

PRODUTO EDUCACIONAL

**Unidade de Ensino Potencialmente Significativa
(UEPS) para o ensino de solubilidade de
compostos orgânicos**

Taciana Vendruscolo

Alana Neto Zoch

Passo Fundo

2017

APRESENTAÇÃO

Este trabalho descreve o Produto Educacional desenvolvido para a dissertação de mestrado intitulada “Limites e possibilidades de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) para o ensino de propriedades físicas de compostos orgânicos”, defendida dentro do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM) da Universidade de Passo Fundo (UPF).

O produto educacional citado se refere a uma **sequência didática**, estruturada como uma UEPS, para o ensino de propriedades físicas de compostos orgânicos. Aqui se encontra a descrição de cada atividade proposta, bem como seus objetivos pedagógicos. Na introdução desse trabalho são indicadas as principais estratégias de ensino empregadas nas atividades, a teoria de aprendizagem que embasou essa sequência didática e a descrição de cada passo proposto para a elaboração de uma UEPS.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Resumo dos passos para o desenvolvimento das atividades da UEPS.....	7
Quadro 2 – Desenho de tubos de ensaio para representar os resultados da atividade 3.	11
Quadro 3 – Dados obtidos para a atividade 4.....	12
Quadro 4 – Questões propostas para discussão da Nova Situação-problema	15
Quadro 5 – Testes para a atividade 5.	15
Quadro 6 – Questões propostas para discussão do Texto 3.	17
Quadro 7 – Atividade do trabalho integrador final.....	18

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Sequência para realização da atividade experimental 1.....	9
Figura 2 – Sequência para realização da atividade experimental 2.....	10
Figura 3 – Sequência para realização da atividade experimental 3.....	11
Figura 4 – Sequência para realização da atividade experimental 4.....	12
Figura 5 – Exemplo de slide utilizado para rever o conteúdo polaridade com os estudantes. ...	13
Figura 6 – Exemplo de slide utilizado para rever o conteúdo polaridade com os estudantes. ...	14
Figura 7 – Sequência para realização da atividade experimental 5.....	15

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	5
2	QUADRO RESUMO DA PROPOSTA DAS ATIVIDADES A SEREM DESENVOLVIDAS COM OS ESTUDANTES	7
3	PASSOS DE DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES – UEPS	8
3.1	Situação inicial	8
3.2	Situação-problema 1	8
3.3	Exposição dialogada (aprofundamento)	13
3.4	Nova Situação-problema.....	14
3.5	Avaliação somativa individual.....	16
3.6	Aula expositiva dialogada integradora final	16
3.7	Avaliação da aprendizagem.....	18
3.8	Avaliação da UEPS	18
	REFERÊNCIAS.....	20
	APÊNDICE A - Avaliação diagnóstica	21
	APÊNDICE B - Atividades de sistematização	22
	APÊNDICE C - Avaliação somativa individual - Etapa I	24
	APÊNDICE D - Avaliação somativa individual - Etapa II.....	27
	APÊNDICE E - Esquema geral da UEPS	28
	ANEXO A - Leitura de texto 1 - Texto para problematização no passo da Situação inicial	30
	ANEXO B - Leitura de texto 2 - Texto para problematização no passo <i>Nova Situação Problema</i>	32
	ANEXO C - Leitura de texto 3 - Texto para problematização no passo <i>Aula expositiva dialogada integradora final</i>	33
	ANEXO D - Leitura de texto 4 - “A produção de biodiesel cresce 15% no Brasil em 2015”	36
	ANEXO E - Leitura de texto 5 - “Produção de Biodiesel por Transesterificação do Óleo de Soja com Misturas de Metanol-Etanol”.....	37

1 INTRODUÇÃO

Esta intervenção didática tem por objetivo propor a utilização de diferentes estratégias de ensino para abordar as propriedades físicas de compostos orgânicos. A proposta abarca a realização de atividades experimentais, bem como a utilização de textos de cunho científico e simulação computacional. Todas essas envolvem, principalmente, a solubilidade, mas, outras propriedades (densidade, temperatura de ebulição e fusão) aparecem ao longo do desenvolvimento das estratégias citadas, com o propósito de trabalhá-las de forma integrada.

O suporte teórico para a elaboração desse produto educacional foi a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel (MOREIRA, 2011a), a qual é uma teoria cognitivista e construtivista sobre o processo de aquisição do conhecimento.

A sequência foi construída na forma de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), a qual é uma sequência de ensino fundamentada teoricamente na TAS, voltada para a aprendizagem significativa, não mecânica, que pode estimular a pesquisa aplicada em ensino, aquela voltada diretamente à sala de aula (MOREIRA, 2011b).

Para a construção de uma UEPS, Moreira (2011b) sugere os seguintes passos:

1. *Situação inicial*: onde devem ser desenvolvidas atividades que tenham como objetivo identificar os conhecimentos prévios dos estudantes.
2. *Situações-problema*: nesse passo sugere-se criar situações para possibilitar a introdução do conhecimento que se esperar ensinar. Elas podem ser feitas utilizando vídeos, simulações computacionais, problemas, etc.
3. *Exposição dialogada* (aprofundamento): etapa em que o conteúdo propriamente dito é desenvolvido.
4. *Nova situação-problema*: aqui, a situação inicial será ampliada em nível mais alto de complexidade.
5. *Avaliação somativa individual*: para essa atividade sugere-se propor questões/situações que impliquem compreensão e evidência de apropriação de significado. Dessa maneira, essa avaliação pode constituir-se de realização de atividades de sistematização individuais pelos estudantes, como por exemplo, exercícios, construção de cartazes, atividades em duplas ou em grupos, leituras de textos de apoio.
6. *Aula expositiva dialogada integradora final*: pode ser feita por exposição oral, uso de mídias, de textos; a função é retomar as características mais importantes do conteúdo trabalhado, fazendo a reconciliação integrativa destes.

7. *Avaliação da aprendizagem na UEPS*: deve ser feita ao longo da implementação, registrando evidências de aprendizagem durante as atividades, além disso, a avaliação somativa individual também deve ser considerada. Aliando todos os instrumentos utilizados para identificar indícios de aprendizagem.
8. *Avaliação da UEPS*: etapa em que o professor avaliará a intervenção didática em função dos resultados de aprendizagem apresentado pelos estudantes, reformulando-a quando necessário. Também pode ser feita pelos estudantes.

Esses passos foram seguidos para a realização dessa UEPS. Como citado anteriormente, sugere-se como estratégias a serem desenvolvidas dentro da UEPS, a experimentação, a leitura de textos e a simulação computacional. Conforme Galiazzzi e Gonçalves (2004) deve-se argumentar em favor de atividades experimentais como um dos instrumentos do discurso das Ciências, e como tal, a ser incluído no ambiente de sala de aula, a fim de permitir a enculturação de alunos e professores nesse discurso.

Este produto educacional foi organizado iniciando-se com esta breve introdução, e, logo após, a UEPS propriamente dita, para o ensino de propriedades físicas dos compostos orgânicos.

2 QUADRO RESUMO DA PROPOSTA DAS ATIVIDADES A SEREM DESENVOLVIDAS COM OS ESTUDANTES

No Quadro 1 está delineado o resumo das atividades propostas na UEPS para tratar das propriedades físicas dos compostos orgânicos. A mesma está sistematizada de acordo com os passos sugeridos por Moreira, indicados anteriormente.

Quadro 1 – Resumo dos passos para o desenvolvimento das atividades da UEPS.

Passos – UEPS	Etapas	Duração*
Situação inicial	Avaliação diagnóstica (Apêndice A)	02
Situação-problema 1	Leitura de texto 1 (Anexo A) Atividades Experimentais (Atividades 1 - 4, no produto educacional). Utilização de simulador computacional sobre solubilidade (dentro da atividade 1)	03
Exposição dialogada (aprofundamento)	Sistematização dos conhecimentos (slides do conteúdo)	02
Nova Situação-problema	1 ^a etapa: Leitura de texto 2 (Anexo B) 2 ^a etapa: Atividade Experimental (Atividade 5, no produto educacional) 3 ^a etapa: Sistematização dos conhecimentos 4 ^a etapa: Atividades de sistematização (Apêndice B)	08
Avaliação somativa individual	Etapa I Avaliação do trimestre escolar (Apêndice C) Etapa II Avaliação relacionada às estratégias de ensino (Apêndice D)	03
Aula expositiva dialogada integradora final	Documentário “O futuro dos carros – novos combustíveis” Leitura de textos 3, 4 e 5 (Anexo C, D e E) Energias - Petróleo - Biodiesel (integração do conteúdo)	06
Avaliação da aprendizagem	Elaboração de trabalho e apresentação em Seminário	02
Avaliação da UEPS	Análise dos dados obtidos em cada etapa anterior (avaliações, registros de aula)	-

* Cada período equivalente a 50 min.

Fonte: Adaptado de Da Ronch, Zoch e Locatelli (2015).

3 PASSOS DE DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES – UEPS

A seguir, serão descritos os passos seguidos para desenvolver as atividades propostas aos alunos com o propósito de oportunizar aprendizagem significativa.

3.1 Situação inicial

O passo da situação inicial diz respeito ao levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes, o qual destaca-se devido a sua importância, pois, é a partir destas que o docente poderá iniciar seu trabalho e desenvolvê-lo com real significado para uma aprendizagem satisfatória.

Objetivo

Identificar os conhecimentos prévios dos estudantes em relação aos assuntos que serão abordados na UEPS.

Metodologia

Nesta parte se diagnosticará os conhecimentos prévios a respeito dos conteúdos a serem trabalhados na UEPS, polaridade, interações intermoleculares e algumas propriedades físicas (Apêndice A).

3.2 Situação-problema 1

Objetivo

Introduzir o conteúdo por meio de um texto e uma sequência de atividades experimentais. O texto tem a finalidade de instigar os estudantes a buscar compreender os conceitos de polaridade, interações intermoleculares e solubilidade.

Metodologia

a) Leitura de texto (1) - A fim de introduzir o conteúdo de forma contextualizada, sugere-se ler, em aula, um texto adaptado do artigo *Influência do etanol na solubilidade de hidrocarbonetos totais de petróleo o em aquíferos contaminados por óleo diesel*¹ (Anexo A),

¹ Disponível em: <<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/download/22741/14931>>.

após, se iniciar um questionamento ao grupo sobre solubilidade. No texto também há alusão sobre a propriedade física da densidade, desta forma, pode-se também explorá-la.

b) Atividades Experimentais (Atividades 1- 4)

- **Atividade 1** - Utilização de simulador computacional sobre solubilidade² a fim de demonstrar a solubilidade do cloreto de sódio (NaCl) em água e as interações que ocorrem entre solvente-solvente, soluto-soluto e soluto-solvente. Solicitar aos estudantes completar a atividade indicada na Figura 1.

Figura 1 – Sequência para realização da atividade experimental 1.

ATIVIDADE 1: Solubilidade I											
1 - Questionamento:											
<i>De que forma ocorre a solubilidade do NaCl (cloreto de sódio ou sal de cozinha) em água?</i>											
2 - Utilização de simulador computacional:											
Disponível em: < https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/sugar-and-salt-solutions >.											
	Observações:										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="background-color: #cccccc; text-align: center;">Solvente-Solvente</th> <th style="background-color: #cccccc; text-align: center;">Sólido-Sólido</th> <th style="background-color: #cccccc; text-align: center;">Sólido-Solvente</th> </tr> <tr> <td style="height: 40px;"></td> <td style="height: 40px;"></td> <td style="height: 40px;"></td> </tr> <tr> <td style="height: 40px;"></td> <td style="height: 40px;"></td> <td style="height: 40px;"></td> </tr> </table>			Solvente-Solvente	Sólido-Sólido	Sólido-Solvente						
Solvente-Solvente	Sólido-Sólido	Sólido-Solvente									
3 - Representando as interações ocorridas:											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="background-color: #cccccc; text-align: center;">Solvente-Solvente</th> <th style="background-color: #cccccc; text-align: center;">Sólido-Sólido</th> <th style="background-color: #cccccc; text-align: center;">Sólido-Solvente</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="height: 40px;"></td> <td style="height: 40px;"></td> <td style="height: 40px;"></td> </tr> <tr> <td style="height: 40px;"></td> <td style="height: 40px;"></td> <td style="height: 40px;"></td> </tr> </tbody> </table>			Solvente-Solvente	Sólido-Sólido	Sólido-Solvente						
Solvente-Solvente	Sólido-Sólido	Sólido-Solvente									

Fonte: As autoras (2017).

As atividades seguintes (2 a 4) devem ser realizadas no laboratório. A sequência sugerida para o desenvolvimento dessa etapa é a seguinte: 1º) problematização, com o objetivo de permitir que os estudantes manifestem suas ideias a respeito do assunto, 2º) realização do experimento e 3º) preenchimento de relatório, com o objetivo de sistematizar o conhecimento.

² Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/sugar-and-salt-solutions>.

- **Atividade 2** – Esta etapa tem o intuito de demonstrar aos estudantes que as interações intermoleculares influenciam na solubilidade dos compostos orgânicos. A atividade experimental proposta, poderá ser realizada pelos estudantes, divididos em grupos (Figura 2).

Figura 2 – Sequência para realização da atividade experimental 2.

ATIVIDADE 2: Solubilidade II

1 - Questionamento:
A solubilidade das substâncias orgânicas em água é devida, basicamente, a que fator?

2 - Procedimento Experimental: (BESSLER; NEDER, 2004).

1^a etapa	2^a etapa
1. Colocar 1,0 mL de água em um tubo de ensaio pequeno e 2,0 mL de acetona. 2. Verificar a solubilidade. Anotar.	3. Acrescentar cloreto de sódio (aproximadamente uma espátula cheia). 4. Verificar o sistema. Anotar.
	
Observações:	Observações:

3 - Representando as interações ocorridas na 1^a etapa:

Solvente-Solvente	Soluto-Soluto	Solvente-Soluto

E na 2^a etapa, que interações se estabeleceram? (Represente)

Fonte: As autoras (2017).

- **Atividade 3** – A terceira atividade experimental (Figura 3) tem o intuito de determinar a solubilidade de vários compostos orgânicos pertencentes a diferentes funções orgânicas. Com isso, se pretende sistematizar as condições necessárias para um composto orgânico apresentar solubilidade em água. Durante a realização desta atividade experimental o professor poderá aproveitar e discutir com os estudantes o conceito de densidade enquanto propriedade física dos compostos orgânicos.

Figura 3 – Sequência para realização da atividade experimental 3.

ATIVIDADE 3: Solubilidade III (adaptado de BESSLER e NEDER, 2004)

1 - Questionamento:

Substâncias pertencentes a diferentes funções orgânicas podem interagir com a água?

2 - Procedimento Experimental:

1. Colocar 7 (sete) tubos de ensaio na estante de tubos e numerá-los.
2. Introduzir 1,0 mL de água destilada em cada tubo.
3. No tubo 1 colocar uma ponta de espátula de acetato de sódio, agitar e verificar a solubilidade. Anotar no quadro 2 o aspecto final do sistema.
4. No tubo 2 introduzir 1,0 mL de etanol, agitar e verificar a solubilidade. Anotar.
5. Proceder como no item 4, mas, usando outras substâncias orgânicas como: acetato de etila, hexano, ácido acético, ácido oleico e óleo de cozinha (óleo de soja).

Quadro 2 – Desenho de tubos de ensaio para representar os resultados da atividade 3.

						
Tubo 1	Tubo 2	Tubo 3	Tubo 4	Tubo 5	Tubo 6	Tubo 7

Fonte: Os autores.

3 - Discutindo os resultados:

Fonte: As autoras (2017).

- **Atividade 4** – A fim de observar a solubilidade dos álcoois de diferentes massas molares em água e hexano se fará a quarta atividade experimental (Figura 4). Nesta, os estudantes poderão identificar que quanto menor for a cadeia carbônica do álcool maior facilidade de se solubilizar em água terá e com o hexano será o contrário.

Figura 4 – Sequência para realização da atividade experimental 4.

ATIVIDADE 4: Verificação da solubilidade de diferentes álcoois (adaptado de Bessler e Neder, 2004).

1 - Questionamento:

Na atividade anterior verificamos a solubilidade do etanol em água. Analise quais fatores contribuem ou afetam a solubilidade dos diferentes álcoois em água e em hexano?

2 - Procedimento Experimental:

1. Separar dois tubos de ensaios e introduzir 1,0 mL da água destilada em cada um.
2. No 1º tubo acrescentar, gota a gota, o propan-2-ol ou isopropanol até completar 1,0 mL.
3. Anotar o resultado quanto a solubilidade no quadro 3.
4. No 2º tubo acrescentar, gota a gota, o *n*-butanol até completar 1,0 mL.
5. Anotar o resultado quanto a solubilidade no quadro 4.
6. Pelos resultados preveja a solubilidade do metanol e do *n*-pentanol em água. A do etanol, rever o resultado na atividade 3.
7. Separar dois tubos de ensaios e introduzir 1,0 mL de hexano no lugar da água. Testar a solubilidade do metanol e do etanol no hexano. Anotar no quadro 3. Prever para os álcoois de cadeia maior.

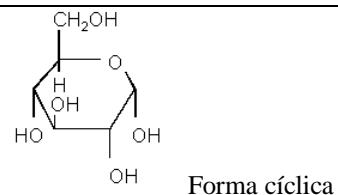
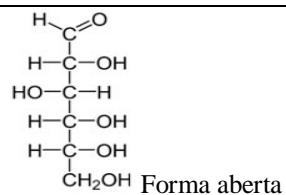
3 – Discutindo os resultados:

Quadro 3 – Dados obtidos para a atividade 4.

Álcool		Metanol	Etanol	Propan-2-ol	Butan-1-ol	Pentan-1-ol
Fórmula Estrutural						
Resultados	Água					
	Hexano					

Fonte: Os autores.

Pergunta: A glicose é um carboidrato que apresenta a fórmula estrutura a seguir. Como se pode verificar, ela tem uma cadeia de seis carbonos. Você acha que ela será solúvel ou insolúvel em água? E no hexano? Justifique.



Fonte: As autoras (2017).

3.3 Exposição dialogada (aprofundamento)

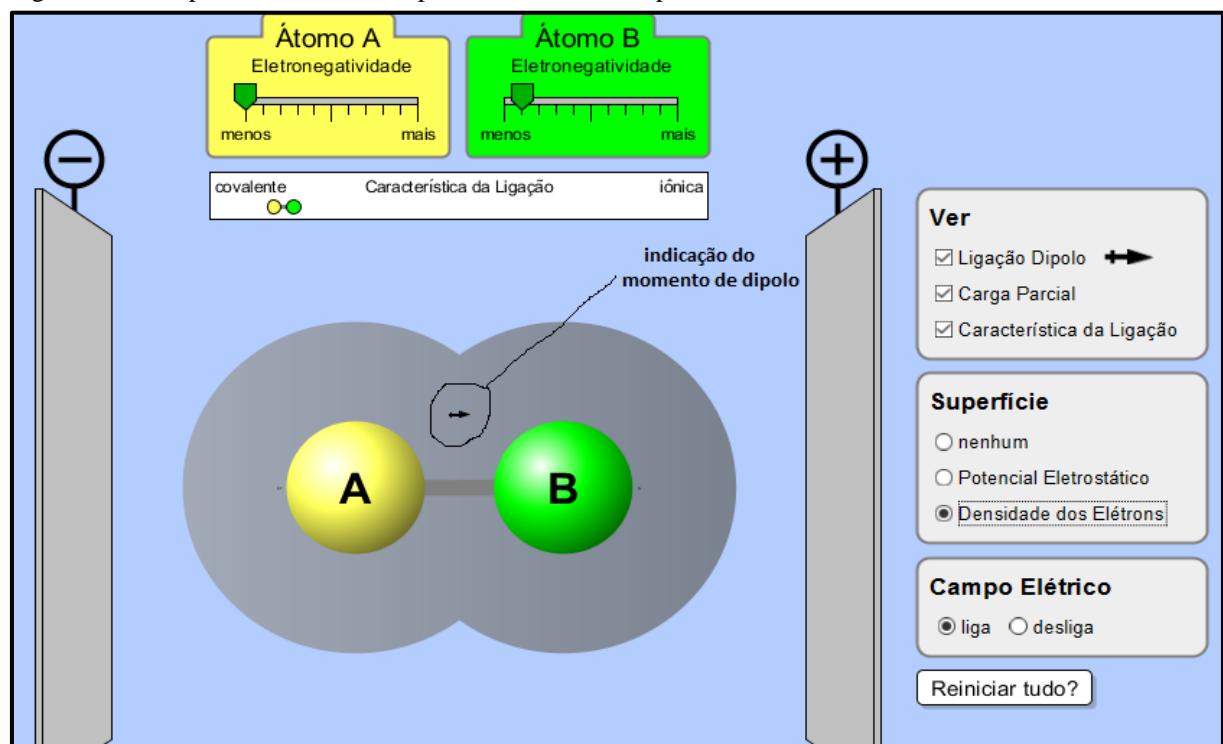
Objetivo

Desenvolver os conceitos (polaridade, interações intermoleculares e solubilidade) envolvidos nas etapas anteriores, integrando os conhecimentos.

Metodologia

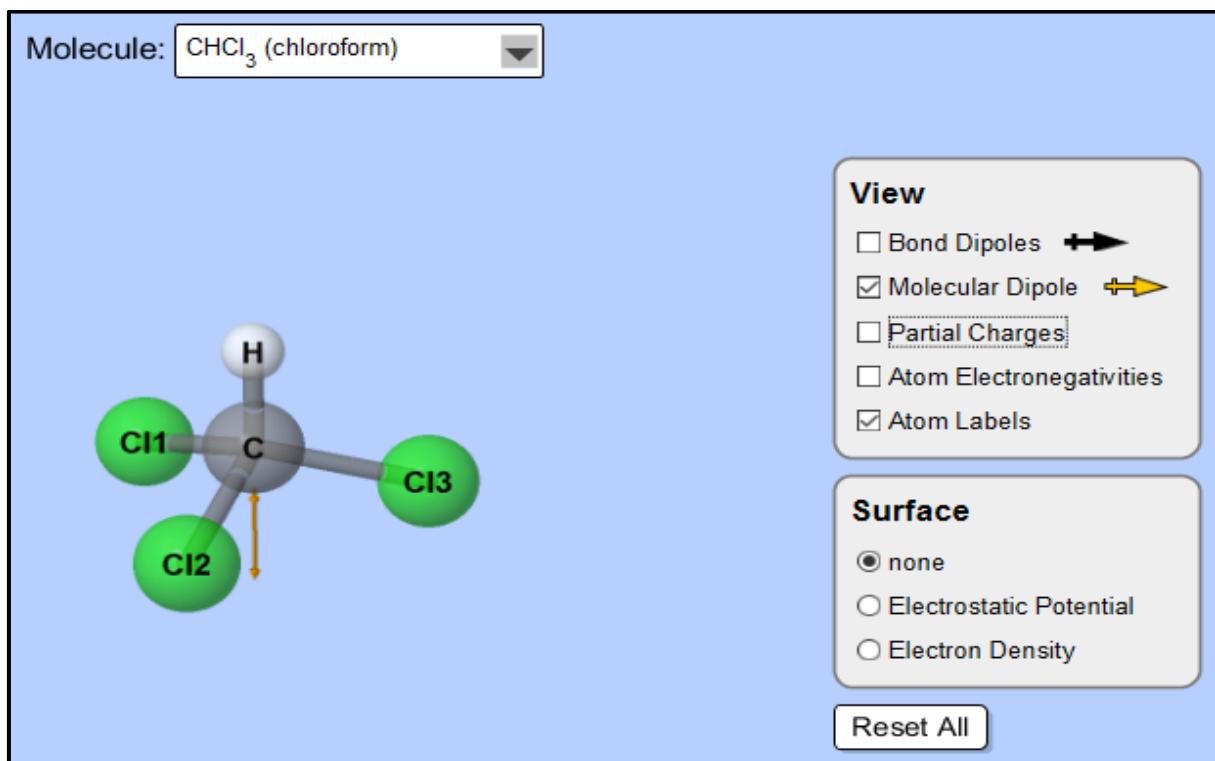
Este momento será um dos mais complexos da UEPS, onde se deve abordar os conceitos que foram trabalhados nas atividades anteriores (leitura do texto e atividades experimentais). Para se atingir um melhor entendimento e assimilação do conteúdo de solubilidade, retomar os conceitos de polaridade e interações intermoleculares que são discutidos no 1º ano do Ensino Médio, é de extrema relevância para o entendimento de solubilidade. O conteúdo pode ser trabalhado com o auxílio de slides para retroprojetor: para polaridade e modelos atômicos sugere-se usar imagens disponíveis em <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/molecule-polarity> (alguns exemplos dessas imagens que o simulador proporciona estão indicados nas Figuras 5 e 6); para interações intermoleculares e solubilidade usar slides com o conteúdo retirado de textos didáticos envolvendo os conceitos de interesse.

Figura 5 – Exemplo de slide utilizado para rever o conteúdo polaridade com os estudantes.



Fonte: Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/molecule-polarity>.

Figura 6 – Exemplo de slide utilizado para rever o conteúdo polaridade com os estudantes.



Fonte: Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/molecule-polarity>.

3.4 Nova Situação-problema

Objetivo

Demonstrar que alguns compostos orgânicos sofrem alteração em sua solubilidade em água devido a outros fatores, como temperatura.

Metodologia

A fim de facilitar a compreensão das atividades que serão realizadas neste momento, este foi dividido em etapas:

- **1^a etapa:** Leitura de texto (2) – Com o objetivo de problematizar o assunto da alteração de solubilidade devido à mudança da temperatura se fará a leitura do texto adaptado do artigo *Deposição de parafinas em dutos submarinos de petróleo*³ (Anexo 2). Após a leitura individual o professor iniciará uma pequena discussão com o grupo sobre o assunto do texto:

³ Disponível em: <http://www.nupeg.ufrn.br/documentos_finais/dissertacoes_de_mestrado/wellington.pdf>.

Quadro 4 – Questões propostas para discussão da Nova Situação-problema

QUESTÕES PROPOSTAS PARA DISCUSSÃO

- Conforme o texto, o que acontece com a parafina quando há alteração de temperatura?
 - Qual é o problema provocado por esta alteração?

Fonte: As autoras (2017).

- **2^a etapa:** Atividade Experimental (Atividade 5) – Com o objetivo de demonstrar que alguns compostos orgânicos ao serem aquecidos se dissolvem e outros não, se propõe o experimento indicado na Figura 7.

Figura 7 – Sequência para realização da atividade experimental 5.

ATIVIDADE 5: Influência da temperatura na solubilidade

1 - Questionamento:

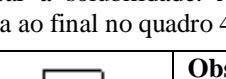
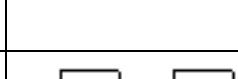
Considerando as atividades experimentais anteriores o que você espera em relação à solubilidade das substâncias a seguir, em água?

Naftaleno

Ácido benzoico

2 - Procedimento Experimental:

Quadro 5 – Testes para a atividade 5.

1 ^a etapa	2 ^a etapa
<p>1) Colocar 2,0 mL de água a temperatura ambiente em dois tubos de ensaio.</p> <p>2) No tubo 1 adicionar uma ponta de espátula de naftaleno e no tubo 2, ácido benzóico.</p> <p>3) Verificar a solubilidade. Anotar o aspecto do sistema ao final no quadro 4.</p>	<p>4) Aquecer cada sistema no bico de Bunsen, agitando sempre.</p> <p>5) Verificar a solubilidade de cada um. Anotar o aspecto do sistema ao final.</p>
 1.....2	Observações:  1 2

Fonte: As autoras (2017).

3 - Pesquisar a temperatura de fusão de cada soluto utilizado no experimento.

Naftaleno:

Ácido benzoico:

Fonte: As autoras (2017).

- **3^a etapa:** Sistematização dos conhecimentos – Para finalizar a discussão sobre esse fator que influencia na solubilidade é importante apresentar aos estudantes tabelas e esquemas indicando como variam as temperaturas de fusão e ebulição dos compostos orgânicos explicando suas diferenças em relação à massa molar, tipo de cadeia (normal ou ramificada) e tipo de interações intermoleculares estabelecidas.
- **4^a etapa:** Atividades de sistematização – Com o objetivo de proporcionar uma melhor assimilação dos conceitos até então explorados, é interessante organizar momentos para atividades de sistematização, sugere-se uma seleção de questões (Apêndice B) para o estudante resolver individualmente, de maneira a identificar suas dúvidas. Após, elas devem ser corrigidas, no quadro, pelo professor, proporcionando momentos de diálogo e esclarecimento de dúvidas.

3.5 Avaliação somativa individual

Objetivo

Identificar indícios de aprendizagem significativa por meio da realização das atividades planejadas sobre o assunto.

Metodologia

A avaliação somativa individual será executada em duas etapas:

- **Etapa I** (avaliação do trimestre escolar) – Deverá ser realizada individualmente, com questões sobre os conceitos abordados durante a UEPS: polaridade, interações intermoleculares e propriedades físicas dos compostos orgânicos, esta avaliação será executada após o término do conteúdo a ser abordado pela UEPS (Apêndice C).
- **Etapa II** – Também deverá ser realizada individualmente, abrangendo basicamente a opinião dos estudantes em relação às estratégias de ensino utilizadas durante a realização da UEPS (Apêndice D).

3.6 Aula expositiva dialogada integradora final

Objetivo

Integrar os conceitos trabalhados durante a UEPS, propriedades físicas dos compostos orgânicos, com a aplicação na indústria de combustíveis (petróleo e biodiesel, especificamente).

Metodologia

Iniciar com uma atividade colaborativa com o objetivo de revisar os conteúdos até então explorados. Os estudantes que apresentarem melhor aprendizagem, segundo as observações do professor, serão os líderes de cada grupo e ajudarão os demais a resolverem atividades de sistematização na forma de exercícios. Isso para facilitar a associação dos conceitos com o novo assunto a ser trabalhado.

Posteriormente, abordar o assunto “Petróleo e suas implicações atuais” fazendo uma problematização por meio da apresentação de um trecho do documentário (doze minutos iniciais) “O futuro dos carros – novos combustíveis” da *Discovery Chanel*⁴, o qual retrata a atual situação mundial sobre a geração de energia e propõem algumas sugestões sobre o assunto para o futuro. Após os estudantes assistirem o trecho do documentário o professor pode instigá-los a relatarem suas ideias sobre o assunto.

Também com o objetivo de problematizar o assunto sugere-se a leitura de um texto (Texto 3) adaptado do artigo *Petróleo: energia do presente, matéria-prima do futuro?*⁵ (Anexo C), e a discussão desse artigo tomando por base as questões do Quadro 6.

Quadro 6 – Questões propostas para discussão do Texto 3.

QUESTÕES PROPOSTAS PARA DISCUSSÃO

- Como eram usados os derivados do petróleo no séc. XIX? O que era descartado dos mesmos?
- Como indica o texto, o petróleo está com os dias contados. O que é proposto pelo autor para otimizar o seu uso?
- Qual é a sua opinião a respeito deste assunto?

Fonte: As autoras (2017).

Após, pode-se utilizar slides com o objetivo de finalizar e aprofundar o conteúdo Petróleo, abordando os itens: Características gerais, formação, exploração, refino, propriedades físicas e químicas, e também usar o livro didático *Ser protagonista: Química, 3º ano do Ensino Médio* – p. 66 – 69 (ANTUNES, 2013).

Para entrar no assunto do biodiesel sugere-se enfatizar a história, a composição, a reação de transesterificação e as propriedades físicas e químicas, além de fazer a leitura de dois textos (4 e 5): “A produção de biodiesel cresce 15% no Brasil em 2015, aponta Abiove”⁶ (Anexo D) e um adaptado do artigo “Produção de biodiesel por transesterificação do óleo de

⁴ Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=M5wor9c3OsM>>.

⁵ Nascimento e Moro (2011).

⁶ Disponível em: <<http://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2016/02/producao-de-biodiesel-cresce-15-no-brasil-em-2015-aponta-abiove.html>>.

soja com misturas de metanol-etanol”⁷ (Anexo E). O primeiro retrata a situação da produção e utilização do biodiesel no Brasil e o segundo se refere a uma pesquisa para melhorar a produção do mesmo e torná-lo cada vez mais um combustível limpo.

3.7 Avaliação da aprendizagem

Neste momento, se propõe que os estudantes preparem um seminário. Sugere-se que o trabalho seja feito em grupo e cada um deverá expor sobre uma indústria que utiliza a propriedade física solubilidade em algum momento do processo. Para isso, os estudantes deverão ter conhecimento de todo o conteúdo trabalhado na UEPS e seguir os passos pré-determinados para realização e apresentação deste. A intenção será observar se os estudantes conseguirão visualizar essa propriedade sendo aplicada em outras indústrias, ou seja, transportar o conhecimento. O Quadro 7 apresenta a proposta dessa atividade.

Quadro 7 – Atividade do trabalho integrador final

TRABALHO INTEGRADOR FINAL
<p>Cada grupo deverá:</p> <p>1 – Pesquisar em sites confiáveis, livros, revistas, etc. sobre um tipo de indústria que utiliza a <u>propriedade física solubilidade</u> em alguma etapa do processo, indicando e explicando a mesma.</p> <p>2 – Deverá ser entregue um trabalho digitado contendo: Capa (escola, título, local e data), introdução, referencial teórico (citações, figuras com fonte, explicar porque escolheram essa indústria), conclusão e referências bibliográficas.</p> <p>3 – A pesquisa deverá ser apresentada em forma de seminário através de slides, cartazes ou outra forma que acharem adequado.</p>

Fonte: As autoras (2017).

3.8 Avaliação da UEPS

Pode-se tomar por base para esse passo as avaliações realizadas anteriormente, além das observações realizadas pelo professor ao longo do desenvolvimento da intervenção

⁷ Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Transesterifica%25E7%25E3o+1_000g-76oadw902wx5ok0wtedt36958h0l.pdf>.

didática. É interessante definir alguns critérios a serem observados para não desviar do foco perante ao objetivo do professor em relação à intervenção didática desenvolvida. Esses critérios podem ser: participação efetiva e questionamentos coerentes dos estudantes nas atividades realizadas. Além disso, pode-se fazer um levantamento junto aos estudantes sobre o trabalho em que participou. O professor também deve fazer uma reflexão sobre a validade do instrumento (UEPS) (Apêndice E) para o seu trabalho regular, em relação à sistemática que demanda, o tempo para realização, etc. de modo a reestruturar se necessário.

REFERÊNCIAS

ANTUNES, M.T. (Ed.). *Ser protagonista: Química, 3º ano: Ensino Médio, 2 ed.* São Paulo: Editora SM, 2013.

AZEVEDO, L. F. A.; TEIXEIRA, A. M. Deposição de parafinas em dutos submarinos de petróleo. In: CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA MECÂNICA, 2, 2002. João Pessoa, PB, *Anais...* João Pessoa, PB: UFPB, 2002. Disponível em: <<http://www.abcm.org.br/anais/conem/2002/trabalhos/tema19/CPB1111.PDF>>. Acesso em: 27 maio 2016.

BESSLER, K. E.; NEDER, A. V. F. *Química em tubos de ensaio: uma abordagem para principiantes.* São Paulo: Edgard Blücher, 2004.

BRANDÃO, K. S. R. et al. *Produção de Biodiesel por Transesterificação do Óleo de Soja com Misturas de Metanol-Etanol.* Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Transesterifica%25E7%25E3o+1_000g76oadw902wx5ok0wtedt36958h0l.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2016.

DA RONCH, S. F. A.; ZOCH, A. N.; LOCATELLI, A. Aplicação da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) para introdução dos conteúdos de química e biologia no ensino médio. *Polyphonía*, v. 26, n.2, p. 485-498, jul./dez. 2015.

GALIAZZI, M. C.; GONÇALVES, F. P. A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na licenciatura em química. *Química Nova*, São Paulo, v. 27, n. 2, 2004.

KAIPPER, B. I. A.; CORSEUIL, H. X.; TODESCHINI, V. A. Influência do etanol na solubilidade de hidrocarbonetos totais de petróleo em aquíferos contaminados por óleo diesel. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 12, 2002, São Paulo. *Anais...* São Paulo: ABAS, 2002. Disponível em: <<https://aguassubterraneas.abas.org/Asubterraneas/article/download/22741/14931>>. Acesso em: 27 maio 2016.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa: um conceito subjacente. *Aprendizagem Significativa em Revista*, v. 1, n. 3, p. 25-46, 2011a.

_____. Unidades de Ensino Potencialmente Significativas-UEPS, *Aprendizagem Significativa em Revista*, v. 1, n. 2, 2012b.

NASCIMENTO, C. A. O.; MORO, L. F. L. Petróleo: energia do presente, matéria-prima do futuro? *Revista USP*, n. 80, mar./maio, 2011. Disponível em: <http://rusp.scielo.br/scielo.php?script=sci_pdf&pid=S0103-99892011000200007&lng=pt&nrm=iso&tlang=p>. Acesso em: 27 maio 2016.

APÊNDICE A - Avaliação diagnóstica

	ESCOLA ESTADUAL NORMAL JOSÉ BONIFÁCIO ATIVIDADE DE _____ ALUNO: _____ TURMA: _____ DATA: _____ PROFESSOR: _____		
---	--	--	--

Avaliação diagnóstica

1) Assinale as substâncias que são polares.

<input type="checkbox"/> CH ₄ (metano) <input type="checkbox"/> H ₂ O (água) <input type="checkbox"/> CCl ₄ (tetracloreto de carbono)	<input type="checkbox"/> CO ₂ (dióxido de carbono) <input type="checkbox"/> CH ₃ OH (metanol) <input type="checkbox"/> CH ₃ COCH ₃ (acetona)
--	--

2) O que você sabe sobre momento de dipolo de substâncias químicas?

3) Assinale as substâncias (ou sistemas) que você acredita serem solúveis em água:

<input type="checkbox"/> açúcar <input type="checkbox"/> óleo de cozinha <input type="checkbox"/> ácido acético <input type="checkbox"/> acetato de sódio	<input type="checkbox"/> acetona <input type="checkbox"/> gasolina <input type="checkbox"/> etanol <input type="checkbox"/> óleo essencial de laranja
--	--

4) O cloreto de sódio (componente do sal de cozinha) é bem solúvel em água. Por que essa substância apresenta solubilidade (se dissolve) em água?

5) Em cada par a seguir, assinale os que formarão um sistema homogêneo (caso em que ocorrer dissolução total).

- etanol e acetona
- querosene e hexano
- ácido acético e etanol
- hexano e naftalina
- etanol e cloreto de sódio

6) A solubilidade de uma substância pode ser afetada pela temperatura? Forneça um exemplo.

7) A solubilidade de substâncias químicas é uma propriedade física que é empregada em alguns processos industriais. Você conhece algum desses processos? Qual?

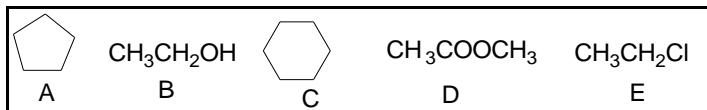
APÊNDICE B - Atividades de sistematização

1. Em cada item a seguir forneça o que se pede:

- a) Indique, para cada substância a seguir, o tipo de interação intermolecular que ela apresenta.

$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_3$	$\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3$	PhCH_3	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$	$(\text{CH}_3)_3\text{N}$
Hexano	Pent-2-eno	Acetato de etila	tolueno	Etil amina	trimetilamina

- b) Indique o tipo de interação (dipolo induzido, dipolo permanente, ligação de hidrogênio) que cada composto a seguir apresenta e coloque em ordem crescente de polaridade estes compostos.



2. Considere os compostos da questão 1 letra a. Indique se cada um deles podem fazer interação de ligação de H com a água.

3. Considerando os compostos que podem estabelecer ligação de H com a água, da questão anterior, responda: Todos são solúveis em água?

4. Forneça o que se pede em cada item abaixo.

a) A= $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}_2\text{COOH}$ x B= CH_3COOH Qual dos compostos é MENOS solúvel em água? Justifique.

b) E= $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{CH}_3$ x F= $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}_3$ Qual dos compostos apresenta MAIOR temperatura de ebulação? Justifique.

c) Forneça um exemplo de sistema monofásico, composto por dois solventes orgânicos.

d) Quais as características de polaridade de uma substância lipossolúvel?

5. Considere os valores de solubilidade fornecidos para os compostos a seguir, em água a 20°C e responda.

Substância	Solubilidade em água (g/100 mL H ₂ O) a 20°C
Dietil éter	7,5
Butanona	37
Metanol	∞

- a) Qual a substância menos solúvel em água?
- b) Qual o mais solúvel em água?
- c) Como se pode ver na tabela, está indicada certa quantidade de substância solúvel em 100 mL de água a uma dada temperatura. Por que é indicada a temperatura?

APÊNDICE C - Avaliação somativa individual - Etapa I

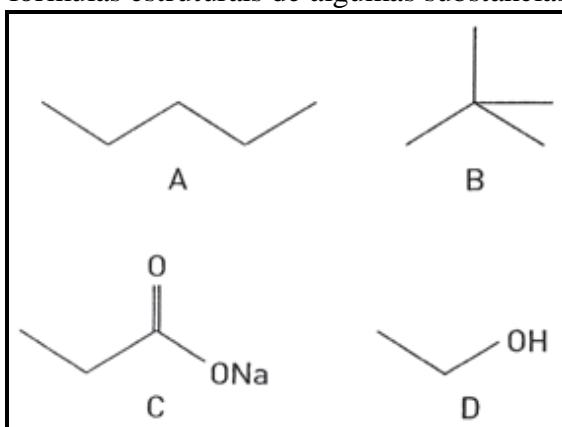
1. Considere os compostos a seguir:

CH_3COCH_3	CH_3COOH	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$	CH_2Cl_2	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$
1	2	3	4	5

Marque a afirmativa correta em relação às substâncias acima:

- a) () todas podem estabelecer ligações de hidrogênio com a água;
- b) () apenas 1, 2 e 5 vão ser solúveis em água;
- c) () 4 vai ser solúvel em água porque tem cadeia polar;
- d) () todas serão solúveis em água;
- e) () todas serão insolúveis em água.

2. Abaixo são fornecidas fórmulas estruturais de algumas substâncias.



Sobre essas, pode-se afirmar que:

- a) () a substância A deve ter uma temperatura de ebulição maior que a da substância B.
- b) () a substância B deve apresentar interações intermoleculares mais fortes entre suas moléculas do que as outras substâncias.
- c) () a substância C apresenta interações de dipolo induzido, que são interações intermoleculares do tipo forte.
- d) () o composto D é menos polar do que o composto B.
- e) () o composto C estabelece ligações de hidrogênio entre suas moléculas, que se caracteriza como a mais fraca das interações intermoleculares.

3. Observe os compostos:



1



2



3

I – O composto 1 embora tenha cadeia carbônica pequena não é solúvel em água.

II – O composto 2 pode estabelecer ligações de hidrogênio com a água.

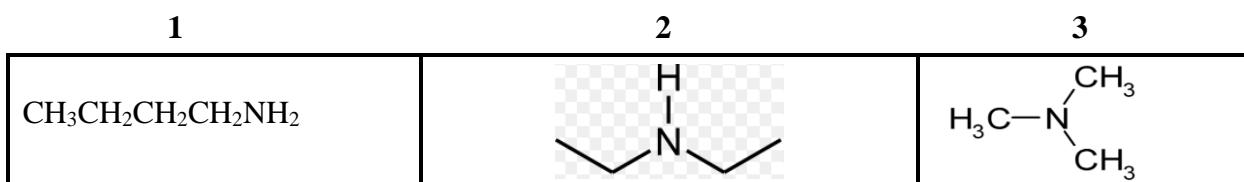
III – O composto 3 é um hidrocarboneto e é insolúvel em água.

IV – Os compostos 1 e 2 são solúveis em água, pois têm cadeia carbônica pequena.

É correto afirmar:

- a) () apenas I e II são verdadeiras;
- b) () I, II e III são verdadeiras;
- c) () II, III e IV são verdadeiras;
- d) () apenas I e III são verdadeiras;
- e) () N.r.a.

4. Observe as seguintes aminas:



Associe cada amina com sua respectiva temperatura de ebulição, considerando os fatores que influenciam esta propriedade:

- A - 56 °C
- B - 2,9 °C
- C - 78 °C

A alternativa que indica as associações corretas corresponde a:

- a) () 1-A; 2-B; 3-C.
- b) () 1-C; 2-B; 3-A.
- c) () 1-A; 2-C; 3-B.
- d) () 1-B; 2-C; 3-A.
- e) () 1-C; 2- A; 3- B.

5. (UERJ-1997) Água e etanol são dois líquidos miscíveis em quaisquer proporções devido a ligações intermoleculares, denominadas:

- a) iônicas.
- b) ligações de hidrogênio.
- c) covalentes coordenadas.
- d) dipolo induzido.
- e) dipolo permanente.

6. Marque a substância que NÃO se solubilizará em hexano C6H14:

- a) () CH3OH
- b) () CH3CH2OH
- c) () (CH3)2CHOH
- d) () CH3(CH2)2CH2OH
- e) () CH3(CH2)2CH3

7. Leia atentamente:

“O petróleo tem sido a maior classe de contaminantes encontrados em sítios para investigação e remediação por profissionais da área ambiental. Entre os derivados de petróleo está o óleo diesel [...]. A liberação de líquidos de fase não aquosa mais leves que a água, como

o óleo diesel, forma uma pluma de contaminação na subsuperfície, na qual os Compostos Orgânicos Hidrofóbicos (COHs) são lentamente liberados e transportados com o óleo diesel para a fase aquosa. A maior consequência indesejada deste fato é a possibilidade desses COHs nocivos atingirem fontes para abastecimento de água potável, levando a sérios problemas de saúde pública. Neste trabalho foi avaliada, [...] a extensão do efeito cosolvente do etanol na solubilidade dos hidrocarbonetos do óleo diesel em água. O efeito cosolvência do etanol realmente ocorreu, inferindo um possível impacto da presença desse cosolvente em caso de derramamentos ou vazamentos de petróleo em ambientes subterrâneos.”

A respeito deste fato analise as afirmações e indique V para as verdadeiras e F para as falsas:

- () O óleo diesel é insolúvel em água, mas, solubiliza os COHs transportando-o para a água.
- () O etanol faz com que os derivados do petróleo se solubilizem em água, auxiliando na contaminação.
- () Os derivados de petróleo são mais densos em relação à água carregando consigo muitos outros contaminantes.
- () O óleo diesel não se solubiliza na água nem no etanol, deste modo não ocasiona contaminação.

APÊNDICE D - Avaliação somativa individual - Etapa II

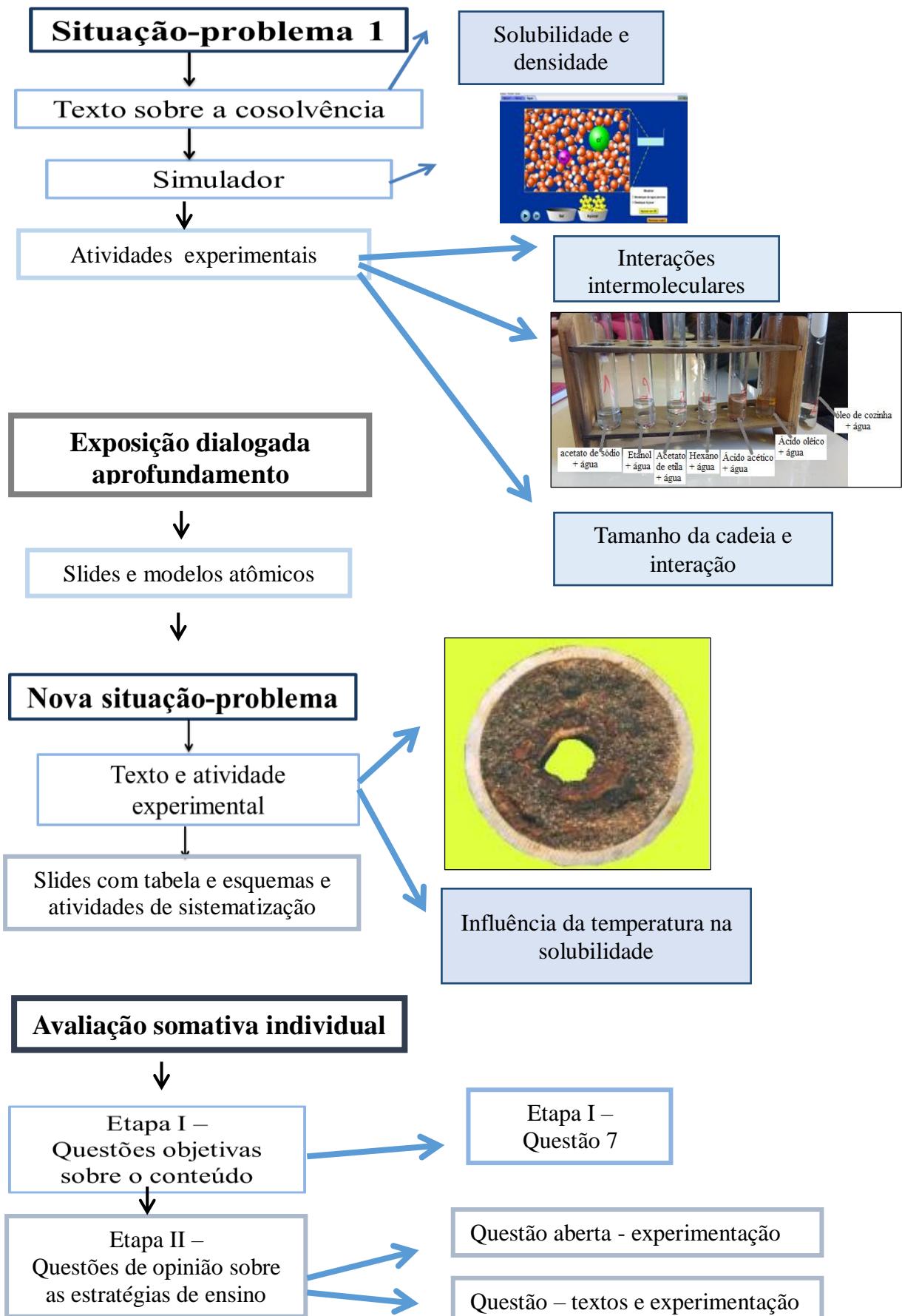
1. Indique em que as atividades experimentais realizadas lhe auxiliaram?

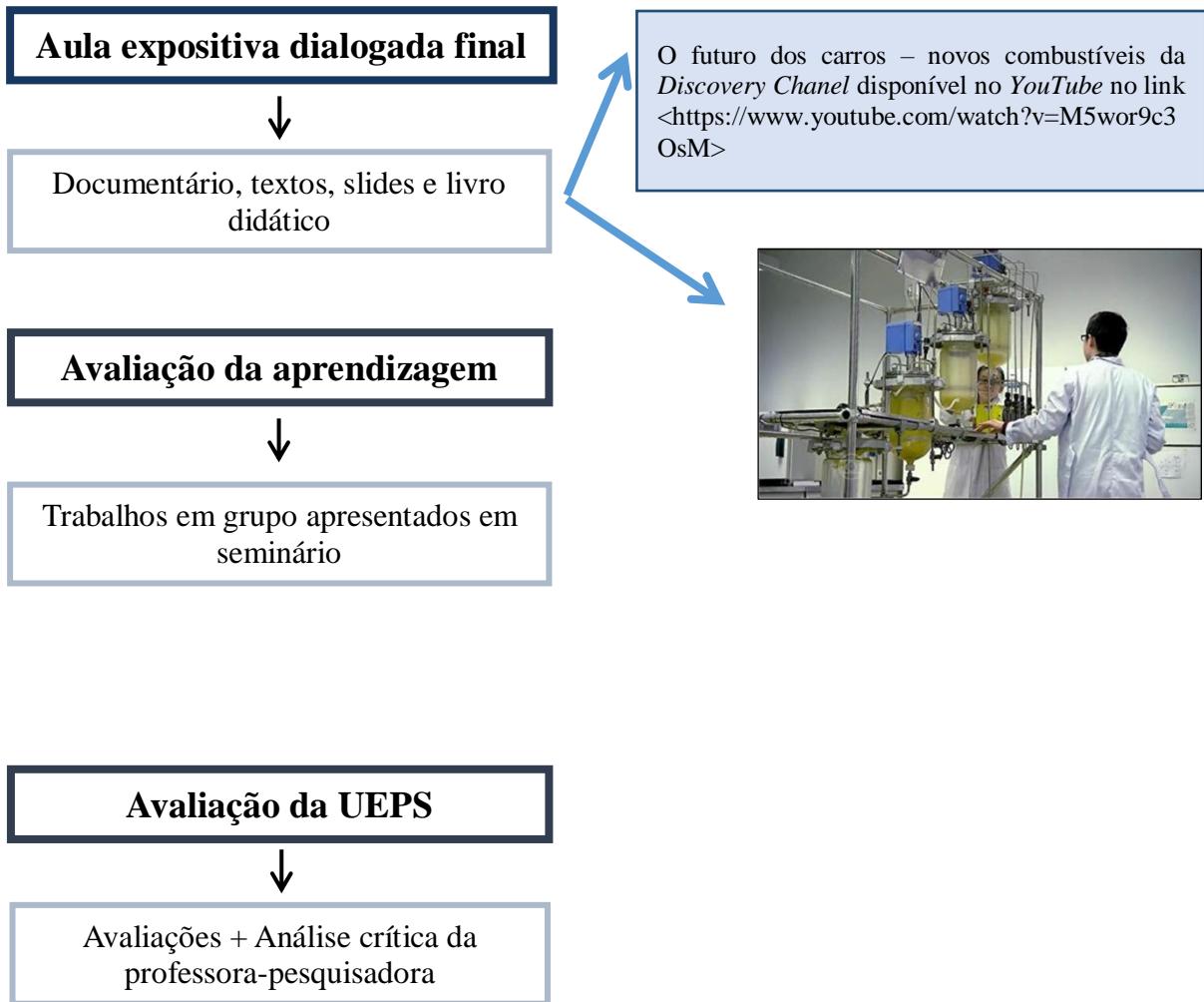
2. Pede-se que atribua um valor relativo ao seu grau de concordância pessoal com cada uma dessas frases escrevendo no quadrado à direita da frase o número que representa a sua opinião, expresso numa escala de 1 a 9 com os seguintes significados:

DESACORDO				INDECISO	ACORDO				OUTROS	
Total	Alto	Médio	Baixo		Baixo	Médio	Alto	Total	Não entendo	Não sei
1	2	3	4	5	6	7	8	9	E	S

- Os textos trabalhados eram de difícil compreensão, pois, apresentavam vários termos que não conheço o significado.
- Os textos de cunho científico são difíceis, mas apresentam temas relacionados à realidade.
- Os textos eram difíceis, mas consegui interpretá-los depois da leitura e discussão.
- Através da leitura e discussão dos textos o conteúdo é associado aos acontecimentos reais.
- A leitura de textos científicos é importante, pois trazem dados verdadeiros sobre o assunto.
- As atividades experimentais são de extrema importância, pois auxiliam no entendimento do conteúdo.
- As atividades experimentais se mostraram totalmente desconectadas do conteúdo.
- As atividades experimentais não foram atrativas e não colaboraram para melhorar o aprendizado.

APÊNDICE E - Esquema geral da UEPS





ANEXO A - Leitura de texto 1 - Texto para problematização no passo da Situação inicial

Texto adaptado do artigo: Influência do etanol na solubilidade de hidrocarbonetos totais de petróleo em aquíferos contaminados por óleo diesel*

Tendo em vista que os recursos hídricos têm se tornado cada vez mais escassos, devido ao crescimento populacional e à industrialização, muitos acreditam que a água é a principal questão de segurança para sustentabilidade das gerações futuras. O recurso hídrico subterrâneo é considerado atualmente uma reserva estratégica de água doce, devido sua abundância, qualidade e baixo custo de exploração.

Em vista da situação atual dos recursos hídricos subsuperficiais, a utilização da água subterrânea para abastecimento populacional é uma realidade, além de abranger os setores da indústria e a irrigação na agricultura. No entanto, as águas subterrâneas vêm perdendo qualidade devido a várias fontes de contaminação, principalmente por vazamentos em tanques de armazenamento subterrâneos de derivados de petróleo. Estes tanques são frequentemente associados a postos de serviço automotivos, mas também são usados na indústria e na agricultura.

O petróleo tem sido a maior classe de contaminantes encontrados em sítios para investigação e remediação por profissionais da área ambiental. Entre os derivados de petróleo está o óleo diesel que é constituído de uma mistura de Hidrocarbonetos Totais de Petróleo (HTPs) e Hidrocarbonetos Totais de Petróleo voláteis (HTPvs). A liberação de líquidos de fase não aquosa mais leves que a água, como o óleo diesel, forma uma pluma de contaminação na subsuperfície, na qual os Compostos Orgânicos Hidrofóbicos (COHs) são lentamente liberados e transportados com o óleo diesel para a fase aquosa. A maior consequência indesejada deste fato é a possibilidade desses COHs nocivos atingirem fontes para abastecimento de água potável, levando a sérios problemas de saúde pública.

Neste trabalho foi avaliada, em experimentos de laboratório, a extensão do efeito cosolvente do etanol na solubilidade dos Hidrocarbonetos Totais de Petróleo do óleo diesel em água. O efeito co-solvência do etanol realmente ocorreu para os hidrocarbonetos de petróleo, inferindo um possível impacto da presença desse cosolvente em caso de derramamentos ou vazamentos de petróleo em ambientes subterrâneos.

Figura 1 – Contaminação de aquíferos por diesel



Fonte: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/122354/000970216.pdf?sequence=1>>.

* KAIPPER, B. I. A.; CORSEUIL, H. X.; TODESCHINI, V. A. Influência do etanol na solubilidade de hidrocarbonetos totais de petróleo em aquíferos contaminados por óleo diesel. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 12, 2002, São Paulo. *Anais...* São Paulo: ABAS, 2002. Disponível em: <<https://aguassubterraneas.abas.org/Asubterraneas/article/download/22741/14931>>. Acesso em: 27 maio 2016.

ANEXO B - Leitura de texto 2 - Texto para problematização no passo *Nova Situação Problema*

Texto adaptado do artigo: AZEVEDO, L. F. A., TEIXEIRA, A. M. Deposição de parafinas em dutos submarinos de petróleo. In: CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA MECÂNICA, 2, 2002, João Pessoa, PB. *Anais...* João Pessoa: UFP, 2002. Disponível em: <http://www.nupeg.ufrn.br/documentos_finais/dissertacoes_de_mestrado/wellington.pdf>. Acesso em: 27 maio 2016.

O petróleo é uma mistura complexa de hidrocarbonetos leves e pesados. O petróleo pode conter parafinas, aromáticos e naftenos tão pesados quanto C70. [...]. Nas condições de temperatura e pressão nas quais o óleo é encontrado nos reservatórios, as parafinas de alto peso molecular são mantidas em solução pelos componentes mais leves, produzindo um fluido de baixa viscosidade. À medida que o óleo escoa para fora do reservatório, sua temperatura decresce devido à interação com o ambiente externo mais frio. Neste caso, parafinas de alto peso molecular podem precipitar, pois sua solubilidade na mistura é significativamente reduzida com a diminuição da temperatura. [...]. Os cristais de parafina podem agragar-se e modificar as características de escoamento do óleo. Os cristais podem também depositar-se nas paredes do duto. [...]. Uma vez que o limite de solubilidade para uma dada temperatura é atingido, é esperado que ocorra a precipitação dos cristais imediatamente.

Deposição de parafinas de alto peso molecular nas paredes internas de linhas submarinas de produção e transporte é um dos problemas críticos encontrados pela indústria de petróleo (Figura 1). O acúmulo de material depositado pode ocasionar um aumento na potência de bombeamento requerida, diminuição da vazão ou mesmo o bloqueio completo da linha com consequente perda de produção e de investimentos.

Figura 1 - Entupimento causado por deposição de orgânicos pesados.



Fonte: <https://wellington-barbosa-junior_prh14_ufrn_m>.

Questionamento:

Analisando o texto que outro fator pode afetar a solubilidade de substâncias em um determinado solvente?

ANEXO C - Leitura de texto 3 - Texto para problematização no passo *Aula expositiva dialogada integradora final*

Texto adaptado do artigo: NASCIMENTO, C. A. O.; MORO, L. F. L. Petróleo: energia do presente, matéria-prima do futuro? *Revista USP*, n. 89, São Paulo, mar./maio 2011.

Hoje, o petróleo e o carvão são responsáveis pela maior parte de geração de energia no mundo. No futuro próximo há poucas perspectivas de mudanças da matriz energética mundial. O processo de combustão de combustíveis fósseis atualmente empregados é extremamente ineficiente sendo boa parte da energia perdida. Enquanto uma revolução tecnológica na área de energia não chega, temos que trabalhar na eficiência e melhor conhecer essa maravilhosa matéria-prima que é o petróleo. A história nos ensina: no fim do século XIX o principal produto obtido do petróleo era o querosene para iluminação, e a gasolina era jogada fora. A grande dúvida ainda é sobre o potencial de inovação nessa área já tão desenvolvida que é a do petróleo. Isso é verdade em termos do uso de petróleo como combustível, mas não como um supridor de matérias-primas. A Petrobras hoje tornou-se um novo financiador e organizador de pesquisas científicas e tecnológicas na área de petróleo e energia no Brasil, focando o futuro da indústria do petróleo.

O aumento da procura do petróleo no século XIX se deu principalmente frente à necessidade de querosene para iluminação em substituição ao óleo de baleia, que se tornava cada vez mais caro. Produtos como a gasolina ou o diesel eram simplesmente descartados. Na época, o querosene de qualidade era aquele que não incorporava frações correspondentes à gasolina, pois haveria probabilidade de explosão, ou de diesel, que geraria uma chama fuliginosa. A cor azul preponderante em companhias de petróleo veio da cor das latas de querosene, que não explodiam (selo de qualidade). Talvez daqui a 50-100 anos, olhando para trás, diremos: que desperdício queimar essa matéria-prima tão rica!

O petróleo, de fato, é uma matéria-prima extremamente rica e diversificada, pois o número de componentes chega a mais de 40 mil substâncias. Em função dessa grande complexidade, na indústria de refino de petróleo, a maior parte do processamento se baseia em informações físico-químicas relativamente simples, tais como viscosidade, densidade (°API) e curva de destilação. Grande parte das frações do petróleo obtidas no processo de refino (gasolina, diesel, óleo pesado, querosene, GLP - gás liquefeito de petróleo) é empregada em processos de combustão para gerar energia ou para movimentar cargas e pessoas. Apenas uma pequena parte é empregada como matéria-prima na indústria petroquímica.

Nos últimos 10-15 anos está ocorrendo uma grande evolução na área de química analítica voltada para a indústria de processos. Isso abre espaço para um melhor aproveitamento das frações do petróleo para utilizações mais nobres como, por exemplo, matérias-primas para a indústria petroquímica. A transferência para a área tecnológica de conhecimentos mais relacionados à química, tais como espectrometrias (infravermelho próximo, fluorescência), espectrometrias de massa (FT, Maldi TOF, ION-TOF) e ressonância magnética nuclear, começa a ter um enorme reflexo na cadeia da indústria de petróleo, iniciando mudanças de conceitos de processo e otimização nesse setor industrial.

Genomas e proteomas que estão revolucionando o conhecimento na área biológica começam a ter seu análogo na área de petróleo, a petroleômica. A diversidade e a quantidade de substâncias existentes no petróleo têm tudo a ver com a sua origem: microbiana.

Atualmente, na área de refino de petróleo, as informações que se utilizam para guiar o processo de refino são basicamente dados de propriedades físico-químicas (viscosidade, densidade, curva de destilação). Essa caracterização está se mostrando cada vez mais

insuficiente, especialmente em países como o Brasil, onde é frequente a mudança do tipo de petróleo processado (em média, a cada três dias muda a procedência do petróleo). Embora a mudança não possa ultrapassar certos limites operacionais, ou seja, é necessário manter algumas propriedades dentro de certas faixas (por exemplo, densidade, o conhecido °API), a distribuição dos produtos tende a ser diferente, assim como sua qualidade, o que pode gerar correntes fora de especificação.

Exemplo interessante que conhecemos no nosso cotidiano, e ultimamente muito divulgado na mídia, é relacionado com a quantidade de enxofre contido no diesel. É sabido que um problema ambiental, principalmente urbano, é a qualidade do diesel empregado em regiões metropolitanas. O enxofre por si só é um poluente, pois sua combustão gera óxidos que, ao se combinarem com a umidade do ar, provocam a chamada chuva ácida (que contém ácidos sulfúrico e sulfuroso). Além disso, a utilização de combustíveis com baixo teor de enxofre é condição necessária para a adoção de motores a ciclo diesel mais eficientes e dotados de sofisticados sistemas de redução de poluentes.

Outro exemplo são os derrames de petróleo. Em muitos deles se conhece claramente a procedência, tais como os que ocorreram no Golfo do México, na Baía da Guanabara e tantos outros. No entanto, muitos derrames não são facilmente identificados. Como consequência não se consegue determinar os responsáveis, o que também pode impedir que se tomem medidas para evitar a repetição dessas ocorrências.

Um dos efeitos poluentes do manuseio do petróleo, que é pouco divulgado, está relacionado à lavagem de navios-tanques, que deveria ser realizada em alto-mar, mas muitas vezes ocorre próximo à costa.

Grande parte dos processos da indústria do petróleo é bem conhecida. As inovações nessa área são mais factíveis de serem aplicadas na integração dos vários processos que a compõem. Grandes avanços científicos e tecnológicos já vêm acontecendo na área de controle e otimização de processos. Os primeiros passos nessas mudanças de conceitos iniciaram-se com o advento da instrumentação digital e dos sistemas digitais de controle (cerca de trinta anos atrás). O controle passou de mono para multivariável. Sistemas chamados de controle avançado são hoje uma realidade tecnológica amplamente utilizada no mundo todo, sendo que na Petrobras é feita com tecnologia nacional. Processos individuais na área de refino são, em sua maioria, controlados por meio de sistemas multivariáveis e, hoje, começa-se a aplicar sistema de otimização, integrando-o ao sistema de controle avançado.

No médio prazo a refinaria do futuro será um sistema em que todos os processos serão integrados e os controles de processos não serão mais individualizados, mas sim integrados, visando à otimização global. Isso propiciará enormes ganhos energéticos e ambientais e diminuirá significativamente a energia e as matérias-primas consumidas no processamento do petróleo. Para se ter uma ideia, para cada m³ de petróleo processado chega-se a usar 1 m³ de água. Uma única refinaria pode usar mais água que uma cidade de 200 mil habitantes.

No médio prazo é altamente provável que o principal objetivo de uma refinaria seja ainda a produção de combustíveis. No entanto, haverá um aumento significativo na obtenção de matérias-primas contidas no petróleo para uso na indústria petroquímica. Nessa refinaria do futuro a operação das unidades se baseará em informações moleculares do petróleo e será constituída de sistemas totalmente integrados de energia e massa.

Esse futuro dependerá de uma aplicação maciça da engenharia de processos que, por definição, é uma área transversal às ciências básicas, pois, para ser aplicada, exige muito conhecimento químico, dominado pelos químicos e não pelos engenheiros, e muito conhecimento matemático, necessário à solução de sistemas não lineares com milhares de variáveis, além de, cada vez mais, muito conhecimento na área ambiental.

A refinaria do futuro, no longo prazo, não será mais um supridor de combustível para queima e produção de energia, mas sim uma provedora de matérias-primas para a indústria

petroquímica e química e será integrada em uma cadeia envolvendo matérias-primas renováveis. No futuro poderemos usar cada um dos milhares de substâncias contidas no petróleo do modo mais nobre possível, evitando ao máximo sua simples queima para produção de energia.

ANEXO D - Leitura de texto 4 - “A produção de biodiesel cresce 15% no Brasil em 2015”

A PRODUÇÃO DE BIODIESEL CRESCE 15% NO BRASIL EM 2015

Disponível em: <<http://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2016/02/producao-de-biodiesel-cresce-15-no-brasil-em-2015-aponta-abiove.html>>.

Volume de biodiesel alcançou 3,94 bilhões de litros no ano passado. Resultado deve ser suficiente para manter país na 2^a colocação no ranking.

A produção nacional de biodiesel alcançou 3,94 bilhões de litros em 2015, crescimento de 15% em relação a 2014, conforme levantamento da Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais (Abiove) com base em dados da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP).

Figura 1 – Processo de produção de biodiesel.



Fonte: <<http://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2016/02/producao-de-biodiesel-cresce-15-no-brasil-em-2015-aponta-abiove.html>>.

Segundo a Abiove, o resultado deve ser suficiente para manter o Brasil na segunda colocação no ranking mundial de produtores de biodiesel, atrás dos EUA, e reflete, em grande parte, a mudança ocorrida na legislação em novembro de 2014, que elevou para 7% a mistura de biodiesel ao óleo diesel (B7).

A região Centro-Oeste respondeu por 44% de todo o biocombustível produzido, seguida pelo Sul (39%). Ainda conforme a associação, os dados da ANP mostram que a indústria nacional tem capacidade instalada para produzir 7,3 bilhões de litros por ano, o que significa que o Brasil poderia aumentar a mistura de biodiesel para B12 (12%).

O levantamento aponta também que as importações de diesel fóssil recuaram cerca de 38% em comparação com 2014. Com isso, a participação do diesel importado no total de diesel vendido no Brasil caiu de 19%, em 2014, para 12%, em 2015, segundo a Abiove. Por matéria-prima, o óleo de soja respondeu, em 2015, por 77% de todo o biodiesel fabricado em território nacional, seguido das gorduras animais (19%) e do óleo de algodão (2%). De acordo com a associação, foram destinadas em 2015 cerca de 2,7 milhões de toneladas de óleo de soja para a produção de biodiesel.

ANEXO E - Leitura de texto 5 - “Produção de Biodiesel por Transesterificação do Óleo de Soja com Misturas de Metanol-Etanol”

PRODUÇÃO DE BIODIESEL POR TRANSESTERIFICAÇÃO DO ÓLEO DE SOJA COM MISTURAS DE METANOL-ETANOL

Texto adaptado de: BRANDÃO, K. S. R. et al. Produção de Biodiesel por Transesterificação do Óleo de Soja com Misturas de Metanol-Etanol. *Biodiesel*. Disponível em:

<https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Transesterifica%25E7%25E3o+1_000g76oadw902wx5ok0wtedt36958h0l.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2016.

O Biodiesel é definido pela ANP, como sendo “um combustível para motores a combustão interna com ignição por compressão, renovável e biodegradável, derivado de óleos vegetais ou de gorduras animais, que possa substituir parcial ou totalmente o óleo diesel de origem fóssil” (BRASIL, 2004). Esse combustível pode ser usado puro ou como aditivo ao diesel de petróleo em motores do ciclo diesel, e apresenta uma série de vantagens ambientais tais como, isento de enxofre, isento de compostos aromáticos e baixa emissão de monóxido de carbono e particulados. O biodiesel é constituído quimicamente por ésteres metílicos ou etílicos de ácidos graxos de cadeia longa, os quais são obtidos, respectivamente, pela transesterificação dos triacilglicerídeos com metanol ou etanol.

O metanol é geralmente empregado na produção de biodiesel devido à simplicidade do processo, ou seja, tempo de reação reduzido, separação espontânea da glicerina dos ésteres metílicos e alta conversão dos triacilglicerídeos em ésteres. Além disso, tem um custo menor e é utilizado em pequeno excesso no processo. Entretanto, apresenta algumas desvantagens: alta toxicidade, sintetizado de fontes não renováveis e o país não têm autossuficiência na sua produção.

O uso do etanol, mesmo com as suas desvantagens técnicas (separação difícil do biodiesel/glicerina) e econômicas (alto custo) torna-se atrativo, sob o ponto de vista estratégico e ambiental. O Brasil é o maior produtor mundial desse álcool, o qual possui como características favoráveis, baixa toxicidade e produção a partir de fontes renováveis (cana de açúcar).