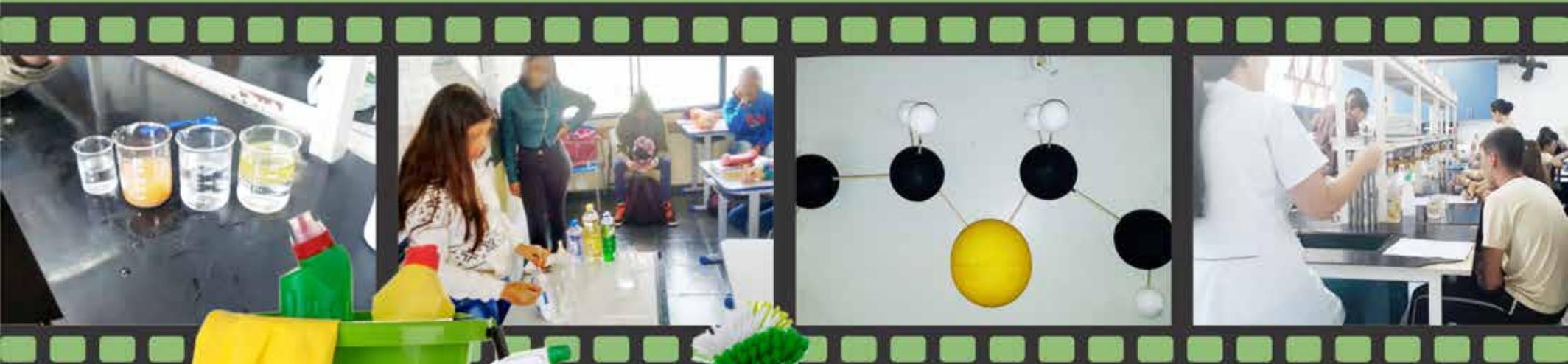


Emília Fádua Sued Paulino  
Mirley Luciene dos Santos

**PRODUTO EDUCACIONAL SEQUÊNCIA  
DE ENSINO INVESTIGATIVA (SEI):  
POLARIDADE E SOLUBILIDADE DAS SOLUÇÕES  
PARA O ENSINO MÉDIO**





Emília Fádua Sued Paulino  
Mirley Luciene dos Santos

**PRODUTO EDUCACIONAL SEQUÊNCIA  
DE ENSINO INVESTIGATIVA (SEI):  
POLARIDADE E SOLUBILIDADE DAS SOLUÇÕES  
PARA O ENSINO MÉDIO**





**MESTRADO PROFISSIONAL EM  
ENSINO DE CIÊNCIAS**

**PRODUTO EDUCACIONAL SEQUÊNCIA  
DE ENSINO INVESTIGATIVA (SEI):  
POLARIDADE E SOLUBILIDADE DAS SOLUÇÕES  
PARA O ENSINO MÉDIO**

Mestranda: Emília Fádua Sued Paulino  
Orientadora: Profa. Dra. Mirley Luciene dos Santos

Anápolis-GO | 2020

# SAUDAÇÕES



**Saudações Professor/a (a)! Que bom que você está lendo esse material!**

Querido amigo (a) professor/a (a) de Química, este livreto é resultado de um árduo trabalho de pesquisa desenvolvido com o intuito de proporcionar a você a oportunidade de ter uma proposta de material didático que seja acessível e ao mesmo tempo atraente e inovador. Esperamos que ele se constitua em uma fonte de pesquisa para o planejamento de suas aulas e que possa ampliá-las e enriquecê-las de forma a torná-las cada vez mais atrativas e empolgantes tanto para você quanto para seus alunos.

Após anos de trabalho no ofício docente, nós, como autoras desse material percebemos a falta de material didático investigativo que proponha atividades que mobilizam a atenção dos alunos com atividades que possam ser feitas por eles de forma autônoma e mediada pela ação do professor. Por isso idealizamos essa Sequência de Ensino que contempla algumas atividades investigativas para a disciplina de Química ministrada no Ensino Médio.

O material didático apresentado procura articular o ensino de Química, as contribuições da Pedagogia Libertadora de Paulo Freire e o Ensino por Investigação. Para colocar em prática em sala de aula a abordagem metodológica construída por meio dessa combinação optamos pelo uso de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI). A SEI é um conjunto de aulas organizadas de forma dinâmica que propõe um caminho a ser seguido para que o aluno solucione um problema que permite o entendimento de um conceito, teoria ou conjunto de informações que fazem parte do conteúdo que o professor/a está desenvolvendo em sala de aula.

Ela deve ser aplicada tendo em vista a postura mediadora do professor/a que se fundamenta na teoria de aprendizagem proposta por Vygotsky. Essa tipo de postura dialógica e mediadora significa que o professor/a participa ativamente da aula problematizando cada etapa, conduzindo os alunos de forma a fazê-los percorrer o caminho proposto pela SEI de maneira autônoma, mas organizada, respeitado o ritmo de todos os participantes e promovendo debates críticos sempre que necessário para instigar a participação coletiva de forma ativa.

Sugerimos que para melhor compreensão da proposta e de sua fundamentação teórica seja feita uma boa leitura dos tópicos a seguir.

Desejamos um bom proveito da proposta! Sucesso!

# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NA PERSPECTIVA DA PEDAGOGIA LIBERTADORA DE PAULO FREIRE E DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>A MEDIAÇÃO PEDAGÓGICA DE VYGOTSKY DURANTE A APLICAÇÃO DA SEI.</b>	<b>15</b>
<b>3</b>	<b>A SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA (SEI).....</b>	<b>17</b>
<b>3.1</b>	<b>Etapas da SEI.....</b>	<b>18</b>
<b>3.1.1</b>	<b>Identificar os conhecimentos prévios dos alunos para iniciar os novos .....</b>	<b>18</b>
<b>3.1.2</b>	<b>Procedimento experimental .....</b>	<b>19</b>
<b>3.1.3</b>	<b>Proposição do problema .....</b>	<b>21</b>
<b>3.1.4</b>	<b>Resolução do problema .....</b>	<b>22</b>
<b>3.1.5</b>	<b>Sistematização coletiva do conhecimento .....</b>	<b>23</b>
	<b>3.1.5.1 Sistematizando o conhecimento: o processo de solubilização do óleo em água na presença de detergente.....</b>	<b>24</b>
<b>3.1.6</b>	<b>Sistematização individual do conhecimento .....</b>	<b>29</b>
<b>3.1.7</b>	<b>Contextualização social do conhecimento .....</b>	<b>29</b>
<b>3.1.8</b>	<b>Avaliação .....</b>	<b>29</b>
<b>4</b>	<b>RECOMENDAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>31</b>
<b>5</b>	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>33</b>



# 1

## A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NA PERSPECTIVA DA PEDAGOGIA LIBERTADORA DE PAULO FREIRE E DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

**Q**ual a compreensão de *Alfabetização Científica (AC)*? De acordo com Lorenzetti e Delizoicov (2001, p. 8-9) a AC pode ser compreendida “[...] como o processo pelo qual a linguagem das Ciências Naturais adquire significados, constituindo-se um meio para o indivíduo ampliar o seu universo de conhecimento, a sua cultura, como cidadão inserido na sociedade”. Essa alfabetização pode e deve ser iniciada desde a entrada do aluno no espaço escolar, garantindo a sua inserção à cultura científica. Ela é ainda, imprescindível nos dias atuais, pois nossa sociedade está cada vez mais tecnológica e por isso as pessoas necessitam compreender as bases teóricas dessa tecnologia que repousam nos conhecimentos acumulados pela Ciência no decorrer dos séculos. Daí vem a necessidade de se ensinar Ciências de maneira contextualizada, pensando nas aplicações práticas dos conhecimentos pelos indivíduos na sociedade atual.

*Quais as habilidades pretendidas para um cidadão alfabetizado cientificamente?* Entre as habilidades pretendidas estariam, por exemplo: entender uma notícia que cita assuntos relacionados à novas descobertas científicas, compreender uma bula de medicamento, saber alimentar-se e exercitar-se corretamente, beber água limpa, ter higiene pessoal, relacionar os movimentos da terra com a duração do dia e da noite e com as estações do ano, entre outros temas como estes que fazem parte de atividades corriqueiras que relacionam-se à aplicação de conhecimentos científicos no ritmo diário de vida do ser humano. Isso é entender Ciência e aplicá-la ao cotidiano.

Frente a importância de que todo cidadão esteja engajado em seu processo de Alfabetização Científica, o ensino de Química desenvolvido no ensino médio deve ser direcionado para que isso aconteça. Escola

e professores devem reestruturar suas práticas para que a pedagogia tradicional seja mesclada com outras propostas mais ativas e dialógicas de ensino.

*Qual a contribuição da Pedagogia Libertadora de Paulo Freire para a AC?* Nessa perspectiva há a possibilidade de um ensino centrado na problematização e na dialogicidade que são as propostas da Pedagogia Libertadora de Paulo Freire, claramente antagônicas ao ensino tradicional. Essa educação libertadora além de estar fundamentada na *problematização*, também se relaciona ao diálogo entre aluno e professor/a que conversam a fim de desenvolverem juntos o processo de construção do conhecimento em sala de aula. O ensino de Química desenvolvido no Ensino Médio pode se beneficiar da proposta de ensino dialógico de Paulo Freire, pois através de conversas mediadoras em sala de aula o professor/a pode mostrar aos alunos que na realidade as Ciências fazem parte do cotidiano das pessoas. Outro ponto positivo do diálogo é que ao falar com o aluno e ouvi-lo, o professor/a aproxima-o do conhecimento científico, pois as conversas mediadas pelo professor/a sobre o tema das aulas são também uma forma de ensinar Química de forma mais dinâmica.

*Como trabalhar de forma dialógica e problematizada?* Para implantar esse tipo de *abordagem* é preciso que o professor/a planeje detalhadamente suas aulas e crie estratégias de atividades que promovam a investigação de assuntos relacionados com os conteúdos. Nessa proposta de Ensino por Investigação, o professor/a não oferece respostas prontas para os alunos, mas cria caminhos para que os alunos pensem de forma ativa e cheguem ao ponto de construir seus próprios conceitos científicos através da realização de aulas experimentais, debates, trabalho em grupos, leituras, visitas a locais relacionados com o assunto da aula, videoaulas, conversas informais direcionadas pelo professor/a sobre o tema em estudo etc.

Vários são os autores que tem pesquisado a respeito dessa abordagem didática de Ensino por Investigação, mas este livreto fundamenta-se nos estudos da autora Ana Maria Carvalho (2013) que propõe uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) que é uma forma de aplicação prática desse tipo de abordagem. A SEI sugerida por essa autora é estruturada em três etapas: “o problema”, “a sistematização dos conhecimentos” e a “contextualização dos conhecimentos”, cada etapa sendo executada por meio do desenvolvimento de algumas atividades.

[...] uma Sequência de Ensino Investigativa deve ter algumas atividades chaves: na maioria das vezes a SEI inicia-se por um problema, experimental ou teórico, contextualizado, que introduz os alunos no tópico desejado e dê condições para que pensem e trabalhem com as variáveis relevantes do fenômeno científico central do conteúdo programático [...] após a resolução do problema, [há] uma atividade de sistematização do conhecimento construído pelos alunos. Essa sistematização é feita preferivelmente através da leitura de um texto escrito quando os alunos podem novamente discutir, comparando o que fizeram e o que pensaram ao resolver o problema, com o relatado no texto. Uma terceira atividade importante é a que promove a contextualização do conhecimento no dia a dia dos alunos, pois nesse momento eles podem sentir a importância da aplicação do conhecimento construído do ponto de vista social (CARVALHO, 2013, p.9).

Os passos da SEI sugeridos nesse livreto seguem o proposto por Sperandio et al. (2017), que são: i. identificar os conhecimentos prévios dos alunos para iniciar os novos, ii. proposição do problema e levantamento das hipóteses, iii. resolução do problema, iv. sistematização coletiva do conhecimento, v. sistematização individual do conhecimento, vi. contextualização social do conhecimento e vii. Avaliação.





## 2

### A MEDIAÇÃO PEDAGÓGICA DE VYGOTSKY DURANTE A APLICAÇÃO DA SEI

**D**urante o desenvolvimento das pesquisas que originaram esse material percebemos que ainda que o Ensino por Investigação se configure em uma abordagem de ensino centrada em atividades a serem realizadas pelos alunos durante as aulas, a participação do professor/a que efetivamente entenda o processo de construção de novos conhecimentos na estrutura cognitiva do aluno é essencial para o sucesso do processo. Daí a necessidade de abordarmos aqui uma teoria psicopedagógica que fundamenta esse entendimento.

Na Teoria Sócio Histórica de Lev Semenovic Vygotsky (1991) encontramos um ponto de conciliação que nos permite entender por que o professor/a deve ter uma postura mediadora durante a aplicação da SEI. Ou seja, o professor/a deve realizar intervenções planejadas buscando intervir na Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) dos alunos, ajudando-os a alcançar novas etapas em seu processo de desenvolvimento.

A ZDP está entre o conhecimentos/habilidades que o aluno possui ou consegue realizar sozinho (desenvolvimento real) e aqueles conhecimentos/habilidades que o aluno consegue entender ou realizar com o apoio de um adulto, colega mais experiente ou o próprio professor/a (desenvolvimento potencial).

Conforme Carvalho (2017):

Vygotsky ao discutir a construção do conhecimento e de habilidades dentro das ZDP, volta sempre ao papel desempenhado pelo adulto mostrando a necessidade deste auxílio. O que propomos é que seja o professor/a o mediador desse processo auxiliando o desenvolvimento intelectual dos alunos em um processo de aprendizagem (CARVALHO, 2017, p. 139).

A Pedagogia Libertadora de Paulo Freire também pode ser relacionada com a teoria de desenvolvimento de Vygotsky, pois ambos os teóricos ressaltam a importância da participação do ambiente social no processo de aprendizagem do indivíduo. Em relação aos novos papéis de alunos e professores nesse processo, ressaltamos o papel do professor/a de mediador entre o aluno e o conhecimento, por meio de um planejamento de aulas que conduza o aluno diante das situações de aprendizagem propostas. De acordo com Vygotsky (1991, p. 61) “o aprendizado adequadamente organizado resulta em desenvolvimento mental e põe em movimento vários processos de desenvolvimento que, de outra forma, seriam impossíveis de acontecer” (VYGOTSKY, 1991, p. 61).

Dessa maneira, aluno e professor/a devem atuar juntos de forma dialógica no processo de aplicação da SEI: o aluno não deve mais se colocar na posição de ouvinte de aulas expositivas, tornando-se sujeito em seu processo de Alfabetização Científica e participando ativamente das propostas investigativas planejadas e direcionadas pelo professor.



# 3

## A SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA (SEI)

**A** SEI foi elaborada para ser utilizada no 2º ano do Ensino Médio, no entanto, antes que ocorra a sua aplicação é altamente recomendável que você, professor/a, realize uma revisão de alguns assuntos de Química que geralmente são trabalhados no 1º Ano do Ensino Médio como:

- Ligações químicas com ênfase na ligação covalente,
- Eletronegatividade e polaridade das ligações e moléculas,
- Geometria molecular,
- Interações intermoleculares,
- Polaridade e solubilidade.

A revisão poderá ter entre 2 a 4 aulas de 50 minutos ou até mais, pois o número de aulas dependerá do nível de conhecimentos que a turma já possui desses assuntos. Ela se faz necessária principalmente porque garantirá que os alunos entendam com clareza as atividades propostas na SEI e consigam participar de cada uma de suas etapas.

### **3.1 Etapas da SEI**

#### **3.1.1 Identificar os conhecimentos prévios dos alunos para iniciar os novos**

O diagnóstico inicial dos conhecimentos prévios dos alunos é feito por meio de uma atividade escrita, em que é apresentado um conjunto de questões abordando o tema dispersões, polaridade e solubilidade das soluções (Apêndice 1). É importante que você professor/a esteja atento aos alunos durante todo o período em que eles estiverem resolvendo a atividade. Nesse momento, não tire dúvidas ou explique novamente o conteúdo que já foi anteriormente revisado, mas sim oriente a resolução, observando se os alunos compreenderam corretamente a proposta de cada questão. O tempo de aplicação desse questionário é de uma aula de 50 minutos e não é aconselhável que se permita que os alunos consultem materiais de pesquisa ou terminem a atividade em casa, pois isso não revelaria os conhecimentos reais dos alunos. Se julgar necessário, você poderá retirar algumas questões, sendo que as mais importantes são as questões de número 4, 5, 6 e 7. É importante ter flexibilidade, pois cada turma tem as suas especificidades por isso podem ser feitas adaptações, mas sem perder o foco da questão principal da solubilidade da água, do óleo e do detergente.

Sugere-se que a correção seja feita em outro local e data sem a presença dos alunos, pois será por meio deste diagnóstico inicial que você perceberá quais conhecimentos os alunos já possuem sobre o assunto e assim comparar as respostas dessa atividade com as das outras atividades da SEI para então concluir se houve aprendizado de novos conceitos durante esse processo.

Após esse momento feito a parte, volte à sala de aula e converse com os alunos de maneira geral sobre os conhecimentos iniciais que foram evidenciados pelas respostas dadas por eles. Durante esse comentário, não responda ou corrija as questões, pois se você fizer isso a proposta da atividade investigativa perde o sentido. Durante os comentários alguns alunos com certeza irão se manifestar e haverá posições diferentes, mas você não deve se posicionar, mas apenas mediar as falas dos alunos evitando assim que o assunto seja esgotado. É necessário problematizar o assunto que irá sendo esclarecido nas etapas posteriores da SEI. Comente cada questão oralmente, sem, contudo, apresentar aos alunos a solução para o problema da solubilidade entre água, sabão e óleo. O tempo previsto para esses comentários é de uma aula de 50 minutos.

### 3.1.2 Procedimento experimental

Os materiais a serem utilizados nos experimentos deverão ser providenciados com antecedência. Cabe ao professor/a solicitar ao grupo gestor da escola ou combinar com os grupos de alunos as responsabilidades de cada integrante. É recomendável que cada grupo tenha seu próprio material para evitar atrasos e dificuldades de compartilhamento que podem surgir entre os grupos causando disputas que tragam distrações que não conduzem ao processo de aprendizagem.

O local em que os procedimentos experimentais serão realizados deverá ser organizado antecipadamente. Para os experimentos, copos plásticos poderão substituir os béqueres. O descarte dos “reagentes” pode ser feito em lixo comum, devidamente acondicionado em saco plástico.

O procedimento experimental, como um todo, deve ser supervisionado pelo professor/a para garantir que os procedimentos realizados pelos alunos finalizem dentro do tempo previsto. A proposta de realização dos procedimentos visando otimizar o tempo e economizar material é que seja desenvolvido em grupos de 4 alunos, sendo que cada um dos integrantes do grupo poderá realizar um dos procedimentos. A seguir são descritos os materiais necessários e a sequência para o desenvolvimento dos procedimentos experimentais:

*Você irá precisar de:* 4 béqueres de 250ml contendo água de torneira até 150ml, sal, óleo de soja, areia e álcool etílico, detergente de lavar louças, colheres de plástico.

*Como fazer:*



**Procedimento 1** – adicionar uma colher de sal no béquer 1 contendo água



**Procedimento 2** – adicionar uma colher de areia no béquer 2 contendo água



**Procedimento 3** – adicionar 100ml de álcool etílico no béquer 3 contendo água



**Procedimento 4** – adicionar 50ml de óleo de soja no béquer 4 contendo água



**Procedimento 5** – Adicionar detergente de lavar loucas no quarto sistema formado por água e óleo

Todos os béqueres devem ser agitados com colheres de plástico após terem sido acrescentados os “reagentes”. No béquer 4, após a adição do óleo e a observação dos alunos de que a água e o óleo não se misturam deve-se adicionar também detergente de lavar louças.

Uma sugestão de roteiro é utilizar a ficha do procedimento experimental como forma de guiar o processo e controlar o tempo. É importante ter paciência com a execução do procedimento experimental, pois os alunos geralmente ficam eufóricos e demoram a realizar os procedimentos. Incentive os alunos a responder a ficha durante a execução dos procedimentos e se possível promova entre os grupos um debate de ideias durante a resolução de cada questão. Faça a mediação do processo, mas não opine nas conclusões dos alunos.

A respeito dos sistemas formados após todos os procedimentos terem sido realizados pelos grupos você poderá fazer os seguintes questionamentos:

**Quais sistemas são homogêneos? Quais são heterogêneos?  
Quais são soluções? Qual é uma suspensão? Há algum coloide?**

Os alunos apresentarão suas conclusões oralmente e por escrito na ficha para relatório de experimento.

O tempo previsto para a realização de todos os procedimentos experimentais e da resolução da ficha até a questão de número 4 é uma aula de 50 minutos. Se preferir é possível retirar a questão 5 da ficha experimental e utilizá-la somente na etapa da proposição do problema.

### **3.1.3 Proposição do problema**

Em relação ao quinto sistema (água, detergente e óleo), os alunos observaram que a adição do detergente fez com que o óleo e a água se misturassem. Nesse momento você deverá propor aos alunos o problema: Como o detergente conseguiu misturar água e óleo?

Promover um curto debate, oportunizando a palavra a cada um dos grupos para que um ou mais integrantes de cada grupo falem as suas conclusões e socializem com a turma. Tenha cuidado para não dar a resposta ao problema e nem favorecer o grupo que eventualmente esteja no caminho certo. Ouça os grupos e faça a mediação das falas dando tempo suficiente para que todos se expressem. Nesse momento é importante estimular os alunos a elaborarem e discutirem suas hipóteses sobre o fenômeno observado.

Feche o momento de debate e peça aos alunos para se sentarem em grupo e produzirem um texto com as conclusões do grupo a respeito da solubilização do detergente, água e óleo.

#### **3.1.4 Resolução do problema**

Os alunos reunidos em grupos de quatro integrantes apresentarão as suas hipóteses sobre a solubilização da água em óleo na presença no detergente. O esperado é que todos os grupos consigam perceber que essa solubilização ocorre devido à polaridade das moléculas e as interações intermoleculares. Relembrando que os conteúdos necessários para que os grupos cheguem a essa conclusão já foram explicados por você professor/a no momento da revisão inicial sugerida antes da aplicação da SEI. A situação de análise proposta apenas se configura em um exemplo de solubilidade possível de ser entendido diante dos conhecimentos que os alunos teoricamente deveriam ter diante dos estudos realizados.

Cada grupo produzirá um texto com a explicação do processo de solubilização de água, óleo e detergente. A produção do texto é a resolução da questão 5 do relatório de aula experimental (Apêndice 2).

O tempo previsto para a realização dessas duas últimas etapas (proposição e resolução do problema) também é de uma aula de 50 minutos. É também possível que você utilize duas aulas de 50 minutos caso perceba que seja necessário. Nesse caso ficaria uma aula para o debate e uma aula para a produção de texto a seu critério.

### 3.1.5 Sistematização coletiva do conhecimento

Esse é um momento muito importante da SEI, pois nele os alunos que ainda não compreenderam bem o assunto e não conseguiram solucionar satisfatoriamente o problema poderão finalmente entender por que ocorre a solubilização do óleo em água após ter sido acrescentado o detergente.

Sugere-se a exibição de um vídeo que mostre a ação dos detergentes para “remover a gordura”. O vídeo sugerido nessa SEI é exibido nas aulas de Química do Programa Telecurso 2000 (Telecurso 2000 – Aula 43– Química – Como o Detergente Tira a Gordura). Esse vídeo está disponível no *youtube* e pode ser baixado gratuitamente ou acessado *online*, caso a escola tenha internet disponível nas salas de aula.

Existem várias maneiras de dar continuidade à aula após a exibição do vídeo. Uma delas pode ser utilizar o próprio vídeo pausando e mostrando as imagens, explicando e sempre oportunizando para que os alunos questionem ou complementem as suas falas. Outra maneira pode ser um momento de aula dialogada que você poderá explicar o processo de solubilização aos alunos utilizando um texto escrito para sistematizar o conhecimento, ficando a seu critério elaborar o texto ou utilizar algum material de livros didáticos ou internet que tragam esse assunto. No final deste texto apresentamos algumas sugestões de livros didáticos contendo explicações e imagens. Outra sugestão é que você devolva a ficha de diagnóstico inicial para os alunos e utilize-a para mostrar as imagens da estrutura espacial das moléculas da água, do óleo e de detergente ou se preferir, use o projetor multimídia (*Datashow*) para exibir as imagens das três moléculas.

Independente da forma que você escolheu para dar continuidade a SEI é importante seguir uma certa organização. Fale sobre cada molécula ressaltando suas características peculiares, como os tipos de átomos presentes, ligação química entre os átomos, polaridade das ligações e da molécula, interações intermoleculares e solubilidade. Comece pela molécula da água e dê prosseguimento com a molécula de óleo e com a molécula de detergente, e por último, explique as interações intermoleculares que ocorrem entre as três juntas que justificam o processo de solubilização. O tempo previsto para a exibição do vídeo e o fechamento com a explicação é de uma aula de 50 minutos.

A seguir apresentamos um breve comentário sobre o processo de solubilização da água e do óleo na presença do detergente. Neste texto propomos uma sugestão de como explorar o tema com seus alunos após a exibição do vídeo. Você também poderá utilizá-lo como um texto de sistematização do conhecimento para entregar aos alunos, caso queira.

### 3.1.5.1 Sistematizando o conhecimento: o processo de Solubilização do óleo em Água na Presença de Detergente

Ao nos depararmos com o modelo da estrutura da molécula da água é possível perceber que ela possui um átomo de Oxigênio e dois de Hidrogênio. Essa molécula forma-se através de ligação covalente e isso significa que há um compartilhamento de pares de elétrons pelos dois átomos. Como o Oxigênio é mais eletronegativo do que o Hidrogênio, esse elemento irá atrair mais fortemente o par de elétrons criando uma região com densidade de carga negativa ( $\delta^-$ ) no átomo de oxigênio que fica com maior concentração de elétrons ao seu redor. Como os elétrons da ligação covalente estão mais longe dos átomos de Hidrogênio, este átomo fica com uma densidade de carga positiva ( $\delta^+$ ) ao seu redor. Desse modo dizemos que a ligação entre o Hidrogênio e o Oxigênio é *polar*, pois ocorre a formação de um polo positivo e um polo negativo nas extremidades da molécula (Figura 1).

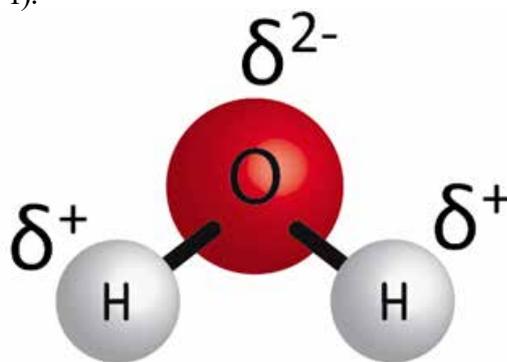
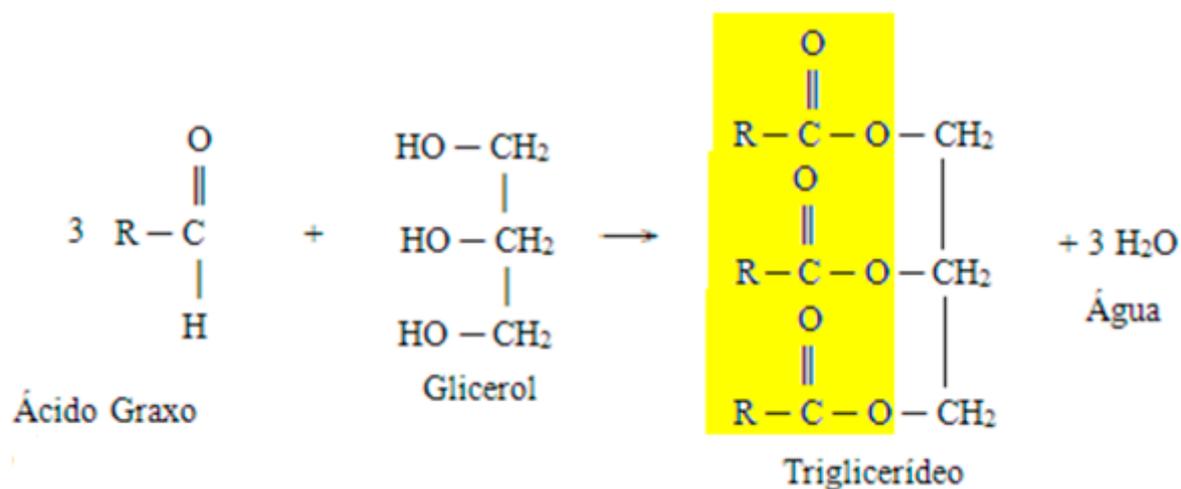


Figura 1 – Molécula da Água

Fonte: [alunosonline.uol.com.br](https://alunosonline.uol.com.br/quimica/tensao-superficial-agua.html). Disponível em: <https://alunosonline.uol.com.br/quimica/tensao-superficial-agua.html>. Acesso em março de 2018.

Quando duas moléculas ou mais moléculas de água se encontram elas se atraem mutuamente em seus polos opostos, ou seja, o átomo de Oxigênio de uma molécula de água atrai o átomo de Hidrogênio de outra molécula de água. Assim se forma uma espécie de “rede” entre as moléculas de água com todas interligadas mutuamente, fato que justifica várias propriedades da água, como a tensão superficial, por exemplo. A interação intermolecular que ocorre entre as moléculas de água é muito forte e chama-se *ligação de hidrogênio*, que é um tipo de dipolo permanente-dipolo permanente que ocorre entre moléculas polares. Como a molécula de água é polar, ela se solubiliza em outras substâncias que também são polares como ela.

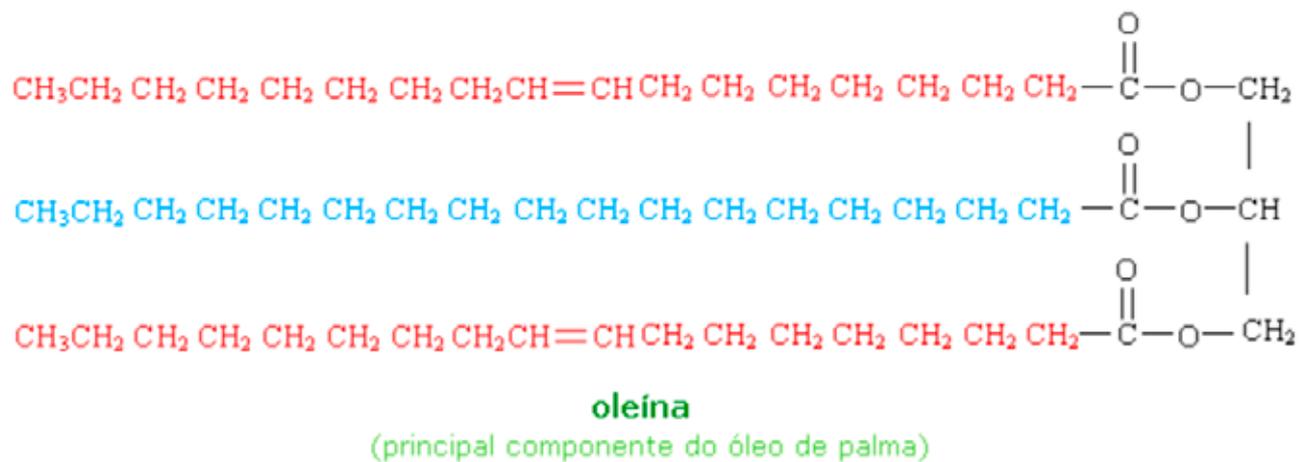
Os óleos, como o de soja utilizado no experimento, pertencem a um grupo de compostos chamado de *lipídeos*. O óleo de soja faz parte da classe dos lipídeos chamados de triglicerídeos, que são formados a partir de uma reação e esterificação entre uma molécula de glicerol (álcool) e três moléculas de ácidos graxos (ácidos carboxílicos com mais de onze carbonos) (Figura 2).



**Figura 2** – Reação de Esterificação

Fonte: mundoeducacao.bol.uol.com.br. Disponível em: <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/reacoes-esterificacao.htm>. Acesso em janeiro de 2020.

A molécula de oleína, extraída do óleo de palma, é um exemplo de triglicerídeo que foi utilizado na ficha de diagnóstico inicial dos alunos (Figura 3).



**Figura 3** – Molécula de Oleína

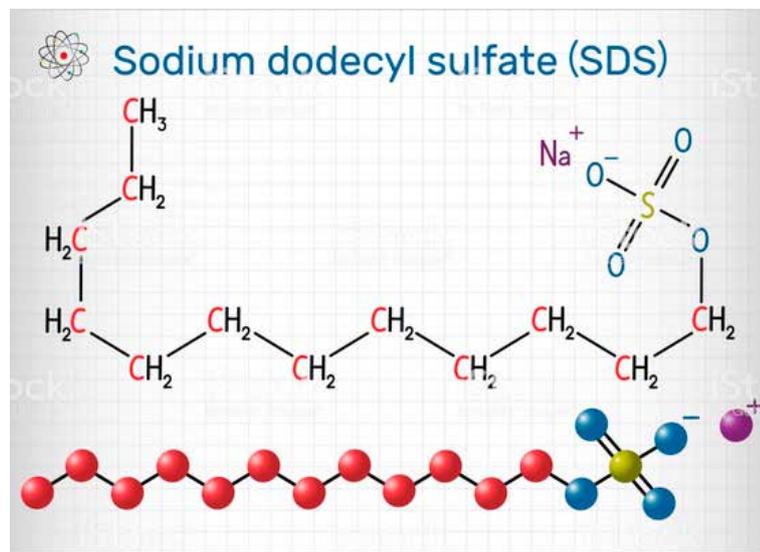
Fonte: fcfar.unesp.br. Disponível em: [http://www.fcfar.unesp.br/alimentos/bioquimica/introducao\\_lipidios/introducao\\_lipidios.htm](http://www.fcfar.unesp.br/alimentos/bioquimica/introducao_lipidios/introducao_lipidios.htm). Acesso em março de 2018.

Observando a figura da estrutura da oleína é possível perceber que ela possui um longo encadeamento de átomos de Carbono e Hidrogênio e alguns de oxigênios posicionados no lado direito formando o grupo funcional que caracteriza a função orgânica éster. Todos os átomos estão unidos através de ligações covalentes e a molécula é *apolar*, sendo que o tipo de interação intermolecular que ocorre entre essas moléculas é fraca e chama-se forças de *dispersão de London* ou *dipolo instantâneo– dipolo induzido*. As moléculas de óleo são apolares como a oleína e por isso todas elas se solubilizam em outras moléculas apolares.

Então, como a molécula de água é polar e a molécula de óleo é apolar uma não consegue se solubilizar na outra devido a essa diferença de polaridade. Na verdade, algumas moléculas de óleo conseguem se solubilizar na água, mas como essa quantidade é muito pequena, costuma-se afirmar que não há solubilidade de água

em óleo. O que impede a solubilização do óleo na água é o fato que as moléculas de água se atraem e formam agrupamentos ligados muito fortemente e as moléculas de óleo não conseguem separar duas moléculas de água e ficar entre elas, pois as forças de dispersão de London são muito mais fracas do que as ligações de hidrogênio.

As moléculas de detergente e outros sabões de maneira geral apresentam duas extremidades com características diferentes. Uma das extremidades é formada por um encadeamento de átomos de carbono e hidrogênio ligados através de ligações covalentes, sendo apolar. E a outra extremidade apresenta um grupo iônico, ou seja, formado por um conjunto de átomos que formam um íon composto que pode ser positivo (detergente catiônico) ou negativo (detergente aniônico). Essa extremidade é polar devido à presença desse grupo iônico. A seguir é apresentada uma molécula de detergente muito comum, o lauril-sulfato de sódio (Figura 4).

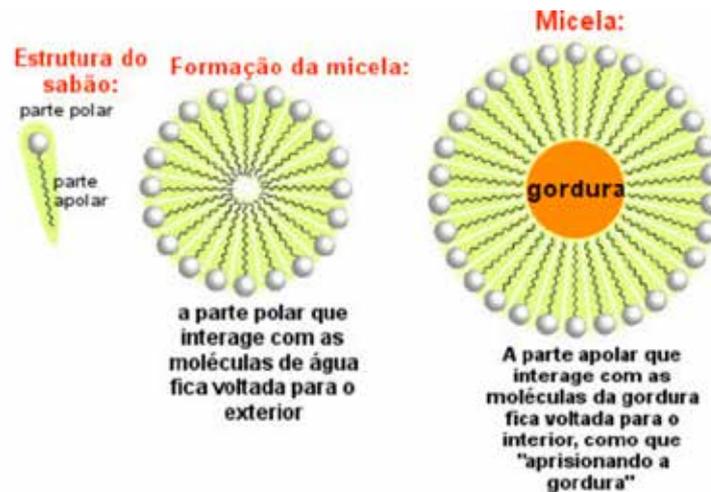


**Figura 4** – Lauril-sulfato de Sódio

Fonte: istockphoto.com/br Disponível em: <https://www.istockphoto.com/br/vetor/sulfato-do-dodecil-do-s%C3%B3dio-mol%C3%A9cula-do-lauril-sulfato-do-s%C3%B3dio-%C3%A9-um-surfactante-gm1156134528-314994370>. Acesso em janeiro de 2020.

Veja que a molécula do detergente lauril sulfato de sódio apresenta uma extremidade apolar constituída por somente Carbono e Hidrogênio (esquerda) e outra extremidade polar onde está o grupo iônico sulfato de sódio (direita). As molécula dos detergentes apresentam então um caráter anfifílico, pois tem a capacidade de interagir tanto com moléculas polares quanto com moléculas apolares.

É devido ao seu caráter anfifílico que os detergentes conseguem solubilizar as moléculas de óleo na água. A parte polar do detergente interage com a molécula de água que também é polar e a parte apolar do detergente interage com o óleo que também é apolar. Inicialmente, a molécula de detergente “quebra” a molécula de gordura em pedaços menores e “captura” esses pedaços formando uma estrutura chamada micela, apresentada na figura 5.



**Figura 5** – Formação de Micela

Fonte: escolakids.uol.com.br Disponível em: <https://escolakids.uol.com.br/ciencias/como-o-sabao-funciona.htm>. Acesso em janeiro de 2020.

A gordura fica cercada por várias moléculas de detergente que interagem com ela pela sua extremidade apolar. Enquanto a água interage com as micelas devido a extremidade polar do detergente ficar na região exterior da micela.

### **3.1.6 Sistematização individual do conhecimento**

Após assistirem o vídeo e chegarem as conclusões finais sobre o processo de solubilização de óleo em água com a utilização do detergente, os alunos deverão realizar uma produção de texto com desenhos representativos de cada etapa do processo: os desenhos de cada molécula e dos passos do experimento (Apêndice 3).

### **3.1.7 Contextualização social do conhecimento**

Na próxima aula, organize os alunos em grupos, e entregue a eles notícias previamente selecionadas que tratam dos problemas trazidos à população pela poluição das águas por meio do esgoto doméstico que contenha detergentes. Peça aos alunos que leiam e debatam as notícias e depois elaborem cartazes com fotografias dos rios poluídos de seu município ou de outros rios do Brasil e do mundo. Em seguida cada grupo socializará o seu cartaz com a turma e o assunto deverá ser novamente debatido para propor possíveis soluções. O tempo previsto para a realização das leituras/ debates em grupo, elaboração dos cartazes e apresentações para a turma toda será de 1 aula de 50 minutos ou 2 aulas de 50 minutos cada, a critério do professor.

### **3.1.8 Avaliação**

A avaliação ocorrerá de maneira global e contínua. Deverá ser observado o interesse e o desempenho dos alunos em cada etapa: o trabalho em grupo durante a execução dos experimentos, o relatório dos experimentos, a produção de texto com as conclusões sobre a solubilidade de água, óleo e detergente, o relatório do vídeo e a apresentação dos cartazes para a turma.

É muito importante que o professor/a corrija todo o material entregue pelos alunos e dê a devolutiva para eles de seu desempenho que poderá ser determinado de forma objetiva através de notas diferenciadas de acordo com os “valores” de cada etapa e os acertos ou erros de cada um individualmente. Outra opção poderá ser também um modelo de avaliação subjetiva com base no interesse geral da turma com atribuição de nota para todos os que participaram e tiveram um claro envolvimento em todas as etapas do processo.



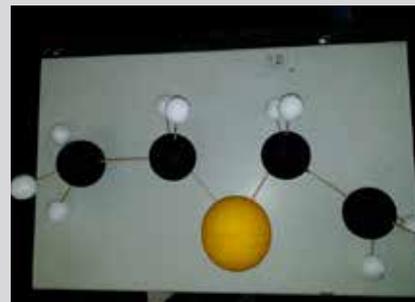
## 4 RECOMENDAÇÕES FINAIS

O trabalho em sala de aula com SEIs é muito interessante e desafiador tanto para os alunos quanto para o professor. Mas mesmo que haja entraves por causa de seu maior grau de complexidade em comparação com aulas expositivas comuns, você não deve deixar de executá-la pois os resultados são compensadores. Há uma melhora no interesse dos alunos de maneira geral pelo estudo da disciplina Química e em relação aos conceitos trabalhados, ocorrendo um melhor entendimento do assunto pela turma como um todo.

No entanto, apesar de todos os benefícios decorrentes do uso dessa SEI é necessário que haja uma grande dedicação tanto do professor/a quanto dos alunos durante a sua aplicação. Ela requer um comprometimento contínuo do professor/a em mediar o processo e incentivar os alunos a terem interesse em participar de cada etapa. O tempo de aplicação da SEI incluindo as aulas de revisão é de aproximadamente um bimestre letivo e por isso muitas vezes os alunos ficam desmotivados em estudar o mesmo assunto, pois na visão deles está ocorrendo uma repetição. Cabe ao professor/a explicar aos alunos o processo como um todo e estar sempre disponível para ouvi-los, esclarecendo o caminho que está sendo trilhado.

Antes de iniciar a aplicação da SEI, sugere-se uma conversa com os alunos para explicar que eles participarão de um conjunto de aulas investigativas nas quais eles terão de mobilizar seus conhecimentos para resolver “sozinhos” um problema proposto sobre o conteúdo, mas com a mediação do professor. Essa conversa inicial é importante para que os alunos entendam a proposta do ensino por investigação e possam ser engajados pelo professor/a desde o início no processo investigativo. Para evitar possíveis dificuldades é necessário uma postura dialógica como sugerido pelo educador Paulo Freire.

Quanto à equipe gestora da escola, deve-se tê-la como parceira. Faz-se necessário esclarecer a ela com antecedência que será realizado um conjunto de aulas em que você e seus alunos assumirão posturas diferenciadas das habituais. Explique tudo o que ocorrerá e se possível entregue um cronograma aos gestores das etapas da SEI. Peça os materiais necessários se possível no início do ano letivo e agende os espaços que usará na escola com antecedência.



# 5

## REFERÊNCIAS

CARVALHO, A. M. P. de. Um ensino fundamentado na estrutura da construção do conhecimento científico. **Scheme -Revista Eletrônica de Psicologia e Epistemologia Genética**. v. 9, Número Especial, p. 131-158. 2017.

\_\_\_\_\_. O ensino de Ciências e a proposição de Sequências de Ensino Investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. (Org); et al. **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, p. 129-152. 2013.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. 17e. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 3, n. 1, p. 8-9 jun., 2001.

SPERANDIO, M. R. da C.; ROSSIERI, R. A.; ROCHA, Z. F. D.; GOYA, A. O Ensino de Ciências por Investigação no processo de Alfabetização e letramento de alunos dos anos iniciais do Ensino Fundamental. **Experiências em Ensino de Ciências** v.12, n.4, p. 1-17. 2017.





# APÊNDICES

## APÊNDICE 1

<b>Dispersões, Polaridade e solubilidade</b>	<b>ENSINO MÉDIO</b>	<b>Colégio:</b>	
<b>Local:</b>	<b>Data:</b> /	<b>Série: 2<sup>a</sup></b>	<b>Turma:</b>
<b>Disciplina: Química</b>		<b>Professor(a): Emília Paulino</b>	
<b>Alunos(as):</b>			<b>Nº</b>

1) Conceitue as dispersões a seguir utilizando os critérios relacionados às partículas dispersas: tamanho, filtração, sedimentação, visibilidade com ou sem o uso de instrumentos ópticos:

a) Suspensão:

\_\_\_\_\_

b) Dispersão coloidal:

\_\_\_\_\_

b) Solução Verdadeira:

\_\_\_\_\_

2) Em relação ao aspecto visível da dispersão a olho nu (sem uso de nenhum tipo de microscópio), classifique em homogêneo ou heterogêneo:

a) Dispersão coloidal \_\_\_\_\_

b) suspensão \_\_\_\_\_

c) Solução verdadeira \_\_\_\_\_

3) Quanto as soluções verdadeiras, explique o que é:

a) Coeficiente de solubilidade:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

b) Solução insaturada

---

---

c) Solução saturada

---

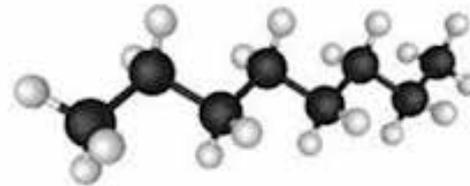
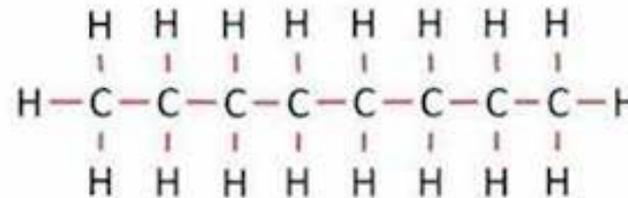
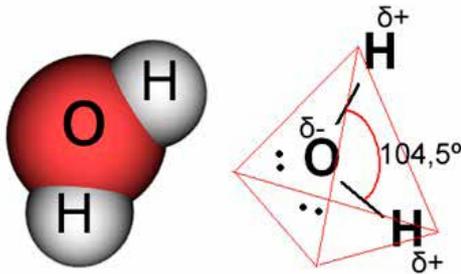
---

d) Solução saturada com corpo de fundo

---

---

4) Explique porque não ocorre solubilização de gasolina ( $C_8H_{18}$ ) na água de acordo com as características moleculares dessas substâncias (não esqueça de comentar sobre a polaridade das moléculas e as interações intermoleculares):



---

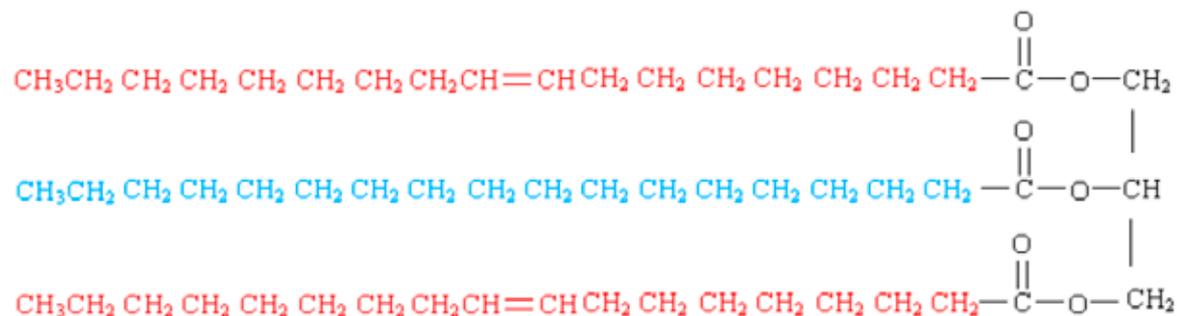
---

---

---



- 6) Observe a seguir a molécula de óleo de palma (produzido a partir do fruto da palmeira conhecida como dendezeiro, originária do oeste da África) e compare-a com a molécula de gasolina ( na questão 4), depois responda:



**OLEÍNA**  
(principal componente do óleo de palma)

- a) Na sua opinião, qual a semelhança entre a molécula de gasolina e a molécula de óleo de palma em relação à polaridade e as interações intermoleculares?

---

---

- b) Que tipo de interação intermolecular ocorre entre as moléculas que possuem longas cadeias com muitos átomos de carbono e hidrogênio? Por quê?

---

---

- c) A molécula de água é polar ou apolar? Por quê?

---

---

- d) Que tipo de interação intermolecular ocorre entre as moléculas de água? Explique:

---

---



## APÊNDICE 2

<b>Relatório de Aula Experimental: Dispersões, Polaridade e solubilidade</b>	<b>ENSINO MÉDIO</b>	<b>Colégio:</b>	
<b>Local:</b>	<b>Data:</b> /	<b>Série: 2<sup>a</sup></b>	<b>Turma:</b>
<b>Disciplina: Química</b>		<b>Professor(a): Emília Paulino</b>	
<b>Alunos(as):</b>		Nº	
		Nº	
		Nº	
		Nº	

- O trabalho será realizado em grupos de quatro pessoas.
- Respondam todas as questões de acordo com as observações que vocês fizeram na Aula Experimental de Química.

1) Quais materiais foram utilizados?

---

---

---

---

2) O que é solvente? Qual material foi usado como solvente?

---

---

---

---

3) O que é soluto? Quais materiais foram usados como solutos?

---

---

---









**O** material didático apresentado procura articular o ensino de Química, as contribuições da Pedagogia Libertadora de Paulo Freire e o Ensino por Investigação. Para colocar em prática em sala de aula a abordagem metodológica construída por meio dessa combinação optamos pelo uso de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI).

