável e capaz de solucionar problemas do seu cotidiano.

O que se pretende nessa mediação pedagógica, é introduzir uma metodologia que possa vir a facilitar a compreensão do estudante no ensino de Química, de forma que ele se torne um indivíduo ativo e participativo do seu próprio processo de aprendizagem.

Quando os conceitos de forças intermoleculares são tratados em sala de aula, é observado uma confusão dos estudantes, pela não compreensão da existência das forças que unem as moléculas (interações intermoleculares), acreditando que só exista ligação entre os átomos (interações intramoleculares), e dessa maneira ao tratarmos da mudança de estado físico, não é percebido por eles que as estruturas das moléculas não sofrem quebra interna de suas ligações, e que apenas aquelas ligações existentes entre elas é que serão rompidas

Nesse sentido, o presente produto educacional está propondo uma intervenção didática, utilizando modelos no processo de construção do conhecimento do conteúdo

de interações intermoleculares, com o intuito de despertar não só o interesse em compreender essa temática abordada, mas também em descrever seus conceitos com mais coerência e criticidade.

Logo, a partir de experimentos e vídeo, que serão realizados e/ou observados pelos estudantes, foi priorizado para o processo de aprendizagem a proposta que está em consonância com o Ensino Fundamentado em Modelagem (EnFM), considerando a participação ativa dos estudantes na elaboração dos seus modelos e no envolvimento de atividades de modelagem a partir da sequência didática conduzida pelo professor pesquisador, a fim de que o aprendiz possa desenvolver suas habilidades procedimentais e cognitivas

Desta forma, procuramos compartilhar com os professores de nível médio que ensinam Química e áreas afins, este material de cunho pedagógico, com a esperança de poder contribuir com a prática da docência em sala de aula.

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	5
2 METODOLOGIA.....	11
2.1 Procedimento metodológico.....	15
2.2.1. Planejamento da sequência didática.....	15
3 SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	18
4.REFERÊNCIAS.....	33
APÊNDICES.....	35
APÊNDICEA.....	35
APÊNDICE B.....	36

# 1 INTRODUÇÃO

Por que foi escolhido a temática de interações intermoleculares?

A maneira como os estudantes interpretam as interações intermoleculares, abre caminhos para o entendimento de vários outros fenômenos. Isto porque o estudo das interações intermoleculares se inter-relaciona e/ou promove a compreensão de conceitos como solubilidade, viscosidade, temperatura de fusão e ebulição, tensão superficial, densidade, entre outras (JUNQUEIRA; MAXIMIANO, 2020). Entretanto, esse conteúdo é comumente abordado de forma tradicional, fazendo uso de livros didáticos que apresentam modelos representativos prontos, em que o estudante não tem acesso ao processo de construção, nem ao que o fundamentou, gerando dúvidas e concepções errôneas sobre a temática interações intermoleculares.

Braibante, Miranda e Pazinato (2017), após análise e classificação desse tema em revistas nacionais e internacionais, tanto em nível básico quanto superior, destacaram nas seguintes declarações, algumas concepções alternativas recorrentes dos estudantes:

- Não há diferenças significativas entre as forças intermoleculares e as ligações químicas (COOPER et al., 2015);
- Existe ligação de hidrogênio em todas as moléculas que possuem hidrogênio e a força dessa interação é medida pela quantidade de hidrogênios que a molécula possui, por exemplo, as interações entre as moléculas do  $\text{CH}_4$  são mais intensas do que as do  $\text{NH}_3$  (GALAGOVKY et al., 2009);
- Há quebra das ligações químicas quando um sólido funde (SMITH; NAKHLE; 2011);

- No processo de ebulição, as moléculas de água são quebradas e as bolhas observadas são efeitos dos átomos de oxigênio e hidrogênio (SCHMIDT et al., 2009);

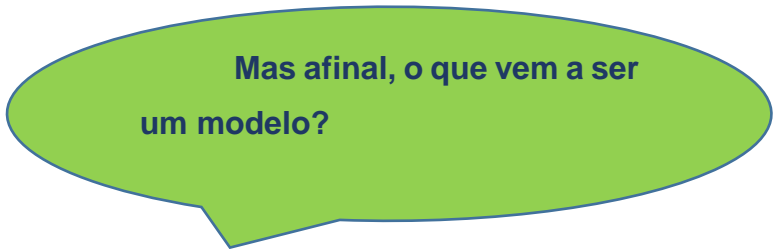
Junqueira e Maximiniano (2020), após alguns estudos observando estudantes do Ensino Médio, perceberam que os estudantes apresentavam muitas dificuldades em compreender a relação das propriedades físicas das substâncias com as forças intermoleculares, além de aventurarem que as interações intermoleculares eram mais intensas do que as intramoleculares.

Diante dessas dificuldades presentes com os estudantes, surge a necessidade de se desenvolver novas metodologias que possam contribuir para que haja uma melhor compreensão desse tema.

O ensino fundamentado em modelagem mostra-se como uma possível alternativa para o desenvolvimento dos conceitos de interações intermoleculares, já que o estudante passa a ser um indivíduo ativo e envolvido o tempo todo em cada uma das etapas desse processo (JUSTI, 2010).

Esse tipo de ensino cria uma circunstância favorável à compreensão no entendimento do conhecimento científico. Para Maia (2009, p. 23) isto ocorre porque elaborar um modelo implica em:

buscar selecionar e integrar itens que são considerados relevantes no contexto de uma questão particular, gerar hipóteses que deverão originar um modelo inicial, o qual será submetido a um ciclo de testes, revisão e reelaboração até a produção de descrições e explicações satisfatórias para a questão.



**Mas afinal, o que vem a ser  
um modelo?**

Segundo Justi (2010), nas diversas áreas das ciências, não existe somente uma definição para modelos, no entanto, é admitido que em nenhuma conjuntura científica um modelo é um protótipo a ser seguido ou um modelo é uma repetição de qualquer coisa.

A palavra modelo pode ter vários significados, no entanto, será trabalhado nesta pesquisa a posição teórica de Gilbert, Boulter e Elmer (2000), quando define que, um modelo é uma forma de representar um objeto, fenômeno, ideia, evento, processo, cuja elaboração é desenvolvida com propósitos específicos. Ademais, devido ao modelo ser considerado fracionado e inacabado, ele se torna uma representação não plenamente verdadeira da realidade, além de ser apresentado com muitas limitações



**E qual seria o propósito de um modelo?**

Na química, de acordo com Justi (2010, p. 212), os modelos têm como propósitos principais:

- Simplificar as entidades de difícil compreensão de tal maneira que facilite o entendimento das mesmas
- Facilitar a comunicação das ideias
- Favorecer a visualização de entidades abstratas
- Fundamentar a proposição e a interpretação de experimentos sobre a realidade
- Ser um conciliador entre a realidade modelada e os conceitos sobre ela.

Os modelos têm grande importância na disciplina de Química, pois são capazes de auxiliar na compreensão dos fenômenos de difícil entendimento, de propiciar uma melhor concepção de estruturas abstratas, de aproximar o conhecimento científico com a realidade, dentre outras.

De acordo com Lima, Silva e Souza (2017, p.1), um modelo é entendido como “uma forma de representar, de maneira simplificada, um objeto, evento, sistema, ideias, com finalidades descritivas, explicativas ou preditivas”.

Segundo Justi e Gilbert (2000), no transcorrer da produção de um modelo até a sua socialização é observado a existência de diversos tipos de modelos, os quais devem ser compreendidos com a tipologia associada aos mesmos e também à maneira como se formam, sendo conhecidos como:

- **Modelo Mental** – É o modelo inicial e tem origem a partir de uma atividade mental. Esse modelo é inerente a quem o criou, ou seja, é uma representação restrita e pessoal, podendo ser elaborado em grupo ou individualmente, no entanto é intangível a outras pessoas.
  - **Modelo Expresso** – É a forma de externar o modelo mental através de um modo de representação, podendo ser concreto, visual, verbal, gestual, simbólico, dentre outros, sendo esse socializado com outras pessoas.
  - **Modelo Consensual** – É o modelo que se torna um consenso dentro de um grupo ou de vários grupos sociais.
  - **Modelo Científico** – É quando ocorre a aceitação do modelo de consenso dentro de um grupo de cientistas.
  - **Modelo Histórico** – É quando o modelo científico é construído em um ambiente específico, mas que é colocado à margem pela ciência.
  - **Modelo de Ensino ou Didático ou Pedagógico** – É um modelo que vai auxiliar na aprendizagem dos estudantes, pois além dos objetos levados para sala de aula pelo professor, ele também irá fazer uso de outros insumos que irão ajudar nessa aprendizagem, tais como: gráficos, esquemas, analogias, dentre outros.

Quando se ensina em ciências a elaboração dos conceitos científicos, os modelos são essenciais na metodologia do ensino-aprendizagem, a começar pela elaboração de modelos mentais que são próprios de cada pessoa e que só estão presentes na mente de cada indivíduo (BORGES, 1999). E na busca do conhecimento, a idealização do modelo mental deve estar bem perto dos modelos científicos (CALDAS et al, 2015).



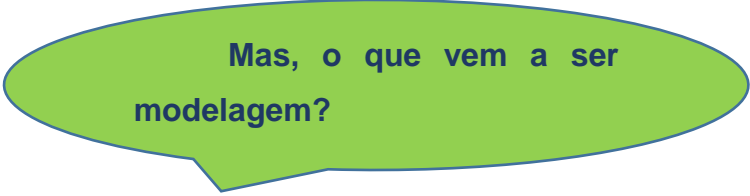
Uma maneira pelo qual o modelo científico pode ser conhecido é denominado de modo de apresentação, que também é chamado de modelo didático, no entanto, seja qual for a versão do modelo, eles são retratados pelo uso de um ou mais modos de representação, o que torna um pouco mais complicado o ensino das ciências (GILBERT, 2004). Sendo assim, as cinco formas de expressar os modelos são:

- **Modo concreto (ou material): designado por ferramenta tridimensional. Ex: representação molecular com o modelo bola-imã.**
- **Modo verbal: é baseado na explicação de entidades e da ligação entre ela e o modelo. Ex: a natureza das bolas e paus na representação pau e bola.**
- **Modo simbólico: é aquele montado por símbolos e fórmulas. Ex: as equações inseridas no estudo da Química.**
- **Modo visual: utiliza diagramas, animações e gráficos originando representações bidimensionais.**
- **Modo gestual: o corpo humano ou parte dele é utilizado como representação dos movimentos. Ex: na ligação metálica utilizando os alunos em movimento na formação do mar de elétrons.**

O presente Produto Educacional está propondo uma intervenção didática utilizando modelos no processo de construção do conhecimento químico relacionado às interações intermoleculares. Este produto tem o intuito de despertar não só o interesse em compreender o conteúdo de interações intermoleculares e dessa forma descrever conceitos com mais coerência e criticidade (GOMES et al,2016), como também promover interações pessoais e sociais previstas de se estabelecerem entre os estudantes, quando da realização das atividades em grupo, tornando-os mais participativos e interacionista.

Nessa aprendizagem, o uso da modelagem é um caminho que dará oportunidade ao estudante pensar, manusear, utilizar, construir, reformular e validar modelos para explicar fenômenos e resolver problemas. Essa forma de abordagem

poderá ser trabalhada em diferentes unidades temáticas no ensino das Ciências, dando a oportunidade de se ter um melhor entendimento científico, ao estabelecer uma ligação através dos símbolos entre o estudante e os conteúdos e conceitos (AMADOR et al, 2018), desta forma o processo de aprendizagem tornar-se-á mais significativo, interdisciplinar, motivacional e mais próximo do dia a dia e da realidade do estudante, com a intenção de se trabalhar com as habilidades e competências que são estabelecidas na Base Nacional Comum e Curricular (BRASIL, 2018).



**Mas, o que vem a ser  
modelagem?**

O termo “modelagem” pode apresentar inúmeras definições. Segundo o Dicionário Online de Português (Disponível em: < <https://www.dicio.com.br> >. Acesso em: 20/01/2021), a modelagem é um substantivo feminino e o seu significado é “uma ação ou efeito de modelar; modelação”. Já para Justi (2015), a modelagem é um método de construção de modelos. Quando se analisa de maneira mais específica a modelagem, há a necessidade de ser incluída a validação e a aplicação de modelos e não somente a sua produção. No entanto, a modelagem pode ser abordada a partir de diversas teorias.

Pode-se destacar também que, a modelagem é uma maneira que o aprendiz pode utilizar para tornar conhecido o pensamento ou a ideia do conteúdo a ser esclarecido. De acordo com Maia (2009, p. 22), a modelagem pode ser entendida como um “ato ou processo de criar, testar e reformular modelos para um fenômeno, evento ou ideia através da seleção, interpretação, compreensão e integração de aspectos relevantes para descrever e explicar o comportamento do mesmo”.

Nesse contexto, este produto educacional apresenta os objetivos apresentados a seguir.

## 2 METODOLOGIA

### 2.1 SEQUÊNCIA DIDÁTICA

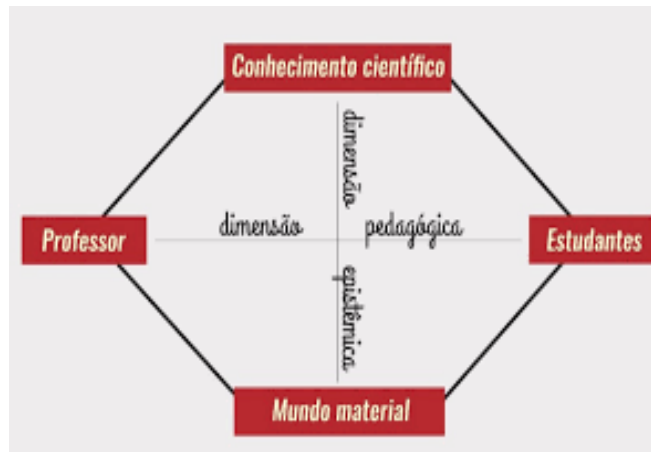
Segundo Leal (2011), a sequência didática é uma estratégia utilizada na educação adquirida por mediações planejadas passo a passo, pelo professor, com a intenção de tornar o processo de ensino e de aprendizagem de um determinado conteúdo, mais aprazível no que cerne a construção do conhecimento por parte do estudante, sobre a temática abordada. Já para Zabala (1998) a sequência didática é

um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que tem um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos. (Zabala, 1998, p. 18).

Enquanto estratégia de ensino, o que se prioriza, são as atividades desenvolvidas e preparadas através de uma sequência coerente para que o conhecimento possa ter uma evolução. Por meio da aplicação dessa estratégia, o professor visa estimular a relação entre o professor e o estudante, bem como a interação do estudante com outro estudante, ou seja, busca promover um maior comprometimento entre os sujeitos envolvidos nas atividades pedagógicas, e conseqüentemente, no desenvolvimento do aprendizado destes.

No modelo desenvolvido por Méheut (2005), foi observado na sequência didática a presença de quatro elementos: mundo material, aluno, professor e conhecimento científico, aos quais foram relacionados dois eixos, que representam a dimensão epistêmica e a dimensão pedagógica. A epistêmica, que tem como proposta didática estabelecer uma relação do conhecimento científico e mundo material; e a pedagógica, que vai proporcionar a interação entre o estudante e o professor ou entre o estudante e o estudante, como podemos observar na Figura 1

Figura 1 . Losango didático de Méheut (2004)



A elaboração de uma sequência didática (SD) vai fornecer um recurso metodológico, que vai viabilizar a construção de um planejamento etapa por etapa, ou momento por momento, de forma a alcançar os objetivos de processo de ensino e de aprendizagem.

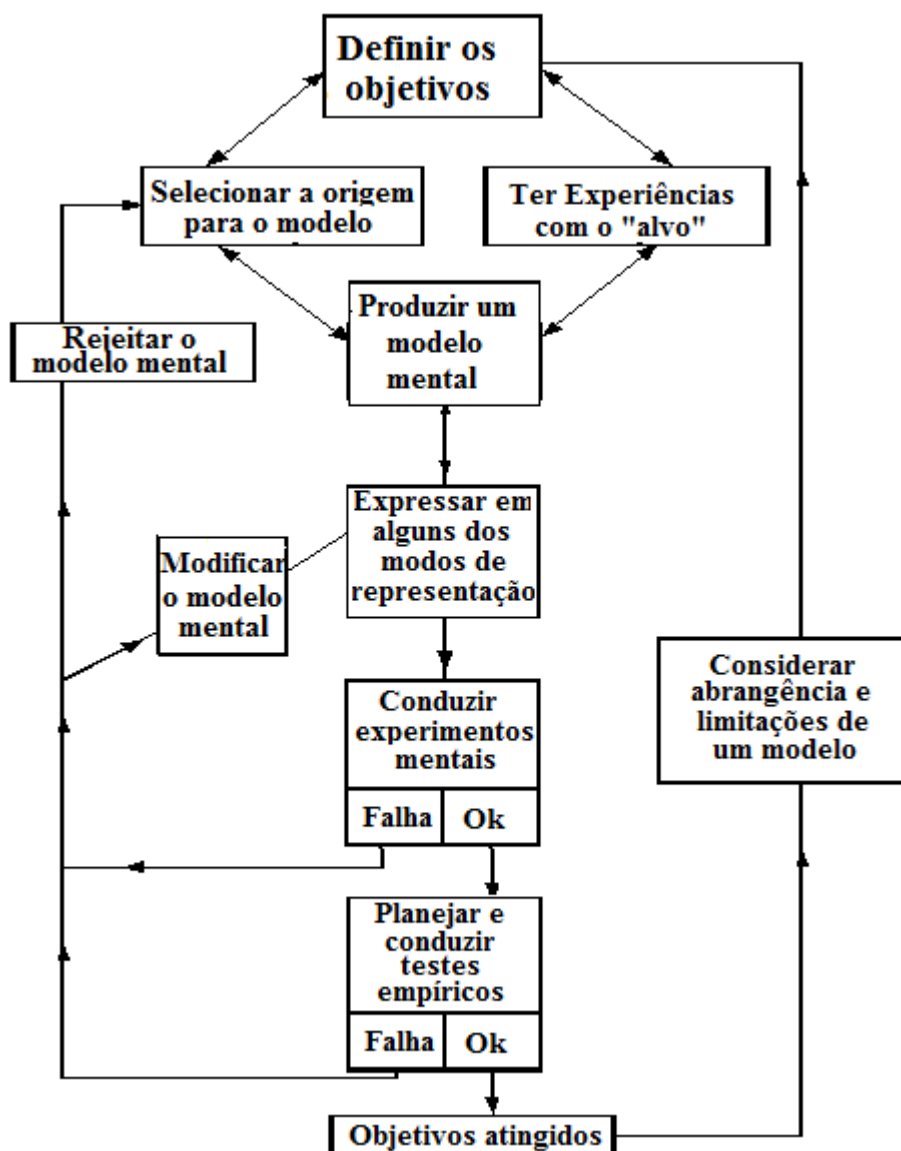
A proposta da SD deste estudo está em consonância com o ensino fundamentado em modelagem desenvolvido por Justi (2010), considerando a participação ativa dos estudantes na elaboração dos seus modelos e no envolvimento de atividades de modelagem a partir da sequência didática conduzida pelo professor pesquisador. Dessa maneira, tem-se uma grande oportunidade para que o processo de análise científica seja fortalecido em suas habilidades e compreensão, uma vez que, ao projetar um modelo, em princípio, ocorre um processamento da escolha e inclusão de itens que são julgados importantes por uma ocasião individual (JUSTI; MAIA, 2009).

Além disso, a estratégia de ensino envolvendo a construção de modelos (modelagem) é dinâmica e bastante criativa, e requer muitas aptidões, por isso os pesquisadores têm o entendimento que algumas etapas são pertinentes ao processo.

Para o procedimento envolvendo a modelagem, Justi e Gilbert (2002, p.371) desenvolveram um diagrama constituído por etapas, o qual foi denominado de “Diagrama Modelo de Modelagem” (DMM) e que medeiam a produção do conhecimento científico. Esse diagrama, no qual as etapas se inter-relacionam estão estruturadas na representação da figura 2.

De acordo com Maia (2009), o diagrama não tem como propósito a criação de sequência exclusiva na condução da elaboração de um modelo. O DMM foi estruturado em função da análise de construção de modelos na ciência, portanto todos os passos presentes no diagrama são fundamentais e característicos à produção de modelos, que normalmente são realizados de maneira consciente pelo pesquisador (cientista) ou por estudante e aprendizes

Figura 2: Principais etapas envolvidas no Diagrama Modelo de Modelagem (DMM).



Fonte: Justi e Gilbert (2002, p. 371)

Fazendo uma breve descrição das etapas envolvidas no DMM, pode-se dizer que a elaboração de um modelo é principiada pela observação do fenômeno que se deseja estudar, por isso é de fundamental importância que se tenha um objetivo do que se deseja modelar. Após a definição do objetivo, o indivíduo irá desenvolver um modelo mental para seu objeto de investigação, levando em consideração as peculiaridades sobre o fenômeno que será estudado com a utilização de dados teóricos ou experimentais que possam facilitar na produção de seu modelo mental inicial. Ainda nessa etapa, segundo Lima (2007, p.72), “a criatividade e o pensamento crítico conduzem a elaboração do modelo mental”.

Já que o modelo mental é inerente apenas ao indivíduo que o criou, ele deve procurar alguma forma de externar esse modelo utilizando um modo de representação (concreto, visual, verbal, gestual, matemático, computacional), que seja capaz de interagir, ou seja, sociabilizar com os outros (MAIA, 2009). A etapa em questão é definida como expressão do modelo. Durante esse processo existe a possibilidade de transformação tanto do modelo expresso quanto do modelo mental, até o instante em que um esteja adequadamente em compatibilidade com o outro.

Em um outro momento, esse modelo elaborado expresso deverá ser submetido à etapa de testes que podem ocorrer de duas formas: via experimentos mentais ou por meio de planejamento e execução de testes empíricos. A caracterização dessa etapa se dá pela ocorrência incessante ou alternada desses dois tipos de testes ou pela aplicação de um único tipo de teste (MAIA, 2009). No entanto, isto estará na dependência da entidade modelada, ou seja, em função do modelo que se está sendo trabalhado, como também da disponibilidade de recursos necessários à realização dos testes empíricos, ou do conhecimento de todos os indivíduos participantes do processo.

Caso ocorra alguma falha do modelo quando da aplicação dos testes, é possível retornar as etapas anteriores e propor mudanças no modelo elaborado, ou ainda poder rejeitá-los. Entretanto, se o modelo apresentado for bem-sucedido na etapa de testes, isso significará que o objetivo para qual ele foi proposto, foi alcançado.

Nessa condição, o modelo deverá ser exibido para outras pessoas que deverão reconhecer ou não a sua validade, através da constatação de sua aplicabilidade em outras conjunturas (JUSTI; SOUZA, 2010). Essa etapa é essencial para que sejam abordadas as limitações do modelo como também suas abrangências. Nesta etapa, é

importante ficar evidente que o modelo é uma criação do ser humano, que é passível de modificações e com limitações bastante peculiares.

Outro aspecto que deve ser considerado no diagrama, é que o processo de modelagem é bastante dinâmico e não linear. De acordo com Maia (2009) e Justi e Souza (2010), isso torna-se bastante claro, quando é observado na figura as chamadas setas duplas, que mostra a inter-relação entre as etapas, ou seja, a influência que uma etapa poderá ocasionar na outra.

## 2.2 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

### 2.2.1 Planejamento da sequência didática

A elaboração da sequência didática na perspectiva do “Diagrama Modelo de Modelagem” (DMM) desenvolvido por Justi e Gilbert (2002) será estruturada por meio de quatro encontros, perfazendo um total de oito aulas e mais um encontro para a avaliação final com duração de 50 minutos, de acordo com os quadros 1 e 2, respectivamente.

Quadro1: Resumo das atividades associadas ao diagrama DMM (figura 1).

<b>Encontro</b>	<b>Atividade</b>	<b>Descrição</b>	<b>Objetivo destacado no diagrama DMM</b>
1º Encontro (aulas 1 e 2). Tempo previsto: 100 minutos.	1. Identificação de conhecimentos prévios dos estudantes sobre interações intermoleculares e assuntos correlacionados	Na aula inicial será apresentado a proposta de “ensino fundamentado em modelagem”. Em seguida, os estudantes responderão um questionário diagnóstico, com o objetivo de identificar os seus conhecimentos sobre as interações intermoleculares e assuntos correlatos. Posteriormente, será explicado a metodologia a ser utilizada (modelagem) e será feito o uso do modelo da caixa fechada para compreensão dos estudantes do que seja um modelo.	Ter compreensão de modelo e modelagem

<p>2º Encontro (Aulas 3 e 4) Tempo previsto 100 minutos.</p>	<p>2. Realização de um experimento associado ao fenômeno de interações intermoleculares.</p>	<p>No início da aula, será estabelecida a divisão dos grupos e entregue um roteiro experimental contendo o procedimento do experimento a ser realizado em grupo, intitulado: "Por quê a agulha flutua sobre a água?". Os grupos serão orientados para discussão do fenômeno observado até que cheguem num consenso para a elaboração de um modelo mental que represente o fenômeno ocorrido e para expressão do mesmo, utilizando os materiais que serão disponibilizados, tais como: bolas de isopor, palitos, massa de modelar, dentre outros. Em seguida, os grupos deverão socializar entre si seus modelos construídos.</p>	<p>Ter experiências com o alvo + Elaboração e expressão do modelo mental</p>
<p>3º Encontro (Aulas 5 e 6) Tempo previsto 100 minutos.</p>	<p>3. Utilização de um vídeo que possibilite a reflexão e reestruturação dos modelos ou não.</p>	<p>Após a apresentação dos modelos mentais elaborados com consequente interpretação e explicação do fenômeno observado, será apresentado um vídeo o qual proporciona estabelecer uma relação entre as interações intermoleculares e a tensão superficial, com a intervenção do professor para esclarecer as possíveis dúvidas. Dessa forma, o estudante terá a oportunidade de reavaliar os seus conhecimentos e relacioná-lo ao modelo desenvolvido, podendo modificar, reelaborar ou até mesmo abandonar o seu modelo, e ainda construir um novo.</p>	<p>Testar os modelos (através de experimentos mentais) + Elaboração e expressão do modelo.</p>
<p>4º Encontro (Aula 7 e 8) Tempo previsto: 50 minutos.</p>	<p>4. Momento de busca de um modelo de consenso (modelo consensual).</p>	<p>Realização de uma outra atividade experimental, a fim de oportunizar ao aprendiz rever seus modelos reelaborados. Após os debates que serão realizados na sala de aula pelos grupos, tentará se encontrar um modelo que esteja em consonância entre todos os</p>	<p>Testar os modelos (através de experimentos mentais) + Discutir a abrangência e a limitação do modelo</p>



		grupos envolvidos nas atividades para a elaboração do modelo consensual. Ademais, será discutido e observada a abrangência e a limitação do modelo que será escolhido em consenso com todos os partícipes das atividades.	
--	--	---	--

Fonte: Justi e Souza (2010, p. 7)

Quadro 2: Descrição resumida do momento da avaliação final.

<b>Encontro</b>	<b>Atividade</b>	<b>Descrição</b>
5º Encontro (Aula 9) Tempo previsto 50 minutos	Momento da avaliação final, envolvendo o entendimento conceitual do estudante, bem como a aplicação da metodologia de modelagem desenvolvida.	Aplicação de dois questionários individuais: um para avaliar a aprendizagem dos estudantes sobre o tema abordado e outro para avaliar a metodologia do ensino fundamentado em modelagem

Fonte: Justi e Souza (2010, p. 7 e 8)

## 3 SEQUÊNCIA DIDÁTICA

### PRIMEIRO ENCONTRO (Aula 1 e 2):

O primeiro encontro foi planejado com o propósito de apresentar aos estudantes, a proposta de ensino fundamentado em modelagem (EnFM) para a aprendizagem do conteúdo de interações intermoleculares, além da identificação das concepções prévias dos estudantes com relação a essa temática.

Dessa forma, o professor explanará sobre modelos, esclarecendo que são uma maneira de representar uma ideia, um objeto, um fenômeno e que pode ser empregado para interpretar resultados, conduzir pesquisas, fazer previsões e possibilitar o diálogo (GILBERT, BOULTER; ELMER, 2000). Serão abordados vários tipos de modelos, como por exemplo o mental que é próprio de cada pessoa e que ele poderá ser expresso de várias formas, tais como: concreta, verbal, escrita, visual e que esses modelos são apenas representações parciais e não uma realidade em si, visto que tem limitações, portanto o modelo é passível de sofrer modificações ao longo de todo processo.

Para identificar as concepções prévias dos estudantes com relação ao conteúdo das interações intermoleculares e conceitos relacionados como ligação Química e as suas formas de representações, a polaridade das moléculas, os estados de agregação da matéria, tensão superficial, densidade e solubilidade, foi elaborado um questionário contendo nove questões. Nesse questionário, foram observados quesitos que envolvem o cotidiano, e também abordam aspectos microscópico e macroscópico da matéria. Para utilização dos critérios de análise das respostas, foram organizadas quatro categorias de análise: Resposta Satisfatória (RS), Resposta Parcialmente Satisfatória (RPS), Resposta Insatisfatória (RI) e Nenhuma Resposta (NR) – modelo similar ao trabalhado por Lacerda (2008, p. 65).

O critério de avaliação das explicações dos estudantes ao questionário, foi feito em conformidade com as teorias disponibilizadas com os conceitos de interações intermoleculares descritos nas literaturas de (ATKINS; JONES, 2012; MAHAN;

MYERS,2014). A importância da identificação desses conhecimentos prévios é que, provavelmente, eles serão retomados ao longo de todo o processo, possibilitando ao professor mediar a construção do conhecimento quando julgar necessário. O questionário proposto, a finalidade e os critérios de avaliação estão localizados no quadro 3.

Quadro 3. Questionário para Identificação das concepções prévias dos estudantes em relação ao conteúdo de interações intermoleculares e conceitos correlacionados.

QUESTÃO	OBJETIVO	CRITÉRIOS DE ANÁLISE
01. Como você representaria as partículas nos estados sólido, líquido e gasoso.	Identificar se o estudante tem conhecimento da organização das partículas nos estados sólido, líquido e gasoso.	<p>Quando o estudante representar as partículas no estado sólido próximas umas das outras, no estado líquido mais afastadas que no estado sólido e no estado gasoso totalmente desorganizadas, em relação ao estado sólido e líquido. Ou se ao invés de representar, o estudante falar conceitualmente que as partículas estão mais próximas no estado sólido, mais afastadas no estado líquido e ainda mais afastadas no estado gasoso. <b>(RS)</b></p> <p>Quando pelo menos em um dos estados físicos a representação das partículas estiver de acordo com a organização ou com o conceito de organização. <b>(RPS)</b></p> <p>Quando nem a representação e nem o conceito for explicado de uma forma correta. <b>(RI)</b></p> <p>Quando não for apresentado nenhuma resposta. <b>(NR)</b></p>
02. Os átomos se organizam formando as substâncias. Como você definiria essa interação?	Identificar as concepções prévias do estudante sobre a interação que ocorre entre os átomos para formar as substâncias.	Quando o estudante relatar que a interação é interatômica ou intramolecular. Ou ainda se mencionar ligação iônica devido a formação de íons positivos e negativos ou ligação covalente devido ao compartilhamento de elétrons, ou ligação

		<p>metálica onde a interação se dá entre os cátions metálicos e os elétrons livres <b>(RS)</b></p> <p>Quando o estudante mencionar pelo menos um dos conceitos de interação corretamente. <b>(RPS)</b></p> <p>Quando a interação citada não for interatômica/intramolecular. <b>(RI)</b></p> <p>Quando não for apresentado nenhuma resposta. <b>(NR)</b></p>
03. Como você representaria as interações entre os átomos das moléculas de substâncias como a água e o ácido sulfúrico	Identificar se o estudante consegue representar utilizando a linguagem química.	<p>Se o estudante colocar H<sub>2</sub>O para água e H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> para o ácido ou se colocar a fórmula estrutural das substâncias ou se usar o modelo bolinhas e/ou cruzetas para ambas substâncias. <b>(RS)</b></p> <p>Quando o estudante representou pelo menos uma das substâncias corretamente. <b>(RPS)</b></p> <p>Quando as substâncias forem representadas incorretamente. <b>(RI)</b></p> <p>Quando não for apresentado nenhuma resposta. <b>(NR)</b></p>
04. O que são moléculas polares e moléculas apolares?	Identificar se o estudante sabe diferenciar uma molécula apolar de uma molécula polar.	<p>Quando o estudante falar que as moléculas apolares não possuem polos (positivos e nem negativos), enquanto que as moléculas polares possuem polos (positivos e negativos) ou será apolar quando o vetor momento do dipolo for igual a zero e polar diferente de zero. <b>(RS)</b></p> <p>Quando um desses conceitos forem citados <b>(RPS)</b></p> <p>Quando os conceitos forem citados incorretamente. <b>(RI)</b></p> <p>Quando não for apresentado nenhuma resposta. <b>(NR)</b></p>
05. O que você entende por forças intermoleculares?	Analisar a compreensão do estudante em relação ao conceito de forças intermoleculares	Se os estudantes falarem que são forças que mantêm as moléculas unidas ou se citarem os tipos de interações que explicam essas moléculas unidas: dipolo

		<p>induzido, dipolo permanente, ligação de hidrogênio, íon-dipolo. (RS)</p> <p>Se os estudantes colocarem pelo menos um dos tipos ou falar em polaridade da substância (RPS)</p> <p>Se conceituar ou exemplificar incorretamente as interações intermoleculares. (RI)</p> <p>Quando não for apresentado nenhuma resposta. (NR)</p>
06. Você sabe dizer que tipo de força intermolecular atua entre as moléculas da água?	Analisar o conhecimento do estudante sobre ligação de hidrogênio	<p>Quando o estudante mencionar ligação de hidrogênio. (RS)</p> <p>Quando o estudante falar em forças de Van Der Waals ou dipolo permanente. (RPS)</p> <p>Quando o estudante falar outro tipo de força. (RI)</p> <p>Quando não for apresentado nenhuma resposta. (NR)</p>
07. É muito comum ouvirmos dizer que a água e o óleo de cozinha não se misturam, sendo chamados, portanto de líquidos imiscíveis. Você saberia o porquê?	Perceber se o estudante consegue estabelecer a relação entre a polaridade e as propriedades das substâncias	<p>Quando é relacionada solubilidade com a polaridade, ou seja, substâncias de polaridades diferentes não se misturam (RS)</p> <p>Quando o estudante colocar mistura heterogênea (RPS)</p> <p>Quando não falar em solubilidade, polaridade ou caso mencione a densidade. (RI)</p> <p>Quando não for apresentado nenhuma resposta. (NR)</p>
08. Você já deve ter observado que quando colocamos o gelo em um copo com água, ele vai flutuar. Como você explicaria esse comportamento?	Analisar se o estudante reconhece as diferenças nas propriedades da água nos diferentes estados físicos.	<p>Quando o estudante colocar que o gelo (água no estado sólido) é menos denso que a água líquida ou que as interações intermoleculares são diferentes nos diferentes estados físicos da água. (RS)</p> <p>Quando for comentado que a causa é devido a ligação de hidrogênio. (RPS)</p> <p>Quando o estudante não comentar sobre densidade ou ligação de hidrogênio. (RI)</p>

		Quando não for apresentado nenhuma resposta. (NR)
09. É importante conhecer as ligações químicas para compreender as propriedades das substâncias? Cite exemplos.	Identificar as associações estabelecidas pelo estudante sobre o tipo de ligação química com as propriedades das substâncias.	Quando os estudantes associarem as propriedades físicas ou químicas às substâncias envolvidas usando os conceitos de substâncias iônica, covalente e metálica, ou expressar através das fórmulas ou ainda mencionar a propriedade associando com a substância exemplificada. Ex: NaCl – alto PE, sólidos em temperatura ambiente, excelentes condutores da corrente elétrica em meio aquoso ou fundidos. H <sub>2</sub> O – baixo PE, solvente universal, polaridade, dentre outras. Fe(s) – Boa condutividade térmica e elétrica, dúcteis, maleáveis, dentre outras. (RS) Quando os estudantes colocarem pelo menos os tipos de ligações ou as fórmulas das substâncias ou os conceitos das ligações. (RPS) Quando os estudantes não estabelecerem nenhuma relação das substâncias com suas propriedades. (RI) Quando não for apresentado nenhuma resposta. (NR)

Fonte: própria

Em seguida, será trabalhado com o estudante uma atividade denominada de “modelo de caixa fechada” com o intuito de desenvolver um modelo mental. Nessa atividade, o professor irá levar uma caixa fechada para sala de aula contendo um objeto que não será informado ao estudante. A partir daí os estudantes passarão a manipular essa caixa e fazer perguntas em busca de evidências com o propósito de construir um modelo do objeto que se encontra dentro da caixa.

Durante a construção desses modelos, os estudantes poderão trocar ideias entre si, procurando construir o seu modelo da melhor forma possível. Ao final da aula, o professor irá apresentar o objeto contido na caixa e pedirá que os estudantes reflitam no modelo mental elaborado com o objeto em questão.

A realização desse encontro terá duração de 100 minutos, como pode ser observado no quadro 4, assim distribuídos:

Quadro 4: PRIMEIRO ENCONTRO: Aulas 1 e 2

<b>Aulas 1 e 2: Apresentação da proposta da pesquisa e identificação de concepções prévias e atividade da caixa fechada</b>	
<b>Tópicos</b>	<b>Tempo</b>
Apresentação da proposta da pesquisa em Power point.	20 minutos
Explicação e Aplicação de um questionário diagnóstico.	20 minutos
Realização da atividade da caixa fechada e elaboração do modelo mental	40 minutos
Discussão sobre a elaboração do modelo	20 minutos

Fonte: própria

#### SEGUNDO ENCONTRO: (Aulas 3 e 4):

O segundo encontro foi estruturado para atender uma das etapas, elaboração, da estratégia de ensino fundamentado em modelagem, baseado no esquema da figura 1. Inicialmente, a turma será dividida em seis grupos de cinco ou seis estudantes designados da seguinte forma: AB1, AB2, AB3, AB4, AB5 e AB6. A conformação desses grupos será realizada por meio de sorteio com a intenção de serem constituídos grupos heterogêneos em que os estudantes não tenham um grupo habitual de trabalho e de modo que não ultrapasse o limite de seis estudantes por grupo formado.

Nessa perspectiva, foi planejada uma atividade experimental (Experimento 1) que será realizada na sala de aula por cada um dos grupos participantes. O roteiro do experimento (APÊNDICE A) será projetado no quadro branco pelo Data show. Os estudantes farão a leitura e possíveis dúvidas deverão ser explicadas pelo professor. Todo o material que será usado no experimento estará disponível nas mesas da sala de aula com a identificação de cada um dos grupos formados (AB1, AB2, AB3, AB4, AB5 e AB6).

Essa atividade consiste em investigar o porquê de uma agulha flutuar quando colocada na superfície da água, a fim de permitir aos estudantes, estabelecer uma relação entre as interações intermoleculares e a tensão superficial, pois acredita-se que o uso do experimento poderá favorecer o desenvolvimento da aprendizagem

(JUSTI; MOZZER; QUEIROZ, 2007). Após a realização do experimento, os estudantes serão questionados sobre suas previsões e também a respeito do que foi observado no experimento, por meio de perguntas que se encontram no roteiro colocado pelo professor no início da aula.

Como destacado no quadro 5, serão utilizadas quatro categorias de análise das respostas, organizadas da seguinte forma: Resposta Satisfatória (RS), Resposta Parcialmente Satisfatória (RPS), Resposta Insatisfatória (RI) e Nenhuma Resposta (NR) – modelo similar ao trabalhado por Lacerda (2008, p. 65)

Quadro 5. Questionamentos relativos à atividade experimental do 2º encontro.

QUESTÃO	OBJETIVO	CRITÉRIOS DE ANÁLISE
01. Por que a agulha flutua quando colocada na água?	Identificar se o estudante tem conhecimento do fenômeno da tensão superficial.	Quando o estudante relatar que é devido ao fenômeno da tensão superficial. <b>(RS)</b>  Quando for colocado que é devido as forças intermoleculares. <b>(RPS)</b>  Quando o estudante não citar o fenômeno e nem as forças intermoleculares. <b>(RI)</b>  Quando não for apresentada nenhuma resposta. <b>(NR)</b>
02. Você sabe dizer qual a força intermolecular existente entre as moléculas de água? Sim ou não? Se sim, Justifique?	Verificar o entendimento do estudante em relação ligação de hidrogênio.	Quando o estudante relatar que é a ligação de hidrogênio. <b>(RS)</b>  Quando o estudante mencionar que é a força do dipolo-dipolo e não se referir a ligação de hidrogênio. <b>(RPS)</b>  Quando a força mencionada não for ligação de hidrogênio ou dipolo-dipolo. <b>(RI)</b>  Quando não for apresentada nenhuma resposta. <b>(NR)</b>
03. O que aconteceu com a agulha quando o detergente foi adicionado? Você poderia justificar?	Identificar se o estudante consegue compreender que a força da interação intermolecular da água foi diminuída quando da adição do detergente.	Se o estudante responder que a agulha afundou devido a diminuição da tensão superficial. <b>(RS)</b>  Quando o estudante mencionar que foi devido ao enfraquecimento das forças



		intermoleculares, sem explicitar a ligação de hidrogênio. <b>(RPS)</b>  Quando o estudante se referir a um outro tipo de interação intermoleculares. <b>(RI)</b>  Quando não for apresentada nenhuma resposta. <b>(NR)</b>
04. No fenômeno em que a agulha flutua na água, a adição do detergente irá provocar algum tipo de quebra de ligações entre as moléculas de água? Sim ou não? Se sim, qual foi?	Verificar se o estudante compreende que no fenômeno em questão o detergente causará há ruptura das interações intermoleculares, ou seja, diminuição da tensão superficial.	Quando o estudante mencionar que sim devido a ruptura da ligação de hidrogênio. <b>(RS)</b>  Se o estudante relacionar com a quebra da ligação do dipolo permanente. <b>(RPS)</b>  Se o estudante mencionar outro tipo de ruptura. <b>(RI)</b>  Quando não for apresentada nenhuma resposta. <b>(NR)</b>

Fonte própria

Por fim, os estudantes serão convidados a criar, ou seja, expressar um modelo para representar o fenômeno observado, utilizando os materiais que estarão disponíveis: palito de dente ou churrasco, bolas de isopor, cola, tesoura, canetas coloridas ou lápis de cor (no mínimo seis cores), papel, entre outros, que estarão colocados em uma segunda mesa, também identificada ao lado da primeira mesa. Conforme estabelecido anteriormente, o professor, terá acesso ao modelo produzido, o qual será fotografado, para posterior comparação da evolução do desenvolvimento do modelo criado pelos grupos, durante os encontros vivenciados. No entanto, cada grupo ficará responsável pela guarda de seu modelo e estará comprometido em trazê-lo nos próximos encontros.

A realização desse encontro terá duração de 100 minutos, de acordo com a distribuição descrita no quadro 6.

Quadro 6. SEGUNDO ENCONTRO: Aulas 3 e 4

<b>Aulas 3 e 4: Divisão da turma em grupos, realização de uma atividade experimental e elaboração de um modelo</b>	
<b>Tópicos</b>	<b>Tempo</b>

Divisão das turmas em seis grupos constituídos por cinco ou seis alunos	10 minutos
Explicação do roteiro e sanção de dúvidas para realização da primeira atividade	10 minutos
Realização da atividade experimental (Experimento 1)	15 minutos
Respostas as perguntas realizadas após o Experimento 1.	10 minutos
Elaboração, discussão e expressão do modelo	60 minutos

Fonte: própria

### TERCEIRO ENCONTRO (Aulas 5 e 6)

Após a construção dos modelos no segundo encontro, será solicitado aos grupos que os apresentem e forneçam explicações sobre a elaboração do seu modelo, o que os motivou na escolha dos materiais e o que eles representavam, fazendo associação com o fenômeno observado na atividade experimental do segundo encontro. Essa abordagem de ensino procura facilitar um maior envolvimento do estudante no desenvolvimento de sua aprendizagem,

Com o propósito de contribuir com o conhecimento dos estudantes sobre a intensidade das forças de interações intermoleculares, será apresentado um vídeo que explica a relação entre as forças intermoleculares e a tensão superficial, produzido por Arantcha Nardi - Mateus Costa - Wellington Lucena do Grupo de pesquisa NIPPEQ, disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=8vaeo6R2RJc>

Nesse momento, o professor fará intervenção para explicar o fenômeno ocorrido com maior detalhamento. Dessa forma, o estudante terá a oportunidade de reavaliar os seus conhecimentos a partir do modelo desenvolvido, podendo modificar, reelaborar ou até mesmo abandonar o seu modelo, construindo um novo (JUSTI; MOZZER; QUEIROZ, 2007).

Como será visto no quadro 7, a realização desse encontro terá duração de 100 minutos, assim distribuídos:

Quadro 7. TERCEIRO ENCONTRO: Aulas 5 e 6

Aulas 5 e 6: Apresentação dos modelos	
Tópicos	Tempo

Apresentação e explicação dos modelos elaborados e materiais escolhidos	30 minutos
Discussão entre os grupos para defesa do seu modelo	20 minutos
Apresentação do vídeo sobre tensão superficial (NIPPEQ)	10 minutos
Reelaboração ou elaboração de um novo modelo	40 minutos

Fonte: própria

## ATIVIDADE COMPLEMENTAR

Após o término do terceiro encontro o professor poderá sugerir aos estudantes uma atividade complementar. A sugestão seria para os estudantes analisarem dados de uma tabela (Tabela 1) que fornece valores de ponto de fusão e ponto de ebulição de algumas substâncias. Essa tarefa tem o intuito de que eles observem a existência da relação entre a intensidade das forças intermoleculares com o ponto de fusão e ponto de ebulição de diferentes substâncias, respondendo aos questionamentos elaborados pelo professor para condução dessa atividade, conforme descrito no Quadro 8

Tabela 1: Propriedades de algumas substâncias

<b>Substância</b>	<b>Fórmula</b>	<b>Massa Molar</b>	<b>Ponto de Ebulição</b>	<b>Ponto de Fusão</b>
Água	H <sub>2</sub> O	18 g/mol	100°C	0°C
Sulfeto de Hidrogênio	H <sub>2</sub> S	34 g/mol	- 60,2°C	-85,5°C
Seleneto de Hidrogênio	H <sub>2</sub> Se	81 g/mol	- 41,2°C	-65,7°C

### Quadro 8: Questionamentos orientativos para a atividade complementar

#### QUESTIONAMENTOS

01. Observando a tabela, qual dessas substâncias apresenta maior ponto de fusão e ebulição. Você saberia explicar por que isso ocorre?
02. Entre o sulfeto de hidrogênio ( $H_2S$ ), o seleneto de hidrogênio ( $H_2Se$ ) e o telureto de hidrogênio ( $H_2Te$ ), qual deles tem maior ponto de ebulição?
03. Justifique o porquê da sua resposta da segunda pergunta?
04. Existe alguma relação entre o ponto de ebulição e as interações existentes nas substâncias presentes nesse quadro? Sim ou não? Justifique?

#### QUARTO ENCONTRO (Aulas 7 e 8)

Com a intenção dos estudantes avaliarem seus modelos quanto à capacidade de previsão e explicação e ainda oferecer a eles mais conhecimentos, será realizado pelo professor o experimento do leite psicodélico (Experimento 2), que consiste em adicionar corantes de cores diferentes ao leite, posteriormente, adicionar o detergente. Novamente, o roteiro (APÊNDICE B) desse experimento será projetado por meio do Data show e será pedido que um estudante de cada grupo seja responsável pela gravação e pelas fotografias dessa aula experimental. Após o experimento, com o intuito do grupo refletir sobre o modelo elaborado, será perguntado se existe relação entre esse experimento com o experimento realizado no segundo encontro, como observado no quadro 9.

Quadro 09. Questionamentos orientativos relacionados ao experimento do leite psicodélico.

#### QUESTIONAMENTOS

01. Existe alguma relação desse experimento do leite psicodélico com o fenômeno apresentado no segundo encontro? Sim ou não? Se sim, pode identificar qual?
02. Qual o papel do detergente nesse experimento?

03. Essa ação do detergente pode ser entendida no processo de retirada da gordura das louças, sim ou não? Por quê?

Fonte própria

Após os debates realizados pelos grupos, será feita tentativa de se encontrar um modelo que esteja em consenso entre todos os modelos elaborados nos grupos envolvidos. Além disso, será discutido e observada a abrangência e limitação do modelo que será escolhido em consenso com todos os participantes da modelagem.

Para finalizar esse encontro, o professor deverá ministrar uma aula expositiva e dialogada sobre a temática de forças intermoleculares, buscando estabelecer uma relação da tensão superficial com as interações intermoleculares. Logo depois será pedido ao grupo que fosse revisado o modelo elaborado e verifique se será possível validá-lo, ou não. Sendo assim, deverão entregar no próximo encontro o modelo ao professor.

#### QUINTO ENCONTRO (Aula 9)

Esse encontro tem por finalidade avaliar a aprendizagem do estudante referente ao conteúdo de interações intermoleculares e assuntos relacionados, bem como avaliar a aplicabilidade da utilização do ensino fundamentado em modelagem (EnFM) para compreensão das interações intermoleculares. Para tanto, serão realizados dois questionários: um para avaliação individual do estudante com a intenção de verificar a aprendizagem sobre o conteúdo de interações intermoleculares abordado (Quadro 11, Q1), composto por quatro questões. O outro irá abordar se o uso da modelagem, ou seja, do ensino fundamentado em modelagem, pôde contribuir para a compreensão dos conceitos de interações intermoleculares (Quadro 12, Q2). A realização desse encontro terá duração de 50 minutos (Quadro 10).

Quadro 10: QUINTO ENCONTRO: Aula 9

<b>Aula 9: Realização de dois questionários de avaliação</b>	
<b>Tópicos</b>	<b>Tempo</b>
Avaliação da aprendizagem do estudante referente ao conteúdo de interações intermoleculares (Q1)	25 minutos
Avaliação da metodologia aplicada (Q2)	25 minutos

Fonte: própria

Para utilização do critério de análises das respostas, ao questionário Q1, foram organizados quatro modelos de análise: Resposta Satisfatória (RS), Resposta Parcialmente Satisfatória (RPS), Resposta Insatisfatória (RI) e Nenhuma Resposta (NR) – modelo similar ao trabalhado por Lacerda (2008, p. 65)

Quadro 11: Q1 - Questionário de avaliação da aprendizagem do estudante referente ao conteúdo de interações intermoleculares.

QUESTÃO	OBJETIVO	CRITÉRIOS DE ANÁLISE
01. Quando se é colocado com cuidado e acomodado horizontalmente uma lâmina de barbear, uma moeda ou um clipe, que apresentam uma densidade maior, sobre a superfície da água é observado que os mesmos não afundam. Qual a força intermolecular que atua na água e que provoca esse tipo de fenômeno?	Avaliar se o estudante tem conhecimento de que a força intermolecular que atua na água é ligação de hidrogênio.	Quando o estudante mencionar ligação de hidrogênio <b>(RS)</b> Quando o estudante mencionar em dipolo permanente ou tensão superficial. <b>(RPS)</b> Quando o estudante mencionar em um outro tipo de força. <b>(RI)</b> Quando não for apresentada nenhuma resposta. <b>(NR)</b>
02. A forte atração existente entre as moléculas de água, que se encontram polarizadas, quando na superfície desse líquido irão se atrair de maneira ainda mais forte do que as moléculas que se encontram dentro, ou seja, no interior do líquido. Dessa forma será criada uma fina película na superfície da água como se fosse uma camada plástica, o que permite que alguns insetos possam andar ou pousar na água. Que o nome se dá ao fenômeno ocorrido?	Identificar se o aluno compreendeu que a tensão superficial da água é o que permite alguns objetos mais densos ou insetos poderem flutuar ou andar na sua superfície.	Quando o estudante relatar que o fenômeno em questão é denominado de tensão superficial <b>(RS)</b> Quando o estudante mencionar que o fenômeno é chamado de interações intermoleculares <b>(RPS)</b> Quando não for citado o nome do fenômeno. <b>(RI)</b> Quando não for apresentada nenhuma resposta. <b>(NR)</b>

<p>03. No experimento realizado na segunda etapa para saber se agulha flutua na água foi observado a adição de detergente nessa experiência o que provocou o afundamento dessa agulha. Você acha que o detergente aumentou ou diminuiu a força de atração das moléculas de água? Justifique.</p>	<p>Analisar se o estudante compreendeu que o detergente quebra as forças intermoleculares e enfraquece a tensão superficial.</p>	<p>Se o estudante colocar que o detergente diminui a força de atração, justificando dessa forma a quebra das interações intermoleculares ou que o detergente diminui a força de atração e enfraquece a tensão superficial <b>(RS)</b> Quando o estudante colocar apenas que diminui, ou apenas que força será enfraquecida ou apenas que ocorre a quebra das forças intermoleculares. <b>(RPS)</b> Quando respondido que irá aumentar. <b>(RI)</b> Quando não for apresentada nenhuma resposta. <b>(NR)</b></p>
<p>04. Entre os compostos ácido fluorídrico (HF), cuja massa molecular é igual a 20 e o ácido clorídrico (HCl), de massa molecular igual a 35,5, observamos que o HF tem ponto de ebulição (PE = 20°C) maior que o HCl (PE = -85°C), e quando comparamos o HCl com o ácido bromídrico HBr (PE = -67°C), cuja massa molecular é 81, esse também apresenta ponto de ebulição maior que o HCl. Você saberia justificar o porquê da ocorrência dessa situação?</p>	<p>Avaliar se o estudante relaciona a influência das interações intermoleculares no ponto de ebulição e no tamanho das moléculas.</p>	<p>Quando o estudante escrever que quanto maior a intensidade das forças intermoleculares maior o ponto de ebulição e maior o tamanho das moléculas <b>(RS)</b> Quando apenas uma dessas relações forem citadas <b>(RPS)</b> Quando as relações forem citadas incorretamente. <b>(RI)</b> Quando não for apresentada nenhuma resposta. <b>(NR)</b></p>

Fonte própria

#### Quadro 12: Q2 – Questionário de Avaliação da metodologia aplicada.

01. Você já tinha ouvido falar ou visto algo sobre aplicação de modelos em ciências?

Sim ( )

Não ( )





## REFERÊNCIAS

- ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**: 5 ed. Porto Alegre: Editora Bookman, 2012.
- AUSUBEL, D. P. **A aprendizagem significativa**: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Moraes, 1982.
- BORGES, A. T. Como evoluem os modelos mentais. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v.01, n.01, p.66-92, jan-jun, 1999
- CALDAS, F. R. R. et al. Construção de um Modelo Molecular: Uma Abordagem Interdisciplinar Química-Matemática no Ensino Médio. **Revista Virtual de Química**, 7 (3), 849-863, 2015.
- COOPER, M. M., WILLIAMS, L. C. Underwood, S. M. Student Understanding of Intermolecular Forces: A Multimodal **Study**. **Journal of Chemical Education**, N. 92, v. 4, p.1288-1298, 2015
- GILBERT, J. K. Models and Modelling: Routes to a more authentic science education. **International Journal of Science and Mathematics Education**, v. 2, p. 115-130, 2004.
- GALAGOVSKY, L., BEKERMAN, D. La Química y sus lenguajes: un aporte para interpretar errores de los estudiantes. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**. N. 8, v. 3, p. 952-975, 2009.
- JUSTI, R. **Modelos e modelagem no Ensino de Química: um olhar sobre aspectos essenciais pouco discutidos**. In: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. (Org.). Ensino de Química em foco. 1 ed. Ijuí-RS: Editora Unijuí, 2010, v. 1, p. 131-157.
- JUNQUEIRA, M. M.; MAXIMIANO, F. A. Interações intermoleculares e o fenômeno da solubilidade: explicações de graduandos em Química. **Química Nova**, São Paulo, v. 43, n. 1, p. 106-117, jan. 2020.
- JUSTI, R. S. e GILBERT, J. K. History and philosophy of science through models: some challenges in the case "of atom". **Internacional Journal Science Education**, London, v. 22, n. 9, 993-1009, 2000.
- LEAL, C. A. **Sequência Didática**, 2011, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ensino de Ciências PROPEC Mestrado Profissional em Ensino de Ciências, 2011
- JUSTI, R. S. e GILBERT, J. K. History and philosophy of science through models: some challenges in the case "of atom". **Internacional Journal Science Education**, London, v. 22, n. 9, 993-1009, 2000.
- MAIA, P. F.; JUSTI, R. Learning of chemical equilibrium through modelling-based teaching. **International Journal of Science Education**, London, v. 31, n. 5, p. 603-630, 2009.

MÉHEUT, M. **Teaching-learning sequences tools for learning and/or research**. In: BORESMA, K. et al (eds) **Research and Quality of Science Education**. Holanda: Spring, 2005, p. 195-207.

MIRANDA, A.C.G.; BRABANTE, M.E; PAZINATO, M. S. **Concepções alternativas sobre forças intermoleculares: um estudo a partir das publicações da área de ensino**. X CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE INVESTIGACIÓN EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS SEVILLA 5-8 de septiembre de 2017, 1807-1812.

MOZZER, N. B.; QUEIROZ, A. S.; JUSTI, R. S. **Proposta de Ensino para introdução ao tema Interações Moleculares via Modelagem**. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 6, 2007, Florianópolis, SC.

SMITH, K. C., NAKHLE, M. B. University students' conceptions of bonding in melting and dissolving phenomena. **Chemistry Education Research and Practice**. V. 12, n.2, p. 398-408, 2011

SCHMIDT, H. J., KAUFMANN, B., TREAGUST, D. F., Students' understanding of boiling points and intermolecular forces. **Chemistry Education Research and Practice**. N.10, p.265-272, 2009.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998

## APÊNDICES

### APÊNDICE A – Roteiro do experimento 1: Por quê a agulha flutua sobre a água?

#### Roteiro

#### MATERIAL

1. Béquer de 400 ml (ou um recipiente de vidro com a boca larga. Ex: xícara ou copo).
2. Garrafas plásticas de 500 ml cheia com água da torneira.
3. Agulha de aço (ou um alfinete ou clips ou lâmina de barbear).
4. Conta gotas.
5. Uma pinça.
6. Papel toalha ou guardanapo.
7. Celular com câmera ou máquina fotográfica.

#### PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

1. Encha o béquer com água de torneira que se encontram nas garrafas plásticas de 500 ml.
2. Em seguida, com a pinça prenda a agulha pelo meio.
3. Tente colocar a agulha cuidadosamente sobre a água que se encontra no béquer até que a mesma fique boiando.
4. Pegue o conta gotas, coloque detergente em seu interior e posteriormente goteje duas gotas sobre a água onde se encontra a agulha.
5. Um dos membros da equipe deverá ficar responsável para tirar fotografias e outro para realizar a gravação do experimento. É interessante que haja um revezamento entre os membros do grupo.

Obs1: É muito difícil se conseguir na primeira tentativa que a agulha se equilibre e flutue na água, por isso tente outras vezes quando ocorrer da agulha afundar, sem esquecer de enxugá-la antes da próxima tentativa.

Obs2: Procure evitar de bater na mesa onde se encontra o béquer para não provocar a agitação da água.

Obs3: Ao final do experimento todas as anotações individuais dos grupos deverão ser entregues ao professor e um relatório deverá ser entregue no próximo encontro.

Roteiro original disponível em: <http://cienciaemcasa.cienciaviva.pt/agulha.html>

## APÊNDICE B - Roteiro do experimento 2: Leite psicodélico

### Roteiro

#### MATERIAL UTILIZADO:

1. Um prato.
2. Leite integral.
3. Corante alimentício de diversas cores (verde, amarelo, vermelho, azul, entre outros)
4. Detergente caseiro.

#### PROCEDIMENTO

1. Coloque o leite no prato.
2. Em seguida adicione ao leite algumas gotas dos corantes alimentícios de cores variadas.
3. Coloque uma ou duas gotas de detergente caseiro no leite com corante e observe o efeito que será produzido. Continue a adicionar mais gotas do detergente em diversas partes do leite.

Roteiro original disponível em: <https://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/experimento-leite-psicodelico.htm>