

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**  
**FACULDADE DE EDUCAÇÃO**  
**MESTRADO PROFISSIONAL EM EDUCAÇÃO E DOCÊNCIA**

Adriana de Oliveira Gomes

**SOLUBILIDADE DE COMPOSTOS ORGÂNICOS:**  
**ABORDAGEM INVESTIGATIVA EM AULAS DE QUÍMICA.**

Belo Horizonte

2023

Adriana de Oliveira Gomes

**SOLUBILIDADE DE COMPOSTOS ORGÂNICOS:  
ABORDAGEM INVESTIGATIVA EM AULAS DE QUÍMICA.**

Dissertação apresentada ao programa de Mestrado Profissional de Educação e Docência da Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Educação.

Linha de pesquisa: Educação e Ciências

Orientadora: Profa. Dra. Andréa Horta  
Machado

Belo Horizonte

2023

G633s  
T

Gomes, Adriana de Oliveira, 1981-  
Solubilidade em compostos orgânicos [manuscrito] : abordagem  
investigativa em aulas de química / Adriana de Oliveira Gomes. - Belo Horizonte ,  
2023.  
186 f. : enc, il..

Dissertação -- (Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais,  
Faculdade de Educação.  
Orientadora: Andréa Horta Machado.  
Bibliografia: f. 82-86.  
Anexos: f. 97-186.  
Apêndices: f. 87-96.

1. Educação -- Teses. 2. Educação -- Investigação. 3. Química -- Estudo e  
ensino. 4. Ensino -- Teses. 5. Didática -- Teses.  
I. Título. II. Machado, Andréa Horta. III. Universidade Federal de Minas  
Gerais, Faculdade de Educação.

CDD- 540.7



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
FACULDADE DE EDUCAÇÃO  
PROMESTRE - PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO E DOCÊNCIA/MP

## FOLHA DE APROVAÇÃO

### SOLUBILIDADE DE COMPOSTOS ORGÂNICOS: ABORDAGEM INVESTIGATIVA EM AULAS DE QUÍMICA

**ADRIANA DE OLIVEIRA GOMES**

Dissertação submetida à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em EDUCAÇÃO E DOCÊNCIA/MP, como requisito para obtenção do grau de Mestre em EDUCAÇÃO E DOCÊNCIA, área de concentração ENSINO E APRENDIZAGEM.

Aprovada em 11 de agosto de 2023, pela banca constituída pelos membros:

Profa. Profa. Andrea Horta Machado  
Universidade Federal de Minas Gerais

Prof. Alfredo Luis Martins Lameirão Mateus  
Universidade Federal de Minas Gerais

Profa. Lilian Borges Brasileiro  
Universidade Federal de Minas Gerais

Belo Horizonte, 11 de agosto de 2023.



Documento assinado eletronicamente por **Andrea Horta Machado, Professora do Magistério Superior**, em 16/08/2023, às 13:34, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Alfredo Luis Martins Lameirão Mateus, Professor do Magistério Superior**, em 16/08/2023, às 15:26, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Lilian Borges Brasileiro, Professora do Magistério Superior**, em 16/08/2023, às 16:02, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufmg.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador 2466655 e o código CRC 9F6BCEAD.

Aos meus pais, pelo amor infinito.

## AGRADECIMENTOS

Nesses dois anos de mestrado, aprendi muito, dois anos de muito esforço, estudo e dedicação, desta forma gostaria de agradecer algumas pessoas que me acompanharam e foram indispensáveis para a realização deste sonho. Por essa razão, expresso aqui, por meio de palavras, a importância que tiveram nesta conquista a minha sincera gratidão a todos.

Primeiramente, agradeço ao meu marido Juvênio, ao meu filho Joaquim, aos meus irmãos Patrícia e Eduardo pela compreensão, ao serem privados em muitos momentos da minha companhia e atenção, e pelo apoio nos momentos mais difíceis. Obrigado por desejarem o melhor para mim, pelo esforço que fizeram para que eu pudesse superar todos os obstáculos e chegar aqui e, principalmente pelo amor que vocês têm por mim. A vocês, minha família sou eternamente grata por tudo que sou, por tudo que consegui conquistar.

Minha gratidão à professora Andréa Horta, minha tão ilustre orientadora, pelas palavras de carinho e tranquilidade nos momentos difíceis que passei durante a pesquisa, por sua competência em tudo que faz, por muitas vezes, deixar de lado seus momentos de descanso para me ajudar e me orientar. Conhecê-la foi um sonho realizado. O Mestrado valeu muito a pena pelo contato que tive com você. Aprendi muito. Hoje sou uma professora melhor e realizada. Obrigada.

Aos professores componentes da minha banca, Alfredo e Lillian, pela pronta disponibilidade e pelas contribuições que trouxeram para enriquecer este trabalho.

A direção do Instituto Educacional Santa Amélia, por confiarem no meu trabalho e permitirem a aplicação da sequência didática com os alunos do Ensino Médio, obrigada pela parceria.

Aos meus alunos do Ensino Médio, por serem motivação deste trabalho e por se alegrarem tanto com as minhas conquistas, desde o início. É por vocês!

Por fim, o agradecimento mais importante: agradeço a Deus, por estar sempre comigo, me guiando, abençoando e iluminando cada passo.

## RESUMO

O presente trabalho originou-se a partir da constatação da dificuldade de compreensão e aplicação do conceito de solubilidade dos compostos orgânicos que, muitas vezes, não é relacionado às questões de miscibilidade e ao modelo de interação intermolecular. Normalmente, o estudo deste conteúdo está pautado na memorização da regra dos semelhantes “polar dissolve polar e apolar dissolve apolar”. Diante desse cenário, se faz necessário elaborar propostas que desenvolvam o ensino por investigação, nas quais os estudantes possam desenvolver habilidades cognitivas e os docentes possam mediar e orientar os estudantes nas tomadas de decisões, fomentando as discussões. Nesse sentido foi elaborada e desenvolvida uma sequência didática sobre o tema solubilidade dos compostos orgânicos, que aborda o ensino por investigação, a experimentação no ensino de ciências, rotações de estações e a tecnologia da informação e comunicação (TICs). A sequência foi desenvolvida com alunos da terceira série do Ensino Médio de uma escola da rede privada do município de Santa Luzia, Minas Gerais.

**Palavras-chave:** ensino por investigação, sequência didática, experimentação, TICs

## ABSTRACT

The present work originated from the observation of the difficulty in understanding and applying the concept of solubility of organic compounds, which, many times, is not related to miscibility issues and the intermolecular interaction model. Normally, the study of this content is based on memorizing the rule of similars “polar dissolves polar and non-polar dissolves non-polar”. Given this scenario, it is necessary to develop proposals that develop teaching by investigation, in which students can develop cognitive skills and teachers can mediate and guide students in decision-making, fostering discussions. In this sense, a didactic sequence was elaborated and developed on the theme solubility of organic compounds, which addresses teaching by investigation, experimentation in science teaching, station rotations and information and communication technology (ICTs). The sequence was developed with third grade high school students from a private school in the municipality of Santa Luzia, Minas Gerais.

**Keywords:** teaching by investigation, didactic sequence, experimentation, ICTs



## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 1:</b> Aspectos do conhecimento químico.....  | 20 |
| <b>Figura 2:</b> Esquema da Sequência Didática (Dolz, Noverraz e Schneuwly, 2004, p.83) ..... | 22 |
| <b>Figura 3:</b> Questões da atividade final.....   | 43 |
| <b>Figura 4:</b> Desenho do grupo 1 para resposta da questão 08.....                          | 47 |
| <b>Figura 5:</b> Desenho do grupo 2 para resposta da questão 08.....                          | 47 |
| <b>Figura 6:</b> Desenho do grupo 3 para resposta da questão 08.....                          | 48 |
| <b>Figura 7:</b> Desenho do grupo 4 para resposta da questão 08.....                          | 48 |
| <b>Figura 8:</b> Desenho do grupo 5 para resposta da questão 08.....                          | 48 |
| <b>Figura 9:</b> Desenho do grupo 1 para resposta da questão 09.....                          | 49 |
| <b>Figura 10:</b> Desenho do grupo 2 para resposta da questão 09.....                         | 49 |
| <b>Figura 11:</b> Desenho do grupo 3 para resposta da questão 09.....                         | 49 |
| <b>Figura 12:</b> Desenho do grupo 4 para resposta da questão 09.....                         | 50 |
| <b>Figura 13:</b> Desenho do grupo 5 para resposta da questão 09.....                         | 50 |
| <b>Figura 14:</b> Desenho do grupo 1 para resposta da questão 15.....                         | 52 |
| <b>Figura 15:</b> Desenho do grupo 2 para resposta da questão 15.....                         | 53 |
| <b>Figura 16:</b> Desenho do grupo 3 para resposta da questão 15.....                         | 53 |
| <b>Figura 17:</b> Desenho do grupo 4 para resposta da questão 15.....                         | 53 |
| <b>Figura 18:</b> Desenho do grupo 5 para resposta da questão 15.....                         | 54 |
| <b>Figura 19:</b> Desenho do grupo 1 para resposta da questão 16.....                         | 54 |
| <b>Figura 20:</b> Desenho do grupo 2 para resposta da questão 16.....                         | 54 |
| <b>Figura 21:</b> Desenho do grupo 3 para resposta da questão 16.....                         | 55 |
| <b>Figura 22:</b> Desenho do grupo 4 para resposta da questão 16.....                         | 55 |
| <b>Figura 23:</b> Desenho do grupo 5 para resposta da questão 16.....                         | 55 |
| <b>Figura 24:</b> Desenho do grupo 1 para resposta da questão 03.....                         | 64 |
| <b>Figura 25:</b> Desenho do grupo 2 para resposta da questão 03.....                         | 65 |
| <b>Figura 26:</b> Desenho do grupo 3 para resposta da questão 03.....                         | 65 |
| <b>Figura 27:</b> Desenho do grupo 4 para resposta da questão 03.....                         | 65 |
| <b>Figura 28:</b> Desenho do grupo 5 para resposta da questão 03.....                         | 65 |
| <b>Figura 29:</b> Desenho do grupo 1 para resposta da questão 03.....                         | 67 |
| <b>Figura 30:</b> Desenho do grupo 2 para resposta da questão 03.....                         | 68 |
| <b>Figura 31:</b> Desenho do grupo 3 para resposta da questão 03.....                         | 68 |
| <b>Figura 32:</b> Desenho do grupo 4 para resposta da questão 03.....                         | 69 |
| <b>Figura 33:</b> Desenho do grupo 5 para resposta da questão 03.....                         | 69 |

## LISTA DE GRÁFICOS

|   |    |
|---|----|
| <b>Gráfico 1:</b> Respostas dos estudantes para a questão 1. .... | 73 |
| <b>Gráfico 2:</b> Respostas dos estudantes para a questão 2. .... | 74 |
| <b>Gráfico 3:</b> Respostas dos estudantes para a questão 4. .... | 76 |

## LISTA DE QUADROS

|   |    |
|---|----|
| <b>Quadro 1:</b> Fases de ensino de uma sequência didática .....                        | 23 |
| <b>Quadro 2:</b> Principais características das atividades experimentais .....          | 29 |
| <b>Quadro 3:</b> Atividades propostas que constituem a sequência. *Aulas de 50min.....  | 39 |
| <b>Quadro 4:</b> Apresentação das cinco estações e seus objetivos.....                  | 41 |
| <b>Quadro 5:</b> Respostas dos estudantes à questão 1. ....                             | 44 |
| <b>Quadro 6:</b> Respostas dos estudantes à questão 2. ....                             | 45 |
| <b>Quadro 7:</b> Respostas dos estudantes para a imiscibilidade do óleo e da água. .... | 46 |
| <b>Quadro 8:</b> Respostas dos estudantes para a questão 10. ....                       | 50 |
| <b>Quadro 9:</b> Respostas dos estudantes para a questão 11. ....                       | 51 |
| <b>Quadro 10:</b> Respostas dos estudantes à questão 6. ....                            | 56 |
| <b>Quadro 11:</b> Respostas dos estudantes à questão 1. ....                            | 57 |
| <b>Quadro 12:</b> Respostas dos estudantes à questão 2. ....                            | 57 |
| <b>Quadro 13:</b> Respostas dos estudantes à questão 4. ....                            | 58 |
| <b>Quadro 14:</b> Respostas dos estudantes à questão 5. ....                            | 59 |
| <b>Quadro 15:</b> Respostas dos estudantes à questão 6. ....                            | 59 |
| <b>Quadro 16:</b> Respostas dos estudantes à questão 3. ....                            | 61 |
| <b>Quadro 17:</b> Respostas dos estudantes à questão 3. ....                            | 63 |
| <b>Quadro 18:</b> Respostas dos estudantes à questão 4. ....                            | 66 |
| <b>Quadro 19:</b> Respostas dos estudantes à questão 4. ....                            | 70 |
| <b>Quadro 20:</b> Respostas dos estudantes à questão 1. ....                            | 71 |
| <b>Quadro 21:</b> Respostas dos estudantes à questão 2. ....                            | 71 |
| <b>Quadro 22:</b> Respostas dos estudantes à questão 3. ....                            | 72 |
| <b>Quadro 23:</b> Respostas dos estudantes à questão 1. ....                            | 74 |
| <b>Quadro 24:</b> Respostas dos estudantes à questão 2. ....                            | 75 |
| <b>Quadro 25:</b> Respostas dos estudantes à questão 3. ....                            | 75 |

## SUMÁRIO

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. APRESENTAÇÃO</b> .....   | <b>14</b> |
| <b>2. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA</b> .....   | <b>16</b> |
| <b>3. OBJETIVOS</b> .....  | <b>18</b> |
| <b>3.1. OBJETIVO GERAL</b> .....   | <b>18</b> |
| <b>3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> .....  | <b>18</b> |
| 3.2.1. Relacionados à produção das atividades .....  | 18        |
| 3.2.2. Relacionado ao desenvolvimento e aplicação das atividades.....                        | 18        |
| <b>4. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....  | <b>19</b> |
| <b>4.1. AS FORMAS DE ABORDAGEM DO CONTEÚDO E OS FOCOS DE INTERESSE DA QUÍMICA</b> .....      | <b>19</b> |
| <b>4.2. SEQUÊNCIA DIDÁTICA</b> .....   | <b>21</b> |
| <b>4.3. ENSINO POR INVESTIGAÇÃO</b> .....  | <b>25</b> |
| <b>4.4. EXPERIMENTAÇÃO</b> .....   | <b>28</b> |
| <b>4.5. ROTAÇÕES POR ESTAÇÕES</b> .....  | <b>30</b> |
| <b>4.6. TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO</b> .....                                    | <b>32</b> |
| <b>5. METODOLOGIA</b> .....  | <b>35</b> |
| <b>5.1. PROCEDIMENTOS ÉTICOS</b> .....   | <b>37</b> |
| <b>5.2. METODOLOGIA DE CONSTRUÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA</b> .....                            | <b>37</b> |
| <b>5.3. METODOLOGIA DE ACOMPANHAMENTO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA</b>                              | <b>39</b> |
| <b>5.4. METODOLOGIA DE ANÁLISE</b> .....   | <b>43</b> |
| <b>5.5. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS</b> .....  | <b>44</b> |
| <b>5.5.1. ANÁLISE DA ATIVIDADE 1- ATIVIDADE EXPERIMENTAL</b> .....                           | <b>44</b> |
| <b>5.5.2. ANÁLISE DA ATIVIDADE 2 - ATIVIDADE ROTAÇÕES POR ESTAÇÕES</b>                       | <b>57</b> |
| <b>5.5.3. ANÁLISE DA ATIVIDADE 3 - UTILIZAÇÃO DE EMBALAGENS PLÁSTICAS NO COTIDIANO</b> ..... | <b>70</b> |
| <b>5.5.4. ANÁLISE DA ATIVIDADE 4 – ATIVIDADE FINAL</b> .....                                 | <b>73</b> |
| <b>6. RESULTADOS</b> .....   | <b>77</b> |
| <b>7. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....   | <b>80</b> |
| <b>8. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA</b> .....   | <b>82</b> |
| <b>9. ANEXO</b> .....  | <b>87</b> |
| <b>9.1. TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO DO MENOR (TALE).</b>                       | <b>87</b> |
| <b>9.2. TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)</b> .....                          | <b>90</b> |

|             |  |            |
|-------------|--|------------|
| <b>9.3.</b> | <b>AUTORIZAÇÃO DA ESCOLA PARA REALIZAÇÃO DA PESQUISA .....</b>   | <b>93</b>  |
| <b>9.4.</b> | <b>TERMO DE COMPROMISSO .....</b>  | <b>96</b>  |
| <b>9.5.</b> | <b>APÊNDICE - SEQUÊNCIA DIDÁTICA - MATERIAL DO ALUNO .....</b>   | <b>97</b>  |
|             | <b>ATIVIDADE 1- ATIVIDADE EXPERIMENTAL: POR QUE ALGUMAS SUBSTÂNCIAS<br/>ORGÂNICAS SÃO SOLÚVEIS E OUTRAS NÃO? .....</b> | <b>102</b> |
|             | <b>ATIVIDADE 2 - “ROTAÇÕES POR ESTAÇÕES” .....</b>   | <b>113</b> |
|             | <b>ATIVIDADE 3 - UTILIZAÇÃO DE EMBALAGENS PLÁSTICAS .....</b>  | <b>129</b> |
|             | <b>ATIVIDADE 4 – ATIVIDADE DE AVALIAÇÃO .....</b>  | <b>135</b> |
| <b>9.6.</b> | <b>APÊNDICE - SEQUÊNCIA DIDÁTICA - MATERIAL PROFESSOR.....</b>   | <b>136</b> |

## 1. APRESENTAÇÃO

Sou formada em Licenciatura em Química pela Universidade Federal de Ouro Preto- UFOP no ano de 2013. Venho atuando na área como professora do ensino básico de química para alunos do ensino médio na rede pública e privada.

Algumas vivências na graduação foram importantes para meu crescimento pessoal e profissional. As disciplinas de estágio supervisionado possibilitaram a reflexão sobre teoria e prática, prática docente, o papel do professor como mediador do conhecimento, as estratégias de ensino adotadas em sala de aula, o planejamento pedagógico e sua implementação, a autonomia do estudante diante das abordagens dos conceitos, ou seja, o ensino e aprendizagem. A oportunidade de fazer o estágio, na rede pública e na rede privada tornou possível que fizesse questionamentos em relação ao processo de ensino e aprendizagem.

O Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) e o Projeto Tecendo com a Escola a Integração Ambiental (TEIA) fizeram parte da minha formação. Ao participar desses programas pude vivenciar a sala de aula pelo desenvolvimento de atividades didático-pedagógicas, como também observar as dificuldades enfrentadas no dia-a-dia dos professores e conhecer a realidade das salas de aula. Foram também importantes as leituras relacionadas aos referenciais teóricos do Ensino de Ciências realizadas ao longo da graduação. Além de participações em oficinas, palestras, congressos e apresentações de trabalhos.

Depois de tanto aprendizado na universidade, acreditava estar realmente preparada para enfrentar o universo da sala de aula. Minha primeira experiência profissional como professora foi em uma escola da rede pública do município de Mariana. Iniciei o ano letivo pensando em todas as metas que almejava alcançar, colocando em prática a aprendizagem adquirida ao longo dos quatro anos de graduação, mas não era tão simples assim.

As dificuldades relacionadas ao ambiente escolar como o processo pedagógico e a organização escolar foram importantes em minha formação. Senti dificuldade para colocar em prática as teorias aprendidas na graduação. Como engajar os alunos, como torná-los participativos e atuantes no processo, como administrar os conteúdos de forma contextualizada?

Com o passar dos anos, foram surgindo dúvidas sobre o processo de ensino e aprendizagem. Percebi que um curso de formação continuada seria importante para a minha formação docente. Sentia necessidade de aprimorar a prática pedagógica, melhorar a qualidade no ensino dos conteúdos curriculares de Química.

Assim, em 2017 iniciei o curso de Especialização em Educação em Ciências – CECI – CECIMIG/FAE/UFMG. Foram dois anos de aprendizagem de novos conceitos, novas metodologias de ensino. Um novo olhar sobre o Ensino por Investigação no aspecto metodológico, uma abordagem didática que permite o planejamento, a aprendizagem de conteúdos conceituais e procedimentais. Na perspectiva do Ensino por Investigação o processo de aprendizagem envolve um problema que os estudantes possam resolver de forma engajada, participativa, sobre suas ações durante o processo.

Pensando e refletindo sobre minha prática docente e as dificuldades encontradas pelos estudantes em relacionar os contextos almejei o mestrado profissional. Me propus elaborar e desenvolver uma sequência didática investigativa sobre o conceito de Solubilidade dos Compostos Orgânicos.

## 2. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

A química é uma ciência que estuda a compreensão da constituição, a transformação e as propriedades dos materiais. Por ser uma ciência que envolve o estudo de alguns fenômenos de impacto em situações do cotidiano, muitos estudantes revelam dificuldade em compreender as relações entre as representações, as explicações e os fenômenos.

Solubilidade é um conceito importante em química, pois facilita a compreensão de outros conteúdos frequentemente trabalhados em sala de aula, está envolvido em uma variedade de fenômenos e situações existentes no cotidiano dos estudantes (QUADROS; GOUVEIA; OLIVEIRA, 2009).

A compreensão de algumas situações do cotidiano como por exemplo, a adulteração dos combustíveis, a remoção de esmalte da unha, a dissolução de uma tinta, muitas vezes não são relacionadas em sala de aula ao conceito científico de solubilidade e à propriedade específica a ele relacionado.

O conceito de solubilidade é tradicionalmente abordado por meio de memorização da regra dos semelhantes “polar dissolve polar e apolar dissolve apolar”. A discussão sobre o conceito de solubilidade dos compostos orgânicos muitas vezes não é mencionada, isso porque não se discute as questões de miscibilidade juntamente ao modelo de interação intermolecular. O entendimento das interações intermoleculares é fundamental para explicar as propriedades macroscópicas observáveis. Em seu trabalho Lopes (2006) aponta que a regra dos semelhantes, apesar de muito útil, traz uma série de problemas quando usada de forma indiscriminada. Para esse mesmo autor, esta é apenas uma regra empírica e não uma lei experimental, servindo apenas como um guia na definição do melhor solvente a ser utilizado para dissolver uma dada substância.

Assim, essa abordagem pode não beneficiar os estudantes no entendimento do conceito de acordo com Quadros, Gouveia e Oliveira, (2009). Neste estudo os pesquisadores apontam que muitas vezes os professores utilizam de forma equivocada a regra “semelhante dissolve semelhante” e, desta forma, a regra foi ganhando força no ensino do conteúdo de solubilidade. Os autores questionam:



“Entretanto, de que semelhança se está falando? Algumas vezes, isso é tratado em termos de ligações. O cloreto de sódio (NaCl), por exemplo, tem ligações predominantemente iônicas, diferentes da água (H<sub>2</sub>O), que tem ligações predominantemente covalentes e, mesmo assim, é dissolvido por ela.

Muitas vezes ao ensinarem os conteúdos os professores não discutem os aspectos microscópicos, dando preferência a parte quantitativa do processo, ou seja, os cálculos e constantes de solubilidade. Concebemos que o conceito de solubilidade está relacionado ao balanço energético envolvido na quebra das interações soluto-soluto, solvente-solvente e na formação das interações soluto-solvente, e não apenas à polaridade dos compostos.

As substâncias moleculares constituem um grupo de materiais estudados por uma área da química: a química orgânica. Para compreendermos as propriedades deste grupo de substâncias temos que considerar além da natureza das ligações químicas covalentes, a natureza das interações intermoleculares.

Em muitos materiais didáticos são encontradas discussões sobre o conceito de solubilidade. Para Mortimer e Machado (2002), a solubilidade deve ser entendida como:

“A solubilidade depende da natureza das substâncias envolvidas na solução. Os materiais também não se dissolvem igualmente em todos os solventes como no caso do sal de cozinha em relação à água e ao óleo. Se formos dissolvendo, a uma determinada temperatura, sal de cozinha (soluto) numa quantidade de água (solvente) em um recipiente, veremos que, depois de certa quantidade de sal, não é mais possível dissolvê-lo. Isso será evidenciado pela presença do soluto no fundo do recipiente, que, mesmo depois de ser agitado, não se dissolverá. A quantidade de soluto que foi possível dissolver é a solubilidade do material naquela temperatura [...]” (MORTIMER, MACHADO, 2002)

Tendo em vista o que foi apresentado sobre a solubilidade dos compostos orgânicos e as dificuldades no processo de ensino-aprendizagem, me propus elaborar e desenvolver um material didático a partir dos referenciais teóricos citados anteriormente. Explicitamos a seguir os objetivos propostos.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1.OBJETIVO GERAL**

O objetivo deste trabalho é elaborar e desenvolver uma sequência didática investigativa (SEI) sobre Solubilidade de Compostos Orgânicos para estudantes da 3a série do ensino médio e um material de orientação para os professores.

#### **3.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

##### **3.2.1. Relacionados à produção das atividades**

- Elaborar uma Sequência Didática Investigativa para a 3a série do terceiro ano do ensino médio;
- Abordar o conceito de solubilidade de forma investigativa;
- Identificar e compreender a relação entre os modelos de interações intermoleculares e solubilidade;
- Identificar o conceito de polaridade das ligações;
- Promover o estabelecimento de relações entre fenômenos, modelos teóricos e representações;
- Estimular o debate e o engajamento entre os estudantes por meio de propostas de atividades variadas e investigativas;
- Considerar a promoção do engajamento, e interação dos estudantes em grupo;
- Utilizar ferramentas tecnológicas de informação e comunicação (TICs).

##### **3.2.2. Relacionado ao desenvolvimento e aplicação das atividades**

- Acompanhar o desenvolvimento das atividades a partir das observações realizadas em aula e do registro no caderno de campo.
- Analisar a produção escrita dos estudantes para investigar problemas na elaboração da Sequência didática investigativa;

- Elaborar um material de orientação para docentes a partir das informações obtidas no uso do material em sala de aula e conforme os resultados da análise das produções escritas dos estudantes.

#### **4. REFERENCIAL TEÓRICO**

Nesta seção são apresentados os referenciais teóricos que contribuíram para a elaboração e para o acompanhamento do uso do recurso educacional.

##### **4.1.AS FORMAS DE ABORDAGEM DO CONTEÚDO E OS FOCOS DE INTERESSE DA QUÍMICA**

A Química é uma ciência que pode contribuir para que as pessoas compreendam alguns fenômenos que fazem parte do cotidiano. No entanto, as linguagens matemática e científica e as teorias explicativas fazem com que ocorra um distanciamento do dia a dia tornando-a uma disciplina considerada por muitos estudantes como difícil.

Para que o conceito de solubilidade dos compostos orgânicos seja compreendido é necessário que o processo de ensino-aprendizagem considere as interações entre o soluto e o solvente. A solubilidade de uma substância orgânica - substâncias moleculares - está relacionada à polaridade das ligações e das moléculas ou espécies envolvidas. A compreensão da solubilidade está ligada à compreensão dos modelos de interação intermoleculares.

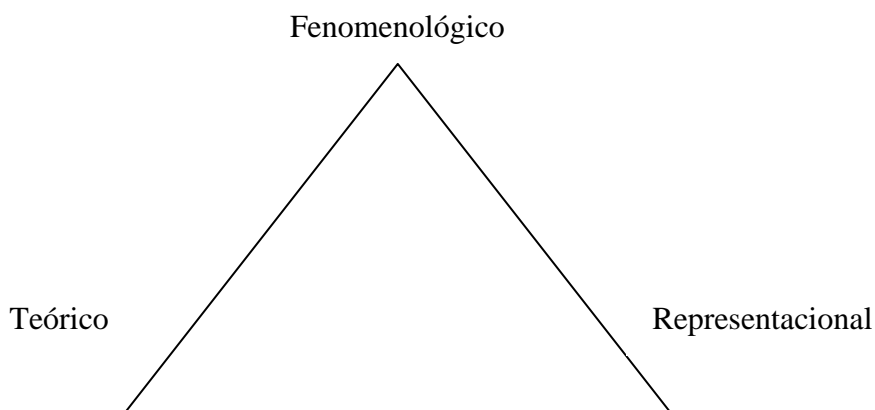
A compreensão desse conceito é considerada importante em química, uma vez que permite entender outros conteúdos trabalhados em salas de aula como por exemplo, Propriedades dos Materiais, Ligações químicas, Soluções, Polímeros, Processos Biológicos, etc.

Existe uma dificuldade de compreensão porque muitas vezes a discussão sobre a natureza e origem das diferentes interações não é apresentada. Os parâmetros energéticos para comparação entre interações e ligações químicas não são apresentados e relativizados.

A forma de abordagem geralmente utilizada não possibilita o estabelecimento de relações entre fenômenos e modelos explicativos. Campanário e Otero (2000, apud Miranda et al, 2018) descrevem que:

O alto nível de abstração deste conteúdo torna o assunto complexo e com potencial para gerar concepções alternativas aos modelos científicos. As concepções alternativas são ideias trazidas por qualquer indivíduo em situação de aprendizagem, independente do nível de escolaridade, estando em desacordo com os conhecimentos científicos.

Pensando no conhecimento químico é importante relacionar e distinguir três aspectos do conhecimento químico: fenomenológico, teórico e representacional. A figura 1, a seguir, demonstra as relações entre os três níveis do conhecimento químico.



**Figura 1:** Aspectos do conhecimento químico

Estabelecer essas inter-relações nos parece fundamental para que se possa compreender vários tópicos de conteúdo químico, e a solubilidade dos compostos orgânicos é um deles.

O aspecto fenomenológico, representa os fenômenos naturais e observáveis. Mortimer e Machado (2000), relatam que o fenômeno está materializado na atividade social. E é isso que vai dar significação para a Química do ponto de vista do aluno. São as relações sociais que ele estabelece através desta ciência que mostram que a Química está na sociedade, no ambiente.

O aspecto teórico, representa as explicações e modelos envolvendo átomos, moléculas, íons etc. ou seja, a natureza atômico-molecular.

Já no aspecto representacional ou simbólico, se relaciona os signos como a linguagem química (fórmulas, equações químicas, representações dos modelos, gráficos e recursos matemáticos).

A partir dos três níveis do conhecimento químico pode-se relacionar a prática da teoria, favorecendo assim, o ensino de solubilidade dos compostos orgânicos. Para Damasceno, Brito e Wartha (2008), as dificuldades encontradas pelos estudantes são, a não interpretação dos níveis do conhecimento científico e a incapacidade de transladar de um nível para o outro. E, para que os estudantes possam entender os conceitos da química é necessário que os mesmos transitem entre os três níveis do conhecimento, sempre que possível.

#### **4.2.SEQUÊNCIA DIDÁTICA**

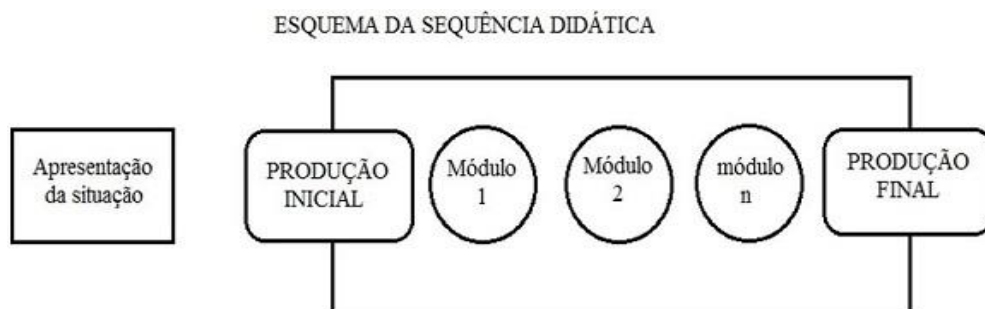
Para o nosso produto educacional selecionamos alguns fenômenos relacionados a situações diárias que permitiram ao estudante, observar a solubilidade de substâncias por meio de evidências macroscópicas, utilizar explicações para a dissolução ou não de certas substâncias por meio dos conceitos de polaridade e do modelo de interação intermolecular e registrar o modelo que representasse as interações intermoleculares entre as moléculas.

Uma sequência didática é um conjunto organizado e coerente de atividades que abrange um certo número de aulas, com conteúdos relacionados entre si com o propósito de desenvolver habilidades e competências relacionadas a um tópico do currículo (AGUIAR JÚNIOR, 2005). Além disso, a sequência didática auxilia diretamente nos objetivos que são pretendidos para o ensino-aprendizagem.

A finalidade de uma sequência didática é proporcionar a compreensão e a relação entre os conteúdos de aprendizagem que mais se adaptam às necessidades educacionais dos alunos. A essas sequências de ensino, segundo Zabala (1995) apud Aguiar Júnior (2005), constituem uma unidade de análise e de planejamento da prática educativa.

Para Dolz et al. (2004, p. 82) uma "sequência didática" é um conjunto de atividades escolares organizadas, de maneira sistemática, em torno de um gênero textual oral ou escrito. Ainda de acordo com este mesmo autor, a finalidade de ajudar

o aluno a dominar um gênero textual permite, assim, escrever ou falar de uma maneira mais adequada para uma situação de comunicação. Dolz et al. (2004) enfatizam que uma sequência didática precisa conter quatro componentes essenciais representados pela figura 2 a seguir:



**Figura 2:** Esquema da Sequência Didática (Dolz, Noverraz e Schneuwly, 2004, p.83)

Apresentaremos a seguir, uma breve descrição desses quatro componentes defendidos por Dolz et al. (2004):

- I. A apresentação da situação inicial, consiste em mostrar aos alunos a proposta de comunicação que será realizada até a produção final.
- II. A produção inicial tem como principal função regular a sequência didática, tanto para o aluno quanto para o professor. Por meio da produção escrita, quando a comunicação entre os alunos fica nitidamente expressa.
- III. Nos módulos, trata-se de trabalhar os problemas que aparecem na primeira produção e de dar aos alunos os instrumentos necessários para superá-los.
- IV. A produção final dá ao aluno a oportunidade de praticar todas as estratégias oferecidas durante os módulos.

A diversidade de fases em diferentes momentos do processo de construção de conhecimentos na sala de aula, constituem-se em uma sequência didática. Para Zabala (1998), a identificação das fases de uma sequência didática, as atividades e suas relações devem nos servir para compreender o valor educacional e suas razões para que justifiquem a necessidade de introduzir ou modificar as novas atividades.

Para este mesmo autor, a sequência didática é “um processo que não só

contribui para que o aluno aprenda certos conteúdos, mas também faz com que aprenda a aprender e que aprenda que pode aprender”, enfim, as atividades propostas em uma sequência podem favorecer o processo de ensino-aprendizagem desde que o aluno esteja engajado e interessado fazendo correlações com a sua vivência.

Desta forma, é importante que a sequência didática contenha algumas fases para sua realização, deixando claro que não existe uma ordem específica para seguir, podendo ocorrer intercalação entre as atividades. Para Aguiar Júnior (2005), essas fases de ensino fazem parte do processo de construção do conhecimento na sala de aula, sendo elas: Problematização inicial, Desenvolvimento da narrativa de ensino, Aplicação dos novos conhecimentos e Reflexão sobre o que foi aprendido. Para tanto, apresentaremos no quadro 1 uma breve descrição dessas fases de ensino e suas intenções:

**Quadro 1:** Fases de ensino de uma sequência didática

| <b>Fases de ensino</b>                 | <b>Propósitos (intenção) do professor</b>   |
|--|---|
| Problematização inicial                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Engajar os estudantes, intelectual e emocionalmente, com o estudo do tema.</li> <li>- Explorar as visões, conhecimentos prévios e interesses dos estudantes sobre o tema.</li> </ul>   |
| Desenvolvimento da narrativa de ensino | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Disponibilizar as ideias e conceitos da ciência e/ou das artes no plano social da sala de aula.</li> </ul>   |
| Aplicação dos novos conhecimentos      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dar oportunidades aos estudantes de falar e pensar com as novas ideias e conceitos, em pequenos grupos e por meio de atividades com a toda a classe.</li> <li>- Dar suporte aos estudantes para produzirem significados individuais, internalizando essas ideias.</li> <li>- Dar suporte aos estudantes para aplicar as ideias ensinadas a uma variedade de contextos e transferir aos estudantes controle e responsabilidade pelo uso dessas ideias.</li> </ul> |

|                                    |  |
|------------------------------------|--|
| Reflexão sobre o que foi aprendido | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Prover comentários e reflexões sobre o conteúdo, de modo a sistematizar, generalizar e formalizar os conceitos apreendidos.</li> <li>- Destacar relações entre os conceitos e destes com outros tópicos do currículo, promovendo, assim, o desenvolvimento da narrativa do ensino.</li> </ul> |
|------------------------------------|--|

**Fonte:** Aguiar Júnior (2005)

Entende-se que a problematização inicial consiste em engajar os alunos, com o tópico desejado, explorando assim, suas visões, conhecimentos prévios e os interesses dos alunos sobre o tema. Ainda de acordo com este mesmo autor, é necessário desenvolver ideias e conceitos da ciência na sala de aula para que o aluno possa caminhar de acordo com essas novas abordagens com orientação do professor. Após essa fase é importante que o aluno aplique esses novos conhecimentos através de atividades que promovam a fala e o engajamento entre os grupos para que eternizem a produção de novos significados e por último uma reflexão do que foi aprendido a fim de que sistematizem os conceitos apreendidos.

Giordan et al. (2012) afirmam que para a construção de uma sequência didática é preciso considerar o contexto escolar e ainda as questões culturais que permeiam o conhecimento científico em questão. Nesse sentido, o desenvolvimento, aplicação e avaliação de sequências didáticas pode adquirir um caráter mais amplo no processo de ensino do que por vezes encontramos discutido na literatura.

A partir de uma sequência didática o estudante tem a oportunidade de se posicionar diante dos acontecimentos discutidos em sala de aula fazendo com que os conhecimentos prévios sejam trazidos para a discussão promovendo a comunicação e suas relações com a aprendizagem.

A estratégia desenvolvida na sequência didática foi sobre o conceito de solubilidade e para isso consideramos as dificuldades no ensino e aprendizagem desse conceito, e algumas estão associadas a:

- I. Construção e compreensão do conceito de solubilidade dos compostos orgânicos;
- II. Construção e Compreensão do modelo de interação intermolecular e



- III. Desenvolvimento do conceito de polaridade das ligações e geometria das moléculas a partir de atividades investigativas.

Assim, a sequência didática desenvolvida neste trabalho é sobre a solubilidade dos compostos orgânicos com o intuito de estabelecer relações existentes entre o contexto científico e o contexto do cotidiano do aluno.

#### **4.3.ENSINO POR INVESTIGAÇÃO**

O ensino por investigação configura-se como uma estratégia de ensino e aprendizagem, cuja intenção é promover um ensino mais interativo, baseado em atividades capazes de encaminhar os alunos às explicações científicas.

A base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2018, p. 322) considera que o ensino por investigação é:

o processo investigativo deve ser entendido como elemento central na formação dos estudantes, em um sentido mais amplo, e cujo desenvolvimento deve ser atrelado a situações didáticas planejadas ao longo de toda a educação básica, de modo a possibilitar aos alunos revisar de forma reflexiva seus conhecimentos e sua compreensão acerca do mundo em que vivem.

O ensino por investigação como uma abordagem didática favorece o desenvolvimento de habilidades por parte dos alunos nas questões relacionadas às habilidades cognitivas, tais como elaboração de hipóteses, argumentação, comunicação, planejamento, apropriação de novos conceitos e significados. Segundo Maués e Lima (2006), é uma estratégia de ensino e aprendizagem em que os alunos fazem parte dos processos investigativos quando são levados a realizar e colocar em prática o processo para a construção da aprendizagem. Para isso, os alunos são colocados a observar, resolver um problema, refletir, levantar hipóteses, interagir e analisar o fenômeno.

Nesse sentido, a atividade investigativa pode proporcionar aos alunos uma reflexão sobre o tema abordado, estimular a argumentação por meio da oralidade e da escrita como forma de comunicação do conhecimento e ideias, além de valorizar as pequenas ações alcançadas. Segundo Borges (2002) este tipo de atividade é construída de forma a colocar os alunos frente a essas situações para que não fiquem presos às

fórmulas e ou a uma regra já utilizada anteriormente.

Neste cenário, cabe ao docente mediar e orientar os alunos nas tomadas de decisões, fomentando as discussões. O docente deixa de ser o único a proporcionar conhecimento e os alunos deixam de ser meros receptores de informações (SÁ *et al*, 2007). A relação do professor, aluno e conteúdo são importantes para a aprendizagem. Segundo Carvalho (2013), ao propor um problema, o docente compartilha a responsabilidade com o aluno e sua ação dentro de sala de aula não será mais de expor, mas de orientar e encaminhar as reflexões dos alunos na construção do conhecimento.

As atividades investigativas favorecem a participação do aluno no processo de aprendizagem (Azevedo 2004, p.22) promovendo o seu engajamento durante a atividade levando-o a refletir, a se posicionar e ser crítico nas tomadas de decisões.

Para Carvalho (2013) existem elementos chaves que precisam compor uma proposta investigativa, como por exemplo, produtos educacionais que Carvalho (2013) nomeou de Sequências de Ensino Investigativo, uma das formas de se promover o ensino investigativo por meio de etapas como problema, que pode ser experimental, demonstrativo ou não experimental, e essas atividades são: levantamento e teste de hipóteses, sistematização coletiva do conhecimento e sistematização individual por meio de registros.

Para Carvalho *et al* (2013) *apud* Azevedo (2004), é preciso que sejam realizadas atividades distintas, que devem estar acompanhadas de uma situação problematizadora, questionadora e de diálogo, levando a resolução de problemas e à introdução de conceitos.

Essa investigação deve estar fundamentada, para que a atividade investigativa faça sentido para o aluno de modo que ele saiba o porquê de estar investigando o fenômeno. Para isso, é importante que o docente apresente um problema para o que está sendo estudado (Azevedo, 2004).

Existem diferentes maneiras de se propor uma atividade investigativa, segundo Azevedo (2004), as demonstrações experimentais, o laboratório aberto, as questões abertas e os problemas abertos.

- I. Demonstrações experimentais que partem da apresentação de um problema ou de um fenômeno. Permitem refletir sobre o fenômeno, descrevendo suas observações, formulando hipóteses acerca do problema para que possam

analisar os resultados obtidos.

- II. Laboratório aberto permite a solução de um problema a partir de um experimento. Para esse tipo de atividade são necessários seis momentos importantes: o problema; o levantamento de hipóteses; a elaboração do plano de trabalho; a montagem do arranjo experimental e coleta de dados; a análise dos dados e a conclusão.
- III. Questões abertas relacionadas ao cotidiano dos alunos estão relacionadas aos conceitos discutidos e construídos em aulas anteriores. Permitem desenvolver a argumentação, a selecionar e organizar informações, aplicação de conceitos e o uso da linguagem científica.
- IV. Problemas abertos são situações gerais que discutem desde as condições de contorno até as possíveis soluções para as questões. Permitem que o aluno expresse suas estratégias de resolução do problema, fundamentando sua argumentação levando-o ao único objetivo que é à matematização dos resultados.

Independente do tipo de atividade investigativa o foco principal é a resolução do problema por parte dos alunos de forma ativa proporcionando a argumentação, o raciocínio e a justificativa de suas ideias. A importância e a necessidade de relacionar o cotidiano dos alunos com o tema torna mais fácil a compreensão dos processos que ocorrem no dia a dia. Assim, o ensino por investigação como abordagem didática, promove a construção do conhecimento por parte dos alunos, sobre o que seja a ciência, sobre seus conceitos e teorias.

Após essa reflexão sobre o ensino por investigação considero pertinente a elaboração de uma sequência didática investigativa para ser utilizada em salas de aula de ciências, com o intuito de promover ações e reflexões dos alunos na construção do conhecimento. Acredito que este tipo de material pode contribuir para orientar outros professores na condução de atividades investigativas.

#### 4.4. EXPERIMENTAÇÃO

A experimentação vem sendo utilizada no ensino de Química como uma ferramenta pedagógica para a construção do conhecimento científico. Assim, é preciso compreender e refletir sobre o papel que desempenha na aprendizagem.

Acreditamos que a inclusão da experimentação no ensino de química é fundamental para que os estudantes compreendam os fenômenos. Para isso é importante que a abordagem considere, sempre que possível, o processo investigativo no qual possam discutir, questionar, avaliar e propor estratégias para resolver o fenômeno com seus pares.

Segundo Giordan (1999) a experimentação como

Parte de um processo pleno de investigação é uma necessidade, reconhecida entre aqueles que pensam e fazem o Ensino de Ciências, pois a formação do pensamento e das atitudes do sujeito deve-se dar preferencialmente nos entremeios de atividades investigativas.

Para este autor, a experimentação desperta um forte interesse entre os estudantes atribuindo um caráter motivador, lúdico e essencialmente vinculado aos sentidos. Destaca a importância para a aprendizagem colaborativa, por meio da realização de experimentos em grupos.

A experimentação além de promover o desenvolvimento cognitivo do aluno, pode estabelecer relações entre a teoria e a prática a partir de questões investigativas, colocando o aluno em contato com equipamentos e manipulações de substâncias presentes no cotidiano, proporcionando uma aprendizagem que contribui para a formação do cidadão.

Gonçalves *et al* (2020) também defendem que o uso da experimentação nas aulas de Ciências da Natureza é uma metodologia capaz de envolver os alunos e despertar o senso crítico de observar um fenômeno, produzir dados e formular hipóteses sobre o que está acontecendo, promovendo, assim, a aprendizagem. Investir em metodologias diferenciadas como a experimentação pode ser uma alternativa realizável para ensinar e aprender os conteúdos de Química que tem o objetivo de tornar o aluno ativo, aquele que investiga, que faz observações, formula hipóteses, questiona, ou seja, faz parte dos processos de ensino e de aprendizagem.

Guimarães (2009) enfatiza que a experimentação deva ser baseada no contexto sociocultural e econômico do aluno para que os resultados possam ser mais efetivos. Para esses mesmos autores o ensino de Química deve ser concebido como forma de educação para a vida, determinando relações entre os conteúdos aprendidos e o cotidiano para a formação cidadã no qual os estudantes são levados a refletir, compreender, discutir e agir sobre o mundo.

Quando os alunos estão em situações de experimentação de caráter investigativo, eles possuem seus próprios “métodos” de proceder diante do fenômeno e, com eles, suas próprias concepções e organicidade sobre o referido fenômeno (PACHECO, 2006). Destacando assim, a importância da experimentação como parte integrante do processo de ensino-aprendizagem de ciências.

De acordo com Oliveira (2010), o uso de atividades experimentais pode ser organizado de diferentes maneiras e abordagens. Dependendo do objetivo da aula, as atividades experimentais podem ser classificadas em três tipos de abordagens. O quadro 2 a seguir apresenta uma breve descrição dos tipos de abordagem das atividades experimentais.

**Quadro 2:** Principais características das atividades experimentais.

|  | <b>Demonstração</b>  | <b>Verificação</b>   | <b>Investigação</b>   |
|--|--|--|---|
| <b>Papel do professor</b>                | Executar o experimento; Fornecer as explicações para os fenômenos.               | Fiscalizar a atividade dos estudantes.   | Orientar as atividades; Incentivar e questionar os estudantes.  |
| <b>Papel do aluno</b>                    | Observar o experimento.  | Executar o experimento.  | Pesquisar, planejar e discutir.   |
| <b>Roteiro de atividade experimental</b> | Fechado, estruturado e de posse exclusiva do professor.                          | Fechado e estruturado.   | Ausente ou, quando presente, aberto ou não estruturado.   |
| <b>Vantagens</b>                         | Demanda pouco tempo; Integrada a aula expositiva; Úteis quando não há materiais. | É possível verificar através das explicações dos estudantes se os conceitos foram compreendidos. | Estudantes ativos; Há espaço para a criatividade e abordagem de temas relevantes; O erro é aceito contribuindo para a aprendizagem. |

|                     |   |   |  |
|---------------------|---|---|--|
| <b>Desvantagens</b> | A observação do experimento pode ser um fator de desmotivação; Não há garantia de que todos estarão envolvidos. | Pouca contribuição do ponto de vista da aprendizagem de conceitos; O fato dos resultados serem relativamente previsíveis não estimula a curiosidade dos estudantes. | Requer maior tempo para sua realização; Exige um pouco de experiência dos alunos na prática de atividades experimentais. |
|---------------------|---|---|--|

**Fonte:** Adaptado de Oliveira (2010).

Analisando os tipos de abordagem das atividades experimentais, a experimentação em uma abordagem investigativa, favorece a contextualização e o desenvolvimento de habilidades dos estudantes durante a construção do conhecimento.

O importante é que suas diferenças sejam bem compreendidas de forma que possam ser aplicadas com objetivos bem definidos e com estratégias que favoreçam aprendizagem de novos conteúdos, procedimentos e atitudes (Oliveira, 2010).

Nessa perspectiva, o material didático elaborado teve como foco principal relacionar o conteúdo de solubilidade dos compostos orgânicos a questões relacionadas às vivências dos alunos, para isso lançamos mão de atividades experimentais investigativas que buscassem estabelecer essas relações para a formação cidadã.

#### **4.5.ROTAÇÕES POR ESTAÇÕES**

A Rotação por Estações é uma proposta metodológica baseada em criar diferentes ambientes dentro da sala de aula, em cada ambiente uma atividade é proposta. A ideia é formar um circuito, de forma que os estudantes façam todas as atividades propostas sendo que não é necessário seguir uma ordem. A quantidade de estações criadas fica a critério e objetivos pedagógicos do professor. Para sua aplicação, o professor organizará a sala com pontos específicos, para que os alunos possam fazer um rodízio nesses pontos, em um tempo que poderá ser estabelecido por ele ou até que o aluno cumpra o objetivo da aprendizagem da estação.

De Souza e Andrade (2016) apontam alguns benefícios para se utilizar o modelo de Rotação por Estações no processo de ensino-aprendizagem:

as oportunidades de trabalhar com o ensino e aprendizado de grupos menores de estudantes; o aumento das oportunidades para que os professores forneçam feedbacks em tempo útil; oportunidade de os estudantes aprenderem tanto de forma individual quanto colaborativa; e, por fim, o acesso a diversos recursos tecnológicos que possam permitir, tanto para professores como para os alunos, novas formas de ensinar e aprender.

Assim, essa metodologia permite que os estudantes fiquem imersos em diversas situações em estações de ensino.

O modelo de Rotação por Estações é um modelo de ensino e aprendizagem em que a forma como estão dispostas as estações de aprendizagem definirá a estrutura deste modelo e cada estrutura pode estar organizada de diferentes maneiras (Souza e Andrade, 2016).

Para Bailey *et al* (2013) *apud* Souza e Andrade (2016), a estruturação para a metodologia - rotações por estações - precisa conter, um número de estudantes por estação de acordo com o tamanho do grupo para favorecer a aprendizagem e, pensando no tamanho do grupo versus o tempo que ocorrerá a rotação nas estações; a presença do docente e/ou profissionais capacitados para apoiar uma ou mais estações de aprendizagem e, por fim, que esse modelo utilize o mínimo da estrutura da sala de aula tradicional.

Para esse modelo não há a ideia de continuidade entre as estações, as atividades devem ser independentes. Não deve existir uma ordem de prioridade para iniciar a rotação e cada estação deve ter objetivos específicos que colaborem para o ensino-aprendizagem (Bacich, Tanzi Neto e Trevisani (2015) *apud* Do Nascimento et al (2021).

Segundo, Do Nascimento et al (2021):

É imprescindível que o docente faça o acompanhamento durante a realização das atividades, com o propósito de verificar se o objetivo da aula foi alcançado e se as atividades escolhidas estão de acordo com o nível de aprendizagem dos alunos.

Esta metodologia oferece uma importante contribuição ao ensino promovendo a participação e o engajamento dos estudantes nas atividades propostas.

Para esse material didático lançamos mão de atividades que utilizassem a metodologia Rotações por Estações para que pudessemos desenvolver e estabelecer relações com o conteúdo de solubilidade dos compostos orgânicos.

#### **4.6.TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO**

O uso das tecnologias de informação e comunicação (TICs) têm ganhado espaço no cotidiano de alunos e professores, possibilitando assim sua utilização em sala de aula e deve ser considerada como uma opção de abordagem.

Esse tipo de ferramenta pode proporcionar uma participação maior dos alunos e promover a interação digital coletiva entre os estudantes e o conteúdo. No entanto, a utilização deve ser mediada pelo professor para que os objetivos sejam alcançados no processo de ensino-aprendizagem.

Na sociedade da informação estamos reaprendendo a conhecer, a comunicarmos, a ensinar e a aprender com os instrumentos tecnológicos. Uma mudança qualitativa no processo de ensino-aprendizagem acontece quando conseguimos integrar dentro de uma visão inovadora as tecnologias e promover um maior envolvimento dos estudantes com o ambiente virtual de aprendizagem (Moran, 2000).

Pensando em todo esse potencial a utilização de ferramentas tecnológicas em sala de aula pode auxiliar colaborativamente os docentes contribuindo com a prática pedagógica de forma contextualizada, interativa e dialógica. Para isso, a organização, o planejamento, a seleção das competências que os alunos devem alcançar precisam estar em conformidade para que o objetivo educacional estabelecido para determinado conteúdo ou tema decorra.

Segundo Moran (2000) muitas aulas convencionais estão ultrapassadas, pelo fato de o professor transmitir o conhecimento e o aluno receber o conteúdo de forma equivocada. Porém, o autor afirma também que, “[...] se ensinar dependesse só de tecnologias, já teríamos achado as melhores soluções há muito tempo. Elas são importantes, mas não resolvem as questões de fundo” (Moran 2000). Assim, o conceito de aprender está relacionado ao aluno que investiga, faz previsões, faz reflexões, faz



debates com seus pares, ou seja, o aluno atuante ao longo do processo e, o professor como mediador entre o aluno e sua aprendizagem.

Mendes (2008), define Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) como um conjunto de recursos tecnológicos que, se estiverem integrados entre si, podem proporcionar a automação e/ou a comunicação de vários tipos de processos existentes no ensino e na pesquisa científica, etc. São tecnologias usadas para reunir, distribuir e compartilhar informações.

Segundo Tavares (2018) as TICs permitem processos de interação na educação e destaca algumas características importantes para sua utilização que são:

- I. Possibilitar o raciocínio e a reflexão sobre a ação;
- II. Abrir espaço para que professor e aluno registrem e reflitam sobre o processo pelo qual constroem o seu conhecimento;
- III. Provocar no aluno a busca de novas informações, que lhe permitam levantar novas hipóteses;
- IV. Permitir o desafio e a reflexão possibilitando ao educando buscar, construir e valorizar sua produção;
- V. Possibilitar a descrição dos procedimentos, de forma clara e objetiva para que o aluno possa construir seu conhecimento revendo sua ação;
- VI. Desafiar o aprendiz na busca da exploração do conhecimento de forma prazerosa;
- VII. Oferecer condições para que o aluno prossiga na construção do seu conhecimento de forma cooperativa.

Belloni et al (2008) descrevem que a interação entre alunos é crucial para a aprendizagem e o uso pedagógico adequado das TICs favorecem estas interações, na medida em que cria ambientes de aprendizagem mais dinâmicos e mais democráticos do que a sala de aula convencional, favorecendo a aprendizagem colaborativa. Para esses mesmos autores, a autonomia dos estudantes é indispensável para a apropriação de novas técnicas de informação e comunicação *“Esta competência, relacionada com a capacidade de “aprender a aprender” de que falam os discursos educacionais em voga, é fundamental para a vida social contemporânea, seja para o trabalho, seja para a cidadania”*.

De Oliveira e Maissiat (2022) destacam a importância do uso de ferramentas tecnológicas na prática pedagógica quando:

articuladas a uma prática formativa que leva em conta os saberes trazidos pelo aluno, associando aos conhecimentos escolares se tornam essenciais para a construção dos saberes. A utilização de recursos tecnológicos no processo de ensino, é cada vez mais necessária, pois torna a aula mais atrativa, proporcionando aos alunos uma forma diferenciada de ensino.

Na visão de Pazzini (2013) a eficácia da ferramenta audiovisual-vídeo não significa abandonar os meios didáticos tradicionais, mas sua adequação ao conteúdo transformar a sala de aula em um ambiente favorável. Quanto mais os alunos possuírem acesso a esse recurso maior será a eficácia didática.

A utilização de vídeos em sala de aula como ferramenta audiovisual tem sua justificativa tendo em vista que a sociedade moderna tem no uso da imagem e do som uma de suas principais características (Rosa, 2000).

Moran (1995) afirma que a aproximação da sala de aula ao cotidiano, nas linguagens de aprendizagem e comunicação, possibilita introduzir novas questões no processo educacional da sociedade.

Alguns pontos que precisam ser salientados para que se os recursos tecnológicos sejam eficazes no processo de aprendizagem de acordo com Rosa (2000, p.35) são:

O vídeo, o slide, a transparência e as figuras em geral, são representações bidimensionais de um mundo tridimensional. Qualquer recurso audiovisual coloca o aluno como um receptor da mensagem que o autor da obra deseja transmitir. Uma tentativa de rompimento com este círculo existe em programas multimídia onde se procura dar um papel mais ativo ao aluno. Mas convém lembrar que mesmo nesses programas existe um autor que, no fundo, é quem determina qual o tipo e qual o nível de participação será permitida ao aluno.

Na visão de Pazzini (2013) a eficácia da ferramenta audiovisual-vídeo não significa abandonar os meios didáticos tradicionais, mas sua adequação ao conteúdo transformar a sala de aula em um ambiente favorável. Quanto mais os alunos possuírem acesso a esse recurso maior será a eficácia didática.

Existem várias ferramentas digitais e uma delas é o Padlet. O *Padlet* é uma ferramenta digital que permite a criação de murais virtuais colaborativos e gratuitos,

em um ambiente virtual de aprendizagem. Esta ferramenta proporciona aos usuários comentar, avaliar e curtir os materiais publicados no mural.

Desse modo o *Padlet* possibilita o acompanhamento do professor nas atividades propostas. A partir do momento em que são realizados os murais colaborativos, os estudantes podem atualizar e editar suas contribuições fornecendo uma interação entre professor-aluno durante o processo de ensino-aprendizagem. Funciona como uma folha de papel online, em que é possível inserir um conteúdo, interagir e realizar comentários nas postagens. O *Padlet*, enquanto mural interativo, apresenta dinâmica de uso fácil, diversificando as atividades e enriquecendo as aulas.

Nossa sequência didática foi elaborada pensando em atividades variadas e diversificadas com recursos tecnológicos (TICs). Optamos por incluir nas atividades o uso de um recurso audiovisual-vídeo e de uma ferramenta digital *padlet* como instrumentos constitutivos do processo de ensino-aprendizagem.

## 5. METODOLOGIA

Gil (2008) define a pesquisa como um processo formal e sistemático de desenvolvimento do método científico, que tem como objetivo descobrir respostas para o problema mediante procedimentos sistematizados. O tipo de pesquisa utilizada para este projeto será de natureza qualitativa.

A pesquisa de natureza qualitativa, que tem como finalidade seguir um caráter natural ao longo do processo, com ações, sendo essas percebidas no engajamento, na participação, nas questões da linguagem e da intersubjetividade que são considerados como relevantes para se constituírem como dados da investigação, segundo Bicudo (2005).

Bogdan (1994), propõe algumas características para a pesquisa qualitativa como:

- I. A pesquisa qualitativa tem o ambiente natural como fonte direta dos dados e o pesquisador como investigador principal.
- II. A investigação qualitativa é descritiva.

- III. Os pesquisadores qualitativos interessam-se pelo processo do que simplesmente com o resultado e produto.
- IV. Os pesquisadores qualitativos tendem a analisar seus dados indutivamente.
- V. O significado é de extrema importância na abordagem qualitativa.

No âmbito da pesquisa qualitativa se pode utilizar algumas formas de investigação, a que iremos trabalhar é denominada como pesquisa-ensino.

Penteado (2010) afirma que a pesquisa-ensino proporciona uma aproximação com o fenômeno que se quer conhecer, como também, às contribuições explícitas durante o processo como os procedimentos, as possibilidades de abordagem e aos diversos produtos alcançados nessa modalidade de pesquisa. A pesquisa-ensino proporciona olharmos para a prática docente, com o intuito de aproximação da teoria com a prática, intervindo sempre que necessário durante o processo de investigação.

Penteado (2010) relata que a pesquisa-ensino poderá ser dividida em três dimensões, como:

- I. Dimensão ontológica, a natureza do objeto a ser conhecido. A conduta investigativa na prática de ensino proporciona um processo criativo do saber docente. A interação professor-aluno é mediada pelo saber escolar, permitindo uma interação de pesquisa.
- II. Dimensão epistemológica, relação sujeito/conhecimento. As interações que ocorrem durante o processo de ensino-aprendizagem, que envolvem dois tipos de ação que ocorrem paralelamente: a ação docente e a ação pesquisadora
- III. Dimensão metodológica, relação entre os procedimentos utilizados na pesquisa-ensino. O professor-pesquisador é necessariamente um professor reflexivo de suas ações escolares, devido às interações com os alunos e ao mesmo tempo um professor que realiza em sua pesquisa uma sustentação teórica para intervir e mediar suas ações.

Segundo o mesmo autor, a pesquisa-ensino promove a qualificação da prática docente e a prática de pesquisa, transformando a prática do professor-pesquisador em ações conjuntas com os alunos.

Levando em consideração os referenciais teóricos citados anteriormente, este trabalho foi desenvolvido em uma abordagem qualitativa. Utilizamos a pesquisa-ensino como estratégia metodológica, visto que nosso objetivo era elaborar, desenvolver e aplicar uma sequência didática que proporcionasse a compreensão do conceito de solubilidade dos compostos orgânicos.

## **5.1.PROCEDIMENTOS ÉTICOS**

Os procedimentos éticos, para esta proposta de pesquisa estão recomendados pelo comitê de ética da Universidade Federal de Minas Gerais (COEP/UFMG). Para isso, a pesquisadora pretende minimizar os riscos ou constrangimento, visando proteger a integridade e o bem-estar dos participantes da pesquisa. Dessa forma, os alunos somente participarão da pesquisa mediante a assinatura prévia de TALE e TCLE (ANEXOS).

Serão arquivadas todas as atividades produzidas por escrito pelos alunos durante a pesquisa.

## **5.2.METODOLOGIA DE CONSTRUÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA**

Levando em consideração os referenciais teóricos citados anteriormente, e as dificuldades de ensino e aprendizagem para o conceito de solubilidade dos compostos orgânicos, a organização e a construção para a sequência didática se estabeleceu a partir de uma pesquisa inicial como também a seleção de referenciais teórico-metodológicos que abrangem ideias relacionadas ao processo de compreensão e construção de conceitos, à aprendizagem de conceitos em Química e à abordagem investigativa.

Para a sequência didática, buscamos relacionar os modelos aos fenômenos e suas representações, propondo atividades diversificadas que possibilitem aos alunos uma melhor compreensão e reflexão de alguns conceitos químicos de forma

contextualizada e investigativa possibilitando assim relacionar o conteúdo de Solubilidade a questões cotidianas e que possibilitem para o processo de formação cidadã.

As atividades foram criadas e organizadas com o propósito em explicar alguns tópicos importantes como: o conceito de solubilidade como uma propriedade específica dos materiais; o entendimento submicroscópico das interações intermoleculares para constituir a compreensão das propriedades termodinâmicas; o entendimento de modelos das estruturas moleculares, especialmente relacionados a polaridade das ligações e da espécie química como um todo (momento de dipolo).

O material didático foi elaborado considerando as fases de ensino propostas por Aguiar Júnior (2005), o ensino por investigação, a experimentação no ensino de ciências e o uso das tecnologias da informação (TICs), teve-se como objetivo geral a elaboração e o desenvolvimento de uma sequência didática investigativa (versão estudante, no apêndice).

Com as atividades propostas os objetivos específicos foram:

- Abordar o conceito de solubilidade de forma investigativa;
- Identificar e compreender a relação entre os modelos de interações intermoleculares e solubilidade;
- Identificar o conceito de polaridade das ligações e geometria das moléculas;
- Promover o estabelecimento de relações entre fenômenos, modelos teóricos e representações;
- Estimular o debate e o engajamento entre os alunos por meio de propostas de atividades variadas e investigativas;
- Promover o engajamento, e a interação dos alunos no planejamento de atividades em grupo;
- Utilizar ferramentas tecnológicas de informação e comunicação (TICs);
- Acompanhar o desenvolvimento das atividades a partir das observações realizadas em aula e do registro no caderno de campo;
- Analisar a produção escrita dos alunos para investigar problemas na elaboração da SEI;

- Elaborar um material de orientação para docentes a partir das informações obtidas no uso do material em sala de aula e conforme os resultados da análise das produções escritas dos alunos.

A seguir, no quadro 3 apresentamos de forma sucinta as atividades que constituem a sequência didática e o número de aulas que a compõem.

| <b>Número De Aulas *</b> | <b>Atividades</b>   | <b>Objetivos</b>  |
|--------------------------|---|---|
| 01                       | Apresentação do projeto de pesquisa aos alunos.<br>Leitura e orientação sobre os documentos: TCLE e TALE.   | Esclarecer as possíveis dúvidas referente a pesquisa.   |
| 03                       | Atividade Experimental. “Por que algumas substâncias orgânicas são solúveis e outras não?”  | Retomar o conceito sobre a solubilidade dos compostos orgânicos.                                      |
| 03                       | Atividade “Rotações por Estações”.<br><br>Estação 1: A gota que foge<br>Estação 2: Fralda Descartável e Solubilidade.<br>Estação 3: Estruturas e Solubilidade das Vitaminas.<br>Estação 4: Atividade Experimental Vitamina C<br>Estação 5: Atividade Experimental Vitamina E. | Em cada uma das estações há um aspecto relacionado à solubilidade dos compostos orgânicos.            |
| 02                       | Atividade “Utilização de Embalagens Plásticas no Cotidiano”.  | Relacionar as questões relacionadas às propriedades físicas.  |
| 01                       | Atividade Final: Avaliação das atividades propostas.  | Obter relatos dos alunos sobre a metodologia aplicada ao longo desses dias de aplicação da sequência. |

**Quadro 3:** Atividades propostas que constituem a sequência. \*Aulas de 50min.

### 5.3.METODOLOGIA DE ACOMPANHAMENTO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A proposta metodológica foi aplicada durante as aulas de Química em uma escola particular, localizada na região metropolitana de Belo Horizonte, MG, no período da manhã. As atividades foram desenvolvidas em turmas do terceiro ano do Ensino Médio com aproximadamente 28 alunos. As aulas de Química ocorreram de

terça a quinta-feira, das 7:30h às 12h00. A carga horária para a disciplina de Química, é distribuída em 4 aulas de 50 minutos por semana, podendo ser aulas separadas ou geminadas, dependendo do horário estabelecido. A professora que ministrou as aulas que fazem parte deste estudo é a pesquisadora principal e é a única que contempla a disciplina de Química desta escola, desde 2020.

A sequência didática foi aplicada no período entre 18 de outubro a 03 de novembro de 2022. As produções escritas dos estudantes e a ferramenta digital *Padlet* fazem parte das análises dos dados desta pesquisa. A posteriori a professora pesquisadora utilizou-se de um diário de bordo com anotações e reflexões sobre a aplicação do material. Essas servirão de referência para analisar as produções escritas dos estudantes. Para a realização das atividades propostas durante a sequência didática foi utilizada uma sala extra da escola. O objetivo dessa sala extra foi de deixar organizado o ambiente com todos os materiais para a aplicação.

**A primeira aula** ocorreu no dia 18 de outubro de 2022, com duração de 50 minutos. Logo no início da aula, a professora-pesquisadora explicou aos estudantes que iniciaria com eles uma sequência didática que faz parte da sua pesquisa de Mestrado. Em seguida, entregou aos estudantes os Termos de Assentimento Livre e Esclarecido - TALE (anexo, 9.1) para os alunos menores de idade e o Termos de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE (anexo, 9.2) para os estudantes maiores de idade. Realizou-se a leitura dos termos com o objetivo de esclarecer as possíveis dúvidas referente a pesquisa.

**A segunda aula** aconteceu no dia 19 de outubro, com duração de 100 minutos. Os estudantes foram organizados em cinco grupos, cada um com cinco integrantes. A atividade experimental foi desenvolvida em duas etapas. Na primeira etapa os estudantes adicionaram óleo à água - sistema 1, e em seguida álcool à água - sistema 2. Na segunda etapa adicionaram aos sistemas 1 e 2 gotas de detergente. Observaram os resultados e escreveram suas impressões. O objetivo desta primeira atividade experimental foi retomar a discussão sobre a solubilidade dos compostos orgânicos. Para essa primeira aula, trouxemos dezessete questões que foram resolvidas com mediações e intervenções da professora. No dia seguinte (20 de outubro), finalizamos a segunda aula com a leitura de um texto produzido pela professora-pesquisadora “Por que algumas substâncias orgânicas são solúveis e outras não?” com o objetivo de



sistematizar o conhecimento adquirido, que pudessem refletir sobre a aprendizagem naquele momento.

A **terceira aula** aconteceu no dia 26 de outubro, com duração de 100 minutos. A professora solicitou que os estudantes mantivessem os grupos iniciais para a realização da atividade “Rotações por Estações”. Esta atividade foi constituída por cinco estações com diferentes atividades e abordagens, todas relacionadas à solubilidade dos compostos orgânicos. As estações já se encontravam organizadas em estandes na sala onde aconteciam todas as aulas para a pesquisa. A professora orientou os estudantes sobre a dinâmica da atividade. Como a pesquisa foi realizada com estudantes do terceiro ano do ensino médio, cada estação contém uma questão do Enem ou de Vestibulares. A ideia foi inserir uma questão relacionada a cada propriedade física dos compostos orgânicos estudados nas estações. A seguir, no quadro 4 apresentamos cinco estações e seus objetivos.

| <b>Estação</b> | <b>Atividades</b>                        | <b>Objetivos</b>   |
|----------------|--|--|
| <b>1</b>       | A gota que foge                          | Abordar as interações moleculares e os três níveis do conhecimento químico.                                      |
| <b>2</b>       | Fralda Descartáveis e a Solubilidade.    | Estabelecer a relação entre as propriedades das interações intermoleculares juntamente com o polímero formado.   |
| <b>3</b>       | Estruturas e Solubilidade das Vitaminas. | Analisar e comparar as estruturas das vitaminas e fazer previsões quanto a solubilidade das mesmas no organismo. |
| <b>4</b>       | Atividade Experimental Vitamina C        | Analisar o comportamento das vitaminas hidrossolúveis.   |
| <b>5</b>       | Atividade Experimental Vitamina E.       | Analisar o comportamento das vitaminas lipossolúveis.  |

**Quadro 4:** Apresentação das cinco estações e seus objetivos.

No dia seguinte, 27 de outubro, finalizamos a terceira aula com duração de 50 minutos. Realizou-se a leitura do texto produzido pela professora-pesquisadora “Rotações por Estações” com o objetivo de sistematizar o conhecimento adquirido, que pudessem refletir sobre a aprendizagem.

A **quarta aula** aconteceu no dia 01 de novembro, com duração de 100 minutos. Os estudantes foram organizados em duplas para lerem o texto produzido pela professora “A utilização de embalagens plásticas no cotidiano”. Após a leitura do texto a turma participou de uma discussão e em seguida entraram na plataforma digital *Padlet*. Para esta aula foram propostas três questões que foram resolvidas com mediações e intervenções da professora. O objetivo para esta atividade foi retomar a discussão sobre os fatores que afetam a solubilidade, sendo eles Temperatura e Mudança de Solvente. A figura 3 apresenta o material compartilhado durante a atividade.

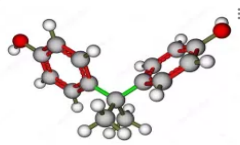
**Figura 3:** Questões propostas da atividade “Utilização de embalagens plásticas no cotidiano”.

Padlet  
Adriana Oliveira • 3m

### UTILIZAÇÃO DE EMBALAGENS PLÁSTICAS NO COTIDIANO

Caro estudante, para esta atividade iremos acessar a plataforma digital "Padlet" para responder às questões relacionadas ao texto "Utilização de embalagens plásticas no cotidiano".

**Questão 01**



Estrutura Molecular do Bisfenol

Considerando a estrutura do Bisfenol A e utilizando o conceito de interação intermolecular explique por que ocorre a dissolução do BPA em solução aquosa.

Adicionar comentário

**Questão 02**

As embalagens plásticas quando aquecidas (por volta dos 80°C) liberam o BPA podendo então contaminar os alimentos. Contudo, mesmo em condições de temperatura ambiente pode ocorrer a contaminação dos alimentos que ficam armazenados nestas embalagens. Considerando a temperatura uma propriedade física dos compostos orgânicos, explique por que não é interessante esquentar alimentos em embalagens de plástico.

Adicionar comentário

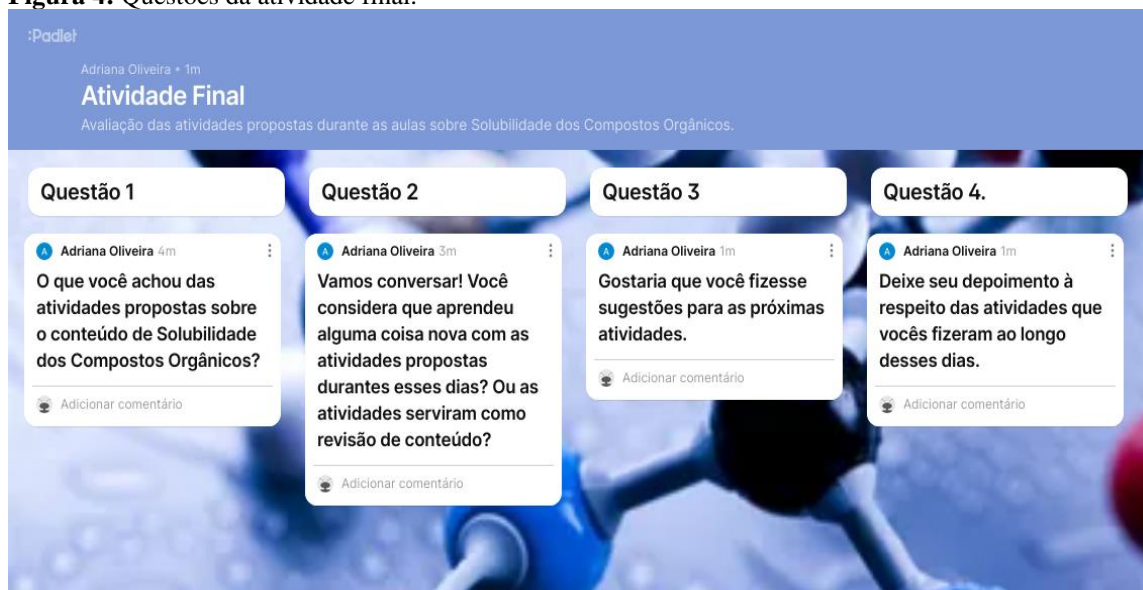
**Questão 03**

Vocês acham importante conhecer e identificar os rótulos das embalagens plásticas para utilização e consumo. Expliquem a importância dessa reflexão para questões relacionadas ao cotidiano.

Adicionar comentário

**Fonte:** Elaborado pela autora.

A **quinta aula** aconteceu no dia 03 de novembro, com duração de 50 minutos. Foi pedido aos alunos que respondessem individualmente às questões propostas na Atividade final. Utilizou-se a plataforma *Padlet* para a resolução das questões. A proposta dessa atividade consistia em uma avaliação final do material. A figura 4 apresenta o material compartilhado durante a atividade.

**Figura 4:** Questões da atividade final.

**Fonte:** Elaborado pela autora.

## 5.4.METODOLOGIA DE ANÁLISE

A busca por respostas para o problema gera dados e informações que precisam ser analisadas a partir de técnicas de análises específicas, que constitui importante etapa para o pesquisador numa pesquisa de natureza qualitativa. Dentre as diversas técnicas utilizadas na área, iremos utilizar a Análise Textual Discursiva (ATD) proposta por Moraes e Galiazzi (2016).

A ATD é uma metodologia de análise de dados produzida na pesquisa qualitativa, pois visa estender as pré-compreensões do fenômeno investigado às compreensões amplificadas (SOUSA; GALIAZZI, 2018). A partir dos dados produzidos pelos estudantes buscaremos compreender os registros por meio da ATD a partir de alguns processos como:

- I. Unitarização, constitui-se em separar, desmontar os textos em unidades de significados de forma organizada, buscando compreender o fenômeno. Obtendo-se assim as unidades constituintes das respostas.
- II. Categorização, constitui-se em separar as relações existentes entre as unidades de base, combinando-as e classificando-as no sentido de permitir uma nova compreensão.

- III. Produção de Metatextos, a partir da combinação dos elementos construídos ao longo dos processos anteriores se tem uma nova compreensão do que se tem como produto.

Foram analisadas produções desenvolvidas pelos 28 alunos, em grupo e/ou individualmente nas atividades da sequência didática investigativa. Identificamos se os enunciados das questões propostas para a sequência didática estão de acordo com o objetivo de cada atividade, como forma de compreensão das respostas dos estudantes para as quais a sequência foi aplicada.

## 5.5. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS

Nesta seção iremos apresentar e analisar os resultados obtidos das produções escritas dos estudantes durante a aplicação da sequência didática. A análise terá como foco principal verificar se as questões propostas estão de acordo com os objetivos de cada atividade.

### 5.5.1. ANÁLISE DA ATIVIDADE 1- ATIVIDADE EXPERIMENTAL

A atividade experimental “Por que algumas substâncias orgânicas são solúveis e outras não?” foi executada por 5 grupos de estudantes. Para esta atividade foram propostas dezessete questões que dizem respeito a solubilidade dos compostos orgânicos. Dividimos a atividade em duas etapas.

A **questão 01** pede aos estudantes para descreverem as características macroscópicas do sistema 1 (óleo + água) sistema que conhecem e convivem no cotidiano. As respostas são apresentadas no Quadro 5.

| Características macroscópicas do sistema 1 | Quantidade de citações de cada grupo |
|--|--------------------------------------|
| Não misturam                               | 3                                    |
| Duas Fases                                 | 2                                    |
| Mistura Heterogênea                        | 2                                    |

**Quadro 5:** Respostas dos estudantes à questão 1.

Os estudantes descrevem que as substâncias não se solubilizam e assim formam um sistema com duas fases visíveis e, caracterizam o sistema como uma mistura heterogênea.

Assim, os estudantes observam e relatam o fenômeno em uma dimensão visual que é perceptível a eles. Pauletti et al (2014) afirmam que a visualização do fenômeno a olho nu pode facilitar a aprendizagem e a compreensão do ponto de vista macroscópico, microscópico e representacional.

A **questão 02** solicita que os estudantes descrevam as características macroscópicas do sistema 2 (álcool + água), sistema que eles conhecem e convivem no cotidiano. As respostas estão apresentadas no Quadro 6 a seguir.

| Características macroscópicas do sistema 2 | Quantidade de citações de cada grupo |
|--|--------------------------------------|
| Misturam                                   | 3                                    |
| Uma Fase                                   | 2                                    |
| Mistura homogênea                          | 4                                    |

**Quadro 6:** Respostas dos estudantes à questão 2.

Os estudantes consideram o nível macroscópico - a solubilização do sistema quando se adiciona o álcool à água. Deixam claro que a mistura homogênea formada é composta por uma única fase. Assim, no nível macroscópico é perceptível a observação visual do fenômeno como descrito na questão 1.

A **questão 03** pede aos estudantes que identifiquem e justifiquem a polaridade da molécula do óleo de soja a partir da estrutura. Os 5 grupos consideram a molécula apolar. Três grupos indicam a interação intermolecular (dipolo instantâneo- dipolo induzido) como justificativa para a polaridade da molécula. Outros 2 grupos trazem como justificativa para polaridade a existência do vetor momento dipolar resultante da molécula igual a zero ( $\mu_r = 0$ ).

A **questão 04** pede aos estudantes que identifiquem e justifiquem a polaridade da molécula da água a partir da estrutura. Os 5 grupos consideram a molécula da água como polar. Quatro grupos trazem como justificativa para polaridade da molécula a existência do vetor momento dipolar resultante da molécula diferente de zero ( $\mu_r \neq 0$ ).

Um dos grupos traz a questão da interação intermolecular (ligação de hidrogênio) como justificativa para a polaridade da molécula.

A **questão 05** pede aos estudantes que identifiquem e justifiquem a polaridade da molécula do álcool a partir da estrutura. Os 5 grupos consideram a molécula do álcool como polar. Três grupos apresentam a interação intermolecular (Ligação de Hidrogênio) como justificativa para a polaridade da molécula. Outros 2 grupos utilizam o vetor momento dipolar resultante da molécula diferente de zero ( $\mu_r \neq 0$ ), como justificativa para a polaridade da molécula.

A **questão 06** pede aos estudantes que utilizem o conceito de polaridade da molécula e interação intermolecular para explicar por que o óleo e a água não se misturam. As respostas dadas estão apresentadas no Quadro 7.

| Imiscibilidade do óleo e da água       | Justificativa |
|--|---------------|
| Polaridades diferentes                 | 5             |
| Interações Intermoleculares diferentes | 2             |
| Regra “Semelhante dissolve semelhante” | 1             |

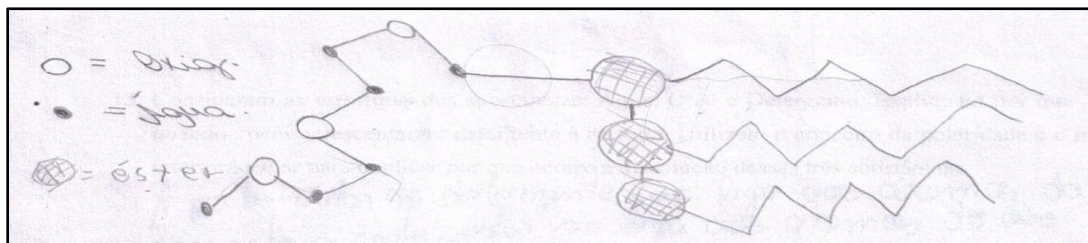
**Quadro 7:** Respostas dos estudantes para a imiscibilidade do óleo e da água.

Os 5 grupos justificam a imiscibilidade pela diferença de polaridade das moléculas das substâncias. Somente 2 grupos relatam que existem diferenças entre as interações intermoleculares entre as substâncias. Somente 1 grupo utiliza a regra “semelhante dissolve semelhante” como justificativa para a imiscibilidade conforme pode ser verificado na tradução “*O óleo e a água possuem polaridade diferentes, logo não se misturam, já que semelhante dissolve semelhante.*”

A **questão 07** pede aos estudantes que utilizem o conceito de polaridade da molécula e interação intermolecular para explicar por que ocorre a dissolução do álcool na água. Os 5 grupos consideram que a dissolução acontece devido às substâncias apresentarem a mesma polaridade e o mesmo tipo de interação intermolecular (ligação de hidrogênio).

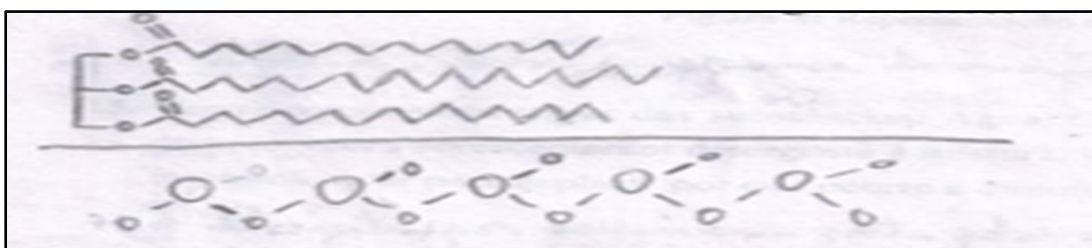
A **questão 08** pede aos estudantes que façam um registro do modelo, utilizando um desenho que represente as interações intermoleculares que acontecem entre as

moléculas de água e do óleo. As figuras 4, 5, 6, 7 e 8 ilustram os resultados obtidos, dos grupos 1, 2, 3, 4 e 5, respectivamente.



**Figura 3:** Desenho do grupo 1 para resposta da questão 08.

Analisando o modelo representado pelo grupo 1, percebemos que os estudantes representam as interações intermoleculares entre as moléculas da água e entre as moléculas da água e do óleo. O grupo representa uma legenda para a identificação dos átomos. No canto esquerdo percebemos a interação entre as moléculas de água, por meio da ligação de hidrogênio. No canto direito, a representação das moléculas do óleo de soja - com uma cadeia longa de hidrocarbonetos - e a função éster. A interação entre as moléculas do óleo e as moléculas de água é representada apenas por uma interação. Nas imagens a seguir, observamos que os grupos 2, 3, 4 e 5, respectivamente, representam separadamente as moléculas do óleo e da água. Acreditamos que ao proporem esse modelo os estudantes demonstram conhecer a diferença de polaridade das moléculas das duas substâncias. Entretanto, não representam as interações intermoleculares entre as substâncias.



**Figura 4:** Desenho do grupo 2 para resposta da questão 08.

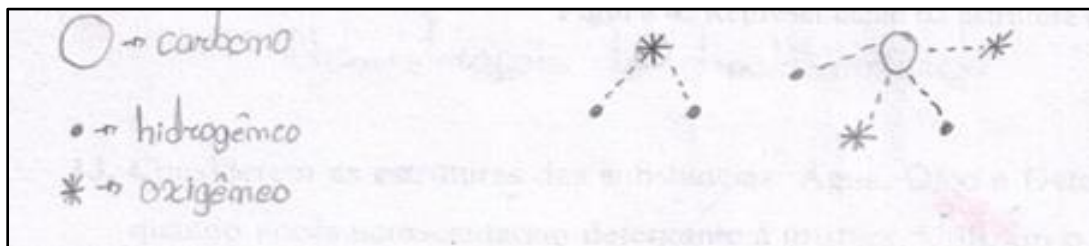


Figura 5: Desenho do grupo 3 para resposta da questão 08.

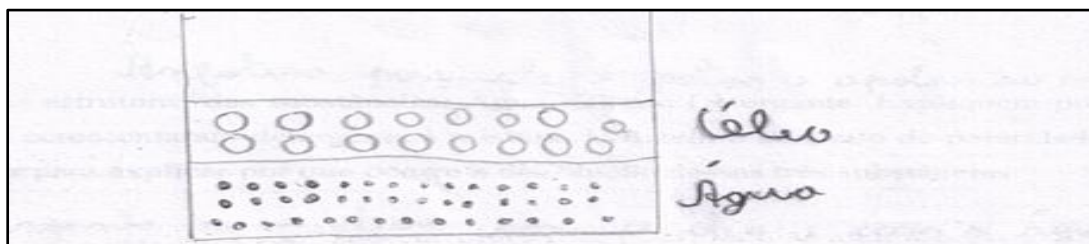


Figura 6: Desenho do grupo 4 para resposta da questão 08.

Analisando o modelo a seguir representado pelo grupo 5 percebemos que os estudantes representam as interações que ocorrem entre cada molécula separadamente. Acreditamos que a não representação da interação intermolecular entre as moléculas de água e óleo pode ter sido influenciada pela visão macroscópica do sistema, como também as questões relacionadas à diferença de densidade entre as substâncias.

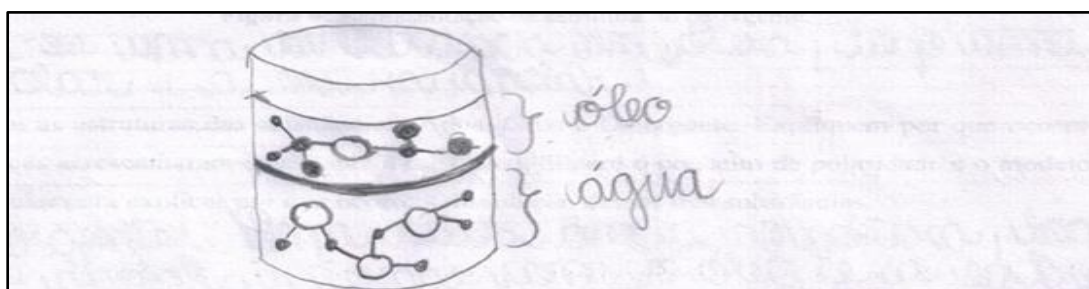
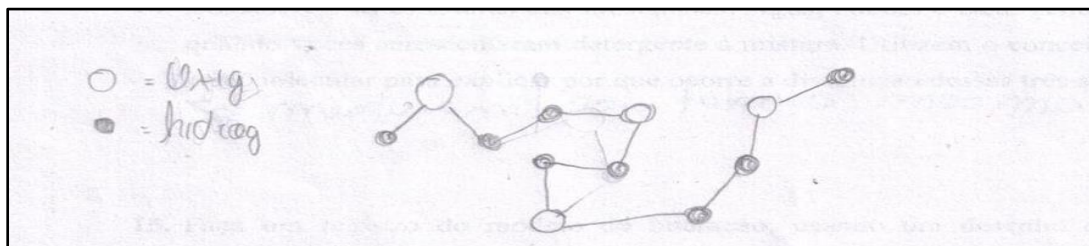


Figura 7: Desenho do grupo 5 para resposta da questão 08.

A **questão 09** pede aos estudantes que façam um registro do modelo, utilizando um desenho que represente as interações intermoleculares que acontecem entre as moléculas de água e álcool.

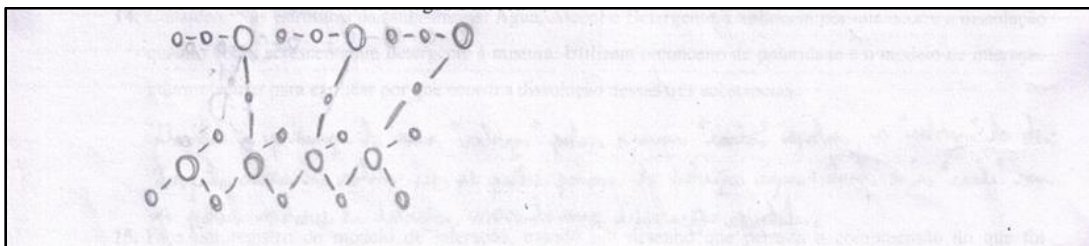
Analisando o modelo representado pelo grupo 1, percebemos que os estudantes representam as interações intermoleculares entre as moléculas de água e álcool.





**Figura 8:** Desenho do grupo 1 para resposta da questão 09.

Os estudantes do grupo 2 representam as interações intermoleculares entre as moléculas de água. Deduzimos que na parte de cima do desenho os estudantes tentaram representar a interação da água com o álcool, sendo que não está explícito no modelo a representação da molécula de álcool.



**Figura 9:** Desenho do grupo 2 para resposta da questão 09.

Para analisarmos o modelo representado pelo grupo 3, tivemos que voltar à questão 08 pois continha uma legenda com identificação dos átomos. Assim, ao analisarmos percebemos a molécula do álcool (à direita) e a molécula da água (a esquerda) e uma possível interação intermolecular acontecendo.



**Figura 10:** Desenho do grupo 3 para resposta da questão 09.

Na figura 13, a seguir, o grupo 4, parece considerar que a água e o álcool estão dispersos em um sistema, mas não estabelecem interações entre as moléculas das substâncias. Não estão representadas as estruturas das moléculas.

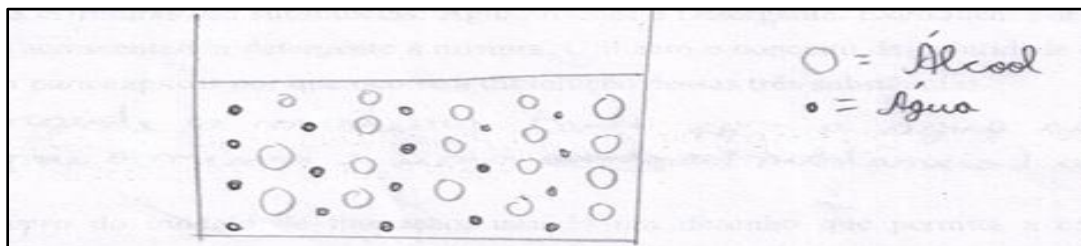


Figura 11: Desenho do grupo 4 para resposta da questão 09.

Na figura 14 o grupo 5 faz uma representação das moléculas de água e álcool em um sistema e representa a interação intermolecular.

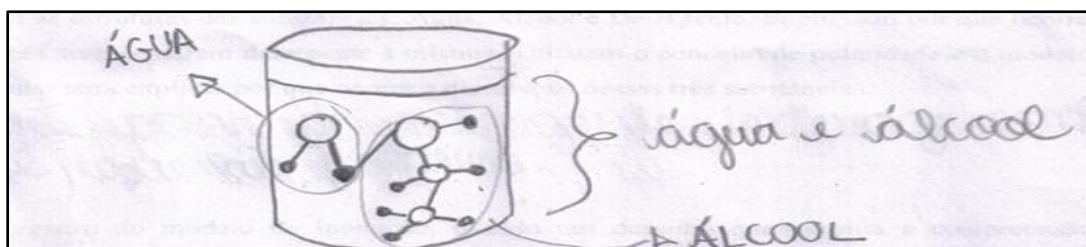


Figura 12: Desenho do grupo 5 para resposta da questão 09

Após a segunda etapa da atividade experimental, os grupos responderam às seguintes questões.

A **questão 10** pede aos estudantes para descreverem as características macroscópicas observadas quando são adicionadas gotas de detergente ao sistema 1 (água e óleo de soja). As respostas estão apresentadas no Quadro.

| Características macroscópicas do sistema 1 + detergente | Quantidade de citações de cada grupo |
|---|--------------------------------------|
| Misturam  | 4                                    |
| Duas Fase   | 4                                    |
| Mistura heterogênea                                     | 3                                    |
| Mistura homogênea                                       | 1                                    |

Quadro 8: Respostas dos estudantes para a questão 10.

Como podemos perceber dos 5 grupos de estudantes, quatro relatam que as substâncias se solubilizam e formam duas fases visíveis e caracterizam o sistema como

uma mistura heterogênea. Outros quatro grupos descrevem em suas observações o seguinte resultado: *“o detergente se misturou com a água e o óleo, mas a água e óleo não se misturaram”*.

Somente um grupo relata que, após a adição do detergente, a mistura se torna homogênea. Acreditamos que esse grupo conhece a estrutura do detergente - formada por uma cadeia carbônica longa (apolar) e uma extremidade (polar) - sendo uma propriedade anfótera. Em suas anotações um grupo descreve o seguinte resultado observado conforme transcrição *“o detergente é uma substância anfótera, logo a extremidade apolar interage com o óleo e a extremidade polar com a água”*.

A **questão 11** pede aos estudantes para descreverem as características macroscópicas quando são adicionadas gotas de detergente ao sistema 2 (água e álcool). As respostas são apresentadas no Quadro 9 a seguir.

| Características macroscópicas do sistema 2 + detergente | Quantidade de citações de cada grupo |
|---|--------------------------------------|
| Misturam  | 2                                    |
| Uma Fase  | 2                                    |
| Mistura homogênea                                       | 3                                    |

**Quadro 9:** Respostas dos estudantes para a questão 11.

Como podemos perceber os 5 grupos, relatam que as substâncias se solubilizam e, caracterizam o sistema como uma mistura homogênea de uma fase. Os estudantes descrevem o que é observado visivelmente.

A **questão 12** pede aos estudantes que identifiquem e justifiquem a polaridade da molécula do detergente a partir da estrutura. Dos 5 grupos, quatro grupos apresentam propriedade anfótera para o detergente, justificando a longa cadeia carbônica como apolar e a “cabeça” do detergente como polar. E, um grupo, considera a molécula do detergente polar e justifica a questão por meio da interação intermolecular (dipolo permanente).

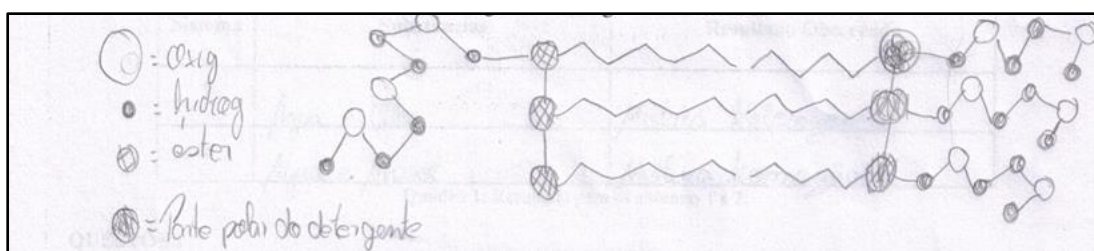
A **questão 13** pede aos estudantes que utilizem o conceito de polaridade e o modelo de interação intermolecular para explicar por que ocorre a dissolução entre água + óleo + detergente à mistura. Analisando as respostas percebemos que todos os

grupos explicam a dissolução das três substâncias por meio do conceito de polaridade da molécula e em nenhum momento citam as interações intermoleculares, conforme pode ser verificado na transcrição: “A parte polar do detergente se liga aos átomos da água, enquanto a parte apolar se liga aos átomos do óleo.”

A **questão 14** pede aos estudantes que utilizem o conceito de polaridade e interação intermolecular para explicar por que ocorre a dissolução entre água + álcool + detergente à mistura. Analisando as respostas percebemos que todos os grupos explicam a dissolução das três substâncias por meio do conceito de polaridade da molécula e em nenhum momento citam as interações intermoleculares, conforme pode ser verificado na transcrição: “A parte polar do detergente interage com a água e o álcool que são polares.”

A **questão 15** pede aos estudantes que façam um registro do modelo de interação, usando um desenho que permita a compreensão do que foi observado quando adicionaram gotas de detergente ao sistema 1 (água e óleo). Nas figuras, a seguir, temos os registros dos modelos propostos dos grupos 1, 2, 3, 4 e 5, respectivamente.

O modelo representado pelo grupo 1 mostra o detergente com uma longa cadeia carbônica e a parte polar da molécula do detergente interagindo com a molécula da água e o lado apolar da molécula do detergente interagindo com o lado apolar da gordura e a parte do éster interagindo com água.



**Figura 13:** Desenho do grupo 1 para resposta da questão 15.

Já o grupo 2 representa a estrutura do óleo de soja separadamente do detergente. No modelo proposto não há uma indicação de como ocorre a interação intermolecular entre as moléculas, uma vez que não foi representada.

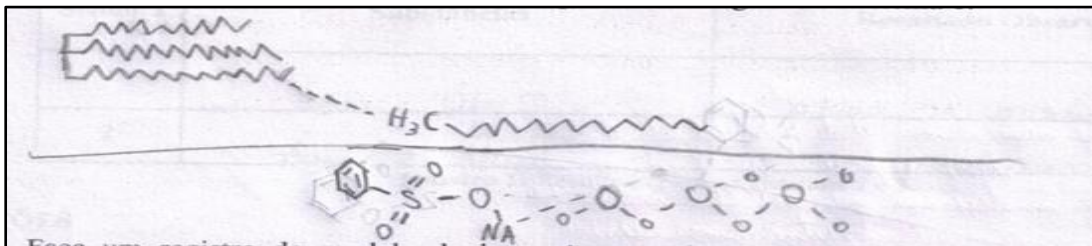


Figura 14: Desenho do grupo 2 para resposta da questão 15.

O grupo 3 sinaliza uma possível legenda. No entanto, não conseguimos identificar no modelo a interação intermolecular entre as moléculas do sistema 1 com a adição das gotas de detergente.

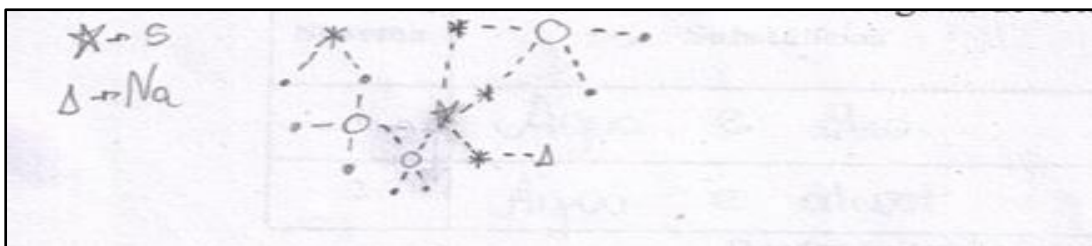


Figura 15: Desenho do grupo 3 para resposta da questão 15.

O grupo 4, parece considerar que o óleo de soja e o detergente estão dispersos em um sistema, como também a água e o detergente, mas não estabelecem interações entre as moléculas das substâncias. Não representam as estruturas das moléculas. Logo, não conseguimos identificar a interação intermolecular entre as moléculas.

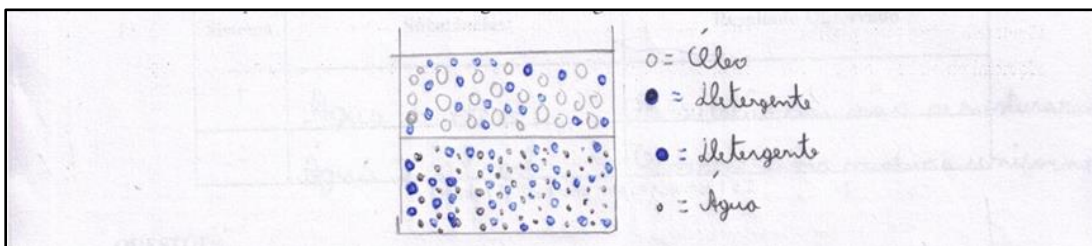
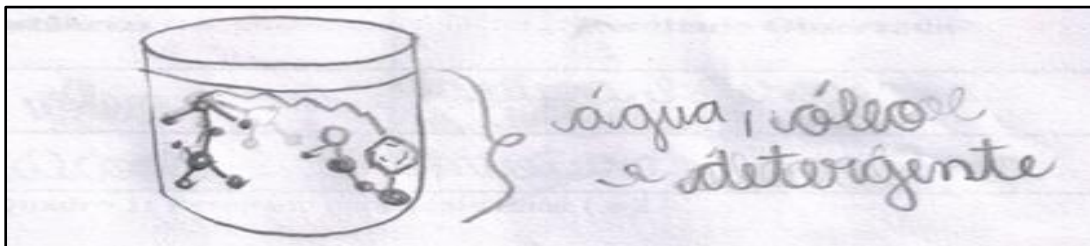


Figura 16: Desenho do grupo 4 para resposta da questão 15

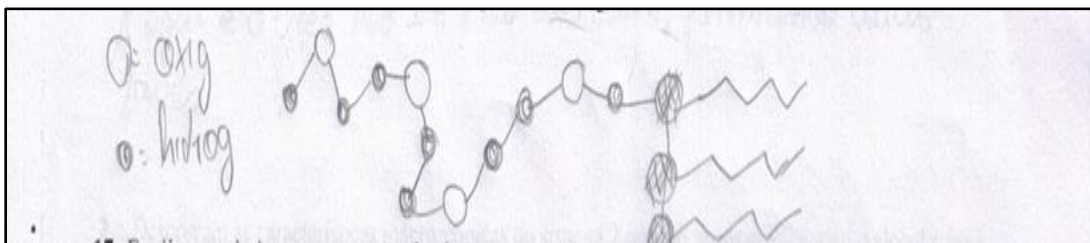
A seguir, observamos que o grupo 5 propõe um modelo de interação em um sistema. Do lado direito temos o detergente com uma longa cadeia carbônica interagindo com a molécula da água e o lado apolar do detergente interagindo com o lado apolar da gordura.



**Figura 17:** Desenho do grupo 5 para resposta da questão 15.

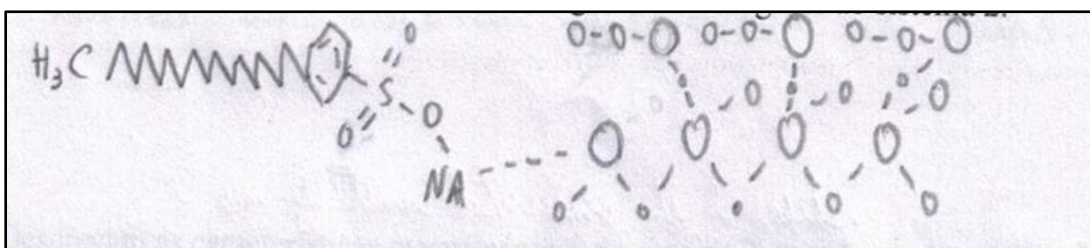
A **questão 16** pede aos estudantes que façam um registro do modelo de interação, usando um desenho que permita a compreensão do que foi observado quando vocês adicionaram gotas de detergente ao sistema 2 (água e álcool). Nas figuras, a seguir, temos os registros dos modelos propostos pelos grupos.

O modelo representado pelo grupo 1 mostra o detergente com uma longa cadeia carbônica e a parte polar da molécula do detergente interagindo com a molécula da água e a molécula de água interagindo com outras moléculas de água.



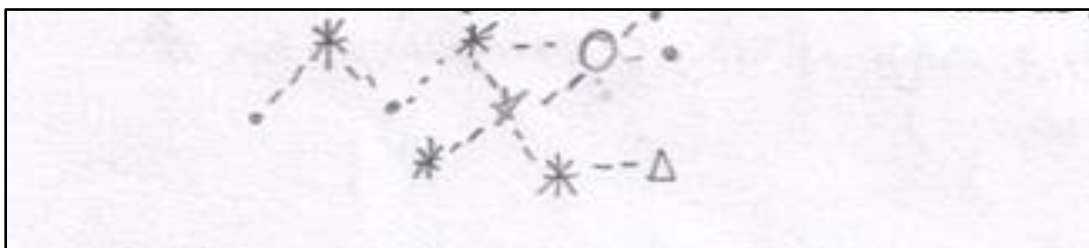
**Figura 18:** Desenho do grupo 1 para resposta da questão 16.

Já o grupo 2 mostra a molécula do detergente com a parte polar interagindo com a molécula de água. No modelo proposto não há indicação da molécula do álcool, uma vez que não foi representada.



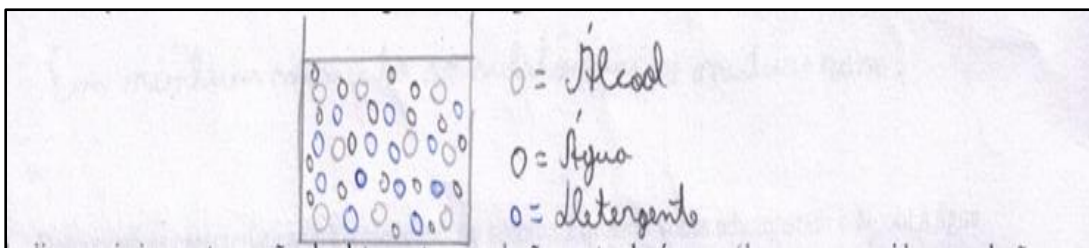
**Figura 19:** Desenho do grupo 2 para resposta da questão 16.

Infelizmente, não foi possível identificar e entender o modelo proposto pelo grupo 3.



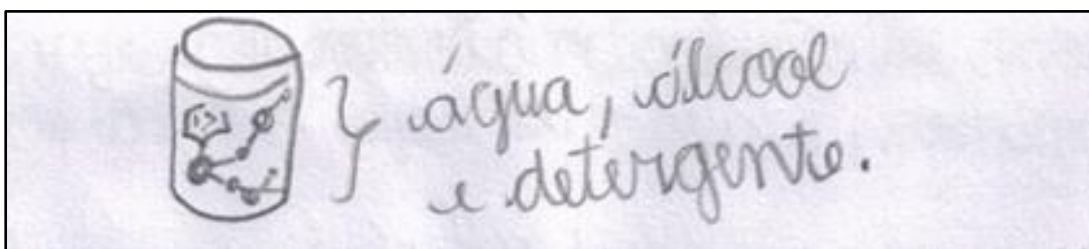
**Figura 20:** Desenho do grupo 3 para resposta da questão 16.

Entendemos mais uma vez que, o grupo 4, propôs um modelo que a água, o álcool e o detergente estão dispersos em um sistema, mas não estabelecem a interação entre as moléculas das substâncias. Não representam as estruturas das moléculas. Logo, não conseguimos identificar a interação intermolecular entre as moléculas.



**Figura 21:** Desenho do grupo 4 para resposta da questão 16.

Novamente, o grupo 5 propõe um modelo de interação em um sistema. O desenho nos mostra o detergente interagindo com a molécula da água e pela descrição feita pelos estudantes a interação com molécula do álcool.



**Figura 22:** Desenho do grupo 5 para resposta da questão 16.

A **questão 17** pede aos estudantes que expliquem quimicamente a ação do detergente na solução contendo água e óleo e na solução contendo água e álcool. As respostas dadas pelos estudantes serão apresentadas no Quadro 10 a seguir.

| Ação do detergente nas soluções | Quantidade de citações de cada grupo |
|---------------------------------|--------------------------------------|
| Dissolução                      | 2                                    |
| Polaridades iguais              | 1                                    |
| Mistura anfótera                | 2                                    |
| Tensão superficial              | 2                                    |
| Formação de Micelas             | 3                                    |

**Quadro 10:** Respostas dos estudantes à questão 6.

Quando foi pedido aos estudantes que explicassem quimicamente a ação do detergente todos os grupos trouxeram um modelo explicativo mesmo não sendo o modelo de interação intermolecular. Entendemos que houve dúvida quanto à palavra quimicamente devido a respostas dadas dos grupos, quando os estudantes trazem a ideia de anfótero que não era foco de estudo.



### 5.5.2. ANÁLISE DA ATIVIDADE 2 - ATIVIDADE ROTAÇÕES POR ESTAÇÕES

A atividade rotações por estações foi executada por 5 grupos de estudantes. Foram propostas cinco estações e em cada uma delas algum aspecto relacionado à solubilidade dos compostos orgânicos foi considerado.

Na **ESTAÇÃO 1** os estudantes assistiram ao vídeo “A gota que foge”<sup>1</sup> que aborda as interações intermoleculares entre algumas substâncias. Em seguida, responderam às seis questões propostas.

A **questão 01** solicita que descrevam as características macroscópicas observadas quando uma gota de água é colocada na superfície do vidro. As respostas são apresentadas no Quadro 11.

| Características macroscópicas da gota de água | Quantidade de citações de cada grupo |
|---|--------------------------------------|
| Arredondada                                   | 3                                    |
| Parada  | 1                                    |
| Nada acontece                                 | 1                                    |

**Quadro 11:** Respostas dos estudantes à questão 1.

A **questão 02** pede aos estudantes para descreverem as características macroscópicas observadas quando uma gota de álcool é colocada na superfície do vidro. As respostas são apresentadas no Quadro 12.

| Características macroscópicas da gota de álcool | Quantidade de citações de cada grupo |
|---|--------------------------------------|
| Espalha   | 4                                    |
| Nada acontece                                   | 1                                    |

**Quadro 12:** Respostas dos estudantes à questão 2.

<sup>1</sup> Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=aiAkF8BKIKs&t=213s>

A **questão 03** pede aos estudantes para descreverem as características macroscópicas observadas quando uma gota de água é colocada próxima da gota de álcool. Os 5 grupos consideram que ocorre um afastamento entre as duas gotas (água e álcool).

A **questão 04** solicita que os estudantes utilizem os modelos de interação intermolecular para explicar por que o álcool não dissolveu a gota de água. Transcrevemos, no quadro 13, as respostas dadas, pelos 5 grupos.

| Grupo | Resposta   |
|-------|--|
| 1     | <i>“Porque como está em uma superfície lisa e aberta, a água escolhe não interagir com o álcool, pois ele apresenta C em sua cadeia o que diminui a solubilidade, então a água prefere se ligar com a água, fazendo uma panelinha, do que com o álcool”.</i> |
| 2     | <i>“Não houve dissolução pela presença de uma cadeia carbônica apolar em sua estrutura, além da maior capacidade da água de realizar ligações de hidrogênio ao contrário do álcool”.</i>   |
| 3     | <i>“O álcool não dissolve porque tem cadeia carbônica maior”.</i>  |
| 4     | <i>“Não dissolveu, pois, o mesmo não chegou até a água”.</i>   |
| 5     | <i>“A gota de água possui polaridade maior que a gota de álcool, logo irá repelir o primeiro por conta de tal diferença e por possuir uma parte de sua molécula apolar”.</i>   |

**Quadro 13:** Respostas dos estudantes à questão 4.

Analisando as respostas percebemos que os 5 grupos não mencionam os modelos de interação intermolecular para explicar porque o álcool não dissolveu a gota de água. Acreditamos que o processo de ensino-aprendizagem esteve mais voltado para o conceito de polaridade da molécula, para a geometria molecular e para a polaridade das ligações químicas. Assim, os alunos demonstraram conhecer a diferença de polaridade entre as duas substâncias pelo aumento da cadeia carbônica que diminui a solubilidade em solventes mais polares.

A **questão 05** pede aos estudantes que após assistirem ao vídeo e de acordo com seus conhecimentos sobre solubilidade dos compostos orgânicos expliquem porque a gota foge. Transcrevemos, no quadro 14, as respostas dadas, pelos 5 grupos.

| Grupo | Resposta   |
|-------|--|
| 1     | <i>“Porque possuem polaridades diferentes”.</i>  |
| 2     | <i>“A gota foge pela tendência de se manter suas ligações de hidrogênio polares ao entrar em contato com partes apolares do álcool”.</i> |
| 3     | <i>“A maior polaridade é da água e a cadeia carbônica do álcool se repelem/não interagem”.</i>   |
| 4     | <i>“Devido a água ser mais polar que o álcool, ela faz reações com ela mesma, assim “fugindo” do álcool”.</i>                            |
| 5     | <i>“Além da diferença de polaridade descrita acima, há ausência de um recipiente que obrigue a interação de ambos”.</i>                  |

**Quadro 14:** Respostas dos estudantes à questão 5.

Analisando as respostas percebemos que os 5 grupos explicam por meio do conceito de polaridade da molécula porque a gota foge e, em nenhum momento citam as interações intermoleculares, para explicar as propriedades macroscópicas observáveis, conforme pode ser verificado nas transcrições.

A **questão 06** refere-se a uma questão de múltipla escolha retirada do vestibular da PUC-RS. As respostas são apresentadas no Quadro 15.

| <b>(PUC-RS)</b> A tensão superficial da água explica vários fenômenos, como o da capilaridade, a forma esférica das gotas de água e o fato de alguns insetos poderem andar sobre a água. A alta tensão superficial da água é uma consequência direta:<br>Da sua viscosidade.<br>Do seu elevado ponto de fusão.<br>Do seu elevado ponto de ebulição.<br>Das atrações intermoleculares.<br>Das ligações covalentes entre os átomos de “H” e “O”. |                                      |
|--|--------------------------------------|
| Respostas  | Quantidade de citações de cada grupo |
| <b>Alternativa D</b>   | 3                                    |
| <b>Alternativa E</b>   | 2                                    |

**Quadro 15:** Respostas dos estudantes à questão 6.

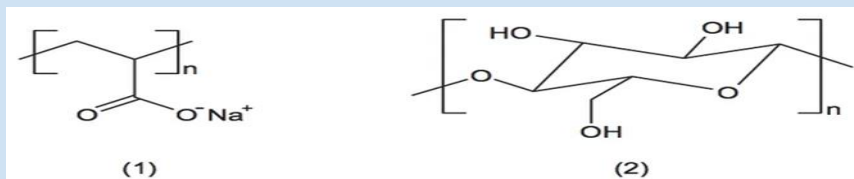
Na **ESTAÇÃO 2 - Fralda descartável e solubilidade** os estudantes realizaram uma atividade experimental com a fralda descartável utilizando o poliacrilato de sódio. Para esta estação foram propostas três questões relacionadas à solubilidade dos compostos orgânicos.

A **questão 01** pede aos estudantes que considerem a estrutura do poliacrilato de sódio, e em seguida indique e justifique a polaridade da molécula (polar ou apolar). Os 5 grupos consideram a molécula polar. Dois grupos indicam a interação intermolecular (dipolo permanente-dipolo permanente) como justificativa para a polaridade da molécula. Um grupo traz como justificativa para a polaridade a existência do vetor momento dipolar resultante da molécula diferente de zero ( $\mu_r \neq 0$ ). Um outro grupo traz como justificativa para a polaridade a diferença de eletronegatividade.

A **questão 02** pede aos estudantes que determinem em qual situação a fralda descartável absorveu a maior quantidade de água, e em seguida pede aos estudantes que considerem a estrutura do poliacrilato de sódio e expliquem a absorção da água em termos de interações intermoleculares. Os 5 grupos consideram que no béquer 1 (água destilada) aconteceu a maior absorção e indicam a polaridade (polar) e a interação intermolecular (dipolo permanente-dipolo permanente) como justificativa para a absorção.

A **questão 03** refere-se a uma questão de múltipla escolha retirada do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). As respostas são apresentadas no Quadro 16.

(Enem 2013) As fraldas descartáveis que contêm o polímero poliácrlato de sódio (1) são mais eficientes na retenção de água que as fraldas de pano convencionais, constituídas de fibras de celulose (2).



A maior eficiência dessas fraldas descartáveis, em relação às de pano, deve-se às

- interações dipolo-dipolo mais fortes entre o poliácrlato e a água, em relação às ligações de hidrogênio entre a celulose e as moléculas de água.
- interações íon-íon mais fortes entre o poliácrlato e as moléculas de água, em relação às ligações de hidrogênio entre a celulose e as moléculas de água.
- ligações de hidrogênio mais fortes entre o poliácrlato e a água, em relação às interações íon-dipolo entre a celulose e as moléculas de água.
- ligações de hidrogênio mais fortes entre o poliácrlato e as moléculas de água, em relação às interações dipolo induzido-dipolo induzido entre a celulose e as moléculas de água.
- interações íon-dipolo mais fortes entre o poliácrlato e as moléculas de água, em relação às ligações de hidrogênio entre a celulose e as moléculas de água.

| Respostas     | Quantidade de citações de cada grupo |
|---------------|--------------------------------------|
| Alternativa C | 3                                    |
| Alternativa D | 1                                    |
| Alternativa E | 1                                    |

**Quadro 16:** Respostas dos estudantes à questão 3.

Dos 5 grupos, três grupos apresentaram como resposta para a questão a alternativa C. Consideram que a ligação de hidrogênio é mais forte entre o poliácrlato e a água em relação ao íon-dipolo. Um grupo apresenta como resposta a alternativa D e considera que a ligação de hidrogênio é mais forte entre o poliácrlato e a água em relação às interações dipolo instantâneo-dipolo induzido. Outro grupo apresenta como resposta a alternativa E consideram que o polímero poliácrlato de sódio formará uma interação do tipo íon-dipolo com a água. Sendo esta mais forte em relação às ligações de hidrogênio presentes na interação entre as hidroxilas presentes na fibra de celulose e moléculas da água. A partir das respostas dos estudantes parece que não ficou claro que a interação do tipo íon – dipolo é mais forte que as ligações de hidrogênio.

Na **ESTAÇÃO 3 - Estruturas e solubilidade das vitaminas**, os estudantes analisaram e fizeram comparações entre as estruturas das vitaminas para que pudessem fazer previsões quanto a solubilidade das mesmas no organismo e, em seguida, responderam às três questões propostas para essa estação.

A **questão 01** pede aos estudantes que considerassem as estruturas e registrassem a solubilidade (hidrossolúvel ou lipossolúvel) das vitaminas. Em seguida, que utilizassem os conceitos de polaridade, modelos de interação intermolecular e o tamanho da cadeia carbônica para justificar a solubilidade.

Vitamina A, dos 5 grupos, quatro consideram que a vitamina A é lipossolúvel justificam por meio da longa cadeia carbônica apolar e pela interação intermolecular dipolo instantâneo-dipolo induzido como justificativa para a solubilidade.

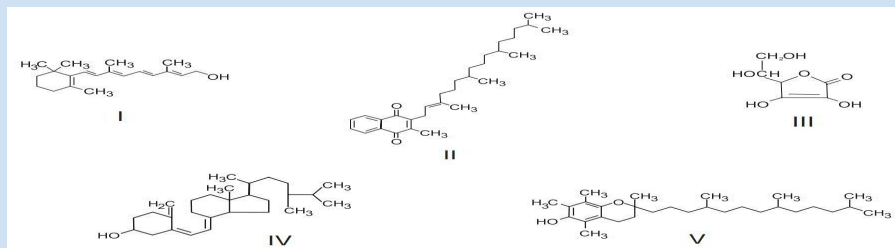
Para as vitaminas B e C, todos os 5 grupos consideram a vitamina B e C como hidrossolúvel. Trazem como justificativa para a solubilidade o número de hidroxilas presentes na estrutura, ressaltam a cadeia carbônica como polar e a ressaltam a interação intermolecular das ligações de hidrogênio.

Para as vitaminas D, E e K, quatro grupos consideram que as vitaminas são lipossolúveis justificam a solubilidade por meio da longa cadeia carbônica apolar. E, somente um grupo relata que por existir a hidroxila (OH) na extremidade da estrutura garante a solubilidade da vitamina como hidrossolúvel e, trazem como justificativa a interação intermolecular ligação de hidrogênio ressaltando a cadeia como polar.

A **questão 02** pede aos estudantes que considerem a presença de hidroxilas (OH) na estrutura de algumas vitaminas e, que determinem qual vitamina é mais solúvel em água justificando a questão a partir do tamanho da cadeia carbônica e suas relações com a polaridade. Os 5 grupos consideram a vitamina C mais solúvel em água devido às várias hidroxilas presentes e garantem a solubilidade em água devido a formação de ligação de hidrogênio e, ressaltam a cadeia carbônica polar como justificativa para a questão.

A **questão 03** refere-se a uma questão de múltipla escolha retirada do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). As respostas são apresentadas no Quadro 17.

**(Enem 2012)** O armazenamento de certas vitaminas no organismo apresenta grande dependência de sua solubilidade. Por exemplo, vitaminas hidrossolúveis devem ser incluídas na dieta diária, enquanto vitaminas lipossolúveis são armazenadas em quantidades suficientes para evitar doenças causadas pela sua carência. A seguir são apresentadas as estruturas químicas de cinco vitaminas necessárias ao organismo.



Dentre as vitaminas apresentadas na figura, determine aquela que necessita de maior suplementação diária.

- I
- II
- III
- IV
- V

**Quadro 17:** Respostas dos estudantes à questão 3.

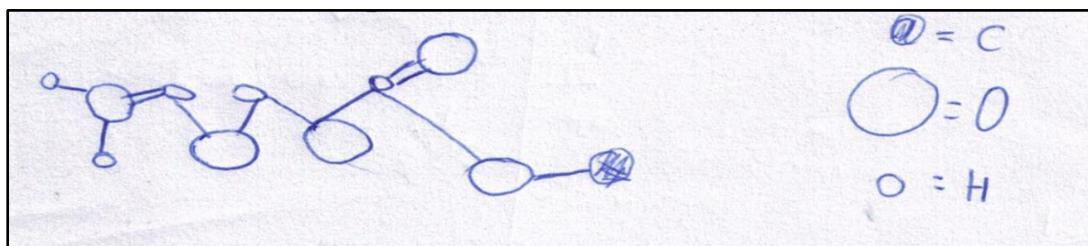
Os 5 grupos apresentaram como resposta para a questão a alternativa C. Acreditamos que os estudantes consideram a vitamina C mais solúvel em água pela presença de hidroxilas (OH) necessitando assim de uma maior ingestão diária deste suplemento.

Na **ESTAÇÃO 4 – atividade experimental vitamina C**, os estudantes realizaram uma atividade experimental com a vitamina C. Para esta estação foram propostas quatro questões relacionadas à solubilidade dos compostos orgânicos.

A **questão 01** solicitava aos estudantes as características macroscópicas observadas quando adicionaram a vitamina C à água. Os estudantes escreveram que aconteceu uma dissolução e assim formou-se um sistema com uma única fase visível.

A **questão 02** pede aos estudantes que utilizem o conceito de polaridade e o modelo de interação intermolecular para explicar o que foi observado. Os 5 grupos consideram que a dissolução acontece devido a água e a vitamina C apresentarem a mesma polaridade (polar) e com o mesmo tipo de interação intermolecular (ligação de hidrogênio).

A **questão 03** pede aos estudantes que façam um registro do modelo, utilizando um desenho que represente as interações intermoleculares que acontecem entre as moléculas de água e a vitamina C. As figuras 24, 25, 26, 27 e 28 ilustram os resultados obtidos, dos grupos 1, 2, 3, 4 e 5, respectivamente.



**Figura 23:** Desenho do grupo 1 para resposta da questão 03.

Analisando o modelo representado pelo grupo 1, percebemos que os estudantes representam as interações intermoleculares entre as moléculas da água e da vitamina C. O grupo representa uma legenda para a identificação dos átomos.

Nas imagens a seguir, observamos que os grupos 2, 3, 4 e 5, respectivamente, representam as interações intermoleculares entre as moléculas da água e da vitamina C. O grupo 3, utiliza o asterisco (\*) para identificar o átomo de carbono (C). Acreditamos que ao proporem esse modelo os estudantes demonstram conhecer a interação intermolecular e a polaridade das moléculas.



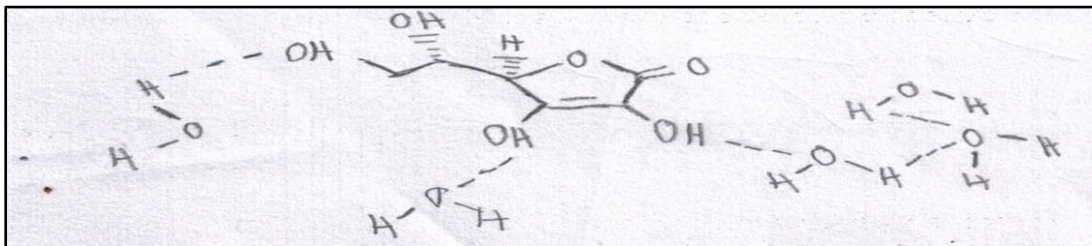


Figura 24: Desenho do grupo 2 para resposta da questão 03.

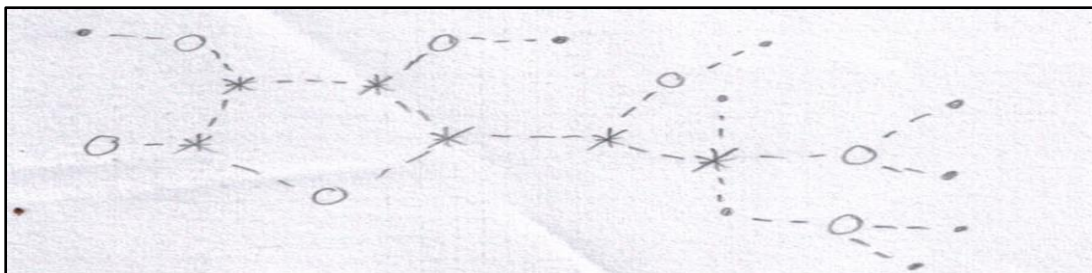


Figura 25: Desenho do grupo 3 para resposta da questão 03.

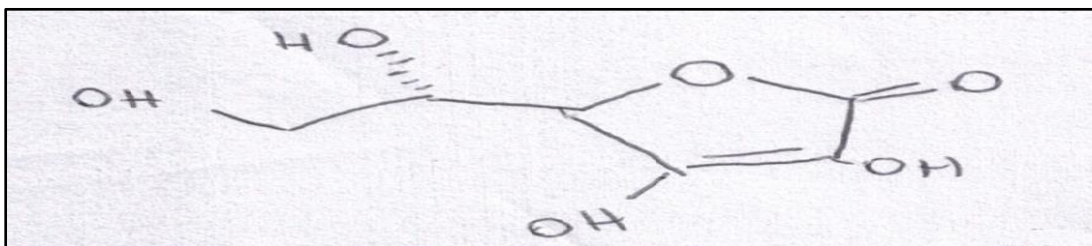


Figura 26: Desenho do grupo 4 para resposta da questão 03.

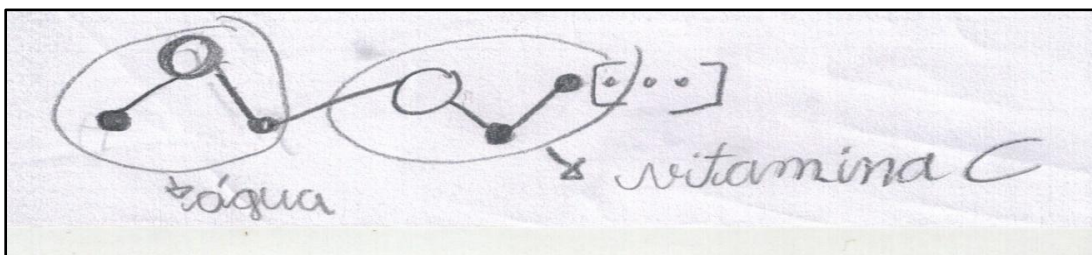
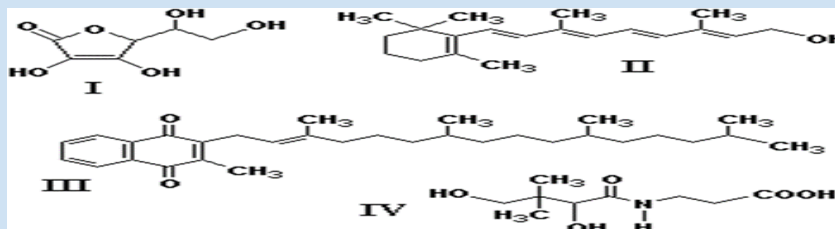


Figura 27: Desenho do grupo 5 para resposta da questão 03.

A **questão 04** refere-se a uma questão de múltipla escolha retirada do vestibular da Fuvest. As respostas são apresentadas no Quadro 18.

(Fuvest 2002) Alguns alimentos são enriquecidos pela adição de vitaminas, que podem ser solúveis em gordura ou em água. As vitaminas solúveis em gordura possuem uma estrutura molecular com poucos átomos de oxigênio, semelhante à de um hidrocarboneto de longa cadeia, predominando o caráter apolar. Já as vitaminas solúveis em água têm estrutura com alta proporção de átomos eletronegativos, como o oxigênio e o nitrogênio, que promovem forte interação com a água. A seguir estão representadas quatro vitaminas:



Dentre elas, é adequado adicionar, respectivamente, a sucos de frutas puros e a margarinas, as seguintes:

- I e IV
- II e III
- III e IV
- III e I
- IV e II

| Respostas     | Quantidade de citações de cada grupo |
|---------------|--------------------------------------|
| Alternativa A | 1                                    |
| Alternativa D | 1                                    |
| Alternativa E | 3                                    |

**Quadro 18:** Respostas dos estudantes à questão 4.

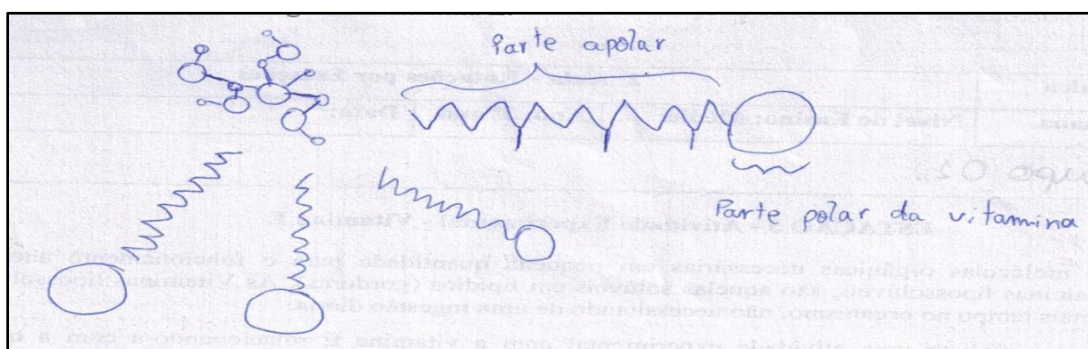
Dos 5 grupos, três apresentaram como resposta para a questão a alternativa E. Os estudantes consideram a estrutura IV como correta para adição de sucos de fruta pois segundo a questão “as vitaminas solúveis em água têm estrutura com alta proporção de átomos eletronegativos, como o oxigênio e o nitrogênio, que promovem forte interação com a água.” Logo, para diluir uma vitamina em suco de frutas é preciso uma grande quantidade de oxigênio e ou nitrogênio. E, a estrutura II como correta para adição da margarina pois segundo a questão “vitaminas solúveis em gordura possuem estrutura molecular com poucos átomos de oxigênio” assim a estrutura II possui poucos oxigênios e nitrogênios e uma longa cadeia carbônica apolar. Um grupo optou pela alternativa D, mas a estrutura III não é boa escolha para o suco de frutas, já a estrutura I é considerada uma boa escolha para o suco de frutas. E, um grupo optou pela alternativa A, sendo a estrutura I uma vitamina ideal para o suco de frutas, mas a estrutura IV uma vitamina ideal para o suco de fruta pela quantidade de oxigênio e nitrogênio e não para adição a margarina.

Na **ESTAÇÃO 5 – atividade experimental vitamina E** os estudantes realizaram uma atividade experimental com a vitamina E. Para esta estação foram propostas quatro questões relacionadas a solubilidade dos compostos orgânicos.

A **questão 01** pede aos estudantes para descreverem as características macroscópicas observadas quando adicionaram a vitamina E à água. Os estudantes descrevem que as substâncias não se solubilizam e assim formam um sistema com duas fases visíveis e, caracterizam o sistema como uma mistura heterogênea.

A **questão 02** pede aos estudantes que utilizem o conceito de polaridade e o modelo de interação intermolecular para explicar o que foi observado. Os 5 grupos consideram que não acontece a dissolução da vitamina E em água devido a grande cadeia carbônica apolar e citam a diferença de polaridade entre a água (polar) e a vitamina E (apolar). Um grupo, ressalta que: *“Mesmo apresentando um grupo oxigenado, a vitamina E possui uma grande cadeia apolar, o que a torna apolar impedindo sua dissolução em água”*.

A **questão 03** pede aos estudantes que façam um registro do modelo, utilizando um desenho que represente as interações intermoleculares que acontecem entre as moléculas de água e a vitamina E. As figuras 29, 30, 31, 32 e 34 ilustram os resultados obtidos, dos grupos 1, 2, 3, 4 e 5, respectivamente.

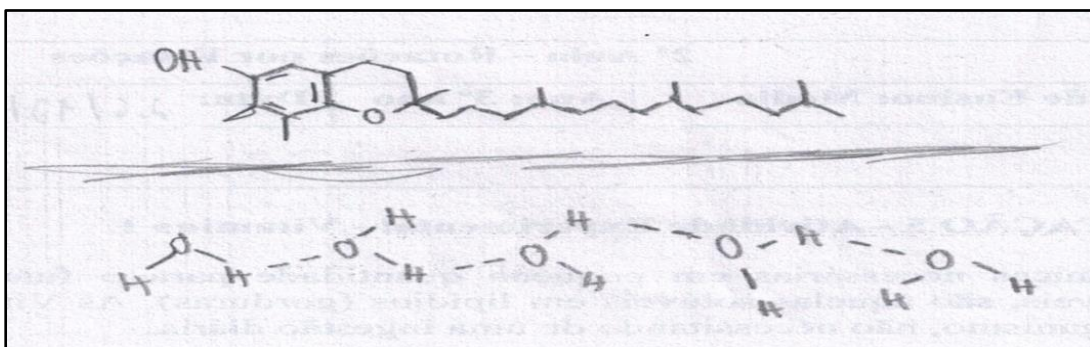


**Figura 28:** Desenho do grupo 1 para resposta da questão 03.

Analisando o modelo representado pelo grupo 1, percebemos que os estudantes representam separadamente a estrutura da vitamina E e, a molécula da água sem nenhuma interação intermolecular entre as moléculas da água e da vitamina E. No canto esquerdo percebemos que o grupo representa uma estrutura sem identificação do que seria. No canto direito, a representação da vitamina E com uma legenda da

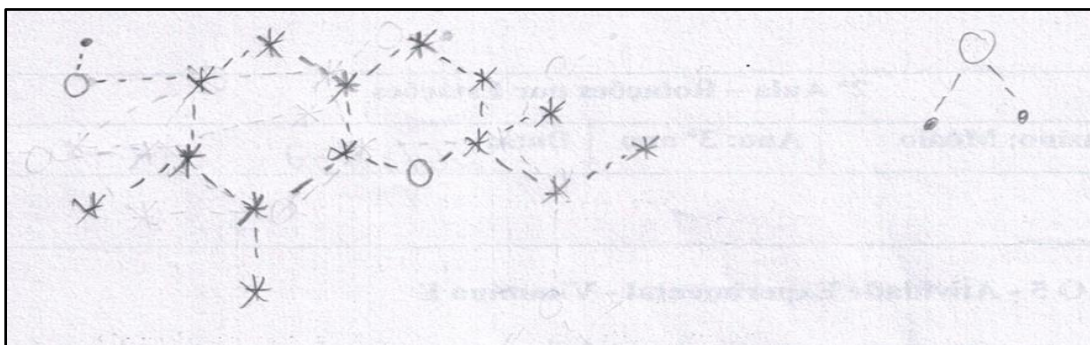
parte polar e apolar. Acreditamos que ao proporem esse modelo os estudantes demonstram conhecer a diferença de polaridade das moléculas. Entretanto, não representam as interações intermoleculares entre as substâncias.

Na figura 30, a seguir, o grupo 2 representa separadamente a estrutura da vitamina E e a molécula da água sem nenhuma interação intermolecular entre as moléculas da água e da vitamina E. Na parte superior percebemos que o grupo representa a estrutura da vitamina E e na parte inferior, as moléculas da água interagindo entre si. Acreditamos que ao proporem esse modelo os estudantes demonstram conhecer a diferença de polaridade das moléculas. Entretanto, não representam as interações intermoleculares entre as substâncias.



**Figura 29:** Desenho do grupo 2 para resposta da questão 03.

Já os estudantes do grupo 3 representam separadamente a estrutura da vitamina E e a molécula da água sem nenhuma interação intermolecular entre as moléculas da água e da vitamina E. Os asteriscos (\*) representam os átomos de carbono.



**Figura 30:** Desenho do grupo 3 para resposta da questão 03.

Os estudantes do grupo 4 representam somente a estrutura da vitamina E sem nenhuma identificação da existência da molécula de água.

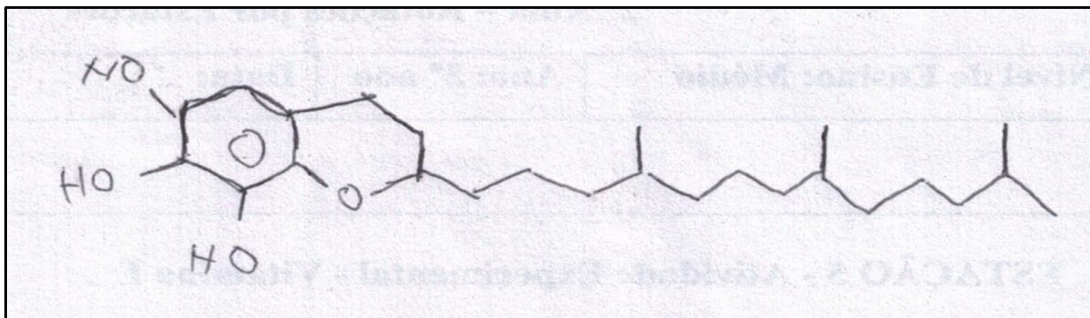


Figura 31: Desenho do grupo 4 para resposta da questão 03.

Analisando o modelo representado pelo grupo 5, percebemos que os estudantes representam uma interação intermolecular entre a molécula da água e com a vitamina E. O grupo representa uma legenda identificando a molécula da água interagindo com a parte polar da vitamina E. Identificam também a longa cadeia carbônica e caracterizam-na como apolar.

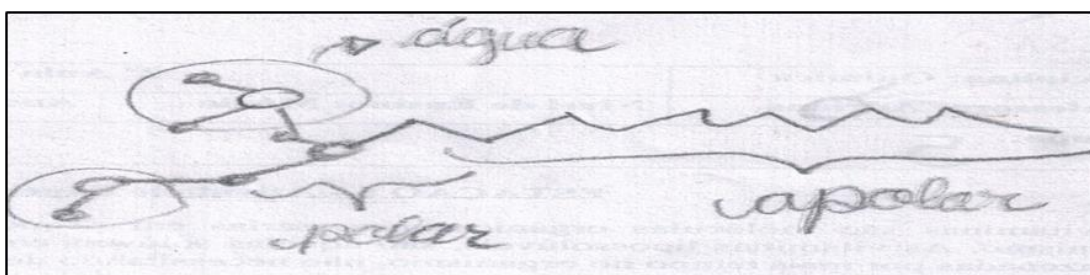
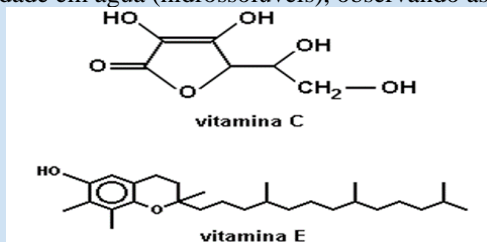


Figura 32: Desenho do grupo 5 para resposta da questão 03.

A **questão 04** refere-se a uma questão de múltipla escolha retirada do vestibular da UFSM. A questão encontra-se no Quadro 19.

(Ufsm 2001) Na seção de "frutas e verduras", Tomás comprou espinafre, alegando necessitar de vitamina E para combater a anemia, enquanto Gabi preferiu frutas cítricas devido à vitamina C. Tomás lembrou a Gabi a necessidade de classificar essas vitaminas quanto à solubilidade em gorduras (lipossolúveis) e à solubilidade em água (hidrossolúveis), observando as estruturas:



Com base nessas estruturas, é correto afirmar que:

- ambas são lipossolúveis.
- ambas são hidrossolúveis.
- a vitamina C é hidrossolúvel e a E é lipossolúvel.
- a vitamina C é lipossolúvel e a E é hidrossolúvel.
- ambas são insolúveis.

**Quadro 19:** Respostas dos estudantes à questão 4.

Os 5 grupos apresentaram como resposta para a questão a alternativa C. Consideram a vitamina C como hidrossolúvel pela presença de hidroxilas (OH) e a vitamina E como lipossolúvel pela longa cadeia carbônica e por apresentar uma única hidroxila (OH) tornando-a uma substância pouco polar.

### 5.5.3. ANÁLISE DA ATIVIDADE 3 - UTILIZAÇÃO DE EMBALAGENS PLÁSTICAS NO COTIDIANO.

A atividade “utilização de embalagens plásticas no cotidiano” tem como objetivo apresentar aos estudantes situações do cotidiano relacionadas ao conceito científico de solubilidade.

Em duplas os estudantes acessaram a plataforma “Padlet” para responder três questões sobre fatores que afetam a solubilidade - temperatura e natureza de solvente.

A **questão 01** pede aos estudantes que considerem a estrutura do Bisfenol A e que utilizem o conceito de interação intermolecular para explicar por que ocorre a dissolução do BPA em solução aquosa. Foram analisados 12 textos. As respostas dos estudantes estão apresentadas no quadro 20.

| Dissolução do BPA em solução aquosa | Quantidade de citações de cada dupla |
|-------------------------------------|--------------------------------------|
| Interação Intermolecular forte      | 12                                   |
| Ligação de hidrogênio               | 12                                   |
| Polar                               | 12                                   |

**Quadro 20:** Respostas dos estudantes à questão 1.

Os estudantes descrevem que a dissolução do BPA em solução aquosa acontece devido a presença da hidroxila (OH) no fenol que interage com a água por meio de uma interação intermolecular forte (ligações de hidrogênio).

Os estudantes descrevem que tanto a molécula do BPA quanto a molécula da água são polares justificando assim a dissolução do BPA.

A **questão 02** pede aos estudantes que expliquem por que não é interessante esquentar alimentos em embalagens plásticas. Entre as respostas dadas, a maioria dos estudantes respondeu que pode ocorrer a liberação do BPA devido ao aquecimento. Justificaram que o plástico rompe as ligações e libera o BPA causando a contaminação. Transcrevemos, no quadro 21, algumas respostas dadas, pelas duplas de alunos.

| Dupla | Resposta  |
|-------|---|
| 1     | <i>“Não é interessante esquentar alimentos em embalagens de plástico pois em temperaturas acima de 80°C, a ligação formada com o plástico pode ser rompida e o BPA pode contaminar os alimentos”.</i> |
| 2     | <i>“Com o aquecimento ocorre a quebra das ligações do plástico e o BPA é liberado para os alimentos e pode ocorrer a contaminação. O BPA é prejudicial para a saúde”.</i>                             |
| 3     | <i>“Em alta temperatura o plástico rompe suas ligações, libera o BPA que por sua vez contamina os alimentos”.</i>   |

**Quadro 21:** Respostas dos estudantes à questão 2.

A **questão 03** pede aos estudantes que relatem sobre a importância de conhecer e identificar os rótulos das embalagens plásticas. As respostas estão apresentadas no quadro 22.

| Conhecer e identificar rótulos das embalagens plásticas | Quantidade de citações de cada dupla |
|---|--------------------------------------|
| Consideram importante conhecer os rótulos.              | 7                                    |
| Características do produto como validade, durabilidade. | 6                                    |
| Orientação aos consumidores na escolha do produto       | 5                                    |

**Quadro 22:** Respostas dos estudantes à questão 3.

As sete (7) duplas relatam a importância de conhecer os rótulos e os códigos das embalagens como forma de orientação dos consumidores na hora de escolher o produto. Uma dupla relata que *“a compreensão dos rótulos é um recurso muito útil para o consumidor na escolha correta dos produtos que são consumidos no dia a dia como também as informações das embalagens”*.

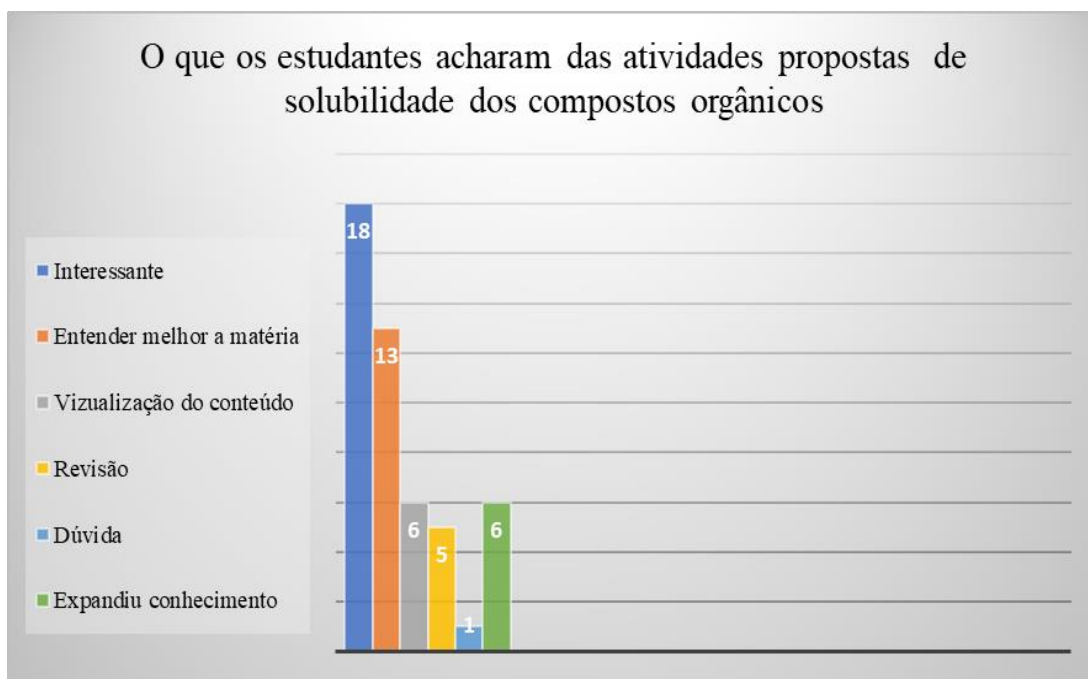
A partir da análise das respostas é possível depreender que, com essa atividade, os estudantes tiveram a oportunidade de se posicionarem e de conscientizarem sobre a importância de se fazer a leitura dos rótulos. Trouxeram os conhecimentos prévios para a discussão promovendo assim uma comunicação e suas relações com a aprendizagem.



#### 5.5.4. ANÁLISE DA ATIVIDADE 4 – ATIVIDADE FINAL

A atividade final consiste em uma avaliação das atividades realizadas durante as aulas de solubilidade dos compostos orgânicos. Para esta atividade foram propostas quatro questões com a intenção de que os estudantes pudessem refletir sobre o que foi aprendido, a forma como foram abordadas e conduzidas as atividades. Os estudantes responderam às questões propostas individualmente.

Na **questão 01** pedimos aos estudantes que relatassem sobre as atividades que foram realizadas por eles, suas percepções, o que sentiram, a forma como foi conduzida. Foram analisados 25 textos, correspondentes à quantidade de alunos presentes neste dia. As respostas dos estudantes estão apresentadas no gráfico 1, a seguir.



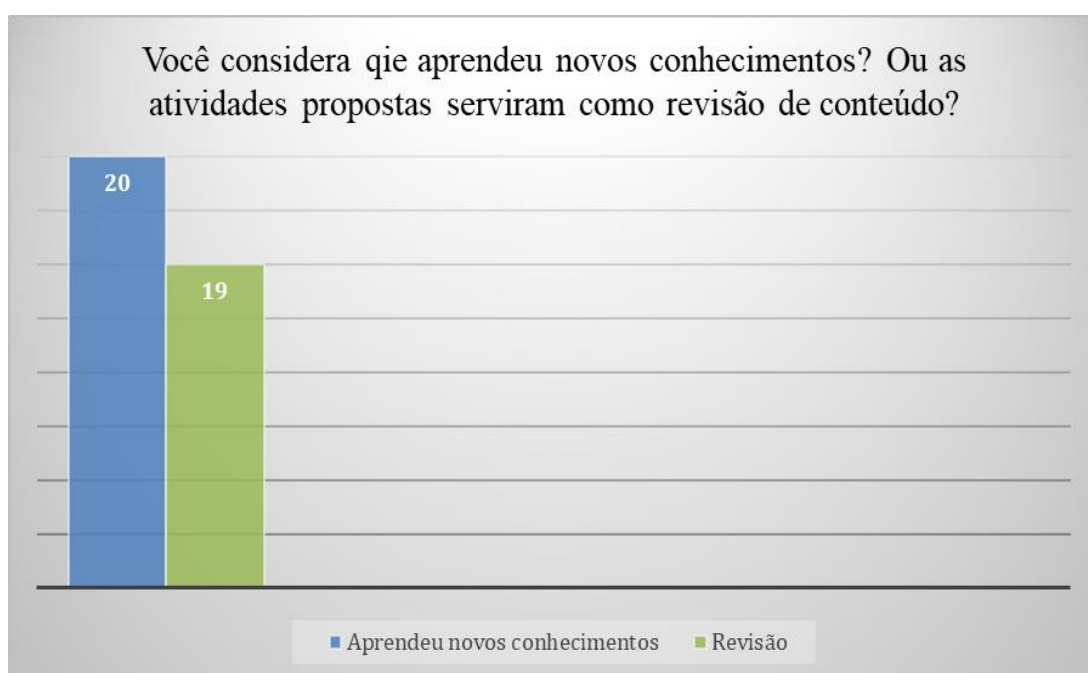
**Gráfico 1:** Respostas dos estudantes para a questão 1.

Queríamos a opinião dos estudantes, em relação ao material, sobre a diversidade de atividades relacionadas a solubilidade dos compostos orgânicos. Entre as respostas dadas, a maioria dos estudantes acharam que as atividades foram interessantes e que puderam entender melhor o conteúdo. Transcrevemos, no quadro 23, algumas respostas dadas, dos estudantes.

| Aluno | Resposta  |
|-------|---|
| A1    | <i>“As atividades propostas foram interessantes e nos permitiram variar os métodos de aprendizagem.”</i>  |
| A2    | <i>“As atividades foram muito bem elaboradas, estavam bem claras e de fácil entendimento além de possuir um conteúdo completo e explicativo.”</i> |
| A3    | <i>“A atividade foi bem interessante e ajudou a entender sobre o conteúdo.”</i>   |

**Quadro 23:** Respostas dos estudantes à questão 1.

Na **questão 02:** Vamos conversar! Você considera que aprendeu alguma coisa nova com as atividades? Ou você considera que as atividades serviram como revisão? As respostas dos estudantes estão apresentadas no gráfico 2, a seguir.



**Gráfico 2:** Respostas dos estudantes para a questão 2.

Como podemos perceber no gráfico 2, a maioria dos estudantes declarou que as atividades proporcionaram novos conhecimentos e como revisão do que já tinha sido aprendido. Entre as respostas dadas, um estudante colocou que esses novos conhecimentos foram a partir da aproximação teoria e prática. Transcrevemos, no quadro 24, algumas respostas dadas, dos estudantes.

| Aluno | Resposta  |
|-------|---|
| A4    | <i>“Consegui aprender novos conhecimentos como também revisar o conteúdo de forma dinâmica, divertida de um jeito que conseguiu prender a minha atenção e meu interesse.”</i> |
| A5    | <i>“As atividades foram para explicar conceitos relacionados a solubilidade aprimorando o conhecimento e apresentando conceitos que desconhecia.”</i>                         |
| A6    | "Atividades Interessantes, interativas e que serviram de revisão do conteúdo."  |

**Quadro 24:** Respostas dos estudantes à questão 2.

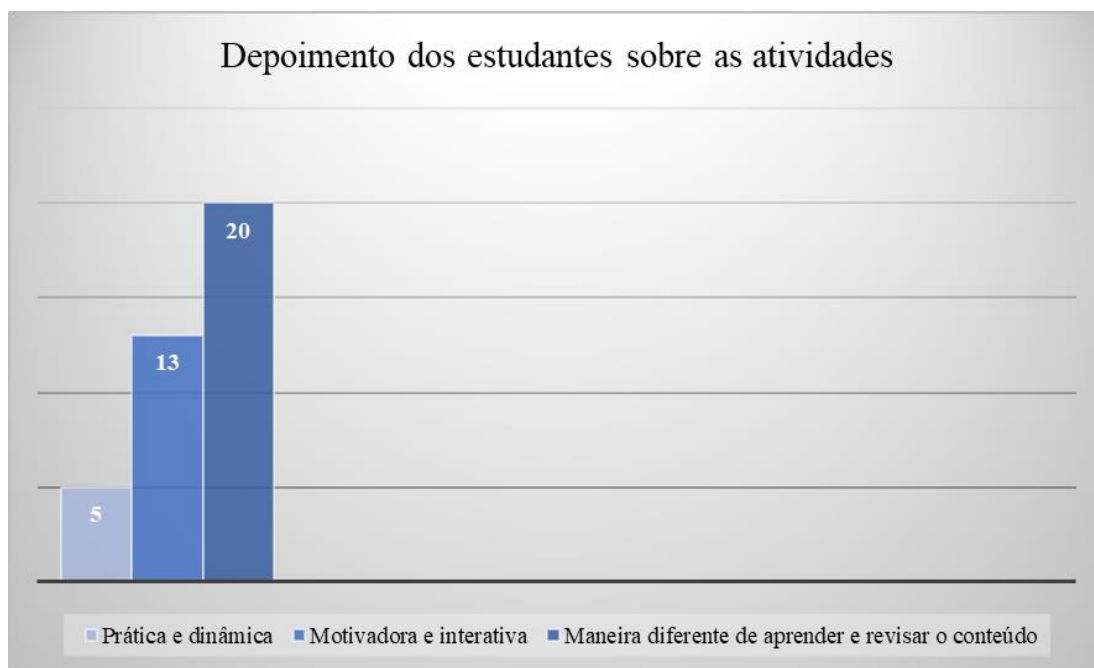
Na **questão 03** pedimos aos estudantes que deixassem sugestões para as próximas atividades.

Houve uma unanimidade nas respostas dos estudantes: gostariam de atividades mais diversificadas e exclusivamente atividades que abordassem experimentos. Transcrevemos, no quadro 25, algumas respostas dadas, dos estudantes.

| Aluno | Resposta   |
|-------|--|
| A7    | <i>“Fazer mais atividades experimentais colocar “a mão na massa”, afinal é mais fácil entender a matéria com exemplos práticos.”</i> |
| A8    | <i>“Seria interessante se fizéssemos mais experimentos.”</i>   |
| A9    | "Poderíamos usufruir mais das atividades de laboratório, fazendo experimentos e conversando sobre as nossas observações."            |

**Quadro 25:** Respostas dos estudantes à questão 3.

Na **questão 04** pedimos aos estudantes que deixassem um depoimento sobre as atividades. As respostas dos estudantes estão apresentadas no gráfico 3, a seguir.



**Gráfico 3:** Respostas dos estudantes para a questão 4.

Pelas declarações percebemos que as atividades proporcionaram um novo olhar despertando um interesse e uma motivação, acreditamos que os estudantes gostaram da forma como foi conduzida as atividades ao longo desses dias, por parte da professora, como também a interação entre os próprios estudantes quando discutiam suas observações e elaboravam suas respostas para as questões.

Um estudante declara que *“As atividades realizadas foram diferentes do que estávamos acostumados. Nos permitiram interagir com as observações do grupo acerca dos experimentos e questões. Os métodos estimulam a aprendizagem.”* Outro estudante disse: *“Além de aprender sobre o tema foi bom e interessante ver como as coisas foram tomando forma.”*

## 6. RESULTADOS

Nosso objetivo geral foi elaborar e desenvolver uma sequência didática investigativa sobre a solubilidade de compostos orgânicos. Para isso propusemos atividades experimentais, discussões em grupo, vídeo, leitura, e produção de textos.

A partir dos trechos das produções escritas dos alunos foi possível perceber que o comando de algumas atividades precisava ser reformulado para uma maior compreensão das questões. Em vista disso, apresentamos a seguir as reformulações feitas.

A **primeira** atividade desenvolvida foi “**Atividade Experimental 1**” que continha 17 questões. Foram modificadas as questões **03, 04, 05, 12, 15, 16 e 17**.

As **questões 03, 04, 05 e 12** solicitavam aos estudantes que identificassem e justificassem a polaridade da molécula (do óleo de soja, da água, do álcool e do detergente) a partir das estruturas.

Concluimos que não atingiram o objetivo proposto devido aos grupos relacionarem a questão da interação como justificativa para as questões. Os estudantes poderiam trazer como respostas a questão da geometria da molécula como também o somatório dos vetores da ligação apolar. Assim, propusemos um novo enunciado:

*Q03. Considerem a estrutura do óleo de soja, apresentada na figura 1. Indique se a molécula é polar ou apolar. Utilizem o conceito de ligações químicas para justificar a resposta.*

*Q04. Considerem a estrutura da água, apresentada na figura 2. Indique se a molécula é polar ou apolar. Utilizem o conceito da geometria da molécula e ligações químicas para justificar a resposta.*

*Q05. Considerem a estrutura do álcool, apresentada na figura 3. Indique se a molécula é polar ou apolar. Utilizem o conceito do modelo de interação intermolecular para justificar a resposta.*

*Q12. Considerem a estrutura do detergente, apresentada na figura 4. Indique se a molécula é polar ou apolar. Utilizem o conceito de ligações químicas para justificar a resposta.*

As **questões 15 e 16** solicitam aos estudantes que façam um registro do modelo de interação, usando um desenho que permita a compreensão do que foi observado quando adicionaram gotas de detergente ao sistema 1 (água e óleo) e ao sistema 2 (água e álcool).

Concluimos que poderiam ser reformuladas para uma maior compreensão. Assim, propusemos um novo enunciado:

*Q15. Considere o que foi observado quando vocês misturaram gotas de detergente ao sistema 1. Desenhe um modelo que explique o observado destacando as interações formadas.*

*Q16. Considere o que foi observado quando vocês misturaram gotas de detergente ao sistema 2. Desenhe um modelo que explique o observado destacando as interações formadas.*

A **questão 17** pede aos estudantes que expliquem quimicamente a ação do detergente na solução contendo água e óleo e na solução contendo água e álcool.

Concluimos que a questão 17 poderia ser reformulada para uma maior compreensão da questão. Assim, propusemos um novo enunciado para a questão.

*Q17. Explique a ação do detergente para a formação das micelas quando adicionado aos sistemas 1 e 2.*

A **segunda** atividade desenvolvida foi “**Atividade de Rotações por Estações**” que continha 5 estações. Somente nas estações **1 e 2** sofreram modificações.

A **primeira** estação “**A gota que foge**” contém 5 questões. Foram modificadas as questões **04 e 05**.

A **questão 04** solicitava aos estudantes que explicassem por que o álcool não dissolveu a gota de água por meio dos modelos de interações intermoleculares.

Concluimos que não atingiu o objetivo proposto devido aos grupos relacionarem como justificativa apenas a questão da polaridade em momento algum trazem a interação intermolecular como justificativa para a questão. Assim, propusemos um novo enunciado:

*Q04. Expliquem por que o álcool não dissolveu a gota de água por meio dos modelos de interações intermoleculares.*

A **questão 05** solicitava aos estudantes que assistissem o vídeo e explicassem de acordo com seus conhecimentos sobre solubilidade dos compostos orgânicos porque a gota foge.

Concluimos que não atingiu o objetivo proposto devido aos grupos relacionarem como justificativa apenas a questão da polaridade. Analisando o enunciado da questão percebemos que não ficou explícito que deveriam utilizar os modelos de interações intermoleculares para explicar porque a gota foge. Assim, propusemos um novo enunciado:

*Q05. Após assistir ao vídeo expliquem por meio do modelo de interação intermolecular porque a gota foge.*

A **segunda** estação “**Fralda descartável e solubilidade**” contém 3 questões. Foi modificada a questão **01**.

A **questão 01** solicitava aos estudantes que identificassem e justificassem a polaridade da molécula (polar ou apolar) do poliacrilato de sódio a partir da estrutura.

Concluimos que não atingiu o objetivo proposto devido aos grupos relacionarem a questão da interação como justificativa para as questões. Os estudantes poderiam trazer como respostas a questão da geometria da molécula. Assim, propusemos um novo enunciado:

*Q01. Considerem a estrutura do poliacrilato de sódio, apresentada na figura 1. Indique se a molécula é polar ou apolar. Utilizem o conceito da geometria da molécula para justificar a polaridade da molécula.*

A **terceira** atividade desenvolvida foi “**Utilização de Embalagens plásticas no cotidiano**” que continha 3 questões, não foi realizada nenhuma modificação.

A **quarta** atividade desenvolvida foi “**Avaliação das Atividades**” que continha 4 questões, não aconteceu nenhuma modificação.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo a elaboração e o desenvolvimento de uma sequência didática investigativa sobre Solubilidade de Compostos Orgânicos para alunos da 3ª série do ensino médio com material de orientação para os docentes. O acompanhamento do uso dessa sequência, foi a partir da análise da produção escrita dos alunos durante o desenvolvimento das atividades.

Durante a elaboração da sequência didática e, de acordo com o referencial teórico/metodológico escolhido, optamos por desenvolver atividades que pudessem priorizar, a identificação e a compreensão das relações existentes entre os modelos de interações intermoleculares e a solubilidade, a relação entre o fenômeno, o modelo teórico e o representacional.

A sequência didática permitiu a participação ativa do aluno no processo de ensino e aprendizagem estimulando o diálogo e o engajamento entre os alunos por meio de propostas de atividades variadas e investigativas e também no planejamento de algumas atividades realizadas pelos alunos.

A partir das informações obtidas no uso do material em sala de aula pelos alunos realizamos a reformulação e reestruturação de algumas questões da sequência didática. Constatamos algumas discordâncias entre o objetivo das questões e as respostas apresentadas pelo aluno. Assim sendo, a análise das produções dos alunos nos permitiu a reelaboração do material didático.

Assim, desde o meu ingresso no Promestre até o final deste trabalho sinto-me realizada e feliz pois não foi fácil. Passei por um processo de reconstrução docente.

A maturidade com a qual hoje finalizo este trabalho se sobrepõe a imaturidade de quando entrei com um projeto que não estava delimitado e sem um referencial teórico conciso. A percepção é de que a Adriana que entrou no mestrado não é a mesma que finaliza esse ciclo.

Acredito que o maior desafio foi sair da zona de conforto como educadora, o de substituir o hábito docente tradicional por atitude mais interativa, dialógica com os alunos. A dificuldade e a confusão em elaborar e propor atividades investigativas se misturavam com atividades tradicionais e o medo e a incerteza de que não conseguiria elaborar e propor atividades com essa finalidade. Primeiro porque elaborar uma



atividade com esse intuito requer entendimento na parte teórica e segundo porque é preciso pensar nos objetivos que se almeja para o ensino e aprendizagem.

As reuniões com a professora Dra. Andréa Horta Machado, orientadora deste trabalho, foram decisivas para a minha formação docente agregando e enriquecendo o caminho que precisava desenvolver e aprender.

## 8. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- AGUIAR JR., ORLANDO G. **Módulo II: o planejamento do ensino**. In: Minas Gerais. Secretaria de Estado de Educação. Projeto de Desenvolvimento Profissional de Educadores (PDP). Belo Horizonte: SEE/MG, 2005.
- AZEVEDO, M. C. P. S. **Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula**. In: CARVALHO, A. M. P. *et al.* Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática. 1ª edição. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004. p. 19-33.
- BACICH, Lilian; NETO, Adolfo Tanzi; DE MELLO TREVISANI, Fernando. **Ensino híbrido: personalização e tecnologia na educação**. Penso Editora, 2015.
- BAILEY, Jonh. *et al.* Blended learning implementation guide. Version 1.0. Supported by: Foundation for Excellence in Education. In: Association with: Getting Samrt. Fevereiro, 2013. Disponível em: <<http://goo.gl/gA6API>>. Acesso em: 02 nov. 2014
- BELLONI, Maria Luiza; GOMES, Nilza Godoy. Infância, mídias e aprendizagem: autodidaxia e colaboração. **Educação & Sociedade**, v. 29, p. 717-746, 2008.
- BICUDO, M.A.V. **Pesquisa qualitativa: significados e a razão que a sustenta**. IN REVISTA PESQUISA QUALITATIVA. Sociedade de Estudos e Pesquisa Qualitativos. Ano 1. N.1. São Paulo, 2005. pp. 7 – 26.
- BOGDAN, R. C. BIKLEN Sari K. **Investigação qualitativa em educação**. Porto (Portugal): Porto Editora, 1994.
- BORGES, A. T. **Novos rumos para o laboratório escolar de ciências**. Caderno Brasileiro. Ensino de Física. v. 19, n.3: p.291-313, dez., 2002
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular: Educação Infantil e Ensino Fundamental**. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2018. Disponível em: <[http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf)>. Acesso em: 7 març. 2022.
- CAMPANARIO, Juan Miguel; OTERO, José. Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de Ciencias. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, p. 155-169, 2000. Disponível em:
- CARVALHO, Anna Maria Pessoa de *et al.* Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. **São Paulo: cengage learning**, v. 164, 2013.

DAMASCENO, H. C., BRITO, M. S., WARTHA, E. J. (2008). **As representações mentais e a simbologia química**, XIV Encontro Nacional de Ensino de Química (XIV Enpeq).

DE OLIVEIRA, Jane Raquel Silva. **Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente**/Contributions and approaches of the experimental activities in the science teaching: Gathering elements for the educational practice. **Acta Scientiae**, v. 12, n. 1, p. 139-153, 2010.

DE OLIVEIRA, Lorrana Gonçalves; MAISSIAT, Jaqueline. **AS MÍDIAS DIGITAIS NA EDUCAÇÃO E O USO DO PADLET. De 22 a 23 de junho de 2022**, 2022.

DE SOUZA, Pricila Rodrigues; DE ANDRADE, Maria do Carmo Ferreira. Modelos de rotação do ensino híbrido: estações de trabalho e sala de aula invertida. **Revista E-Tech: Tecnologias para Competitividade Industrial-ISSN-1983-1838**, v. 9, n. 1, p. 03-16, 2016.

DO NASCIMENTO SERBIM, Flávia Braga; DOS SANTOS, Adriana Cavalcanti. Metodologia ativa no ensino de Química: avaliação dos contributos de uma proposta de rotação por estações de aprendizagem. **REEC: Revista electrónica de enseñanza de las ciencias**, v. 20, n. 1, p. 49-72, 2021.

DOLZ, J. & SCHNEUWLY, B. **Sequência didáticas para o oral e a escrita: apresentação de um procedimento**. In: \_\_\_\_\_. *Gêneros orais e escritos na escola*. Campinas: Mercado de Letras, 2004.

GIORDAN, Marcelo; GUIMARÃES, Yara AF; MASSI, Luciana. **Uma análise das abordagens investigativas de trabalhos sobre sequências didáticas: tendências no ensino de ciências**. Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 8, p. 1-12, 2012. Disponível em:

[http://www.lapeq.fe.usp.br/textos/ec/ecpdf/giordan\\_guimaraes\\_massi-enpec-2012.pdf](http://www.lapeq.fe.usp.br/textos/ec/ecpdf/giordan_guimaraes_massi-enpec-2012.pdf)

Acesso em: 08 nov.2022.

GIORDAN, Marcelo. **O papel da experimentação no ensino de ciências**. Química nova na escola, v. 10, n. 10, p. 43-49, 1999.

GONÇALVES, Raquel Pereira Neves; GOI, Mara Elisângela Jappe. Experimentação no ensino de química na educação básica: uma revisão de literatura. **Revista Debates em ensino de Química**, v. 6, n. 1, p. 136-152, 2020.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos rumo à Aprendizagem Significativa. Química Nova na Escola. Vol. 31, Nº 3. 2009.

LOPES, J. C. D. **Ligações Químicas e Interações Intermoleculares: Propriedades Físicas: Temperatura de ebulição, de fusão e solubilidade**. In: Minas Gerais. Secretaria de Estado da

Educação. Educação continuada de professores: Estudo dos Conteúdos Básicos Comuns da SEE-MG, 2006.

MAUÉS E. R. C.; LIMA, M. E. C. C. **Ciências: atividades investigativas nas séries iniciais**. Presença Pedagógica, 2006. v. 72.

MENDES, A. **TIC – Muita gente está comentando, mas você sabe o que é?** Portal *iMaster*, mar. 2008. Disponível em: <<https://imasters.com.br/devsecops/tic-muita-gente-esta-comentando-mas-voce-sabe-o-que-e>> Acesso em: 06. nov. 2022.

MIRANDA, Ana Carolina Gomes; BRAIBANTE, Mara ELisa Fortes; PAZINATO, Maurícius Selvero. Tendências do ensino e aprendizagem de forças intermoleculares a partir da análise de publicações em periódicos nacionais e internacionais. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias. Espanha. Vol. 17, n. 2 (2018), p. 394-419**, 2018.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. **Análise Textual Discursiva**. Ijuí: UNIJUÍ, 2016.

MORAN, J. **Mudar a forma de ensinar e de aprender: Transformar as aulas em pesquisa e comunicação presencial-virtual**. Revista Interações, São Paulo, 2000. vol. V, p.57-72. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/354/35450905.pdf> Acesso em: 06 nov. 2022.

MORAN, J. Ensino e aprendizagem inovadores com tecnologias audiovisuais e telemáticas. In: MORAN, J.; MASETTO, M. T.; BEHRENS, M. A. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. 10ª edição. São Paulo: Papyrus, 2000. Disponível em: <<http://projetosntenoite.pbworks.com/w/file/57899807/MORANNova%20Tecnol>> Acesso em 06 nov. 2022.

MORAN, J.M. O vídeo na Sala de Aula. **Revista Comunicação e Educação**, n.2, Editora Moderna, 1995. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/comueduc/article/view/36131/38851>> Acesso em 10 nov. 2022.

MORTIMER, E.F; MACHADO, A. H.; ROMANELLI, L.I. **A proposta curricular de química do Estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos**. Educação • Química Nova 23 (2) abr. 2000. Disponível em:<<https://www.scielo.br/j/qn/a/QZSvNkKHJHG3Wk6XsSd7Phb/?lang=pt#>>

MORTIMER, E.F. MACHADO, A.H. **Química para o Ensino Médio**: volume único. 1ª Edição. São Paulo: Editora Scipione, p. 204-227, 2002.

OLIVEIRA, R.C; HARTWIG.D.R; FERREIRA.L.H. Educação. **Ensino Experimental de Química: Uma Abordagem Contextualizada**. Química Nova na escola, v.32, n.2, p. 101-106, 2010. Disponível em:

<[http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos\\_teses/2011/quimica/artigos/ens\\_exp\\_quim\\_art.pdf](http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/2011/quimica/artigos/ens_exp_quim_art.pdf)> Acesso em: 04 nov. 2022.

PACHECO, Décio. A experimentação no ensino de ciências. **Ciência & Ensino (ISSN 1980-8631)**, v. 2, n. 1, 2006. Disponível em:

<[http://www.nebad.uerj.br/publicacoes/artigos\\_em\\_periodicos/experimentacao\\_no\\_ensino\\_de\\_ciencias.pdf](http://www.nebad.uerj.br/publicacoes/artigos_em_periodicos/experimentacao_no_ensino_de_ciencias.pdf)> Acesso em: 11 nov. 2022.

PAULETTI, Fabiana; ROSA, Marcelo Prado Amaral; CATELLI, Francisco. A importância da utilização de estratégias de ensino envolvendo os três níveis de representação da Química. **Revista Brasileira de ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 7, n. 3, 2014.

PAZZINI, Darlin Nalú Avila. **O uso do vídeo como ferramenta de apoio ao ensino-aprendizagem**. 2013. Disponível em: <<https://repositorio.ufsm.br/handle/1/729>> Acesso em: 11 nov. 2022.

PENTEADO, Heloisa Dupas. Pesquisa-ensino: uma modalidade de pesquisa-ação. **Pesquisa-ensino: a comunicação escolar na formação do professor**, 2010.

QUADROS, A.L; GOUVEIA, V.P e OLIVEIRA, S.R. Uma reflexão sobre aprendizagem escolar e o uso do conceito de solubilidade/miscibilidade em situações do cotidiano: Concepções dos estudantes. **Uma Reflexão sobre Aprendizagem Escolar**, v.3, N°1, P.23-30, fev. 2009. Disponível em:

<[http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc31\\_1/05-CCD-0508.pdf](http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc31_1/05-CCD-0508.pdf)> Acesso em: 18 jan. 2020.

ROSA, Paulo Ricardo da Silva. O uso dos recursos audiovisuais e o ensino de ciências. 2000.

SÁ, E. F. de.; PAULA, H. F.; LIMA, M. E. C. C. **As características das atividades investigativas segundo tutores e coordenadores de um curso de especialização em ensino de ciências**. In: VI ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2007, Florianópolis. Atas do VI ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2007.

SOUSA, Robson Simplicio de; GALIAZZI, Maria do Carmo. O jogo da compreensão na análise textual discursiva em pesquisas na educação em ciências: revisitando quebra-cabeças e mosaicos. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 24, p. 799-814, 2018.

TAVARES, L. A. **Análise de Softwares Educacionais**. Educ. Rev. Belo Horizonte (6):41-44, dez.2018. Disponível em: <<http://www.uel.br/seed/nre/analisedesoftwares.html>> Acesso em: 07 nov. 2022.

ZABALA, A. **A prática educativa: como pesquisar**/ Antoni Zabala; tradução Ernani F. F. Rosa – Porto Alegre: Artmed, 1998.

ZABALA, Antoni. A prática educativa: mo ensinar. 1995.

## 9. ANEXO

### 9.1. TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO DO MENOR (TALE).

*Aos Srs. Pais e/ou Responsáveis pelos estudantes da 3ª série do Ensino Médio do Instituto Educacional Santa Amélia.*

**Srs. Pais,**

Estamos iniciando nas aulas de Química um acompanhamento para a pesquisa acadêmica no tema: “Uma sequência de ensino para o estudo de solubilidade dos compostos orgânicos”, com a participação da professora de Química Adriana de Oliveira Gomes, aluna de mestrado da Faculdade de Educação da UFMG.

A pesquisa será realizada apenas com consentimento de pais e /ou responsáveis e de todos os estudantes que participarão. A participação na pesquisa não envolverá qualquer natureza de gastos, tanto para você quanto para os demais envolvidos. Os gastos previstos serão custeados pela pesquisadora principal que também assume os riscos e danos que porventura vierem a acontecer com os equipamentos e incidentes com os alunos em sua companhia, durante o processo.

As atividades de ensino são dissociadas das atividades de pesquisa. As atividades de ensino e de pesquisa ocorrerão durante as aulas da disciplina química na escola e a sua participação ocorrerá por meio do envolvimento nas atividades propostas durante essa disciplina, seja oral ou escrita, e a interação com o grupo. Se você não aceitar a participação na pesquisa poderá participar das atividades de ensino sem qualquer prejuízo ao conteúdo e às notas em avaliações. Haverá o desenvolvimento de atividades de ensino que já fazem parte do cronograma da disciplina Química e de pesquisa (coleta e análise de dados) para o trabalho de dissertação de mestrado da professora pesquisadora. Dessa forma, as atividades da pesquisa envolverão a observação do processo de construção da prática de ensino, a análise do material produzido e questionários de avaliação da atividade em relação a ser relevante ou não, assim como, outras questões de mesma natureza que não envolvam a avaliação do ensino em relação à nota. Será focalizada a participação dos estudantes em momentos de discussão coletiva, as participações verbais durante as aulas e as suas produções escritas. A professora elaborou uma sequência didática sobre

o tema solubilidade dos compostos orgânicos que irá abordar os diferentes aspectos do ensino, como as relações entre o conhecimento comum e o conhecimento científico, as interações e o discurso em sala de aula, numa abordagem investigativa. Ela irá aplicar e analisar a aplicação em sala de aula a partir de dados obtidos no seu desenvolvimento para constituir uma versão final do material didático com recomendações aos professores de Química.

Entende-se que o ensino do tema solubilidade dos compostos orgânicos precisa ser atualizado de forma a permitir a participação ativa dos estudantes e o uso de novas metodologias, de modo a aproximar os saberes escolares dos saberes científicos. Por outro lado, os materiais didáticos não vêm apresentando propostas de trabalho que priorizem esses aspectos. Considerando essa possibilidade, propomos oferecer ao professor um material diferenciado que dialogue com o estudante, com os conteúdos da Química, com as novas tecnologias e permita a construção de conhecimentos significativos para a formação de cidadãos.

Vocês não serão obrigados a fazer qualquer atividade que extrapole suas tarefas escolares comuns.

Em qualquer momento, você poderá solicitar esclarecimentos sobre a metodologia de coleta e análise dos dados com a mestrandia Adriana de Oliveira Gomes através do telefone (31) 98826-3628 ou pelo e-mail aogquimica@yahoo.com.br e/ou com a coordenadora da pesquisa Andréa Horta Machado através do telefone (31) 987052104 ou pelo e-mail ahortamachado@gmail.com

A pesquisa apresenta riscos mínimos à sua saúde e bem-estar, porém a professora estará atenta e disposta a diminuir ao máximo esses riscos e desconfortos. Entendemos que o principal risco envolvido nesta pesquisa está na divulgação indevida de sua identidade e nos propomos a realizar todos os esforços possíveis para assegurá-la. Os resultados da pesquisa serão comunicados utilizando nomes fictícios, mantendo, assim, sua identidade preservada e assegurando sua privacidade. Caso deseje recusar a participar ou retirar o seu consentimento em qualquer fase da pesquisa tem total liberdade para fazê-lo.

Sentindo-se esclarecido (a) em relação à proposta e concordando em participar voluntariamente desta pesquisa, peço-lhe a gentileza de assinar e devolver o Termo de Assentimento Livre e esclarecido do Menor (TALE), assinando em duas vias, sendo



que uma das vias ficará com você e a outra será arquivada pelos pesquisadores por cinco anos, de acordo com a Resolução 466/2012.

Atenciosamente,

---

Adriana de Oliveira Gomes (Professora de Química e aluna do Mestrado)  
[aogquimica@yahoo.com.br](mailto:aogquimica@yahoo.com.br) (31) 98826-3628

---

Andréa Horta Machado (Coordenadora da pesquisa)  
[ahortamachado@gmail.com](mailto:ahortamachado@gmail.com) (31) 987052104

Agradecemos desde já sua colaboração

- Concordo e autorizo a realização da pesquisa, nos termos propostos.
- Discordo e desautorizo a realização da pesquisa.
- Concordo e autorizo as atividades de Química, nos termos propostos.
- Discordo e desautorizo.

Nome do aluno: \_\_\_\_\_

Assinatura do aluno: \_\_\_\_\_

Santa Luzia \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2022

**COMITÊ DE ÉTICA NA PESQUISA/UFMG**

**Av. Antônio Carlos, 6627 - Unidade Administrativa II - 2º andar/ sala 2005 -  
Campus Pampulha - Belo Horizonte, MG**

**Fone: 31 3409-4592**

**CEP 31270-901**

**e-mail: coep@prpq.ufmg.br**

## 9.2.TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

### *Aos alunos da 3ª série do Ensino Médio*

#### *Prezados estudantes,*

Estamos iniciando nas aulas de Química um acompanhamento para a pesquisa acadêmica no tema: “Uma sequência de ensino para o estudo de solubilidade dos compostos orgânicos”, com a participação da professora de química Adriana de Oliveira Gomes, aluna de mestrado da Faculdade de Educação da UFMG.

A pesquisa será realizada apenas com consentimento de pais e /ou responsáveis de todos os estudantes que participarão. A participação na pesquisa não envolverá qualquer natureza de gastos, tanto para o Sr. (Sra.) quanto aos demais envolvidos. Os gastos previstos serão custeados pela pesquisadora principal que também assume os riscos e danos que porventura vierem a acontecer com os equipamentos e incidentes com os alunos em sua companhia, durante o processo.

As atividades de ensino são dissociadas das atividades de pesquisa. As atividades de ensino e de pesquisa ocorrerão durante as aulas da disciplina química na escola e a participação dos estudantes ocorrerá por meio do envolvimento nas atividades propostas durante essa disciplina, seja oral ou escrita, e a interação com o grupo. Se o estudante não aceitar a participação na pesquisa poderá participar das atividades de ensino sem qualquer prejuízo ao conteúdo e às notas em avaliações. Haverá o desenvolvimento de atividades de ensino que já fazem parte do cronograma da disciplina Química e de pesquisa (coleta e análise de dados) para o trabalho de dissertação de mestrado da professora pesquisadora. Dessa forma, as atividades da pesquisa envolveram a observação do processo de construção da prática de ensino, a análise do material produzido e questionários de avaliação da atividade em relação a ser relevante ou não, assim como, outras questões de mesma natureza que não envolvam a avaliação do ensino em relação à nota. A participação dos estudantes em momentos de discussão coletiva, as participações verbais durante as aulas e as suas produções escritas. A professora elaborou uma sequência de ensino sobre o tema solubilidade dos compostos orgânicos que irá abordar os diferentes aspectos do ensino, como as relações entre o conhecimento comum e o conhecimento científico, as interações e o discurso em sala de aula, a argumentação em questões sócio-científicas numa abordagem investigativa. Ela irá aplicar e analisar a aplicação em sala de aula a partir de dados obtidos no seu

desenvolvimento para constituir uma versão final do material didático com recomendações aos professores de Química.

Entende-se que o ensino do tema solubilidade dos compostos orgânicos precisa ser atualizado de forma a permitir a participação ativa dos estudantes, de modo a aproximar os saberes cotidianos aos saberes científicos. Considerando essa possibilidade propomos oferecer ao professor um material diferenciado que dialogue com o estudante, com os conteúdos da Química e, na construção de conhecimentos significativos para a formação de cidadãos.

Os estudantes não serão obrigados a fazer qualquer atividade que extrapole suas tarefas escolares comuns. Todos os dados obtidos serão arquivados na sala da professora orientadora desta pesquisa, Doutora Andréa Horta Machado, na Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação situada à Avenida Antônio Carlos, 6627 – Pampulha – Belo Horizonte, MG – Brasil, por um período de cinco anos sob responsabilidade da pesquisadora.

Em qualquer momento, o Sr. (Sra.) poderá solicitar esclarecimentos, bastando para isso entrar em contato com o COEP/UFMG para explicações de dúvidas éticas (os contatos estão no final desse documento) e sobre a metodologia de coleta e análise dos dados com a mestrandia Adriana de Oliveira Gomes através do telefone (31) 988263628 ou pelo e-mail aogquimica@yahoo.com.br e/ou com a coordenadora da pesquisa Andréa Horta Machado através do telefone (31) 987052104 ou pelo ahortamachado@gmail.com

A pesquisa apresenta riscos mínimos à saúde e ao bem-estar de seus participantes, porém a pesquisadora estará atenta e disposta a diminuir ao máximo esses riscos e desconfortos. Entendemos que o principal risco envolvido nesta pesquisa está na divulgação indevida da identidade dos participantes e nos propomos a realizar todos os esforços possíveis para assegurar a privacidade deles. Os resultados da pesquisa serão comunicados utilizando nomes fictícios para os estudantes, que terão, assim, sua identidade preservada, garantindo que a privacidade dos participantes seja assegurada. Caso você deseje recusar a participação do seu filho ou retirar o seu consentimento em qualquer fase da pesquisa tem total liberdade para fazê-lo.

Sentindo-se esclarecido (a) em relação à proposta e concordando em participar voluntariamente desta pesquisa, peço-lhe a gentileza de assinar e devolver o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), assinado em duas vias, sendo que uma

das vias ficará com você e a outra será arquivada pelos pesquisadores por cinco anos, de acordo com a Resolução 466/2012.

Atenciosamente,

---

Adriana de Oliveira Gomes (Professora de Química e aluna do Mestrado)  
[aogquimica@yahoo.com.br](mailto:aogquimica@yahoo.com.br) (31) 98826-3628

---

Andréa Horta Machado (Coordenadora da pesquisa)  
[ahortamachado@gmail.com](mailto:ahortamachado@gmail.com) (31) 987052104

Agradecemos desde já sua colaboração

- Concordo e autorizo a realização da pesquisa, nos termos propostos.
- Discordo e desautorizo a realização da pesquisa.
- Concordo e autorizo as atividades de Química, nos termos propostos.
- Discordo e desautorizo a captação da imagem.

Nome do aluno: \_\_\_\_\_

Assinatura do aluno: \_\_\_\_\_

Santa Luzia \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2022

**COMITÊ DE ÉTICA NA PESQUISA/UFMG**

**Av. Antônio Carlos, 6627 - Unidade Administrativa II - 2º andar/ sala 2005 -**

**Campus Pampulha - Belo Horizonte, MG**

**Fone: 31 3409-4592**

**CEP 31270-901**

**e-mail: coep@prpq.ufmg.br**

### **9.3.AUTORIZAÇÃO DA ESCOLA PARA REALIZAÇÃO DA PESQUISA**

#### **A U T O R I Z A Ç Ã O**

**Á direção do Instituto Educacional Santa Amélia – Santa Luzia.**

**Prezada diretora, Sra. Mônica Maia,**

Solicitamos sua autorização para iniciar nas aulas de Química um acompanhamento para a pesquisa acadêmica com o tema: “Uma sequência de ensino para o estudo de solubilidade dos compostos orgânicos”, com a participação da professora de química Adriana de Oliveira Gomes, aluna de mestrado da Faculdade de Educação da UFMG.

A pesquisa será realizada apenas com consentimento de V.S.<sup>a</sup> e dos pais e /ou responsáveis de todos os alunos que participarão. A participação na pesquisa não envolverá qualquer natureza de gastos, tanto para V.S.<sup>a</sup> quanto para os demais envolvidos. Os gastos previstos serão custeados pela pesquisadora principal que também assume os riscos e danos que porventura vierem a acontecer com os equipamentos e incidentes com os alunos em sua companhia, durante o processo.

A pesquisa envolverá a participação dos estudantes em momentos de discussão coletiva, as participações verbais durante as aulas, que serão registradas em caderno de campo. Será feita análise das produções escritas dos estudantes com o objetivo de investigar a adequação da sequência didática. A professora elaborou uma sequência de ensino sobre o tema que irá abordar os diferentes aspectos do ensino, como as relações entre o conhecimento comum e o conhecimento científico, numa abordagem investigativa. Ela irá aplicar e analisar a aplicação em sala de aula a partir de dados obtidos no seu desenvolvimento para constituir uma versão final do material didático com recomendações aos professores de Química.

Considerando essa possibilidade, nos propomos desenvolver um material diferenciado que dialogue com o estudante, com os conteúdos da Química e permita a construção de conhecimentos significativos para a formação de cidadãos.

Os alunos não serão obrigados a fazer qualquer atividade que extrapola suas tarefas escolares comuns. Todos os dados obtidos serão arquivados na sala da professora orientadora desta pesquisa, Doutora Andréa Horta Machado, na

Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação situada à Avenida Antônio Carlos, 6627 – Pampulha – Belo Horizonte, MG – Brasil, por um período de cinco anos sob responsabilidade da pesquisadora.

Em qualquer momento, V.S.<sup>a</sup> poderá solicitar esclarecimentos, bastando para isso entrar em contato com o COEP/UFMG para esclarecimentos de dúvidas éticas (os contatos estão no final deste documento) e sobre a metodologia de coleta e análise dos dados através do telefone (31) 988263628 ou pelo e-mail: aogquimica@yahoo.com.br.

A pesquisa apresenta riscos mínimos à saúde e ao bem-estar de seus participantes, porém a pesquisadora estará atenta e disposta a diminuir ao máximo esses riscos e desconfortos. Entendemos que o principal risco envolvido nesta pesquisa está na divulgação indevida da identidade dos participantes e nos propomos a realizar todos os esforços possíveis para assegurar a privacidade deles. Os resultados da pesquisa serão comunicados utilizando nomes fictícios para os estudantes, que terão, assim, sua identidade preservada. Caso V.S.<sup>a</sup> deseje recusar a participação da escola ou retirar o seu consentimento em qualquer fase da pesquisa tem total liberdade para fazê-lo.

Sentindo-se esclarecido (a) em relação à proposta e concordando em participar voluntariamente desta pesquisa, peço-lhe a gentileza de assinar e devolver o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), assinado em duas vias, sendo que uma das vias ficará com V.S.<sup>a</sup> e a outra será arquivada pelos pesquisadores por cinco anos, de acordo com a Resolução 466/2012.

Atenciosamente,

Adriana de Oliveira Gomes (Professora de Química e aluna do Mestrado)

---

Andréa Horta Machado (Coordenadora da pesquisa)

---

Agradecemos desde já a colaboração

Concordo e autorizo a realização da pesquisa, nos termos propostos.

Discordo e desautorizo a realização da pesquisa.

Santa Luzia, \_\_/\_\_/2022

**COMITÊ DE ÉTICA NA PESQUISA/UFMG**

**Av. Antônio Carlos, 6627 - Unidade Administrativa II - 2º andar/ sala 2005 -**

**Campus Pampulha - Belo Horizonte, MG - CEP 31270-901**

**Fone: 31 3409-4592**

**e-mail: coep@prpq.ufmg.br**

#### 9.4. TERMO DE COMPROMISSO

Declaro que conheço e cumprirei os requisitos da resolução 466/12 e suas complementares. Comprometo-me a utilizar os materiais e dados coletados exclusivamente para os fins previstos no protocolo e publicar os resultados sejam eles favoráveis ou não. Aceito as responsabilidades pela condução científica do projeto. Tenho ciência que essa folha será anexada ao projeto devidamente assinada e fará parte integrante da documentação dele.

---

Adriana de Oliveira Gomes  
[aogquimica@yahoo.com.br](mailto:aogquimica@yahoo.com.br)  
Pesquisadora Principal

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Andréa Horta Machado  
[ahortamachado@gmail.com](mailto:ahortamachado@gmail.com)  
Coordenadora da pesquisa Orientadora

#### **COMITÊ DE ÉTICA NA PESQUISA/UFMG**

**Av. Antônio Carlos, 6627 - Unidade Administrativa II - 2º andar/ sala 2005 -  
Campus Pampulha - Belo Horizonte, MG - CEP 31270-901**

**Fone: 31 3409-4592**

**e-mail: coep@prpq.ufmg.br**



**9.5. APÊNDICE - SEQUÊNCIA DIDÁTICA - MATERIAL DO ALUNO**

**SOLUBILIDADE DE COMPOSTOS ORGÂNICOS:  
ABORDAGEM INVESTIGATIVA  
EM AULAS DE QUÍMICA.**

**Adriana de Oliveira Gomes**

**Andréa Horta Machado**

**SOLUBILIDADE DE COMPOSTOS ORGÂNICOS:  
ABORDAGEM INVESTIGATIVA  
EM AULAS DE QUÍMICA.**

**Belo Horizonte**

**Agosto 2023**

## **AS AUTORAS**

### **ADRIANA DE OLIVEIRA GOMES**

Professora da Rede Pública e Privada – Santa Luzia, MG.

Licenciada em Química pela Universidade Federal de Ouro Preto.

Especialista em Educação em Ciências – CECI – CECIMIG/FAE/UFMG.

Mestranda em Educação pela Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais.

### **ANDRÉA HORTA MACHADO**

Professora do Colégio Técnico da Universidade Federal de Minas Gerais – Belo Horizonte, MG

Bacharel e Licenciada em Química pela Universidade Federal de Minas Gerais

Mestre e Doutora em Educação – Metodologia de Ensino de Química pela Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas – SP

## SUMÁRIO

|  |            |
|--|------------|
| <b>ATIVIDADE 1- ATIVIDADE EXPERIMENTAL: POR QUE ALGUMAS SUBSTÂNCIAS ORGÂNICAS SÃO SOLÚVEIS E OUTRAS NÃO? .....</b> | <b>101</b> |
| <b>ORGANIZANDO AS IDEIAS .....</b>   | <b>105</b> |
| <b>ATIVIDADE 2: ROTAÇÕES POR ESTAÇÕES .....</b>  | <b>112</b> |
| <b>ESTAÇÃO 1: A GOTA QUE FOGE .....</b>  | <b>112</b> |
| <b>ESTAÇÃO 2: FRALDA DESCARTÁVEL E SOLUBILIDADE .....</b>  | <b>114</b> |
| <b>ESTAÇÃO 3: ESTRUTURAS E SOLUBILIDADE DAS VITAMINAS .....</b>  | <b>117</b> |
| <b>ESTAÇÃO 4: ATIVIDADE EXPERIMENTAL VITAMINA C .....</b>  | <b>120</b> |
| <b>ESTAÇÃO 5: ATIVIDADE EXPERIMENTAL VITAMINA E .....</b>  | <b>122</b> |
| <b>ORGANIZANDO AS IDEIAS .....</b>   | <b>124</b> |
| <b>ATIVIDADE 3- UTILIZAÇÃO DE EMBALAGENS PLÁSTICAS .....</b>   | <b>128</b> |
| <b>QUESTÕES PARA DISCUTIR .....</b>  | <b>133</b> |
| <b>ATIVIDADE 4- ATIVIDADE DE AVALIAÇÃO .....</b>   | <b>134</b> |

## APRESENTAÇÃO

Este material é uma sequência didática investigativa que aborda assuntos relacionados à química, tendo como ponto de partida o conteúdo: **“Solubilidade dos compostos orgânicos”**. Está estruturado em 04 atividades: experimentos, questionários impressos e digitais, leitura, interpretação e produção de textos.

Nosso intuito foi o de estabelecer relações existentes entre o contexto científico e o contexto do cotidiano dos estudantes, auxiliando-os na promoção de ações e reflexões para a construção do conhecimento. Acreditamos que o trabalho desenvolvido possibilita espaço para relacionar a vivência dos estudantes incentivando-os ao diálogo a partir das diversas interações ocorridas em sala de aula. Para isso, lançamos mão de atividades experimentais investigativas que buscassem estabelecer essas relações para a formação cidadã.

Desejamos que este material possa contribuir na aprendizagem do conteúdo de Química e que seja um momento de desafios e descobertas.

Bons estudos!

As autoras

## **ATIVIDADE 1- ATIVIDADE EXPERIMENTAL: POR QUE ALGUMAS SUBSTÂNCIAS ORGÂNICAS SÃO SOLÚVEIS E OUTRAS NÃO?**

Algumas situações diárias nos permitem observar a solubilidade de substâncias por meio de evidências macroscópicas. Depois de um dia de trabalho, um mecânico faz a remoção da graxa contida em suas mãos utilizando a gasolina. Uma manicure faz a remoção do esmalte utilizando a acetona. Isso é possível graças a uma propriedade dos materiais: a solubilidade.

Na atividade a seguir vamos realizar um experimento para retomar a discussão sobre a solubilidade dos compostos orgânicos. Para isso vamos lançar mão dos modelos de interações intermoleculares.

### **MÃOS À OBRA!**

#### **MATERIAL**

Dois béqueres de 50 mL, uma proveta de 50 mL, um bastão de vidro, água, óleo de soja, álcool líquido e detergente.

#### **PROCEDIMENTO**

1º Numere dois béqueres (1 e 2), adicionem 20 mL de água em cada um.

2º Em seguida, no béquer 1, adicionem 20 mL de óleo e agitem utilizando o bastão de vidro (SISTEMA 1).

3º No béquer 2, adicionem 20 mL de álcool e agitem utilizando o bastão de vidro (SISTEMA 2).

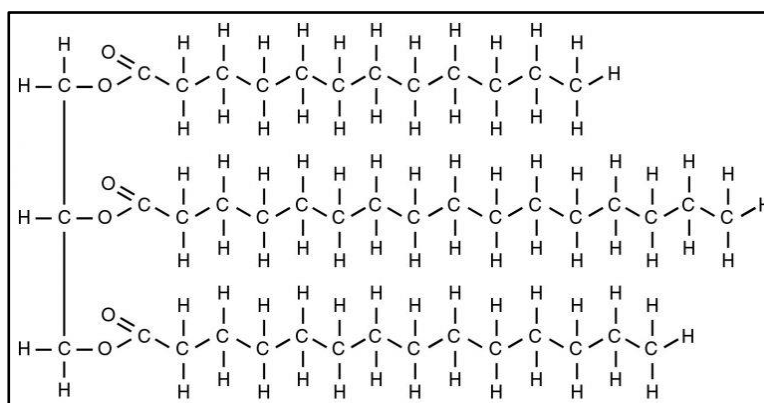
4º Observem e registrem no quadro 1.

| <b>Sistema</b> | <b>Substâncias</b> | <b>Resultado Observado</b> |
|----------------|--------------------|----------------------------|
| 1              |                    |                            |
| 2              |                    |                            |

**Quadro 1:** Resultado para os sistemas 1 e 2.

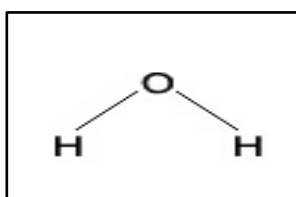
## QUESTÕES PARA DISCUTIR.

- 01.** Descrevam as características macroscópicas do sistema 1 quando vocês adicionaram o óleo à água.
- 02.** Descrevam as características macroscópicas do sistema 2 quando vocês adicionaram o álcool à água.
- 03.** Considerem a estrutura do óleo de soja, apresentada na figura 1. Indique se a molécula é polar ou apolar. Utilizem o conceito de ligações químicas para justificar a resposta.



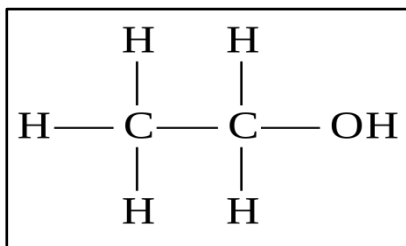
**Figura 1:** Representação da estrutura do óleo de soja.

- 04.** Considerem a estrutura da água, apresentada na figura 2. Indique se a molécula é polar ou apolar. Utilizem o conceito da geometria da molécula e ligações químicas para justificar a resposta.



**Figura 2:** Representação da estrutura da água.

- 05.** Considerem a estrutura do álcool, apresentada na figura 3. Indique se a molécula é polar ou apolar. Utilizem o conceito da geometria da molécula e ligações químicas para justificar a resposta.



**Figura 3:** Representação da estrutura do álcool.

- 06.** Na estrutura da molécula de óleo encontramos a função orgânica éster, formada por um grupo R–COO–R', sendo R o radical orgânico. Utilizem o conceito de polaridade da molécula e interação intermolecular para explicar por que o óleo e a água não se misturam.
- 07.** Sabe-se que o álcool etílico é formado por hidroxilas (OH) ligadas a átomos de carbono saturados. Utilizem o conceito de polaridade e o modelo de interação intermolecular para explicar por que ocorre a dissolução do álcool na água.
- 08.** Façam um registro do modelo, usando um desenho que represente as interações intermoleculares que acontecem entre as moléculas de água e o óleo.
- 09.** Façam um registro do modelo, usando um desenho que represente as interações intermoleculares que acontecem entre as moléculas de água e álcool.

## MÃOS À OBRA!

**5º** Adicionem gotas de detergente nos béqueres 1 e 2 e misture as soluções dos béqueres 1 e 2. Observem e registrem no quadro 2.

| <b>Materiais</b>       | <b>Resultado Observado</b> |
|------------------------|----------------------------|
| Sistema 1 + Detergente |                            |
| Sistema 2 + Detergente |                            |

**Quadro 2:** Resultado do sistema 1 e 2 quando acrescido detergente.

## QUESTÕES PARA DISCUTIR.

- 10.** Descrevam as características macroscópicas do sistema 1 quando vocês adicionaram as gotas de detergente.
- 11.** Descrevam as características macroscópicas do sistema 2 quando vocês adicionaram as gotas de detergente.



12. Considerem a estrutura do detergente, apresentada na figura 4. Indique se a molécula é polar ou apolar. Utilizem o conceito da geometria da molécula e ligações químicas para justificar a resposta.

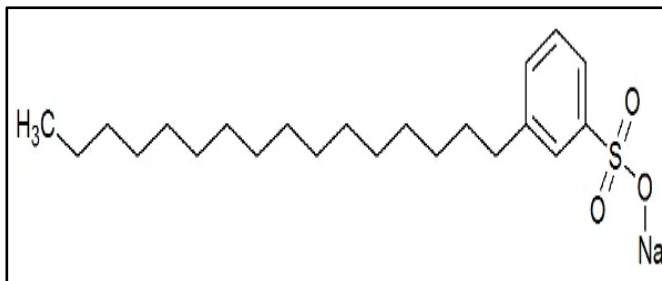


Figura 4: Representação da estrutura do detergente.

13. Considerem as estruturas das substâncias: Água, Óleo e Detergente. Expliquem por que ocorre a dissolução quando vocês acrescentaram detergente à mistura. Utilizem o conceito de polaridade e o modelo de interação intermolecular para explicar por que ocorre a dissolução dessas três substâncias.
14. Considerem as estruturas das substâncias: Água, Álcool e Detergente. Expliquem por que ocorre a dissolução quando vocês acrescentaram detergente à mistura. Utilizem o conceito de polaridade e o modelo de interação intermolecular para explicar por que ocorre a dissolução dessas três substâncias.
15. Considere o que foi observado quando vocês misturaram gotas de detergente ao sistema 1. Desenhe um modelo que explique o observado destacando as interações formadas.
16. Considere o que foi observado quando vocês misturaram gotas de detergente ao sistema 2. Desenhe um modelo que explique o observado destacando as interações formadas.
17. Explique a ação do detergente para a formação das micelas quando adicionado aos sistemas 1 e 2.

## **ORGANIZANDO AS IDEIAS!**

### **Por que algumas substâncias orgânicas são solúveis e outras não?**

A solubilidade é uma propriedade específica das substâncias e está relacionada a uma medida da quantidade de soluto capaz de se dissolver em uma certa quantidade de solvente a uma determinada temperatura.

Para explicarmos a solubilidade das substâncias orgânicas é preciso considerarmos dois pontos: o modelo energético da solubilidade e o modelo de interações intermoleculares.

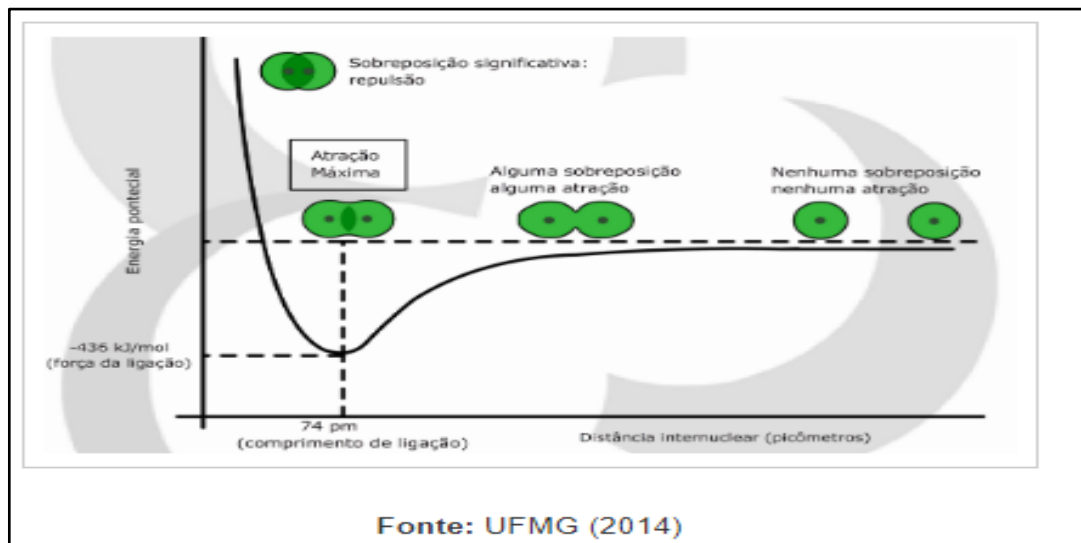
### **O MODELO ENERGÉTICO PARA A SOLUBILIDADE**

Para que ocorra a solubilidade é preciso que as interações entre as moléculas do solvente (solvente-solvente) e entre as moléculas do soluto (soluto-soluto) sejam rompidas. É preciso considerar que o rompimento de interações é um processo endotérmico - ou seja, é necessário que seja fornecida energia ao sistema.

Também é necessário que ocorra a formação de novas interações entre as moléculas do soluto e as moléculas do solvente. No caso da formação de interações o processo é exotérmico - ou seja, ocorre liberação de energia.

A solubilidade depende tanto de aspectos energéticos quanto de aspectos entrópicos. Consideraremos aqui um modelo simplificado focando apenas os aspectos energéticos.

O gráfico a seguir nos ajuda a compreender esta questão do gasto e liberação de energia na quebra e na formação das interações.



**Fonte:** <http://quimicauniversoalemDOSolhos.blogspot.com/2014/06/teoria-da-ligacao-de-valencia-tlv.html>

O gráfico à direita mostra, como a energia potencial do sistema varia à medida em que dois átomos de hidrogênio no estado fundamental se aproximam para formar uma molécula de gás hidrogênio.

Consideremos, a formação da molécula  $H_2$  a partir dos dois átomos a uma distância um do outro. Inicialmente, seus orbitais não se superpõem e a energia potencial do sistema é considerada igual a zero. À medida que eles se aproximam, começa a haver interações entre seus orbitais e, conseqüentemente, uma diminuição da energia potencial. Quanto mais próximos os núcleos dos átomos de hidrogênio ficam um do outro, mais se superpõem levando a uma menor energia.

A partir do gráfico é possível compreender que a formação de uma interação é um processo exotérmico - libera energia. A quebra de uma interação é um processo endotérmico - absorve energia.

Considerando isto, entendemos que para que uma substância seja solúvel é preciso que a energia liberada na formação das interações soluto-solvente compense energeticamente a energia gasta na quebra das interações soluto-soluto e solvente-solvente.

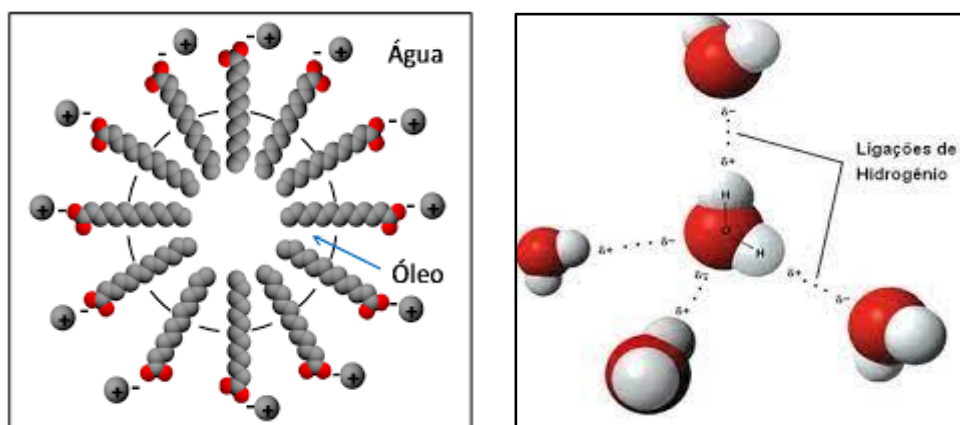
## O MODELO DE INTERAÇÃO INTERMOLECULAR PARA A SOLUBILIDADE

Para compreendermos de forma mais profunda o processo de solubilidade de substâncias orgânicas é preciso considerar que são substâncias moleculares. Por isso são constituídas por moléculas. Neste caso o modelo mais adequado a ser considerado é o modelo de interações intermoleculares.

Para construirmos o modelo de interações intermoleculares é importante conhecermos a estrutura das moléculas, a polaridade das ligações entre os átomos das moléculas, a geometria molecular e a polaridade das moléculas.

Na primeira parte da atividade experimental, vocês adicionaram óleo à água (sistema 1) e álcool à água (sistema 2). observar que no sistema 1 o óleo não se dissolveu na água, enquanto no sistema 2 o álcool foi solúvel em água

Em relação ao sistema 1, as moléculas de água interagem fortemente entre si por meio de ligações de hidrogênio. As moléculas de óleo possuem entre si interações de menor força atrativa (dipolo induzido). Na figura 5 está representado a micela formada entre o óleo e sabão, na presença de água.

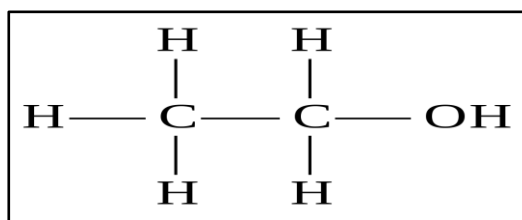


**Figura 5:** Interação água e óleo (esquerda) e a interação entre a molécula de água.

As moléculas de água apresentam polaridade. O polo positivo de uma molécula atrai o polo negativo da outra molécula, resultando em uma atração eletrostática - ligação de hidrogênio. O óleo por sua vez é constituído por moléculas apolares. Entre essas moléculas existem interações dipolo instantâneo – dipolo induzido de menor

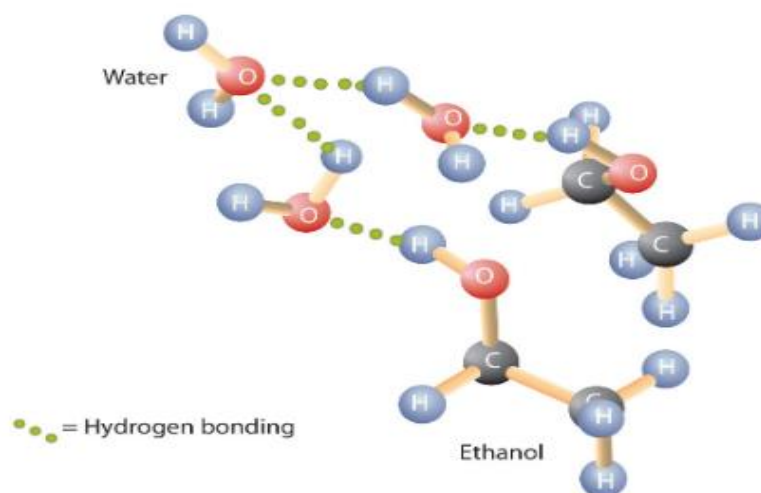
força quando comparadas com as interações intermoleculares da água. Isso porque, o óleo possui uma cadeia muito longa, a atração entre elas é muito forte, embora individualmente sejam mais fracas do que as ligações de hidrogênio.

Em relação ao sistema 2, a solubilidade também é explicada considerando o modelo de interações intermoleculares. O álcool é uma substância cujas moléculas apresentam em sua estrutura o grupo funcional -OH ligado a um átomo de carbono saturado, como está representado na figura 6.



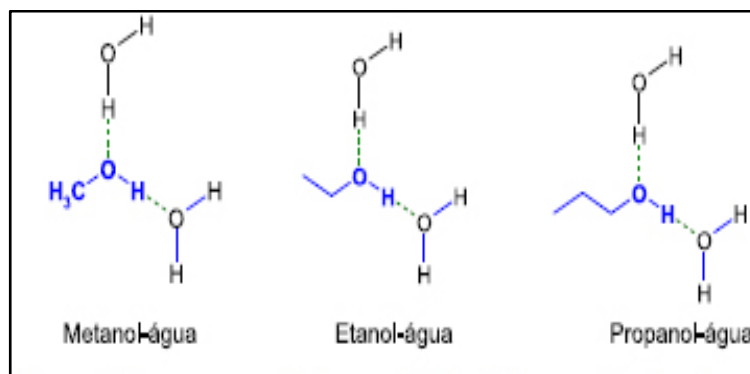
**Figura 6:** Representação das moléculas das substâncias etanol

O etanol é infinitamente solúvel em água. Isto é resultado das fortes ligações de hidrogênio entre as moléculas de água e de etanol. As moléculas de água interagem com as moléculas do álcool por meio de ligações de hidrogênio, como está representado nas figuras 7.



**Figura 7:** Interações intermoleculares entre as moléculas de água e etanol.

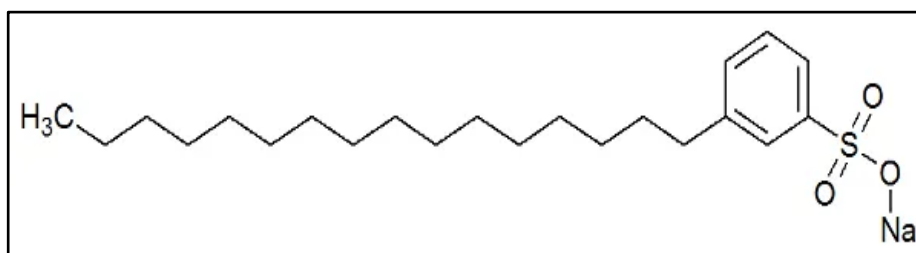
Os álcoois de cadeias menores (até 3 átomos de carbono) metanol, etanol e propanol são infinitamente solúveis em água (totalmente miscíveis), resultado das fortes ligações de hidrogênio entre as moléculas de água e de álcool, como representado na figura 8.



**Figura 8:** Representação da ligação de hidrogênio entre álcoois e água.

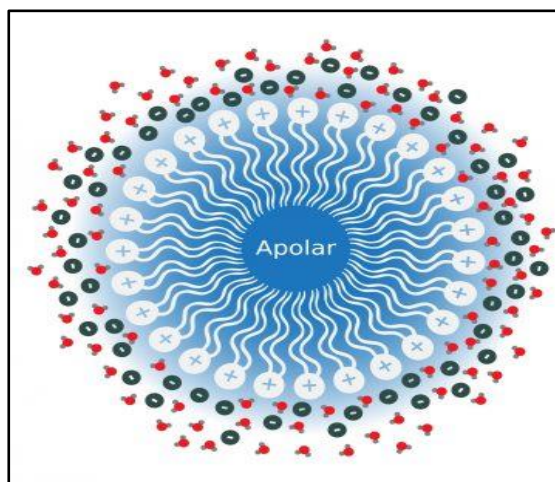
Para álcoois de cadeia longa (maior que 4 carbonos), a solubilidade diminui consideravelmente devido ao efeito hidrofóbico. Esse efeito hidrofóbico relaciona-se a tendência das moléculas apolares sofrerem agregação em água, não sendo mais capazes de envolver as moléculas do composto.

Na segunda parte da atividade experimental, vocês observaram o comportamento dos sistemas 1 e 2 quando foram adicionadas gotas de detergente. No sistema 1 (álcool-água) a solução já estava solúvel. No sistema 2 (óleo- água-detergente) após agitação verifica-se a formação de emulsão. O detergente em questão é formado por sais de ácido sulfônico de longa cadeia carbônica (apolar) e uma extremidade (polar). As substâncias com essas características são chamadas de anfóteras.



**Figura 9:** Representação da estrutura do detergente.

Quando o detergente entra em contato com o sistema que contém óleo e água (sistema 1), forma-se uma dispersão coloidal constituída de espécies denominadas micelas. A parte carregada negativamente, o grupo sulfônico, é facilmente dissolvida e a longa cadeia apolar tem tendência de interagir com outra cadeia apolar e não sendo dissolvida facilmente pelas moléculas de água. A parte polar permanece dentro da água e a parte apolar, fica em contato com as moléculas do óleo. Essas moléculas perturbam a superfície da água diminuindo a tensão superficial.



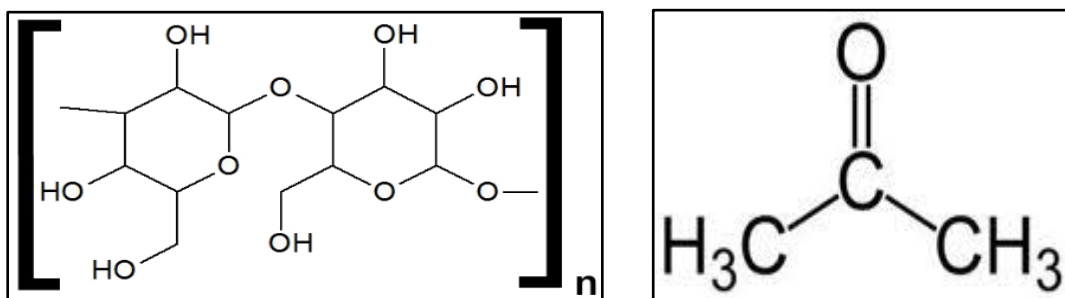
**Figura 10:** Estrutura de uma micela formada pelo lauril sulfato de sódio

Quando o detergente é colocado em contato com o álcool e água (sistema 2), a interação entre as moléculas das substâncias a água e etanol são estabelecidas por meio de ligações de hidrogênio. O detergente e o etanol proporcionam uma diminuição da tensão superficial da água, pois atuam modificando as forças interfaciais, promovendo uma ligação entre suas moléculas. A micela é então formada. As moléculas mais polares (água e álcool) permanecem expostas ao meio aquoso e o detergente por ser anfótero e menos polar fica no interior da micela.

Retomando as situações cotidianas trazidas inicialmente, como a situação em que um mecânico remove a graxa de suas mãos utilizando gasolina. Isso acontece devido a graxa ser uma substância orgânica constituída por moléculas apolares que interage com a gasolina que possui moléculas com a mesma polaridade. São estabelecidas interações do tipo dipolo instantâneo-dipolo induzido, único tipo de interação entre as substâncias apolares.

Derivadas do petróleo a gasolina e a graxa, possuem em suas estruturas carbono e hidrogênio (hidrocarbonetos). A partir das ligações C-H (fracamente polares) seus arranjos são formados em torno dos átomos de carbono, estes formam um grande número de espécies, cujos momentos de dipolo resultantes são iguais a zero. As interações dipolo instantâneo-dipolo induzido que mantém as moléculas unidas aumentam com o crescimento do tamanho da molécula, o que leva, geralmente, a um decréscimo na solubilidade.

As cetonas (R-CO-R) são utilizadas como solvente, sendo a propanona  $\text{CH}_3\text{COCH}_3$ , também chamada de acetona, a mais utilizada. A propanona é uma substância completamente solúvel em água e em uma grande variedade de compostos orgânicos. O esmalte é um polímero (são macromoléculas constituídas por unidades menores, os monômeros que se ligam por meio de ligações covalentes) que possui na sua estrutura a função orgânica álcool como também a função orgânica éter.



**Figura 11:** A esquerda a estrutura do esmalte e a direita a estrutura da propanona (acetona)

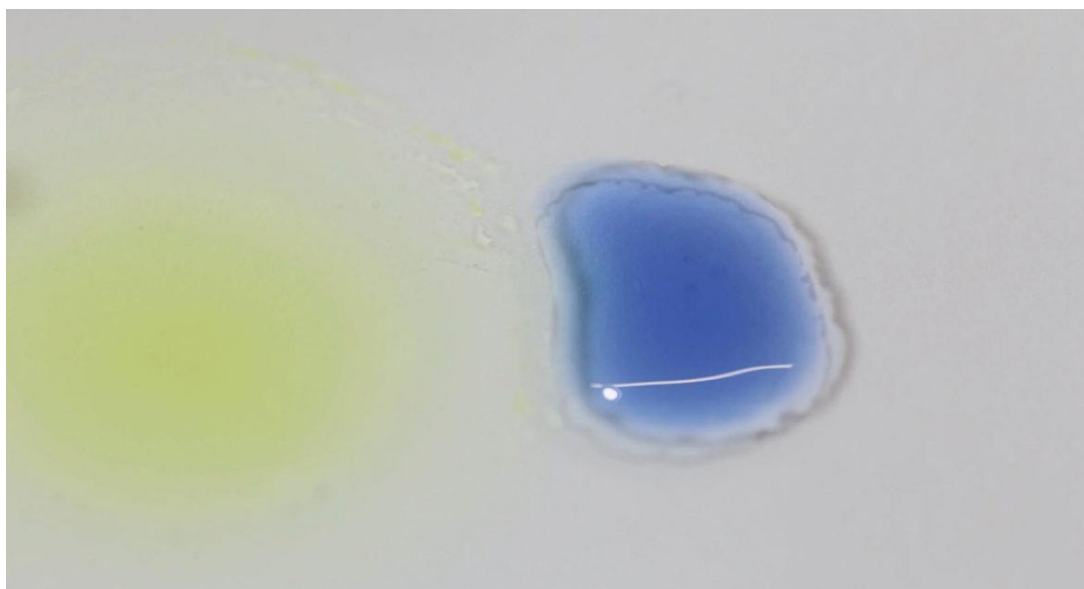


## ATIVIDADE 2 - “ROTAÇÕES POR ESTAÇÕES”

Caro estudante, para esta atividade vamos passar por estações. Em cada uma delas iremos estudar algum aspecto relacionado à solubilidade dos compostos orgânicos.

### ESTAÇÃO 1 - A GOTA QUE FOGE

Nesta estação iremos assistir ao vídeo “A gota que foge” que aborda a interação intermolecular entre algumas substâncias. Ao ver o vídeo, é muito importante que você preste bastante atenção, para compreender as interações que ocorrem em cada caso. Caso tenha alguma dúvida, assista ao vídeo novamente.



Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=aiAkF8BKIKs&t=213s>

Agora que você já assistiu ao vídeo, reflita junto com seu grupo, as questões que se seguem.

## QUESTÕES PÓS-VÍDEO:

01. Descrevam as características macroscópicas observadas quando uma gota de água é colocada na superfície do vidro.
02. Descrevam as características macroscópicas observadas quando uma gota de álcool é colocada na superfície do vidro.
03. Descrevam as características macroscópicas observadas quando uma gota de água é colocada próxima da gota de álcool.
04. Expliquem por que o álcool não dissolveu a gota de água por meio dos modelos de interações intermoleculares.
05. Após assistir ao vídeo expliquem por meio do modelo de interação intermolecular porque a gota foge.
06. (PUC-RS) A tensão superficial da água explica vários fenômenos, como o da capilaridade, a forma esférica das gotas de água e o fato de alguns insetos poderem andar sobre a água. A alta tensão superficial da água é uma consequência direta:
  - a) da sua viscosidade.
  - b) do seu elevado ponto de fusão.
  - c) do seu elevado ponto de ebulição.
  - d) das atrações intermoleculares.
  - e) das ligações covalentes entre os átomos de “H” e “O”.

## **ESTAÇÃO 2 - FRALDA DESCARTÁVEL E SOLUBILIDADE**

Fraldas descartáveis são constituídas por um polímero (poliacrilato de sódio) e sua capacidade de absorção está associada às interações intermoleculares. Nesta estação iremos realizar uma atividade experimental com a fralda descartável utilizando o poliacrilato de sódio para retomarmos questões relacionadas a solubilidade dos compostos orgânicos.

### **MÃOS À OBRA!**

#### **MATERIAL:**

Água destilada (ou água da torneira), solução aquosa de NaCl 1% m/m, solução aquosa de NaCl 10% m/m, três béqueres de 100 mL, 0,5 g do gel de uma fralda descartável e uma balança.

#### **PROCEDIMENTO:**

1º Organizem os três béqueres, etiquetando-os da seguinte maneira:

- Béquer 1: água destilada.
- Béquer 2: solução de NaCl 1%.
- Béquer 3: solução de NaCl 10%.

2º Meçam na balança 0,5 g do gel de uma fralda descartável.

3º Coloquem 0,5g do gel retirado da fralda em cada um dos béqueres 1, 2 e 3.

4º No béquer 1 acrescentem 50 mL de água destilada medidos na proveta (SISTEMA 1).

5º No béquer 2 acrescentem 50 mL da solução de NaCl 1% medidos na proveta (SISTEMA 2).

6º No béquer 3 acrescentem 50 mL da solução de NaCl 10% medidos na proveta (SISTEMA 3).

7º Observem e registrem no quadro 1.

| Sistema | Volume inicial | Volume Final | Volume absorvido |
|---------|----------------|--------------|------------------|
| 1       |                |              |                  |
| 2       |                |              |                  |
| 3       |                |              |                  |

Quadro 1: Resultado para os sistemas 1, 2 e 3.

## QUESTÕES PARA DISCUTIR.

01. Considerem a estrutura do poliacrilato de sódio, apresentada na figura 1. Indique se a molécula é polar ou apolar. Utilizem o conceito da geometria da molécula para justificar a polaridade da molécula.

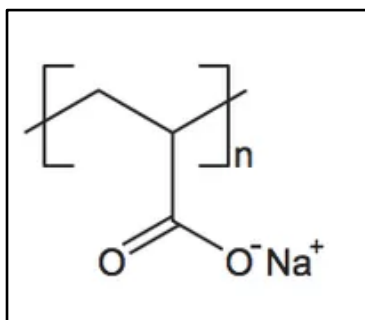


Figura 1: Poliacrilato de sódio

02. Em qual situação a fralda descartável absorveu a maior quantidade de água? Considerando a estrutura do polímero existente nas fraldas descartáveis, mostrada a seguir, explique a absorção de água em termos de interações intermoleculares.

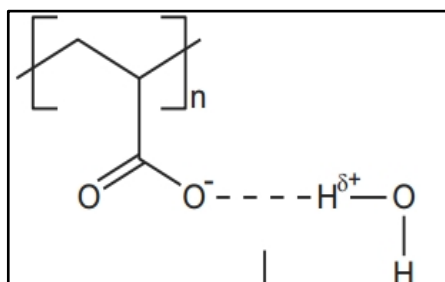
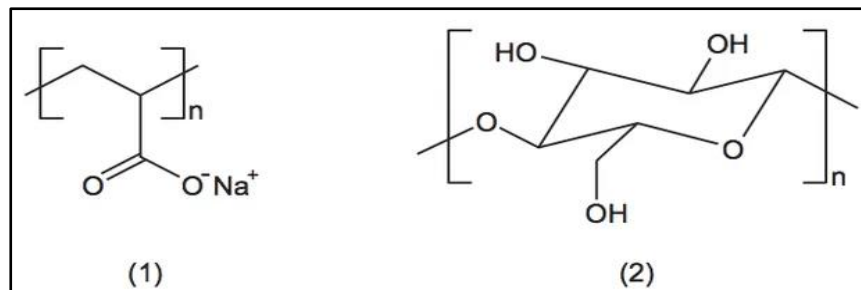


Figura 2: Poliacrilato de sódio em água.

**03. (Enem 2013)** As fraldas descartáveis que contêm o polímero poliacrilato de sódio (1) são mais eficientes na retenção de água que as fraldas de pano convencionais, constituídas de fibras de celulose (2).



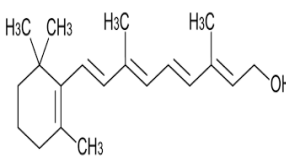
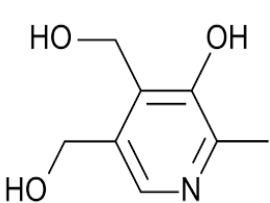
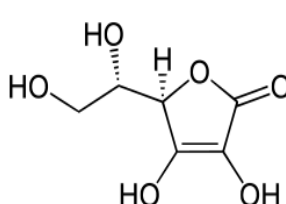
A maior eficiência dessas fraldas descartáveis, em relação às de pano, deve-se às:

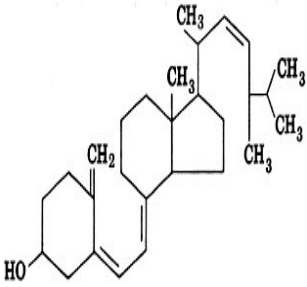
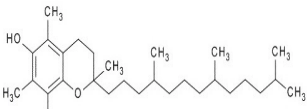
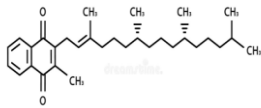
- interações dipolo-dipolo mais fortes entre o poliacrilato e a água, em relação às ligações de hidrogênio entre a celulose e as moléculas de água.
- interações íon-íon mais fortes entre o poliacrilato e as moléculas de água, em relação às ligações de hidrogênio entre a celulose e as moléculas de água.
- ligações de hidrogênio mais fortes entre o poliacrilato e a água, em relação às interações íon-dipolo entre a celulose e as moléculas de água.
- ligações de hidrogênio mais fortes entre o poliacrilato e as moléculas de água, em relação às interações dipolo induzido-dipolo induzido entre a celulose e as moléculas de água.
- interações íon-dipolo mais fortes entre o poliacrilato e as moléculas de água, em relação às ligações de hidrogênio entre a celulose e as moléculas de água.

## ESTAÇÃO 3 - ESTRUTURAS E SOLUBILIDADE DAS VITAMINAS

Nesta estação vocês encontrarão estruturas e características de algumas vitaminas. É importante que vocês analisem e comparem as estruturas para que possam identificar e fazer previsões quanto a solubilidade das mesmas no organismo, como representado no quadro 2.

### VAMOS INVESTIGAR?

| VITAMINAS | CARACTERÍSTICAS  | ESTRUTURA DAS VITAMINAS   |
|-----------|--|---|
| <b>A</b>  | A vitamina A possui várias funcionalidades para o organismo, contribuindo para o crescimento, na formação de colágeno e na imunidade. Presente nos alimentos de origem animal e vegetal. Seu consumo deve ser diário, porque o corpo humano não é capaz de produzir por conta própria.   |   |
| <b>B</b>  | As vitaminas do complexo B são um grupo de vitaminas (B <sub>1</sub> , B <sub>2</sub> , B <sub>3</sub> , B <sub>5</sub> , B <sub>6</sub> , B <sub>7</sub> , B <sub>9</sub> e B <sub>12</sub> ). Possuem várias funcionalidades para o organismo, além de contribuir para a prevenção de doenças. Alguns sintomas causados pela deficiência de vitamina B são: anemia, lesões na pele. Presente no levedo de cerveja, grãos de cereais integrais, hortaliças verdes, ovos, carnes e peixes. |  |
| <b>C</b>  | A Vitamina C - de nome científico - ácido ascórbico. Possui várias funcionalidades para o organismo, como a formação do colágeno, produção de hemácias, formação de ossos e dentes e absorção de ferro. Presente no leite, no fígado, nas frutas cítricas e nos vegetais. Sua ingestão é importante para o combate ao escorbuto, doença causada pela deficiência do ácido ascórbico. Seu consumo deve ser diário, porque não é armazenado pelo organismo.                                  |  |

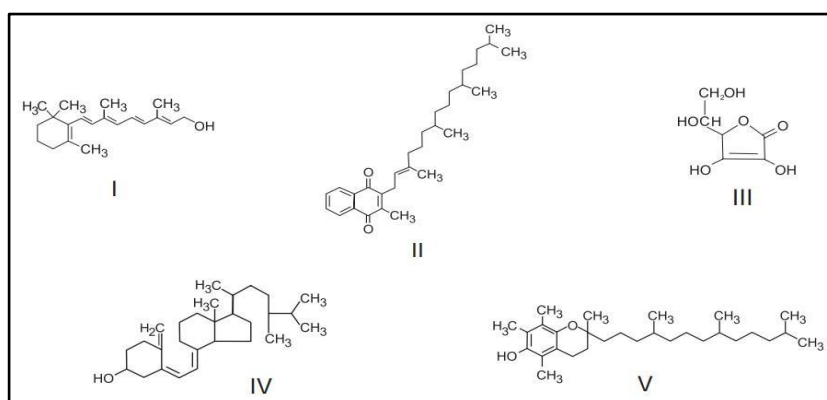
|          |   |   |
|----------|---|---|
| <b>D</b> | A vitamina D é um hormônio que atua na parte óssea, no crescimento, na imunidade, no metabolismo e em diversos órgãos e sistemas. É uma vitamina importante para o organismo humano. Sua função é preservar o sistema osteomuscular, agindo nas concentrações de cálcio e fósforo no organismo. Produzida pelo próprio corpo, a vitamina D é obtida por meio da exposição solar, e também pode ser adquirida pela dieta e uso de suplementos. |  |
| <b>E</b> | A vitamina E atua na proteção das células e na manutenção da saúde física e mental. É importante para o organismo por ter uma ação antioxidante, prevenindo doenças cardiovasculares, e fortalecendo o sistema imunológico. Presente nos alimentos de origem vegetal e animal.  |  |
| <b>K</b> | A vitamina K atua na coagulação sanguínea e na manutenção óssea. É uma vitamina importante para a saúde óssea e um dos principais benefícios da vitamina K é a prevenção e o tratamento da osteoporose. Presente nos vegetais como frutas, ervas, óleos vegetais.   |  |

**Quadro 2:** Características e estruturas das vitaminas

- 01.** Considere as estruturas apresentadas registrem no quadro a seguir a solubilidade das vitaminas em água (Hidrossolúvel) e em lipídeos (lipossolúvel). Utilizem o conceito de polaridade, os modelos de interação intermolecular, o tamanho da cadeia carbônica como justificativa.

| Vitaminas            | Solubilidade em água | Justifique sua resposta |
|----------------------|----------------------|-------------------------|
| <b>A</b>             |                      |                         |
| <b>B<sub>6</sub></b> |                      |                         |
| <b>C</b>             |                      |                         |
| <b>D</b>             |                      |                         |
| <b>E</b>             |                      |                         |
| <b>K</b>             |                      |                         |

- 02.** Considerando a presença da hidroxila (OH) na estrutura de algumas vitaminas, é possível determinar qual vitamina é mais solúvel em água? Justifiquem a partir do tamanho da cadeia carbônica e suas relações com a polaridade.
- 03. (Enem 2012)** O armazenamento de certas vitaminas no organismo apresenta grande dependência de sua solubilidade. Por exemplo, vitaminas hidrossolúveis devem ser incluídas na dieta diária, enquanto vitaminas lipossolúveis são armazenadas em quantidades suficientes para evitar doenças causadas pela sua carência. A seguir são apresentadas as estruturas químicas de cinco vitaminas necessárias ao organismo.



Dentre as vitaminas apresentadas na figura, determine aquela que necessita de maior suplementação diária.

- a) I
- b) II
- c) III
- d) IV
- e) V



## ESTAÇÃO 4 - Atividade Experimental - Vitamina C

As vitaminas são moléculas orgânicas necessárias em pequena quantidade para o funcionamento adequado do organismo. As vitaminas hidrossolúveis são solúveis em água. Elas são armazenadas em pouca quantidade e, por isso, é necessário ingeri-las diariamente.

Nesta estação iremos realizar uma atividade experimental com a vitamina C para retomarmos questões relacionadas a solubilidade dos compostos orgânicos.

### MÃOS À OBRA!

#### MATERIAL:

Um comprimido efervescente de vitamina C, 30mL de água, um béquer de 50mL, um almofariz com pistilo.

#### PROCEDIMENTO:

- 1º) Triture o comprimido efervescente da vitamina C no almofariz com ajuda de um pistilo.
- 2º) Em um béquer de 50mL, adicione 30mL de água e vitamina C.
- 3º) Observem e registrem.

### QUESTÕES PARA DISCUTIR.

01. Descrevam as características macroscópicas observadas quando vocês adicionaram a vitamina C à água.
02. Sabe-se que a vitamina C é formada por grupos oxigenados, como o álcool, enol e éster.

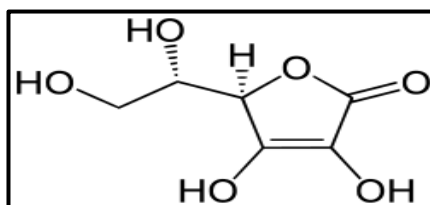
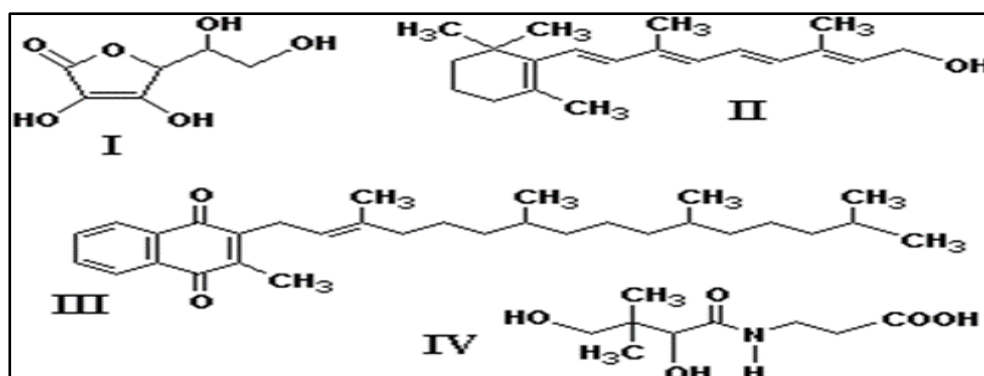


Figura 3: Vitamina C

Utilizem o conceito de polaridade e o modelo de interação intermolecular para explicar o que foi observado.

- 03.** Façam um registro do modelo, usando um desenho que represente as interações intermoleculares que acontecem entre as moléculas de água e a vitamina C.
- 04. (Fuvest 2002)** Alguns alimentos são enriquecidos pela adição de vitaminas, que podem ser solúveis em gordura ou em água. As vitaminas solúveis em gordura possuem uma estrutura molecular com poucos átomos de oxigênio, semelhante à de um hidrocarboneto de longa cadeia, predominando o caráter apolar. Já as vitaminas solúveis em água têm estrutura com alta proporção de átomos eletronegativos, como o oxigênio e o nitrogênio, que promovem forte interação com a água. A seguir estão representadas quatro vitaminas:



Dentre elas, é adequado adicionar, respectivamente, a sucos de frutas puros e a margarinas, as seguintes:

- |             |            |
|-------------|------------|
| a) I e IV   | d) III e I |
| b) II e III | e) IV e II |
| c) III e IV |            |

## ESTAÇÃO 5 - Atividade Experimental - Vitamina E

As vitaminas são moléculas orgânicas necessárias em pequena quantidade para o funcionamento adequado do organismo. As vitaminas lipossolúveis, são aquelas solúveis em lipídios (gorduras). As Vitaminas lipossolúveis, são armazenadas por mais tempo no organismo, não necessitando de uma ingestão diária.

Nesta estação, iremos realizar uma atividade experimental com a vitamina E relacionando-a com a questão da solubilidade dos compostos orgânicos.

### MÃOS À OBRA!

#### MATERIAL:

4 gotas de vitamina E, 30mL de água e um béquer de 50mL.

#### PROCEDIMENTO:

1º) Em um béquer de 50mL, adicione 30mL de água e 4 gotas de vitamina E.

2º) Observem e registrem suas observações.

### QUESTÕES PARA DISCUTIR.

01. Descrevam as características macroscópicas do experimento quando vocês adicionaram a vitamina E à água.
02. Sabe-se que a vitamina E é formada por um grupo oxigenado, o álcool.

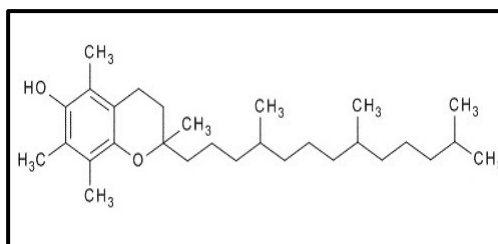
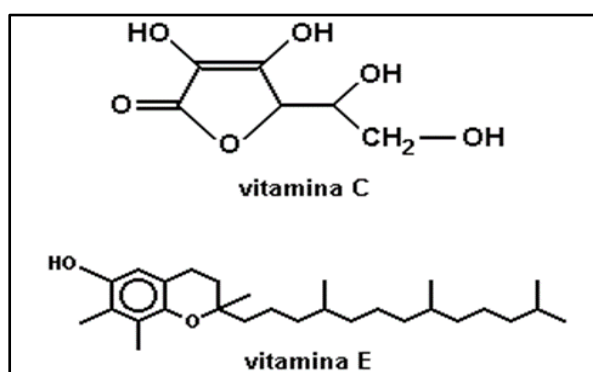


Figura 4: Vitamina E

Utilizem o conceito de polaridade e o modelo de interação intermolecular para explicar o que foi observado.

- 03.** Façam um registro do modelo, usando um desenho que represente as interações intermoleculares que acontecem entre as moléculas de água e a vitamina E.
- 04. (UFSM 2001)** Na seção de "frutas e verduras", Tomás comprou espinafre, alegando necessitar de vitamina E para combater a anemia, enquanto Gabi preferiu frutas cítricas devido à vitamina C. Tomás lembrou a Gabi a necessidade de classificar essas vitaminas quanto à solubilidade em gorduras (lipossolúveis) e à solubilidade em água (hidrossolúveis), observando as estruturas:

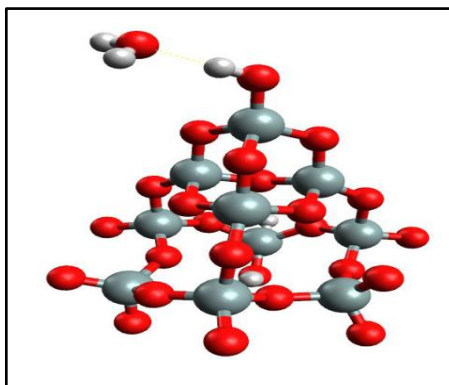


Com base nessas estruturas, é correto afirmar que:

- a) ambas são lipossolúveis.
- b) ambas são hidrossolúveis.
- c) a vitamina C é hidrossolúvel e a E é lipossolúvel.
- d) a vitamina C é lipossolúvel e a E é hidrossolúvel.
- e) ambas são insolúveis.

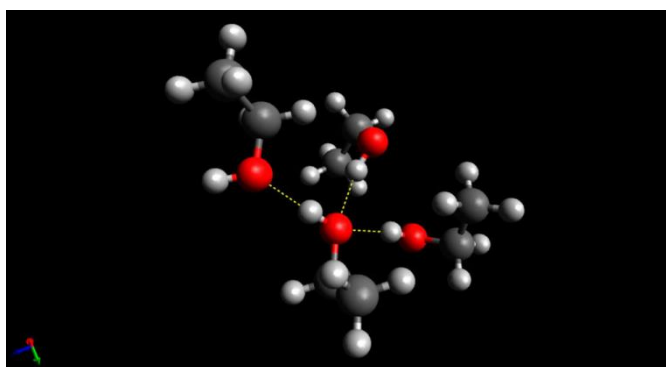
## ORGANIZANDO AS IDEIAS!

Na **ESTAÇÃO 1** foi possível observar o comportamento da gota de água e da gota de álcool na placa de vidro. A gota de água ficou ligeiramente arredondada. Isso ocorre pois o vidro é constituído por grupos Si-OH e Si=O que podem fazer ligações de hidrogênio com a água, como representado pela figura 1.



**Figura 1:** Representação da interação entre Si-OH e Si=O com a molécula da água.

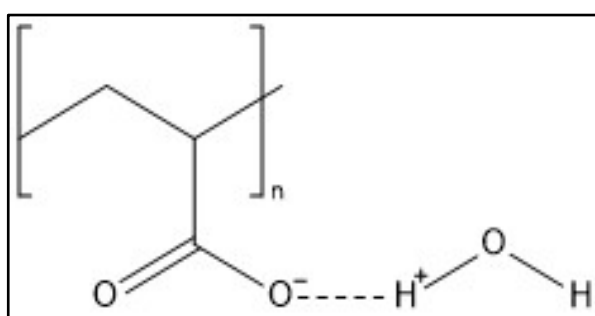
Foi possível observar o comportamento da gota de álcool na placa de vidro. A gota de álcool se espalha na placa de vidro, mais do que a água, pois as interações entre as moléculas de álcool são menos intensas do que entre as moléculas de água. As moléculas de álcool etílico possuem um grupo -OH que por sua vez formam ligações de hidrogênio com suas moléculas vizinhas, como representado na figura 2.



**Figura 2:** Interação entre o álcool e o vidro

No momento em que se coloca a gota de água nas proximidades da gota de álcool ocorre um afastamento da gota de água em relação a gota de álcool, isso porque a interação entre as moléculas de água é mais forte proporcionando o afastamento da gota de álcool mantendo assim a interação permanente com a água.

Na **ESTAÇÃO 2** utilizou-se de uma fralda descartável para observar as interações possíveis entre as soluções (água destilada, solução de NaCl 1% e 10%) e o poliacrilato de sódio. Na primeira parte da atividade experimental, foi adicionado no béquer 1 (0,5 g do gel e 50mL de água), no béquer 2 (0,5 g do gel e 50mL da solução de NaCl 1%) e no béquer 3 (0,5 g do gel e 50mL da solução de NaCl 10%). Foi possível observar que, ocorreu uma maior absorção quando se adicionou água destilada, isso se deve às interações íon-dipolo mais fortes entre o poliacrilato e a água, quando comparadas às ligações de hidrogênio estabelecidas as moléculas de água, como representado na figura 3.

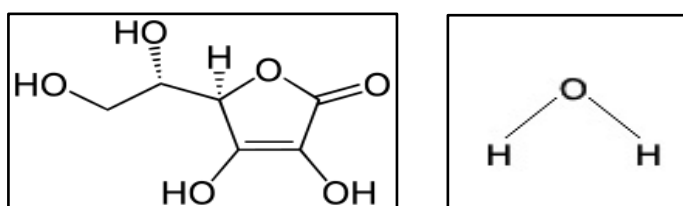


**Figura 3:** Interação entre o poliacrilato de sódio e a água.

Nos outros sistemas há fortes interações íon-dipolo nas soluções, possibilitando menos interações entre a água e o gel. A solução de concentração 10% de NaCl o volume absorvido de água foi menor, isso porque existe uma diferença de concentração entre a solução e o interior do gel.

Na **ESTAÇÃO 3** a solubilidade das vitaminas pode ser explicada a partir da estrutura molecular, pelo número de hidroxilas presentes e pelo modelo de interação intermoleculares. As vitaminas do complexo B e C são solúveis em água (hidrossolúveis) e as vitaminas A, D, E e K são solúveis em gordura (lipossolúveis).

A vitamina C e a vitamina do complexo B por apresentarem em suas estruturas grupos hidrofílicos (-OH) garantem a solubilidade em água devido a formação de ligação de hidrogênio. Representado na figura 4, a estrutura da vitamina C e a molécula de água.



**Figura 4:** Estrutura da vitamina C (esquerda) e da água (direita).

Por serem solúveis em água, a vitaminas C e a vitamina do complexo B não são armazenadas no organismo, necessitando assim de uma ingestão diária deste suplemento.

As vitaminas A, D e E são substâncias que apresentam em suas estruturas a função orgânica álcool com apenas uma hidroxila e uma cadeia carbônica longa insaturada. Como a hidroxila constitui uma parte muito pequena da molécula, as vitaminas podem ser consideradas como substâncias pouco polares. Representado na figura 5, a estrutura da vitamina A.

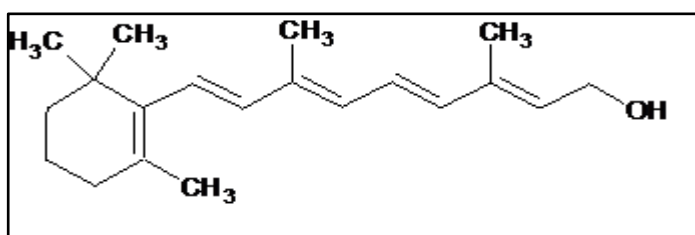


Figura 5: Estrutura da vitamina A.

Já a vitamina K apresenta em sua estrutura um grupo metila e uma cadeia carbônica longa. Devido ao tamanho da cadeia carbônica a vitamina K possui características apolares garantindo a solubilidade em gorduras. Representado na figura 6, a estrutura da vitamina K.

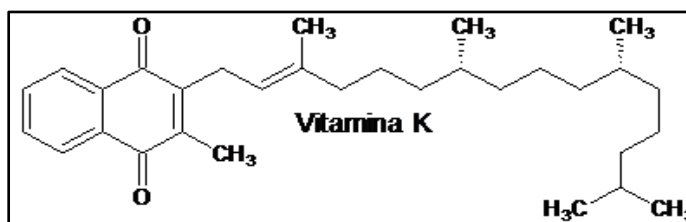
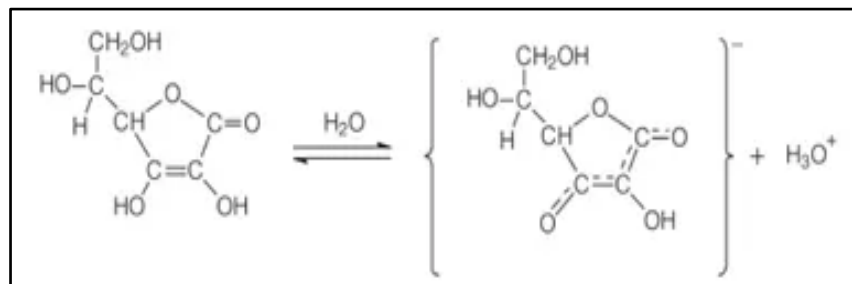


Figura 6: Estrutura da vitamina K.

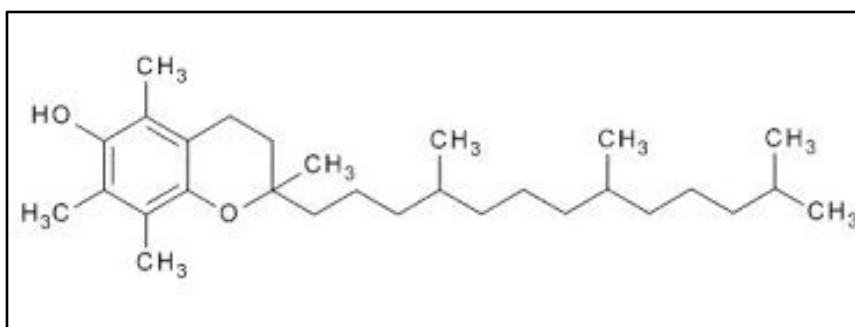
As vitaminas A, D, E e K são armazenadas nos tecidos, permanecendo no organismo por um longo período sem a ingestão das mesmas.

Na **ESTAÇÃO 4** foi possível observar a solubilização da vitamina C em água devido a formação de interações existentes. A presença dos grupos OH (hidroxila) na molécula garantem a dissolução em meio aquoso. A ligação de hidrogênio acontece quando os átomos de hidrogênio da molécula de água interagem com o átomo de oxigênio da molécula da vitamina C. Representado na figura 7, a interação intermolecular entre a molécula de água e a vitamina C.



**Figura 7:** Interação Intermolecular entre a molécula da água e a vitamina C.

Na **ESTAÇÃO 5** foi possível observar a partir do experimento que não ocorreu a solubilização da vitamina E em água, caracterizando-a como lipossolúvel. A presença do grupo OH na molécula não garante a solubilidade da vitamina, por constituir uma parte muito pequena da molécula e uma cadeia carbônica longa constituída pela função éter (C-O-C) insolúveis em água, mas solúveis em óleos e gorduras e pelo grupo fenólico. Representado na figura 8, a estrutura da vitamina E.



**Figura 8:** Estrutura da vitamina E.



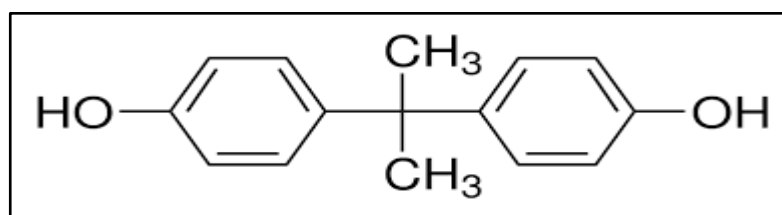
## ATIVIDADE 3 - UTILIZAÇÃO DE EMBALAGENS PLÁSTICAS

Caro estudante, para esta atividade iremos ler o texto “Utilização de Embalagens Plásticas no Cotidiano” para retomar a discussão sobre a solubilidade dos compostos orgânicos.

### TEXTO: UTILIZAÇÃO DE EMBALAGENS PLÁSTICAS NO COTIDIANO

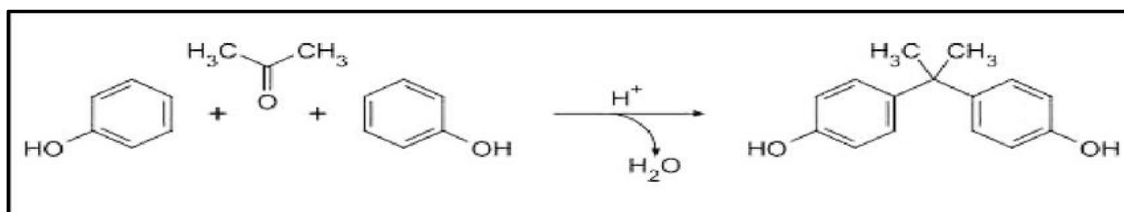
As embalagens plásticas têm desempenhado um papel importante na indústria alimentícia devido a inúmeras funções como conservação, qualidade e deterioração. Existem diversas marcas no mercado de embalagens plásticas. Os plásticos são fabricados a partir de inúmeros polímeros e aditivos (substâncias adicionadas que promovem a flexibilidade, cor, resistência, durabilidade, etc.).

Algumas embalagens de plástico constituídas por policarbonato são produzidas por meio de uma substância (BPA - Bisfenol A). Este tipo de plástico rígido e transparente (o policarbonato) é utilizado em mamadeiras e potes para alimentos. Na figura 1, está representada a fórmula estrutural do BPA.



**Figura 1:** Fórmula Estrutural do BPA

O Bisfenol A é preparado pela condensação da acetona (de onde advém o sufixo A no final do nome) com fenol. A reação é catalisada por um ácido, como o ácido clorídrico (HCl) ou resina poliestireno sulfonada, como está representado pela Figura 2.



**Figura 2:** Reação de síntese do Bisfenol A

O BPA é um monômero utilizado para a produção de resinas epóxi e também policarbonato. Em temperaturas por volta dos 80°C, ao entrar em contato com os líquidos, a ligação formada com o plástico pode ser rompida e o BPA pode contaminar os alimentos. Contudo, mesmo em condições de temperatura ambiente pode ocorrer a contaminação dos alimentos que ficam armazenados. De acordo com Murata et al (2015);

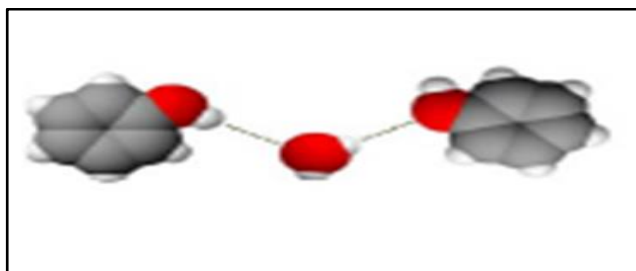
"às concentrações de BPA em latas aquecidas a 80 °C foram de 1,6-16,7 vezes maior (6 vezes em média) que as latas não aquecidas e as latas aquecidas a 100 °C obtiveram concentrações de BPA de 1,7-55,4 vezes maior (média de 18 vezes) que a concentração sem aquecimento, já a concentração de BPA em latas aquecidas a 100 °C aumentou 6,1 vezes (3 vezes em média) em relação às aquecidas a 80 °C".

As propriedades físico-químicas e características do BPA estão mostradas no quadro 1. Sendo uma substância de média polaridade, relativamente solúvel em água a temperatura ambiente.

| <b>Propriedades Físico-químicas do BPA</b> | <b>Valores</b>                                 |
|--|--|
| Solubilidade em água (mg/L)                | 300  |
| Massa Molar (g/mol)                        | 228,3  |
| Fórmula                                    | C <sub>15</sub> H <sub>16</sub> O <sub>2</sub> |
| Temperatura de Fusão (°C)                  | 159  |
| Temperatura de Ebulição (°C)               | 220  |
| Densidade (g/cm <sup>3</sup> )             | 1,20   |
| pKa  | 10,3   |

**Quadro 1:** Propriedades físico-químicas do BPA

A solubilidade do BPA em água é cerca de (300 mg/L) indicando uma capacidade de dissolução numa solução aquosa. A interação entre o grupo fenólico e a água é estabelecida por meio de uma interação intermolecular forte, a ligação de hidrogênio, como está representado pela Figura 3.



**Figura 3:** Representação da ligação de hidrogênio entre a água e o fenol.








O BPA é lipossolúvel, por isso pode se dissolver em alimentos ricos em gorduras quando cozidos ou aquecidos. A interação entre o alimento e o BPA é estabelecida por meio de força relativa (dipolo induzido).

Para que se possa identificar de qual tipo de plástico a embalagem é feita é importante que os consumidores conheçam os códigos de identificação. Os códigos são representados por meio de um triângulo formado por três setas e um número interno, que varia de 1 até 7. A figura 3 mostra o código utilizado para cada tipo de plástico.



**Figura 4:** Código de identificação para embalagens

No quadro 2 apresentamos as siglas dos materiais que compõem os diversos tipos de plásticos, com sua respectiva nomenclatura e utilização.

| Símbolo   | Tipo de Plástico (Polímero)           | Utilização   |
|---|---------------------------------------|--|
|    | PET (Polietileno Tereftalato)         | Embalagens de bebidas.   |
|    | PEAD (Polietileno de alta densidade)  | Garrafas de água, recipientes para detergentes e cabos de painéis.   |
|    | PVC (Policloreto de Vinila ou Vinil)  | Recipiente para óleo e embalagem de alimento.                        |
|   | PEBD (Polietileno de baixa densidade) | Embalagens de biscoitos e massas.                                    |
|  | PP (Polipropileno)                    | Recipientes para Ketchup, iogurte e margarina.                       |
|  | PS (Poliestireno)                     | Copos de café e recipientes de plástico para alimentos.              |
|  | PC (Policarbonato)                    | Resinas que podem ser misturadas com cola, metal e outros materiais. |

**Quadro 2:** Código de identificação para embalagens, nomenclatura e utilização.

Os plásticos que contém bisfenol em sua composição são principalmente os de número 3 e 7: PVC (Policloreto de Vinila ou Vinil) e o PC (Policarbonato).

A compreensão dos rótulos é um recurso muito útil para o consumidor na escolha correta dos produtos que são consumidos no dia-a-dia. Por meio dos rótulos obtemos informações importantes, como as características dos produtos, validade, durabilidade, etc. Eles representam um dos meios de comunicação mais importantes entre o produto e o consumidor.

Segundo a ANVISA, 2002, o rótulo é definido como: Toda identificação impressa, gravada em relevo ou litografada ou colada sobre a embalagem do alimento, legenda, imagem ou toda matéria descritiva ou gráfica, escrita, estampada, gravada. Para as embalagens, a definição de rótulo é o recipiente, o pacote ou a embalagem destinada a garantir a conservação e facilitar o transporte e manuseio dos alimentos.

As embalagens da marca Sanremo, por exemplo, trazem os códigos de identificação e suas descrições, como mostra a figura 5 a seguir.



**Figura 5:** Embalagem da Marca Sanremo e código de identificação.

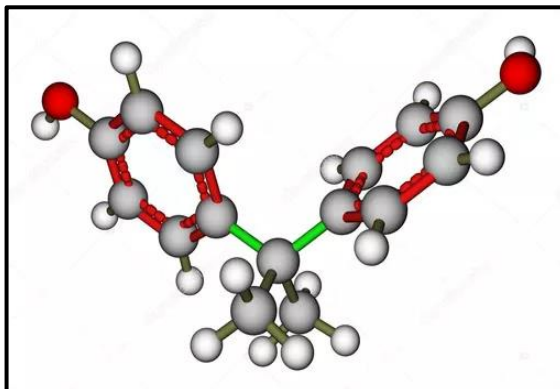
**Descrição do Produto:** Conjunto de Potes Plástico de 800ml, leve 6 Pague 5. Potes modulares que permitem empilhamento seguro. Vai ao Freezer, Micro-ondas e Lava louças. Hermético e fácil de abrir. Linhas de graduação de volume. Mais espaço na geladeira e armários. Fácil limpeza. Atóxico - **Livre de BPA**.

**Sobre este item:** Moderno e Arrojado; vai ao freezer, micro-ondas e lava-louças; Pegadores laterais que facilitam o manuseio do pote quando aquecido ou em baixa temperatura; Tampa com saliências nas extremidades que facilitam a abertura do produto e Linhas de graduação de volume que facilitam o controle da quantidade de alimento armazenado.

Caro estudante, para esta atividade vamos acessar a plataforma digital “**Padlet**” para responder às questões relacionadas ao texto “Utilização de embalagens plásticas no cotidiano”.

## QUESTÕES PARA DISCUTIR.

01. Considerando a estrutura do bisfenol A e utilizando o conceito de interação intermolecular, explique porque pode ocorrer a dissolução do BPA em solução aquosa.



02. As embalagens plásticas quando aquecidas (por volta dos 80°C) liberam o BPA podendo então contaminar os alimentos. Contudo, mesmo em condições de temperatura ambiente pode ocorrer a contaminação dos alimentos que ficam armazenados nestas embalagens. Considerando a temperatura uma propriedade física dos compostos orgânicos, expliquem por que não é interessante esquentar alimentos em embalagens de plástico.
03. Discutam sobre a importância de se conhecer e identificar os rótulos das embalagens plásticas para utilização e consumo. Expliquem a importância dessa reflexão para questões relacionadas ao cotidiano

Padlet

Adriana Oliveira • 3m

### UTILIZAÇÃO DE EMBALAGENS PLÁSTICAS NO COTIDIANO

Caro estudante, para esta atividade iremos acessar a plataforma digital "Padlet" para responder às questões relacionadas ao texto "Utilização de embalagens plásticas no cotidiano".

**Questão 01**



Estrutura Molecular do Bisfenol

Considerando a estrutura do Bisfenol A e utilizando o conceito de interação intermolecular explique por que ocorre a dissolução do BPA em solução aquosa.

Adicionar comentário

**Questão 02**

As embalagens plásticas quando aquecidas (por volta dos 80°C) liberam o BPA podendo então contaminar os alimentos. Contudo, mesmo em condições de temperatura ambiente pode ocorrer a contaminação dos alimentos que ficam armazenados nestas embalagens.

Considerando a temperatura uma propriedade física dos compostos orgânicos, expliquem por que não é interessante esquentar alimentos em embalagens de plástico.

Adicionar comentário

**Questão 03**

Vocês acham importante conhecer e identificar os rótulos das embalagens plásticas para utilização e consumo. Expliquem a importância dessa reflexão para questões relacionadas ao cotidiano.

Adicionar comentário

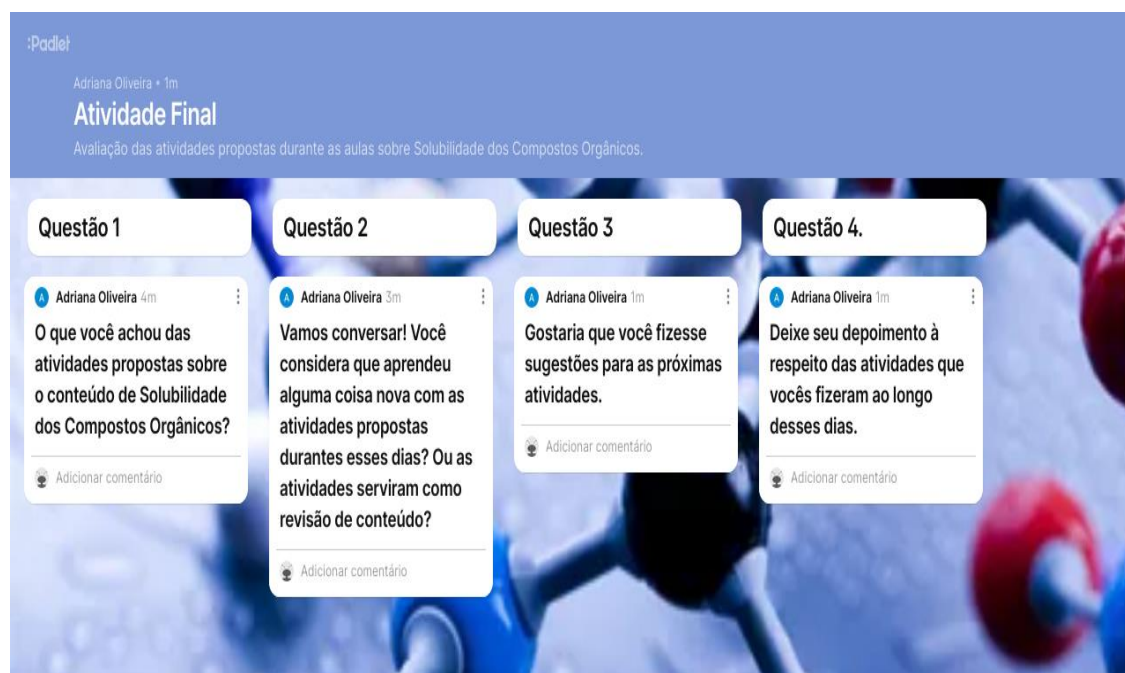
Fonte: Elaborado pela Autora.

## ATIVIDADE 4 – ATIVIDADE DE AVALIAÇÃO

Caro estudante, para esta atividade final iremos acessar a plataforma digital “**Padlet**” para responder às questões referentes às atividades propostas durante as aulas de química sobre solubilidade dos compostos orgânicos.

### QUESTÕES PARA DISCUTIR.

- 01.** O que você achou das atividades propostas sobre o conteúdo de solubilidade dos compostos orgânicos?
- 02.** Vamos conversar! Você considera que aprendeu alguma coisa nova com as atividades propostas durante esses dias? Ou as atividades serviram como revisão de conteúdo?
- 03.** Gostaria que você fizesse sugestões para as próximas atividades.
- 04.** Deixe seu depoimento a respeito das atividades que vocês fizeram ao longo desses dias.



**Fonte:** Elaborado pela Autora.

**9.6. APÊNDICE - SEQUÊNCIA DIDÁTICA - MATERIAL PROFESSOR**

**SOLUBILIDADE DE COMPOSTOS ORGÂNICOS:  
ABORDAGEM INVESTIGATIVA  
EM AULAS DE QUÍMICA.  
(PROFESSOR)**

**Adriana de Oliveira Gomes**

**Andréa Horta Machado**



**SOLUBILIDADE DE COMPOSTOS ORGÂNICOS:  
ABORDAGEM INVESTIGATIVA  
EM AULAS DE QUÍMICA.**

**Belo Horizonte**

**Agosto 2023**

## **AS AUTORAS**

### **ADRIANA DE OLIVEIRA GOMES**

Professora da Rede Pública e Privada – Santa Luzia, MG.

Licenciada em Química pela Universidade Federal de Ouro Preto.

Especialista em Educação em Ciências – CECI – CECIMIG/FAE/UFMG.

Mestranda em Educação pela Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais.

### **ANDRÉA HORTA MACHADO**

Professora do Colégio Técnico da Universidade Federal de Minas Gerais – Belo Horizonte, MG

Bacharel e Licenciada em Química pela Universidade Federal de Minas Gerais

Mestre e Doutora em Educação – Metodologia de Ensino de Química pela Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas – SP

## SUMÁRIO

|   |     |
|---|-----|
| <b>ORIENTAÇÕES SOBRE AULA 01</b> .....                          | 140 |
| <b>ORIENTAÇÕES SOBRE AULA 02</b> .....                          | 142 |
| <b>ORGANIZANDO AS IDEIAS</b> .....                              | 149 |
| <b>ORIENTAÇÕES SOBRE AULA 03</b> .....                          | 156 |
| <b>ESTAÇÃO 1: A GOTA QUE FOGE</b> .....                         | 157 |
| <b>ESTAÇÃO 2: FRALDA DESCARTÁVEL E SOLUBILIDADE</b> .....       | 159 |
| <b>ESTAÇÃO 3: ESTRUTURAS E SOLUBILIDADE DAS VITAMINAS</b> ..... | 162 |
| <b>ESTAÇÃO 4: ATIVIDADE EXPERIMENTAL VITAMINA C</b> .....       | 166 |
| <b>ESTAÇÃO 5: ATIVIDADE EXPERIMENTAL VITAMINA E</b> .....       | 169 |
| <b>ORGANIZANDO AS IDEIAS</b> .....                              | 172 |
| <b>ORIENTAÇÕES SOBRE AULA 04</b> .....                          | 176 |
| <b>ATIVIDADE 3- UTILIZAÇÃO DE EMBALAGENS PLÁSTICAS</b> .....    | 178 |
| <b>QUESTÕES PARA DISCUTIR</b> .....                             | 182 |
| <b>ATIVIDADE 4- ATIVIDADE DE AVALIAÇÃO</b> .....                | 184 |

## APRESENTAÇÃO

Este material apresenta orientações para o professor para a sequência didática investigativa que aborda assuntos relacionados à química, tendo como ponto de partida o conteúdo: **“Solubilidade dos compostos orgânicos”**. O material do estudante está estruturado em 04 atividades: experimentos, questionários impressos e digitais, leitura, interpretação e produção de textos. Foi elaborado com o intuito de estabelecer relações existentes entre o contexto científico e o contexto do cotidiano do estudante, auxiliando-o na promoção de ações e reflexões para a construção do conhecimento. Acreditamos que o trabalho desenvolvido permitiu relacionar a vivência do aluno incentivando-o ao diálogo a partir das diversas interações ocorridas em sala de aula. Para isso, lançamos mão de atividades experimentais investigativas que buscassem estabelecer essas relações para a formação cidadã.

Desejamos que este material possa contribuir na aprendizagem do conteúdo de Química e que seja um momento de desafios e descobertas.

Bons estudos!

As autoras

### **ORIENTAÇÕES SOBRE A AULA - 01**

Antes de iniciar o desenvolvimento desta sequência didática sugerimos um momento para a exposição dos objetivos, a dinâmica a ser desenvolvida em sala de aula e outras questões que forem pertinentes.

Buscamos relacionar os modelos aos fenômenos e suas representações, propondo atividades diversificadas que possibilitem aos alunos uma melhor compreensão e reflexão de alguns conceitos químicos de forma contextualizada e investigativa possibilitando assim relacionar o conteúdo de Solubilidade a questões cotidianas e que possibilitem para o processo de formação cidadã.

As atividades foram criadas e organizadas com o propósito em explicar alguns tópicos importantes como: o conceito de solubilidade como uma propriedade específica dos materiais; o entendimento submicroscópico das interações intermoleculares para constituir a compreensão das propriedades termodinâmicas; o entendimento de modelos das estruturas moleculares, especialmente relacionados a polaridade das ligações e da espécie química como um todo (momento de dipolo).

Com as atividades propostas os objetivos específicos foram:

1. Abordar o conceito de solubilidade de forma investigativa;
2. Identificar e compreender a relação entre os modelos de interações intermoleculares e solubilidade;
3. Identificar o conceito de polaridade das ligações e geometria das moléculas;
4. Promover o estabelecimento de relações entre fenômenos, modelos teóricos e representações;
5. Estimular o debate e o engajamento entre os alunos por meio de propostas de atividades variadas e investigativas;
6. Promover o engajamento, e a interação dos alunos no planejamento de atividades em grupo;
7. Utilizar ferramentas tecnológicas de informação e comunicação (TICs);
8. Acompanhar o desenvolvimento das atividades a partir das observações realizadas em aula e do registro no caderno de campo;
9. Analisar a produção escrita dos alunos para investigar problemas na elaboração da SEI;

- 10.** Elaborar um material de orientação para docentes a partir das informações obtidas no uso do material em sala de aula e conforme os resultados da análise das produções escritas dos alunos.

**ORIENTAÇÕES SOBRE A AULA - 02**

## **ATIVIDADE 1- ATIVIDADE EXPERIMENTAL: POR QUE ALGUMAS SUBSTÂNCIAS ORGÂNICAS SÃO SOLÚVEIS E OUTRAS NÃO?**

Algumas situações diárias nos permitem observar a solubilidade de substâncias por meio de evidências macroscópicas. Depois de um dia de trabalho, um mecânico faz a remoção da graxa contida em suas mãos utilizando a gasolina. Uma manicure faz a remoção do esmalte utilizando a acetona. Isso é possível graças a uma propriedade dos materiais: a solubilidade.

Na atividade a seguir vamos realizar um experimento para retomar a discussão sobre a solubilidade dos compostos orgânicos. Para isso vamos lançar mão dos modelos de interações intermoleculares.

| <b>ATIVIDADE</b>   | <b>TEMPO</b>            |
|--|-------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>● Atividade Experimental:</li> <li>● Primeira etapa contendo 9 questões</li> <li>● Segunda etapa contendo 8 questões</li> </ul> | 50 min-100 min          |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>● Organizando as ideias!</li> </ul> <p>Leitura do texto: “Por que algumas substâncias orgânicas são solúveis e outras não?”</p> | 50 min                  |
| <b>TOTAL</b>   | <b>3 aulas de 50min</b> |

➤ Para iniciar esta atividade sugerimos organizar a sala de aula previamente, de forma a facilitar o desenvolvimento da atividade experimental (a forma de organização da sala de aula ficará a critério do docente).

➤ Indicamos que esta atividade seja feita em grupos de estudos (aprox. 5 alunos) de modo a facilitar as discussões sobre o tema.

➤ Após a explicação dos objetivos pelo docente, os estudantes poderão realizar a leitura dos procedimentos e iniciar a execução do experimento.

- Sugerimos a atividade experimental para que pudéssemos retomar a discussão sobre a solubilidade dos compostos orgânicos. A atividade é constituída por duas etapas com 17 questões que serão resolvidas pelos estudantes e mediadas pelo docente.
- É de extrema importância que neste momento seja feita a leitura em conjunto com a turma, da seção “organizando as ideias”. Pois se trata do encerramento deste conteúdo inicial que possui como objetivo sistematizar o conhecimento adquirido e, que pudessem refletir sobre a aprendizagem naquele momento.

## MÃOS À OBRA!

### MATERIAL

Dois béqueres de 50 mL, uma proveta de 50 mL, um bastão de vidro, água, óleo de soja, álcool líquido e detergente.

### PROCEDIMENTO

- 1º Numere dois béqueres (1 e 2), adicionem 20 mL de água em cada um.
- 2º Em seguida, no béquer 1, adicionem 20 mL de óleo e agitem utilizando o bastão de vidro (SISTEMA 1).
- 3º No béquer 2, adicionem 20 mL de álcool e agitem utilizando o bastão de vidro (SISTEMA 2).
- 4º Observem e registrem no quadro 1.

| Sistema | Substâncias | Resultado Observado |
|---------|-------------|---------------------|
| 1       |             |                     |
| 2       |             |                     |

**Quadro 1:** Resultado para os sistemas 1 e 2.



## QUESTÕES PARA DISCUTIR.

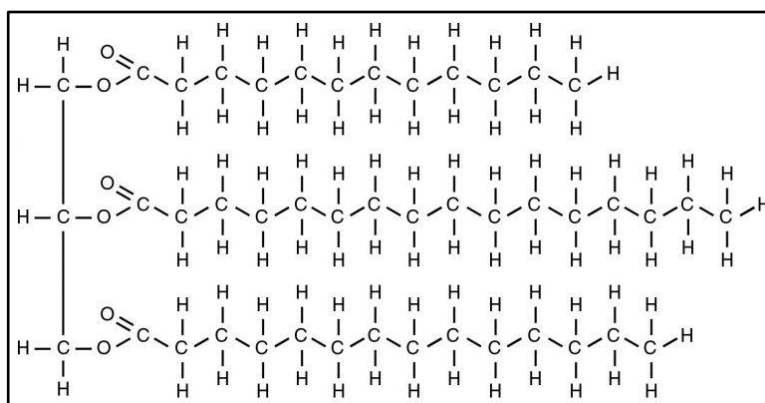
1. Descrevam as características macroscópicas do sistema 1 quando vocês adicionaram o óleo à água.

**R:** O óleo não dissolveu na água.

2. Descrevam as características macroscópicas do sistema 2 quando vocês adicionaram o álcool à água.

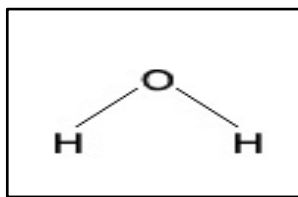
**R:** O álcool foi solúvel em água

3. Considerem a estrutura do óleo de soja, apresentada na figura 1. Indique se a molécula é polar ou apolar. Utilizem o conceito de ligações químicas para justificar a resposta.



**Figura 1:** Representação da estrutura do óleo de soja.

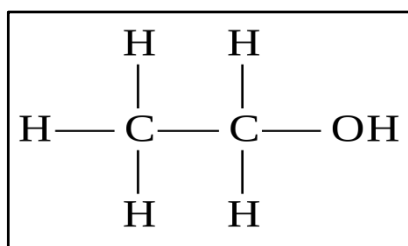
- R:** O óleo é constituído por moléculas apolares. Entre essas moléculas existem interações de Van der Waals - interações de menor força quando comparadas com as interações intermoleculares da água.
4. Considerem a estrutura da água, apresentada na figura 2. Indique se a molécula é polar ou apolar. Utilizem o conceito da geometria da molécula e ligações químicas para justificar a resposta.



**Figura 2:** Representação da estrutura da água.

**R:** As moléculas de água apresentam polaridade. A geometria da molécula é angular. O pólo positivo de uma molécula atrai o pólo negativo da outra molécula, resultando em uma atração eletrostática - ligação de hidrogênio.

5. Considerem a estrutura do álcool, apresentada na figura 3. Indique se a molécula é polar ou apolar. Utilizem o conceito do modelo de interação intermolecular para justificar a resposta.



**Figura 3:** Representação da estrutura do álcool.

**R:** As moléculas de álcool apresentam polaridade. O pólo positivo de uma molécula atrai o pólo negativo da outra molécula, resultando em uma atração eletrostática - ligação de hidrogênio.

6. Na estrutura da molécula de óleo encontramos a função orgânica éster, formada por um grupo  $R-COO-R'$ , sendo R o radical orgânico. Utilizem o conceito de polaridade da molécula e interação intermolecular para explicar por que o óleo e a água não se misturam.

**R:** As moléculas de água apresentam polaridade. O pólo positivo de uma molécula atrai o pólo negativo da outra molécula, resultando em uma atração eletrostática - ligação de hidrogênio. O óleo por sua vez é constituído por moléculas apolares. Entre essas moléculas existem interações de Van der Waals - interações de menor força quando comparadas com as interações intermoleculares da água.

7. Sabe-se que o álcool etílico é formado por hidroxilas (OH) ligadas a átomos de carbono saturados. Utilizem o conceito do modelo de interação intermolecular para explicar por que ocorre a dissolução do álcool na água.

**R:** As moléculas de água interagem com as moléculas do álcool (etanol) por meio de ligações de hidrogênio. O etanol é infinitamente solúvel em água. Isto é resultado das fortes ligações de hidrogênio entre as moléculas de água e de etanol.

8. Façam um registro do modelo, usando um desenho que represente as interações intermoleculares que acontecem entre as moléculas de água e o óleo.

**R:** Representação específica de cada grupo.

9. Façam um registro do modelo, usando um desenho que represente as interações intermoleculares que acontecem entre as moléculas de água e álcool.

**R:** Representação específica de cada grupo.

## MÃOS À OBRA!

5º Adicionem gotas de detergente nos béqueres 1 e 2 e misture as soluções. Observem e registrem no quadro 2.

| <b>Materiais</b>       | <b>Resultado Observado</b> |
|------------------------|----------------------------|
| Sistema 1 + Detergente |                            |
| Sistema 2 + Detergente |                            |

**Quadro 2:** Resultado do sistema 1 e 2 quando acrescido detergente.

## QUESTÕES PARA DISCUTIR.

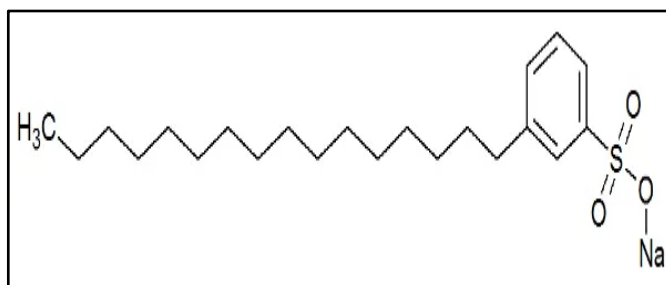
10. Descrevam as características macroscópicas do sistema 1 quando vocês adicionaram as gotas de detergente.

**R:** Ocorre uma emulsão que aos poucos separam-se em duas fases.

11. Descrevam as características macroscópicas do sistema 2 quando vocês adicionaram as gotas de detergente.

**R:** Ocorre a dissolução da mistura.

- 12.** Considerem a estrutura do detergente, apresentada na figura 4. Indique se a molécula é polar ou apolar. Utilizem o conceito da geometria da molécula e ligações químicas para justificar a resposta.



**Figura 4:** Representação da estrutura do detergente.

**R:** O detergente em questão é formado por sais de ácido sulfônico de longa cadeia carbônica (apolar) e uma extremidade (polar). As substâncias com essas características são chamadas de anfóteras.

- 13.** Considerem as estruturas das substâncias: Água, Óleo e Detergente. Expliquem por que ocorre a dissolução quando vocês acrescentaram detergente à mistura. Utilizem o conceito de polaridade e o modelo de interação intermolecular para explicar por que ocorre a dissolução dessas três substâncias.

**R:** Quando o detergente entra em contato com o sistema que contém óleo e água (sistema 1), forma-se uma dispersão coloidal constituída de espécies denominadas micelas. A parte carregada negativamente, o grupo sulfônico, é facilmente dissolvida em água e a longa cadeia apolar tem tendência de interagir com outra cadeia apolar e não sendo dissolvida facilmente pelas moléculas de água. A parte polar permanece dentro da água e a parte apolar, fica em contato com as moléculas do óleo. Essas moléculas perturbam a superfície da água diminuindo a tensão superficial.

- 14.** Considerem as estruturas das substâncias: Água, Álcool e Detergente. Expliquem por que ocorre a dissolução quando vocês acrescentaram detergente à mistura. Utilizem o conceito de polaridade e o modelo de interação intermolecular para explicar por que ocorre a dissolução dessas três substâncias.

**R:** Quando o detergente é colocado em contato com o álcool e água (sistema 2), a interação entre as moléculas das substâncias a água e etanol são estabelecidas

por meio de ligações de hidrogênio. O detergente e o etanol proporcionam uma diminuição da tensão superficial da água, pois atuam modificando as forças interfaciais, promovendo uma ligação entre suas moléculas.

- 15.** Considere o que foi observado quando vocês misturaram gotas de detergente ao sistema 1. Desenhe um modelo que explique o observado destacando as interações formadas.

**R:** Representação específica de cada grupo.

- 16.** Considere o que foi observado quando vocês misturaram gotas de detergente ao sistema 2. Desenhe um modelo que explique o observado destacando as interações formadas.

**R:** Representação específica de cada grupo.

- 17.** Explique a ação do detergente para a formação das micelas quando adicionado aos sistemas 1 e 2.

**R:** Quando o detergente entra em contato com o sistema que contém óleo e água (sistema 1), forma-se uma dispersão coloidal constituída de espécies denominadas micelas. A parte carregada negativamente, o grupo sulfônico, é facilmente dissolvida e a longa cadeia apolar tem tendência de interagir com outra cadeia apolar e não sendo dissolvida facilmente pelas moléculas de água. A parte polar permanece dentro da água e a parte apolar, fica em contato com as moléculas do óleo. Essas moléculas perturbam a superfície da água diminuindo a tensão superficial.

Quando o detergente é colocado em contato com o álcool e água (sistema 2), a interação entre as moléculas das substâncias a água e etanol são estabelecidas por meio de ligações de hidrogênio. O detergente e o etanol proporcionam uma diminuição da tensão superficial da água, pois atuam modificando as forças interfaciais, promovendo uma ligação entre suas moléculas. A micela é então formada. As moléculas mais polares (água e álcool) permanecem expostas ao meio aquoso e o detergente por ser anfótero e menos polar fica no interior da micela.

## **ORGANIZANDO AS IDEIAS!**

### **Por que algumas substâncias orgânicas são solúveis e outras não?**

A solubilidade é uma propriedade específica das substâncias e está relacionada a uma medida da quantidade de soluto capaz de se dissolver em uma certa quantidade de solvente a uma determinada temperatura.

Para explicarmos a solubilidade das substâncias orgânicas é preciso considerarmos dois pontos: o modelo energético da solubilidade e o modelo de interações intermoleculares.

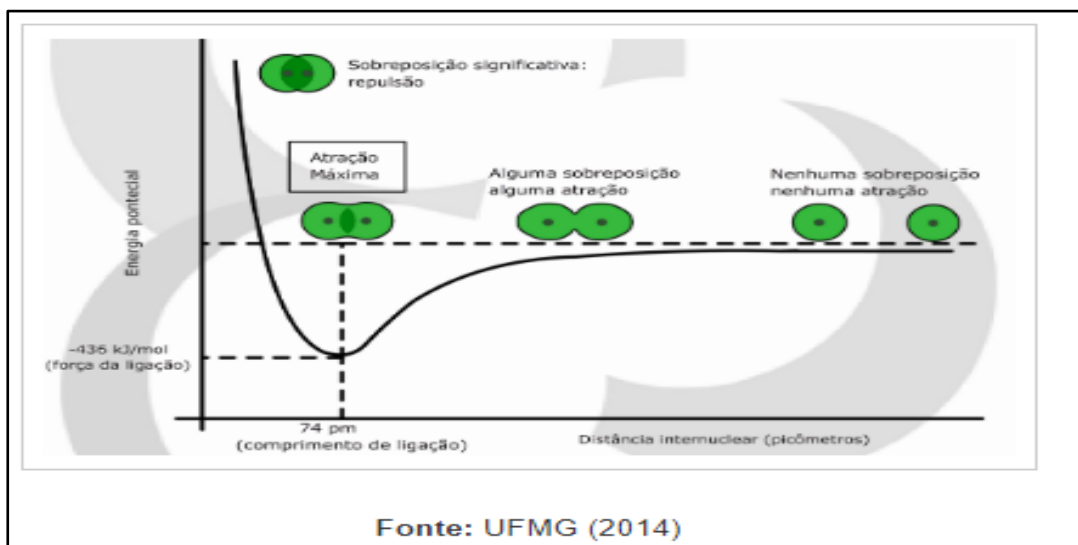
### **O MODELO ENERGÉTICO PARA A SOLUBILIDADE**

Para que ocorra a solubilidade é preciso que as interações entre as moléculas do solvente (solvente-solvente) e entre as moléculas do soluto (soluto-soluto) sejam rompidas. É preciso considerar que o rompimento de interações é um processo endotérmico - ou seja, é necessário que seja fornecida energia ao sistema.

Também é necessário que ocorra a formação de novas interações entre as moléculas do soluto e as moléculas do solvente. No caso da formação de interações o processo é exotérmico - ou seja, ocorre liberação de energia.

A solubilidade depende tanto de aspectos energéticos quanto de aspectos entrópicos. Consideraremos aqui um modelo simplificado focando apenas os aspectos energéticos.

O gráfico a seguir nos ajuda a compreender esta questão do gasto e liberação de energia na quebra e na formação das interações.



Fonte: <http://quimicauniversoalemolhos.blogspot.com/2014/06/teoria-da-ligacao-de-valencia-tlv.html>

O gráfico à direita mostra, como a energia potencial do sistema varia à medida em que dois átomos de hidrogênio no estado fundamental se aproximam para formar uma molécula de gás hidrogênio.

Consideremos, a formação da molécula  $H_2$  a partir dos dois átomos a uma distância um do outro. Inicialmente, seus orbitais não se superpõem e a energia potencial do sistema é considerada igual a zero. À medida que eles se aproximam, começa a haver interações entre seus orbitais e, conseqüentemente, uma diminuição da energia potencial. Quanto mais próximos os núcleos dos átomos de hidrogênio ficam um do outro, mais se superpõem levando a uma menor energia.

A partir do gráfico é possível compreender que a formação de uma interação é um processo exotérmico - libera energia. A quebra de uma interação é um processo endotérmico - absorve energia.

Considerando isto, entendemos que para que uma substância seja solúvel é preciso que a energia liberada na formação das interações soluto-solvente compense energeticamente a energia gasta na quebra das interações soluto-soluto e solvente-solvente.

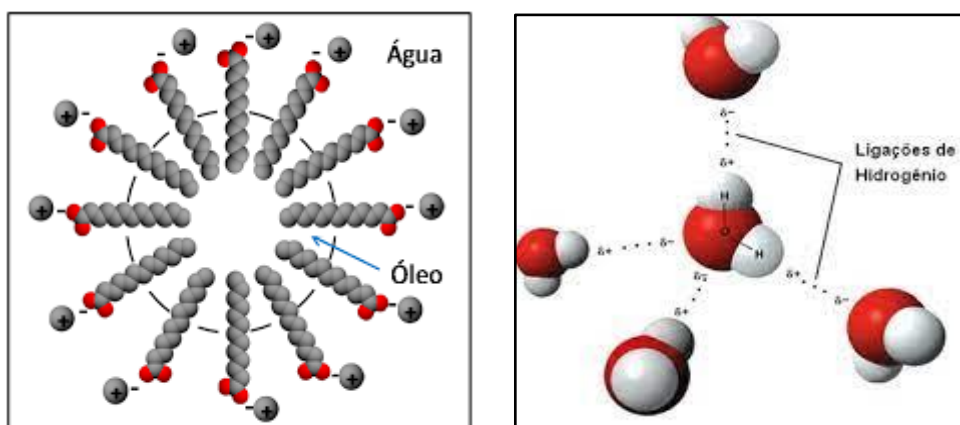
## O MODELO DE INTERAÇÃO INTERMOLECULAR PARA A SOLUBILIDADE

Para compreendermos de forma mais profunda o processo de solubilidade de substâncias orgânicas é preciso considerar que são substâncias moleculares. Por isso são constituídas por moléculas. Neste caso o modelo mais adequado a ser considerado é o modelo de interações intermoleculares.

Para construirmos o modelo de interações intermoleculares é importante conhecermos a estrutura das moléculas, a polaridade das ligações entre os átomos das moléculas, a geometria molecular e a polaridade das moléculas.

Na primeira parte da atividade experimental, vocês adicionaram óleo à água (sistema 1) e álcool à água (sistema 2). observar que no sistema 1 o óleo não se dissolveu na água, enquanto no sistema 2 o álcool foi solúvel em água

Em relação ao sistema 1, as moléculas de água interagem fortemente entre si por meio de ligações de hidrogênio. As moléculas de óleo possuem entre si interações de menor força atrativa (dipolo induzido), como representado na figura 5.

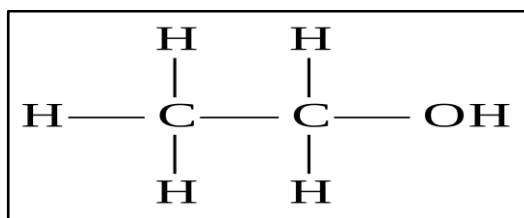


**Figura 5:** Interação água e óleo (esquerda) e a interação entre a molécula de água.

As moléculas de água apresentam polaridade. O pólo positivo de uma molécula atrai o pólo negativo da outra molécula, resultando em uma atração eletrostática - ligação de hidrogênio. O óleo por sua vez é constituído por moléculas apolares. Entre essas moléculas existem interações de Van der Waals - interações de menor força quando comparadas com as interações intermoleculares da água.

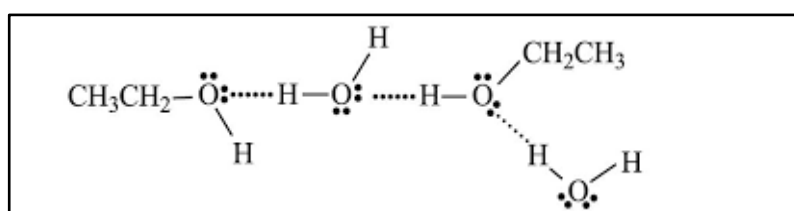


Em relação ao sistema 2, a solubilidade também é explicada considerando o modelo de interações intermoleculares. O álcool é uma substância cujas moléculas apresentam em sua estrutura o grupo funcional -OH ligado a um átomo de carbono saturado, como está representado na figura 6.

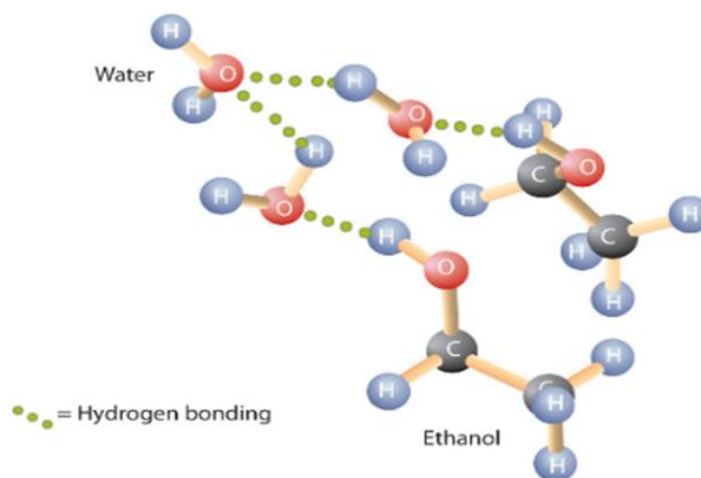


**Figura 6:** Representação das moléculas das substâncias etanol

O etanol é infinitamente solúvel em água. Isto é resultado das fortes ligações de hidrogênio entre as moléculas de água e de etanol. As moléculas de água interagem com as moléculas do álcool por meio de ligações de hidrogênio, como está representado nas figuras 7 e 8.

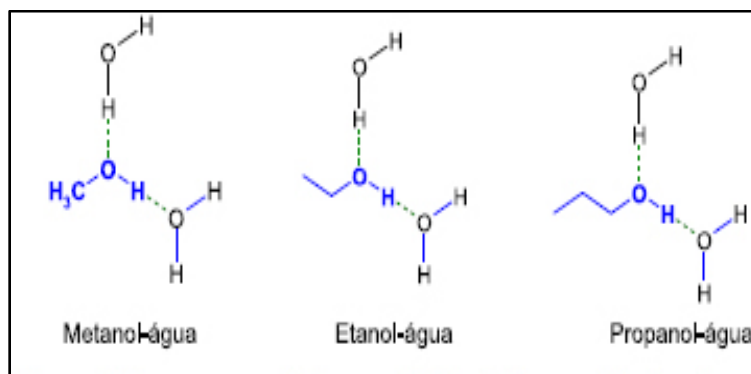


**Figura 7:** Interações intermoleculares entre as macromoléculas de água e etanol.



**Figura 8:** Representação da dissolução completa entre etanol e água.

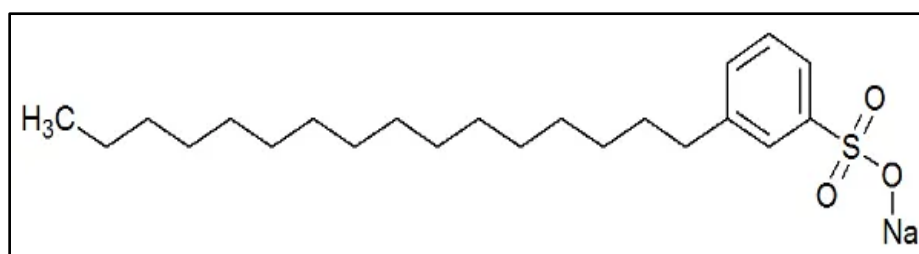
Os álcoois de cadeias menores (até 3 átomos de carbono) metanol, etanol e propanol são infinitamente solúveis em água (totalmente miscíveis), resultado das fortes ligações de hidrogênio entre as moléculas de água e de álcool, como representado na figura 9.



**Figura 9:** Representação da ligação de hidrogênio entre álcoois e água.

Para álcoois de cadeia longa (maior que 4 carbonos), a solubilidade diminui consideravelmente devido ao efeito hidrofóbico. Esse efeito hidrofóbico relaciona-se a tendência das moléculas apolares sofrerem agregação em água, não sendo mais capazes de envolver as moléculas do composto.

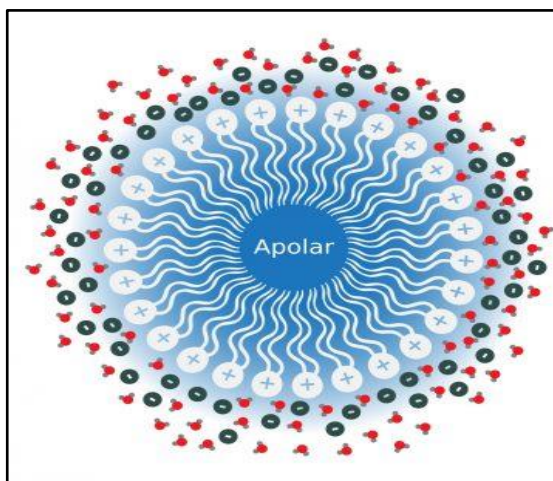
Na segunda parte da atividade experimental, vocês observaram o comportamento dos sistemas 1 e 2 quando foram adicionadas gotas de detergente. Neste caso ocorreu a solubilização das duas misturas. O detergente em questão é formado por sais de ácido sulfônico de longa cadeia carbônica (apolar) e uma extremidade (polar). As substâncias com essas características são chamadas de anfóteras.



**Figura 10:** Representação da estrutura do detergente.

Quando o detergente entra em contato com o sistema que contém óleo e água (sistema 1), forma-se uma dispersão coloidal constituída de espécies denominadas

micelas. A parte carregada negativamente, o grupo sulfônico, é facilmente dissolvida e a longa cadeia apolar tem tendência de interagir com outra cadeia apolar e não sendo dissolvida facilmente pelas moléculas de água. A parte polar permanece dentro da água e a parte apolar, fica em contato com as moléculas do óleo. Essas moléculas perturbam a superfície da água diminuindo a tensão superficial.



**Figura 11:** Estrutura de uma micela formada pelo lauril sulfato de sódio

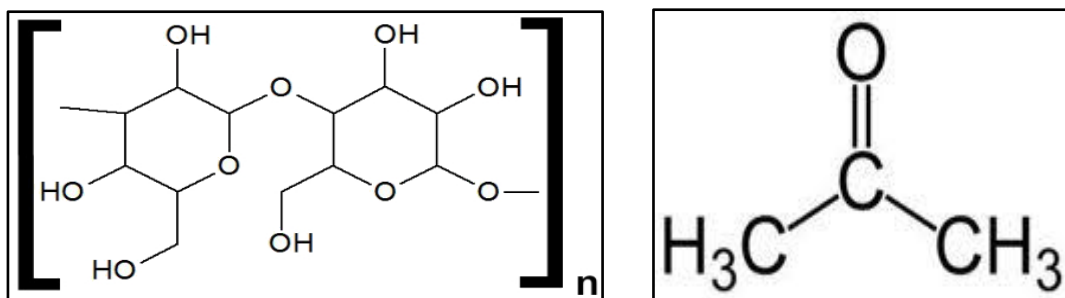
Quando o detergente é colocado em contato com o álcool e água (sistema 2), a interação entre as moléculas das substâncias a água e etanol são estabelecidas por meio de ligações de hidrogênio. O detergente e o etanol proporcionam uma diminuição da tensão superficial da água, pois atuam modificando as forças interfaciais, promovendo uma ligação entre suas moléculas. A micela é então formada. As moléculas mais polares (água e álcool) permanecem expostas ao meio aquoso e o detergente por ser anfótero e menos polar fica no interior da micela.

Retomando as situações cotidianas trazidas inicialmente, como a situação em que um mecânico remove a graxa de suas mãos utilizando gasolina. Isso acontece devido a graxa ser uma substância orgânica constituída por moléculas apolares que interage com a gasolina que possui moléculas com a mesma polaridade. São estabelecidas interações do tipo dipolo induzido - dipolo induzido, único tipo de interação entre as substâncias apolares.

Derivadas do petróleo a gasolina e a graxa, possuem em suas estruturas carbono e hidrogênio (hidrocarbonetos). A partir das ligações C-H (fracamente polares) seus arranjos são formados em torno dos átomos de carbono, estes formam um grande número

de espécies, cujos momentos de dipolo resultantes são iguais a zero. As interações dipolo induzido - dipolo induzido que mantém as moléculas unidas aumentam com o crescimento do tamanho da molécula, o que leva, geralmente, a um decréscimo na solubilidade.

As cetonas ( $R-CO-R$ ) são utilizadas como solvente, sendo a propanona  $CH_3COCH_3$ , também chamada de acetona, a mais utilizada. A propanona é uma substância completamente solúvel em água e em uma grande variedade de compostos orgânicos. O esmalte é um polímero (são macromoléculas constituídas por unidades menores, os monômeros que se ligam por meio de ligações covalentes) que possui na sua estrutura a função orgânica álcool como também a função orgânica éter. Seu funcionamento acontece devido às duas substâncias pertencerem à mesma polaridade.



**Figura 12:** A esquerda a estrutura do esmalte e a direita a estrutura da propanona (acetona)

**ORIENTAÇÕES SOBRE A AULA - 03**

## ATIVIDADE 2 - “ROTAÇÕES POR ESTAÇÕES”

Rotação por Estação é uma proposta metodológica baseada em criar diferentes ambientes dentro da sala de aula. Em cada ambiente uma atividade é proposta. A ideia é formar um circuito, de forma que os estudantes façam todas as atividades propostas sendo que não é necessário seguir uma ordem.

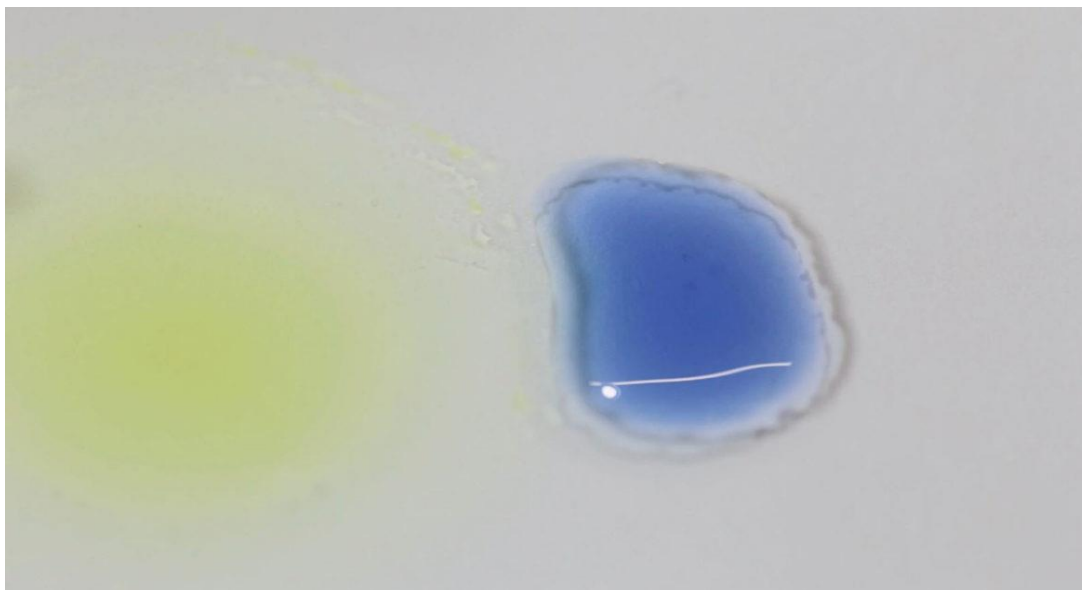
Esta atividade foi constituída por cinco estações com diferentes atividades e abordagens, todas relacionadas à solubilidade dos compostos orgânicos.

| ATIVIDADE  | TEMPO                   |
|--|-------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>● Estação 1: A gota que foge.</li> <li>● Estação 2: Fralda Descartáveis e a Solubilidade.</li> <li>● Estação 3: Estruturas e Solubilidade das Vitaminas.</li> <li>● Estação 4: Atividade Experimental Vitamina C.</li> <li>● Estação 5: Atividade Experimental Vitamina E.</li> </ul> | 100 min                 |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>● Organizando as ideias!</li> </ul> <p>Leitura do texto: “Rotações por Estações”</p>  | 50 min                  |
| <b>TOTAL</b>   | <b>3 aulas de 50min</b> |

- Para iniciar esta atividade sugerimos organizar a sala de aula previamente, em cinco estações para que os alunos possam fazer um rodízio.
- O tempo poderá ser estabelecido pelo docente ou até que o aluno cumpra o objetivo da aprendizagem da estação.
- Após a orientação da dinâmica pelo docente, os estudantes poderão realizar a atividade Rotações por Estações.
- Como a atividade foi realizada com estudantes do terceiro ano do ensino médio, inserimos em cada estação uma questão do Enem ou de Vestibulares. A ideia foi inserir uma questão relacionada a cada propriedade física dos compostos orgânicos estudados nas estações.
- É importante que, ao final das atividades, seja feita a leitura com a turma da seção “organizando as ideias”. Nesta seção está um texto que faz um fechamento deste conteúdo inicial cujo objetivo é sistematizar o conhecimento adquirido e propor uma reflexão sobre a aprendizagem naquele momento.

## ESTAÇÃO 1 - A GOTA QUE FOGE

Nesta estação iremos assistir ao vídeo “A gota que foge” que aborda a interação intermolecular entre algumas substâncias. Ao ver o vídeo, é muito importante que você preste bastante atenção, para compreender as interações que ocorrem em cada caso. Caso tenha alguma dúvida, assista ao vídeo novamente.



Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=aiAkF8BKIKs&t=213s>

Agora que você já assistiu ao vídeo, reflita junto com seu grupo, as questões que se seguem.

### QUESTÕES PÓS-VÍDEO:

**01.** Descrevam as características macroscópicas observadas quando uma gota de água é colocada na superfície do vidro.

**R:** A gota de água ficou ligeiramente arredondada.

**02.** Descrevam as características macroscópicas observadas quando uma gota de álcool é colocada na superfície do vidro.

**R:** A gota de álcool se espalha na placa de vidro.

**03.** Descrevam as características macroscópicas observadas quando uma gota de água é colocada próxima da gota de álcool.

**R:** No momento em que se coloca a gota de água nas proximidades da gota de álcool ocorre um afastamento entre as gotas.

**04.** Expliquem por que o álcool não dissolveu a gota de água por meio dos modelos de interações intermoleculares.

**R:** O álcool não dissolveu a gota de água porque a interação entre as moléculas de água é mais forte, proporcionando o afastamento da gota de álcool mantendo assim a interação permanente com a água.

**05.** Após assistir ao vídeo expliquem por meio do modelo de interação intermolecular porque a gota foge.

**R:** As interações entre as moléculas de água são mais fortes, mantendo-se apenas a interação com a água ocasionando o afastamento da gota de álcool.

**06. (PUC-RS)** A tensão superficial da água explica vários fenômenos, como o da capilaridade, a forma esférica das gotas de água e o fato de alguns insetos poderem andar sobre a água. A alta tensão superficial da água é uma consequência direta:

- a) da sua viscosidade.
- b) do seu elevado ponto de fusão.
- c) do seu elevado ponto de ebulição.
- d) das atrações intermoleculares.
- e) das ligações covalentes entre os átomos de “H” e “O”.

**R:** Alternativa D

## **ESTAÇÃO 2 - FRALDA DESCARTÁVEL E SOLUBILIDADE**

Fraldas descartáveis são constituídas por um polímero (poliacrilato de sódio) e sua capacidade de absorção está associada às interações intermoleculares. Nesta estação iremos realizar uma atividade experimental com a fralda descartável utilizando o poliacrilato de sódio para retomarmos questões relacionadas a solubilidade dos compostos orgânicos.

### **MÃOS À OBRA!**

#### **MATERIAL:**

Água destilada (ou água da torneira), solução aquosa de NaCl 1% m/m, solução aquosa de NaCl 10% m/m, três béqueres de 100 mL, 0,5 g do gel de uma fralda descartável e uma balança.

#### **PROCEDIMENTO:**

1º Organizem os três béqueres, etiquetando-os da seguinte maneira:

- Béquer 1: água destilada.
- Béquer 2: solução de NaCl 1%.
- Béquer 3: solução de NaCl 10%.

2º Meçam na balança 0,5 g do gel de uma fralda descartável.

3º Coloquem o gel retirado da fralda nos béqueres 1, 2 e 3.

4º No béquer 1 acrescentem 50 mL de água destilada medidos na proveta (SISTEMA 1).

5º No béquer 2 acrescentem 50 mL da solução de NaCl 1% medidos na proveta (SISTEMA 2).

6º No béquer 3 acrescentem 50 mL da solução de NaCl 10% medidos na proveta (SISTEMA 3).

7º Observem e registrem no quadro 1.

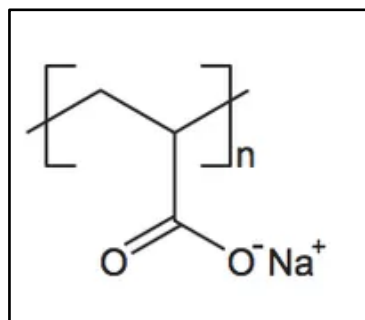


| Sistema | Volume inicial | Volume Final | Volume absorvido |
|---------|----------------|--------------|------------------|
| 1       |                |              |                  |
| 2       |                |              |                  |
| 3       |                |              |                  |

**Quadro 1:** Resultado para os sistemas 1, 2 e 3.

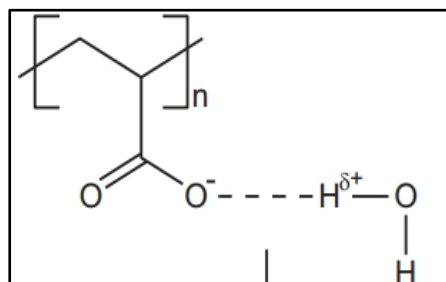
## QUESTÕES PARA DISCUTIR.

- 01.** Considerem a estrutura do poliacrilato de sódio, apresentada na figura 1. Indique se a molécula é polar ou apolar. Utilizem o conceito da geometria da molécula para justificar a polaridade da molécula.



**Figura 1:** Poliacrilato de sódio

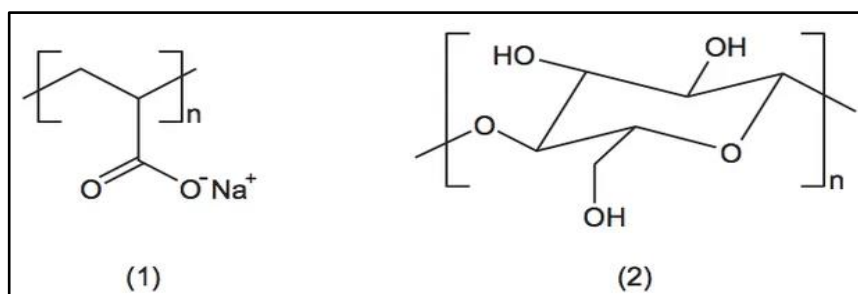
- R:** A molécula apresenta uma parte polar e uma parte apolar. A Cadeia carbônica é a parte apolar. A parte polar fica na parte em que o íon sódio interage com o carboxilato.
- 02.** Em qual situação a fralda descartável absorveu a maior quantidade de água? Considerando a estrutura do polímero existente nas fraldas descartáveis, mostrada a seguir, explique a absorção de água em termos de interações intermoleculares.



**Figura 2:** Poliacrilato de sódio em água.

**R:** Foi possível observar que, ocorreu uma maior absorção quando se adicionou água destilada, isso se deve às interações íon-dipolo mais fortes entre o poliacrilato e a água, estabelecendo a ligações de hidrogênio entre e as moléculas de água

- 03. (Enem 2013)** As fraldas descartáveis que contêm o polímero poliacrilato de sódio (1) são mais eficientes na retenção de água que as fraldas de pano convencionais, constituídas de fibras de celulose (2).



A maior eficiência dessas fraldas descartáveis, em relação às de pano, deve-se às:

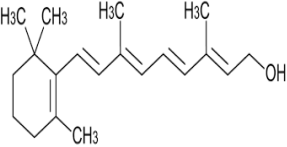
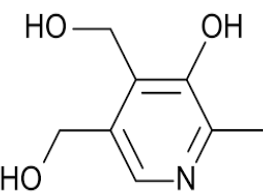
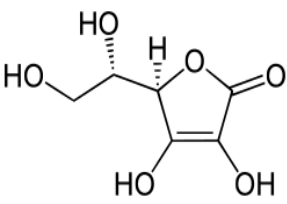
- interações dipolo-dipolo mais fortes entre o poliacrilato e a água, em relação às ligações de hidrogênio entre a celulose e as moléculas de água.
- interações íon-íon mais fortes entre o poliacrilato e as moléculas de água, em relação às ligações de hidrogênio entre a celulose e as moléculas de água.
- ligações de hidrogênio mais fortes entre o poliacrilato e a água, em relação às interações íon-dipolo entre a celulose e as moléculas de água.
- ligações de hidrogênio mais fortes entre o poliacrilato e as moléculas de água, em relação às interações dipolo induzido-dipolo induzido entre a celulose e as moléculas de água.
- interações íon-dipolo mais fortes entre o poliacrilato e as moléculas de água, em relação às ligações de hidrogênio entre a celulose e as moléculas de água.

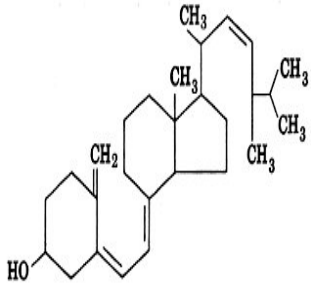
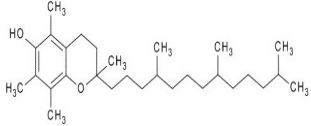
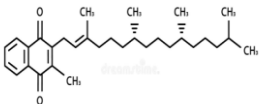
**R:** Alternativa E.

## ESTAÇÃO 3 - ESTRUTURAS E SOLUBILIDADE DAS VITAMINAS

Nesta estação vocês encontrarão estruturas e características de algumas vitaminas. É importante que vocês analisem e comparem as estruturas para que possam identificar e fazer previsões quanto a solubilidade das mesmas no organismo, como representado no quadro 2.

### VAMOS INVESTIGAR?

| VITAMINAS | CARACTERÍSTICAS  | ESTRUTURA DAS VITAMINAS   |
|-----------|--|---|
| <b>A</b>  | A vitamina A possui várias funcionalidades para o organismo, contribuindo para o crescimento, na formação de colágeno e na imunidade. Presente nos alimentos de origem animal e vegetal. Seu consumo deve ser diário, porque o corpo humano não é capaz de produzir por conta própria.   |   |
| <b>B</b>  | As vitaminas do complexo B são um grupo de vitaminas (B <sub>1</sub> , B <sub>2</sub> , B <sub>3</sub> , B <sub>5</sub> , B <sub>6</sub> , B <sub>7</sub> , B <sub>9</sub> e B <sub>12</sub> ). Possuem várias funcionalidades para o organismo, além de contribuir para a prevenção de doenças. Alguns sintomas causados pela deficiência de vitamina B são: anemia, lesões na pele. Presente no levedo de cerveja, grãos de cereais integrais, hortaliças verdes, ovos, carnes e peixes. |  |
| <b>C</b>  | A Vitamina C - de nome científico - ácido ascórbico. Possui várias funcionalidades para o organismo, como a formação do colágeno, produção de hemácias, formação de ossos e dentes e absorção de ferro. Presente no leite, no fígado, nas frutas cítricas e nos vegetais. Sua ingestão é importante para o combate ao escorbuto, doença causada pela deficiência do ácido ascórbico. Seu consumo deve ser diário, porque não é armazenado pelo organismo.                                  |  |

|          |   |   |
|----------|---|---|
| <b>D</b> | A vitamina D é um hormônio que atua na parte óssea, no crescimento, na imunidade, no metabolismo e em diversos órgãos e sistemas. É uma vitamina importante para o organismo humano. Sua função é preservar o sistema osteomuscular, agindo nas concentrações de cálcio e fósforo no organismo. Produzida pelo próprio corpo, a vitamina D é obtida por meio da exposição solar, e também pode ser adquirida pela dieta e uso de suplementos. |  |
| <b>E</b> | A vitamina E atua na proteção das células e na manutenção da saúde física e mental. É importante para o organismo por ter uma ação antioxidante, prevenindo doenças cardiovasculares, e fortalecendo o sistema imunológico. Presente nos alimentos de origem vegetal e animal.  |  |
| <b>K</b> | A vitamina K atua na coagulação sanguínea e na manutenção óssea. É uma vitamina importante para a saúde óssea e um dos principais benefícios da vitamina K é a prevenção e o tratamento da osteoporose. Presente nos vegetais como frutas, ervas, óleos vegetais.   |  |

**Quadro 2:** Características e estruturas das vitaminas

**01.** Considere as estruturas apresentadas registrem no quadro a seguir a solubilidade das vitaminas em água (Hidrossolúvel) e em lipídeos (lipossolúvel). Utilizem o conceito de polaridade, os modelos de interação intermolecular, o tamanho da cadeia carbônica como justificativa.

| Vitaminas            | Solubilidade em água | Justifique sua resposta   |
|----------------------|----------------------|---|
| <b>A</b>             | Lipossolúvel         | A vitaminas A por apresentar em sua estrutura a função orgânica álcool com apenas uma hidroxila e uma cadeia carbônica longa insaturada. Como a hidroxila constitui uma parte muito pequena da molécula, a vitamina pode ser considerada como uma substância pouco polar. |
| <b>B<sub>6</sub></b> | Hidrossolúvel        | A vitamina B por apresentar em suas estruturas grupos hidrofílicos (-OH) garantem a solubilidade em água devido a formação de ligação de hidrogênio.  |

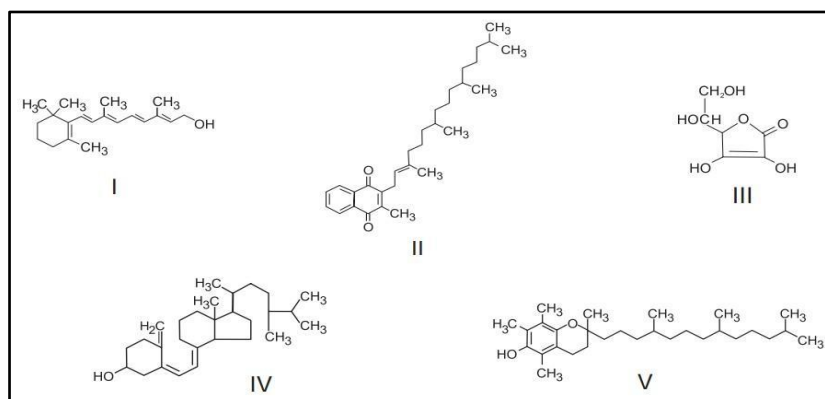
|          |               |   |
|----------|---------------|---|
| <b>C</b> | Hidrossolúvel | A vitamina C por apresentar em suas estruturas grupos hidrofílicos (-OH) garantem a solubilidade em água devido a formação de ligação de hidrogênio.  |
| <b>D</b> | Lipossolúvel  | A vitaminas D por apresentar em sua estrutura a função orgânica álcool com apenas uma hidroxila e uma cadeia carbônica longa insaturada. Como a hidroxila constitui uma parte muito pequena da molécula, a vitamina pode ser considerada como uma substância pouco polar. |
| <b>E</b> | Lipossolúvel  | A vitaminas E por apresentar em sua estrutura a função orgânica álcool com apenas uma hidroxila e uma cadeia carbônica longa insaturada. Como a hidroxila constitui uma parte muito pequena da molécula, a vitamina pode ser considerada como uma substância pouco polar. |
| <b>K</b> | Lipossolúvel  | A vitamina K apresenta em sua estrutura um grupo metila e uma cadeia carbônica longa. Devido ao tamanho da cadeia carbônica a vitamina K possui características apolares garantindo a solubilidade em gorduras.   |

**02.** Considerando a presença da hidroxila (OH) na estrutura de algumas vitaminas, é possível determinar qual vitamina é mais solúvel em água? Justifiquem a partir do tamanho da cadeia carbônica e suas relações com a polaridade.

**R:** Sim. A vitamina C apresenta em sua estrutura um maior número de grupos hidrofílicos (-OH). Isso promove a solubilidade em água devido a formação de ligações de hidrogênio.

**03. (Enem 2012)** O armazenamento de certas vitaminas no organismo apresenta grande dependência de sua solubilidade. Por exemplo, vitaminas hidrossolúveis

devem ser incluídas na dieta diária, enquanto vitaminas lipossolúveis são armazenadas em quantidades suficientes para evitar doenças causadas pela sua carência. A seguir são apresentadas as estruturas químicas de cinco vitaminas necessárias ao organismo.



Dentre as vitaminas apresentadas na figura, determine aquela que necessita de maior suplementação diária.

- a) I
- b) II
- c) III
- d) IV
- e) V

**R:** Alternativa C

## **ESTAÇÃO 4 - Atividade Experimental - Vitamina C**

As vitaminas são moléculas orgânicas necessárias em pequena quantidade para o funcionamento adequado do organismo. As vitaminas hidrossolúveis são solúveis em água. Elas são armazenadas em pouca quantidade e, por isso, é necessário ingeri-las diariamente.

Nesta estação iremos realizar uma atividade experimental com a vitamina C para retomarmos questões relacionadas a solubilidade dos compostos orgânicos.

### **MÃOS À OBRA!**

#### **MATERIAL:**

Um comprimido efervescente de vitamina C, 30mL de água, um béquer de 50mL, um almofariz com pistilo.

#### **PROCEDIMENTO:**

- 1º) Triture o comprimido efervescente da vitamina C no almofariz com ajuda de um pistilo.
- 2º) Em um béquer de 50mL, adicione 30mL de água e vitamina C.
- 3º) Observem e registrem.

### **QUESTÕES PARA DISCUTIR.**

**01.** Descrevam as características macroscópicas observadas quando vocês adicionaram a vitamina C à água.

**R:** Foi possível observar a solubilização da vitamina C em água.

**02.** Sabe-se que a vitamina C é formada por grupos oxigenados, como o álcool, enol e éster.

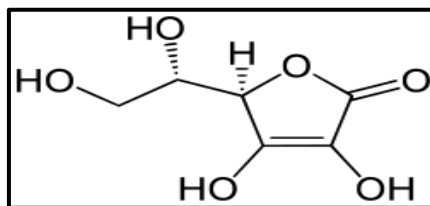


Figura 3: Vitamina C

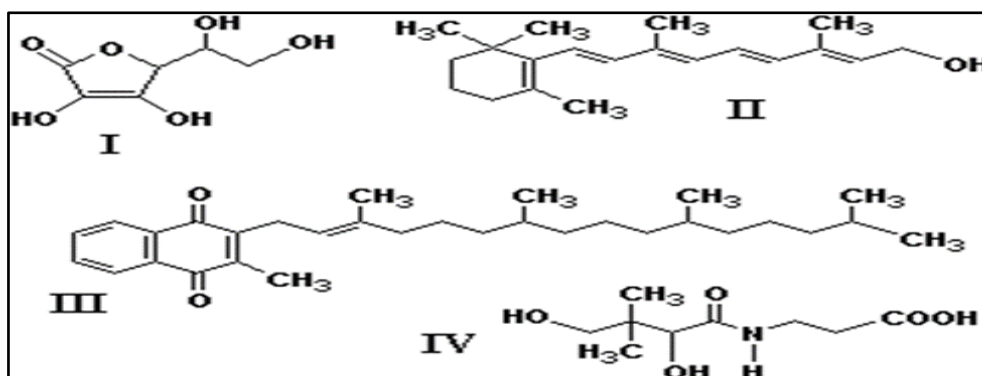
Utilizem o conceito de polaridade e o modelo de interação intermolecular para explicar o que foi observado.

**R:** A presença dos grupos OH (hidroxila) na molécula garantem a dissolução em meio aquoso. A ligação de hidrogênio acontece quando os átomos de hidrogênio da molécula de água interagem com o átomo de oxigênio da molécula da vitamina C.

**03.** Façam um registro do modelo, usando um desenho que represente as interações intermoleculares que acontecem entre as moléculas de água e a vitamina C.

**R:** A interação intermolecular estabelecida por ligações de hidrogênio entre as hidroxilas da água e da vitamina C

**04. (Fuvest 2002)** Alguns alimentos são enriquecidos pela adição de vitaminas, que podem ser solúveis em gordura ou em água. As vitaminas solúveis em gordura possuem uma estrutura molecular com poucos átomos de oxigênio, semelhante à de um hidrocarboneto de longa cadeia, predominando o caráter apolar. Já as vitaminas solúveis em água têm estrutura com alta proporção de átomos eletronegativos, como o oxigênio e o nitrogênio, que promovem forte interação com a água. A seguir estão representadas quatro vitaminas:





Dentre elas, é adequado adicionar, respectivamente, a sucos de frutas puros e a margarinas, as seguintes:

**a)** I e IV

**d)** III e I

**b)** II e III

**e)** IV e II

**c)** III e IV

**R:** Alternativa E

## **ESTAÇÃO 5 - Atividade Experimental - Vitamina E**

As vitaminas são moléculas orgânicas necessárias em pequena quantidade para o funcionamento adequado do organismo. As vitaminas lipossolúveis, são aquelas solúveis em lipídios (gorduras). As Vitaminas lipossolúveis, são armazenadas por mais tempo no organismo, não necessitando de uma ingestão diária.

Nesta estação, iremos realizar uma atividade experimental com a vitamina E relacionando-a com a questão da solubilidade dos compostos orgânicos.

### **MÃOS À OBRA!**

#### **MATERIAL:**

4 gotas de vitamina E, 30mL de água e um béquer de 50mL.

#### **PROCEDIMENTO:**

1º) Em um béquer de 50mL, adicione 30mL de água e 4 gotas de vitamina E.

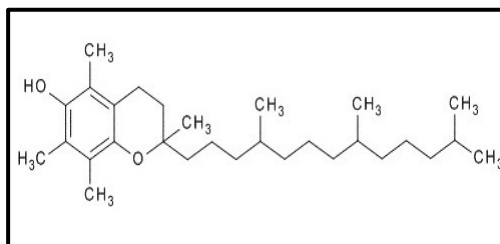
2º) Observem e registrem suas observações.

### **QUESTÕES PARA DISCUTIR.**

**01.** Descrevam as características macroscópicas do experimento quando vocês adicionaram a vitamina E à água.

**R:** Foi possível observar a partir do experimento que não ocorreu a solubilização da vitamina E em água.

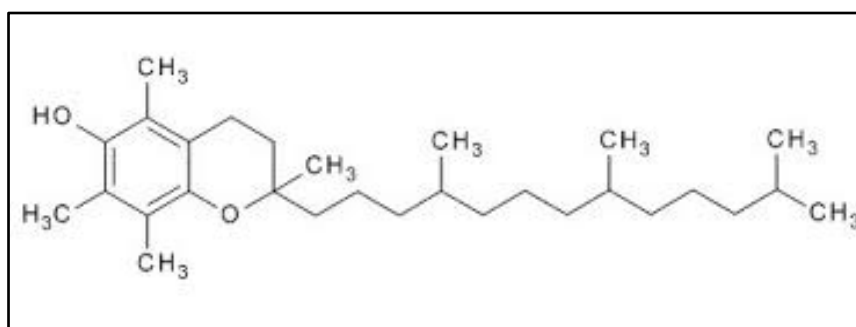
**02.** Sabe-se que a vitamina E é formada por um grupo oxigenado, o álcool. Utilizem o conceito de polaridade e o modelo de interação intermolecular para explicar o que foi observado.



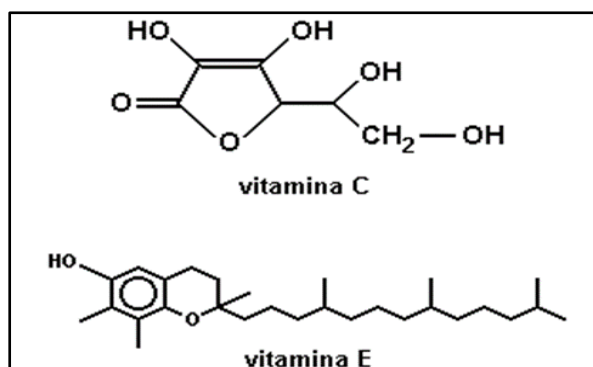
**Figura 4:** Vitamina E

**R:** A presença do grupo OH na molécula não garante a solubilidade da vitamina, por constituir uma parte muito pequena da molécula e uma cadeia carbônica longa constituída pela função éter (C-O-C) insolúveis em água, mas solúveis em óleos e gorduras e pelo grupo fenólico.

- 03.** Façam um registro do modelo, usando um desenho que represente as interações intermoleculares que acontecem entre as moléculas de água e a vitamina E.



- 04. (UFMS 2001)** Na seção de "frutas e verduras", Tomás comprou espinafre, alegando necessitar de vitamina E para combater a anemia, enquanto Gabi preferiu frutas cítricas devido à vitamina C. Tomás lembrou a Gabi a necessidade de classificar essas vitaminas quanto à solubilidade em gorduras (lipossolúveis) e à solubilidade em água (hidrossolúveis), observando as estruturas:



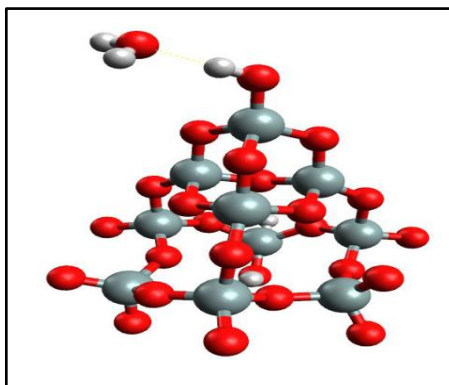
Com base nessas estruturas, é correto afirmar que:

- a) ambas são lipossolúveis.
- b) ambas são hidrossolúveis.
- c) a vitamina C é hidrossolúvel e a E é lipossolúvel.
- d) a vitamina C é lipossolúvel e a E é hidrossolúvel.
- e) ambas são insolúveis.

**R:** Alternativa C

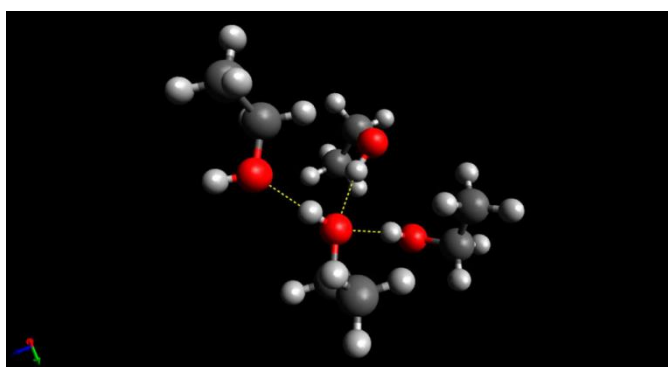
## ORGANIZANDO AS IDEIAS!

Na **ESTAÇÃO 1** foi possível observar o comportamento da gota de água e da gota de álcool na placa de vidro. A gota de água ficou ligeiramente arredondada. Isso ocorre pois o vidro é constituído por grupos Si-OH e Si=O que podem fazer ligações de hidrogênio com a água, como representado pela figura 1.



**Figura 1:** Representação da interação entre Si-OH e Si=O com a molécula da água.

Foi possível observar o comportamento da gota de álcool na placa de vidro. A gota de álcool se espalha na placa de vidro. As moléculas de álcool etílico possuem um grupo -OH que por sua vez formam ligações de hidrogênio com suas moléculas vizinhas, como representado na figura 2.

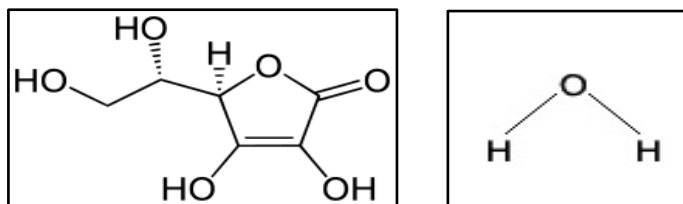


**Figura 2:** Interação entre o álcool e o vidro

No momento em que se coloca a gota de água nas proximidades da gota de álcool ocorre um afastamento entre a gota de álcool, isso porque a interação entre as moléculas de água é mais forte proporcionando o afastamento da gota de álcool mantendo assim a interação permanente com a água.



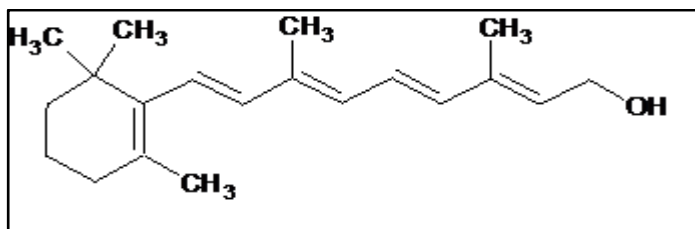
A vitamina C e a vitamina do complexo B por apresentarem em suas estruturas grupos hidrofílicos (-OH) garantem a solubilidade em água devido a formação de ligação de hidrogênio. Representado na figura 4, a estrutura da vitamina C e a molécula de água.



**Figura 4:** Estrutura da vitamina C (esquerda) e da água (direita).

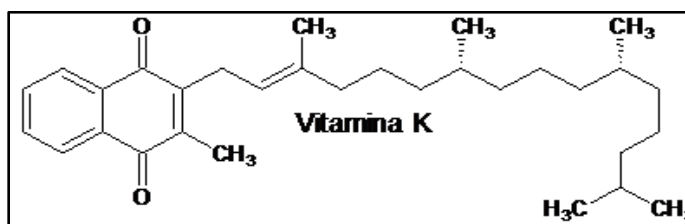
Por serem solúveis em água, as vitaminas C e a vitamina do complexo B não são armazenadas no organismo, necessitando assim de uma ingestão diária deste suplemento.

As vitaminas A, D e E são substâncias que apresentam em suas estruturas a função orgânica álcool com apenas uma hidroxila e uma cadeia carbônica longa insaturada. Como a hidroxila constitui uma parte muito pequena da molécula, as vitaminas podem ser consideradas como substâncias pouco polares. Representado na figura 5, a estrutura da vitamina A.



**Figura 5:** Estrutura da vitamina A.

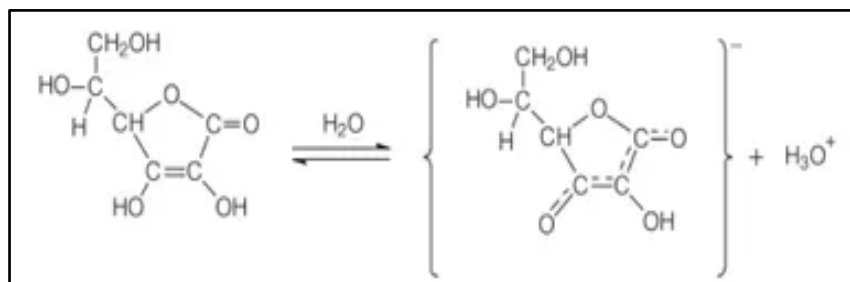
Já a vitamina K apresenta em sua estrutura um grupo metila e uma cadeia carbônica longa. Devido ao tamanho da cadeia carbônica a vitamina K possui características apolares garantindo a solubilidade em gorduras. Representado na figura 6, a estrutura da vitamina K.



**Figura 6:** Estrutura da vitamina K.

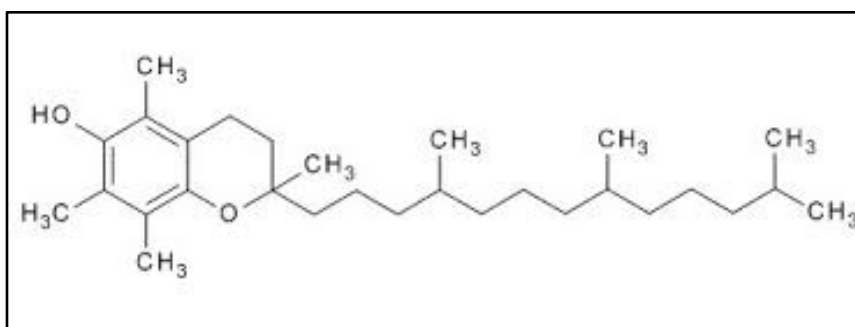
As vitaminas A, D, E e K são armazenadas nos tecidos, permanecendo no organismo por um longo período sem a ingestão das mesmas.

Na **ESTAÇÃO 4** foi possível observar a solubilização da vitamina C em água devido a ambos possuírem polaridade semelhantes. A presença dos grupos OH (hidroxila) na molécula garantem a dissolução em meio aquoso. A ligação de hidrogênio acontece quando os átomos de hidrogênio da molécula de água interagem com o átomo de oxigênio da molécula da vitamina C. Representado na figura 7, a interação intermolecular entre a molécula de água e a vitamina C.



**Figura 7:** Interação Intermolecular entre a molécula da água e a vitamina C.

Na **ESTAÇÃO 5** foi possível observar a partir do experimento que não ocorreu a solubilização da vitamina E em água, caracterizando-a como lipossolúvel. A presença do grupo OH na molécula não garante a solubilidade da vitamina, por constituir uma parte muito pequena da molécula e uma cadeia carbônica longa constituída pela função éter (C-O-C) insolúveis em água, mas solúveis em óleos e gorduras e pelo grupo fenólico. Representado na figura 8, a estrutura da vitamina E.



**Figura 8:** Estrutura da vitamina E.



## ORIENTAÇÕES SOBRE A AULA - 04

### ATIVIDADE 3 - UTILIZAÇÃO DE EMBALAGENS PLÁSTICAS

Na atividade a seguir iremos realizar a leitura de um texto produzido pela autora “A utilização de embalagens plásticas no cotidiano” que tem como objetivo apresentar aos estudantes situações do cotidiano relacionadas ao conceito científico de solubilidade. Para isso vamos lançar mão dos fatores que afetam a solubilidade, sendo eles Temperatura e Mudança de Solvente.

Caro Professor, essa atividade foi criada na plataforma “Padlet”, assim caso deseje a utilização de uma tecnologia digital em sua aula, você deverá criar as três questões propostas abaixo sobre fatores que afetam a solubilidade - temperatura e natureza de solvente.

A seguir, imagem da plataforma “Padlet”

The image shows a screenshot of a Padlet board. At the top, it says "Adriana Oliveira · 3m" and "UTILIZAÇÃO DE EMBALAGENS PLÁSTICAS NO COTIDIANO". Below the title, there is a short introductory text. The board contains three questions in white boxes over a background image of plastic containers. Question 01 includes a ball-and-stick model of Bisphenol A. Each question box has an "Adicionar comentário" button at the bottom.

**Questão 01**

Estrutura Molecular do Bisfenol A

Considerando a estrutura do Bisfenol A e utilizando o conceito de interação intermolecular explique por que ocorre a dissolução do BPA em solução aquosa.

**Questão 02**

As embalagens plásticas quando aquecidas (por volta dos 80°C) liberam o BPA podendo então contaminar os alimentos. Contudo, mesmo em condições de temperatura ambiente pode ocorrer a contaminação dos alimentos que ficam armazenados nestas embalagens. Considerando a temperatura uma propriedade física dos compostos orgânicos, expliquem por que não é interessante esquentar alimentos em embalagens de plástico.

**Questão 03**

Vocês acham importante conhecer e identificar os rótulos das embalagens plásticas para utilização e consumo. Expliquem a importância dessa reflexão para questões relacionadas ao cotidiano.

**Fonte:** Elaborado pela Autora.

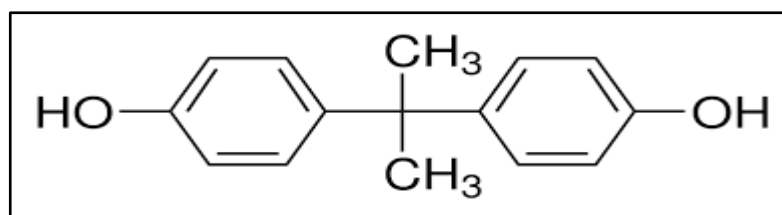
| ATIVIDADE   | TEMPO                   |
|---|-------------------------|
| • Leitura e explicação do texto “A utilização de embalagens plásticas no cotidiano” com a turma | 50 min                  |
| • Entrada dos estudantes na Plataforma <i>Padlet</i> para responder às questões.                | 50 min                  |
| <b>TOTAL</b>  | <b>2 aulas de 50min</b> |

- Para iniciar esta atividade sugerimos organizar os estudantes em duplas para que possam realizar a leitura do texto “A utilização de embalagens plásticas no cotidiano”.
- O tempo poderá ser estabelecido pelo docente ou até que o aluno cumpra o objetivo da atividade.
- Após a leitura do texto o docente pode iniciar com a turma uma discussão a respeito do tema.
- Em seguida, pedir aos estudantes que entrem na plataforma digital *Padlet* para responder às questões propostas.

## TEXTO: UTILIZAÇÃO DE EMBALAGENS PLÁSTICAS NO COTIDIANO

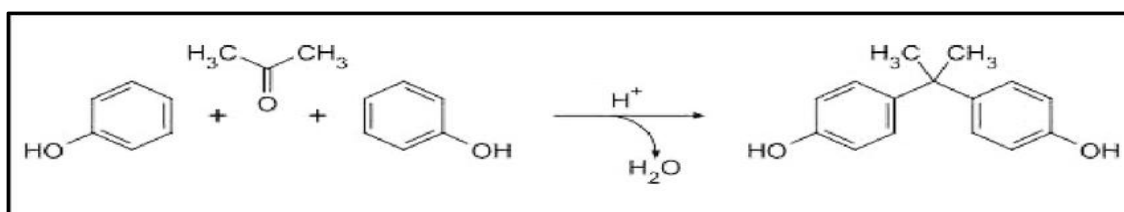
As embalagens plásticas têm desempenhado um papel importante na indústria alimentícia devido a inúmeras funções como conservação, qualidade e deterioração. Existem diversas marcas no mercado de embalagens plásticas. Os plásticos são fabricados a partir de inúmeros polímeros e aditivos (substâncias adicionadas que promovem a flexibilidade, cor, resistência, durabilidade, etc.).

Algumas embalagens de plástico constituídas por policarbonato são produzidas por meio de uma substância (BPA - Bisfenol A). Este tipo de plástico rígido e transparente (o policarbonato) é utilizado em mamadeiras e potes para alimentos. Na figura 1, está representada a fórmula estrutural do BPA.



**Figura 1:** Fórmula Estrutural do BPA

O Bisfenol A é preparado pela condensação da acetona (de onde advém o sufixo A no final do nome) com fenol. A reação é catalisada por um ácido, como o ácido clorídrico (HCl) ou resina poliestireno sulfonada, como está representado pela Figura 2.



**Figura 2:** Reação de síntese do Bisfenol A

O BPA é um monômero utilizado para a produção de resinas epóxi e também policarbonato. Em temperaturas por volta dos 80°C, ao entrar em contato com os líquidos, a ligação formada com o plástico pode ser rompida e o BPA pode contaminar os

alimentos. Contudo, mesmo em condições de temperatura ambiente pode ocorrer a contaminação dos alimentos que ficam armazenados. De acordo com Murata et al (2015);

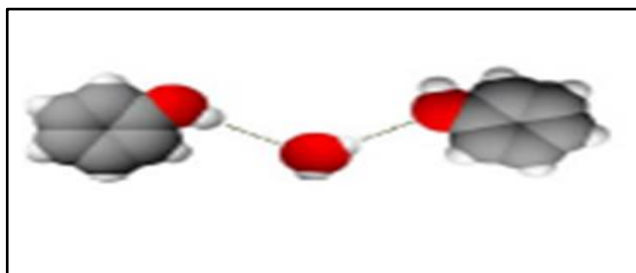
"às concentrações de BPA em latas aquecidas a 80 °C foram de 1,6-16,7 vezes maior (6 vezes em média) que as latas não aquecidas e as latas aquecidas a 100 °C obtiveram concentrações de BPA de 1,7-55,4 vezes maior (média de 18 vezes) que a concentração sem aquecimento, já a concentração de BPA em latas aquecidas a 100 °C aumentou 6,1 vezes (3 vezes em média) em relação às aquecidas a 80 °C".

As propriedades físico-químicas e características do BPA estão mostradas no quadro 1. Sendo uma substância de média polaridade, relativamente solúvel em água a temperatura ambiente.

| <b>Propriedades Físico-químicas do BPA</b> | <b>Valores</b>                                 |
|--|--|
| Solubilidade em água (mg/L)                | 300  |
| Massa Molar (g/mol)                        | 228,3  |
| Fórmula                                    | C <sub>15</sub> H <sub>16</sub> O <sub>2</sub> |
| Temperatura de Fusão (°C)                  | 159  |
| Temperatura de Ebulição (°C)               | 220  |
| Densidade (g/cm <sup>3</sup> )             | 1,20   |
| pKa  | 10,3   |

**Quadro 1:** Propriedades físico-químicas do BPA

A solubilidade do BPA em água é cerca de (300 mg/L) indicando uma capacidade de dissolução numa solução aquosa. A interação entre o grupo fenólico e a água é estabelecida por meio de uma interação intermolecular forte, a ligação de hidrogênio, como está representado pela Figura 3.



**Figura 3:** Representação da ligação de hidrogênio entre a água e o fenol.

O BPA é lipossolúvel, por isso pode se dissolver em alimentos ricos em gorduras quando cozidos ou aquecidos. A interação entre o alimento e o BPA é estabelecida por meio de força relativa (dipolo induzido).







Para que se possa identificar de qual tipo de plástico a embalagem é feita é importante que os consumidores conheçam os códigos de identificação. Os códigos são representados por meio de um triângulo formado por três setas e um número interno, que varia de 1 até 7. A figura 3 mostra o código utilizado para cada tipo de plástico.



**Figura 4:** Código de identificação para embalagens

No quadro 2 apresentamos as siglas dos materiais que compõem os diversos tipos de plásticos, com sua respectiva nomenclatura e utilização.

| Símbolo   | Tipo de Plástico (Polímero)   | Utilização             |
|---|-------------------------------|------------------------|
|  | PET (Polietileno Tereftalato) | Embalagens de bebidas. |

|   |                                       |  |
|---|---------------------------------------|--|
|    | PEAD (Polietileno de alta densidade)  | Garrafas de água, recipientes para detergentes e cabos de painéis.   |
|    | PVC (Policloreto de Vinila ou Vinil)  | Recipiente para óleo e embalagem de alimento.                        |
|    | PEBD (Polietileno de baixa densidade) | Embalagens de biscoitos e massas.                                    |
|    | PP (Polipropileno)                    | Recipientes para Ketchup, iogurte e margarina.                       |
|   | PS (Poliestireno)                     | Copos de café e recipientes de plástico para alimentos.              |
|  | PC (Policarbonato)                    | Resinas que podem ser misturadas com cola, metal e outros materiais. |

**Quadro 2:** Código de identificação para embalagens, nomenclatura e utilização.

Os plásticos que contém bisfenol em sua composição são principalmente os de número 3 e 7: PVC (Policloreto de Vinila ou Vinil) e o PC (Policarbonato).

A compreensão dos rótulos é um recurso muito útil para o consumidor na escolha correta dos produtos que são consumidos no dia-a-dia. Por meio dos rótulos obtemos informações importantes, como as características dos produtos, validade, durabilidade, etc. Eles representam um dos meios de comunicação mais importantes entre o produto e o consumidor.

Segundo a ANVISA, 2002, o rótulo é definido como: Toda identificação impressa, gravada em relevo ou litografada ou colada sobre a embalagem do alimento, legenda, imagem ou toda matéria descritiva ou gráfica, escrita, estampada, gravada. Para as embalagens, a definição de rótulo é o recipiente, o pacote ou a embalagem destinada a garantir a conservação e facilitar o transporte e manuseio dos alimentos.

As embalagens da marca Sanremo, por exemplo, trazem os códigos de identificação e suas descrições, como mostra a figura 5 a seguir.



**Figura 5:** Embalagem da Marca Sanremo e código de identificação.

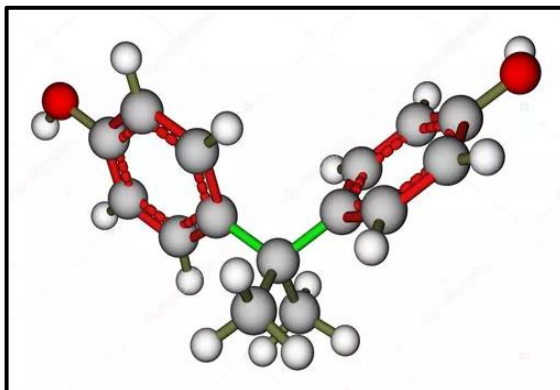
**Descrição do Produto:** Conjunto de Potes Plástico de 800ml, leve 6 Pague 5. Potes modulares que permitem empilhamento seguro. Vai ao Freezer, Micro-ondas e Lava louças. Hermético e fácil de abrir. Linhas de graduação de volume. Mais espaço na geladeira e armários. Fácil limpeza. Atóxico - **Livre de BPA**.

**Sobre este item:** Moderno e Arrojado; vai ao freezer, micro-ondas e lava-louças; Pegadores laterais que facilitam o manuseio do pote quando aquecido ou em baixa temperatura; Tampa com saliências nas extremidades que facilitam a abertura do produto e Linhas de graduação de volume que facilitam o controle da quantidade de alimento armazenado.

Caro estudante, para esta atividade vamos acessar a plataforma digital “**Padlet**” para responder às questões relacionadas ao texto “Utilização de embalagens plásticas no cotidiano”.

## QUESTÕES PARA DISCUTIR.

01. Considerando a estrutura do bisfenol A e utilizando o conceito de interação intermolecular, explique porque ocorre a dissolução do BPA em solução aquosa.



**R:** A solubilidade do BPA em água é cerca de (300 mg/L) indicando uma capacidade de dissolução numa solução aquosa. A interação entre o grupo fenólico e a água é estabelecida por meio de uma interação intermolecular forte, a ligação de hidrogênio

**02.** As embalagens plásticas quando aquecidas (por volta dos 80°C) liberam o BPA podendo então contaminar os alimentos. Contudo, mesmo em condições de temperatura ambiente pode ocorrer a contaminação dos alimentos que ficam armazenados nestas embalagens. Considerando a temperatura uma propriedade física dos compostos orgânicos, expliquem por que não é interessante esquentar alimentos em embalagens de plástico.

**R:** O problema é que a liberação de BPA nas embalagens plásticas podem causar sérios danos à saúde, como Déficit de Atenção, Câncer de Mama, Aumento da Próstata, Indução à Asma, Bloqueio dos hormônios da Tireoide, além de afetar o desenvolvimento cerebral e o comportamento de fetos e bebês. Ao ser liberado em embalagens reutilizáveis, como é o caso das mamadeiras, aquecidas várias vezes ao dia. Embora o contaminante esteja presente no dia a dia, acredita-se que a maior fonte de exposição ao BPA seja na alimentação, por meio da contaminação dos alimentos e bebidas que ficam em contato com a substância durante seu armazenamento.

**03.** Discutam sobre a importância de se conhecer e identificar os rótulos das embalagens plásticas para utilização e consumo. Expliquem a importância dessa reflexão para questões relacionadas ao cotidiano.

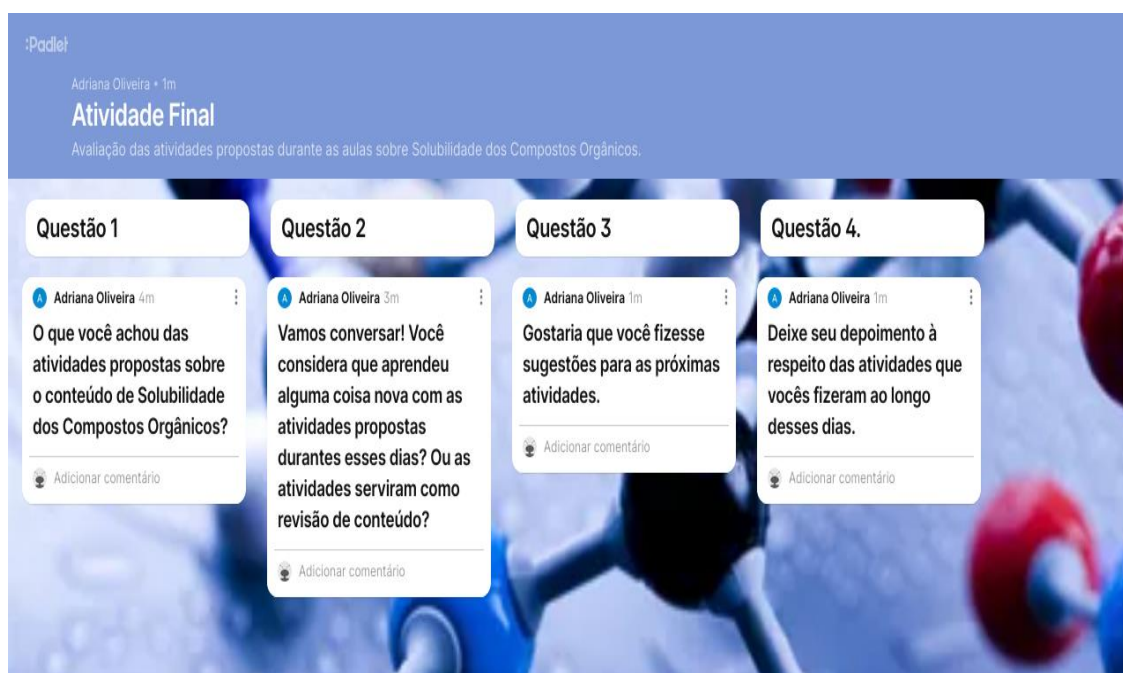
**R:** Resposta pessoal



## ATIVIDADE 4 – ATIVIDADE DE AVALIAÇÃO

Caro professor, para esta atividade final avaliativa você deverá acessar a plataforma digital “Padlet” e registrar as questões propostas para que os estudantes possam acessá-la. Para que em seguida, possa disponibilizar o link para os estudantes.

A seguir, imagem da plataforma “Padlet”.



**Fonte:** Elaborado pela Autora.

A proposta dessa atividade consiste na avaliação das atividades ao longo do processo de aprendizagem.

| ATIVIDADE  | TEMPO                  |
|--|------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Atividade individual plataforma Padlet</li> </ul> | 50 min                 |
| <b>TOTAL</b>   | <b>1 aula de 50min</b> |

- Para iniciar esta atividade sugerimos organizar a sala de aula previamente, de forma a facilitar o desenvolvimento da atividade. Indicamos que esta atividade seja feita individualmente.

- Após a explicação dos objetivos pelo docente, os estudantes poderão iniciar a resolução das questões.
- A atividade é constituída por 4 questões que serão respondidas pelos estudantes. Utilizou-se a plataforma *Padlet* para a resolução das questões.

## QUESTÕES PARA DISCUTIR.

**01.** O que você achou das atividades propostas sobre o conteúdo de solubilidade dos compostos orgânicos?

**R:** Resposta pessoal do aluno.

**02.** Vamos conversar! Você considera que aprendeu alguma coisa nova com as atividades propostas durante esses dias? Ou as atividades serviram como revisão de conteúdo?

**R:** Resposta pessoal do aluno.

**03.** Gostaria que você fizesse sugestões para as próximas atividades.

**R:** Resposta pessoal do aluno.

**04.** Deixe seu depoimento a respeito das atividades que vocês fizeram ao longo desses dias.

**R:** Resposta pessoal do aluno.