

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO

Taciana Vendruscolo

LIMITES E POSSIBILIDADES DE UMA UNIDADE
DE ENSINO POTENCIALMENTE
SIGNIFICATIVA (UEPS) PARA O ENSINO DE
PROPRIEDADES FÍSICAS DE COMPOSTOS
ORGÂNICOS

Passo Fundo

2017

Taciana Vendruscolo

LIMITES E POSSIBILIDADES DE UMA UNIDADE
DE ENSINO POTENCIALMENTE
SIGNIFICATIVA (UEPS) PARA O ENSINO DE
PROPRIEDADES FÍSICAS DE COMPOSTOS
ORGÂNICOS

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto de Ciências Exatas e Geociências, da Universidade de Passo Fundo, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, sob a orientação da Profa. Dra. Alana Neto Zoch.

Passo Fundo

2017

CIP – Catalogação na Publicação

V4531 Vendruscolo, Taciana

Limites e possibilidades de uma unidade de ensino potencialmente significativa (UEPS) para o ensino de propriedades físicas de compostos orgânicos / Taciana Vendruscolo. – 2017.

116 f. : il., color. ; 30 cm.

Orientadora: Profa. Dra. Alana Neto Zoch.

Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade de Passo Fundo, 2017.

1. Química (Ensino médio). 2. Aprendizagem. 3. Atividades em sala de aula. 4. Prática de ensino. 5. Unidade de Ensino Potencialmente Significativa. I. Zoch, Alana Neto, orientadora. II. Título.

CDU: 54

Catalogação: Bibliotecária Jucelei Rodrigues Domingues - CRB 10/1569

Taciana Vendruscolo

LIMITES E POSSIBILIDADES DE UMA UNIDADE
DE ENSINO POTENCIALMENTE
SIGNIFICATIVA (UEPS) PARA O ENSINO DE
PROPRIEDADES FÍSICAS DE COMPOSTOS
ORGÂNICOS

A banca examinadora abaixo APROVA, em 11 de outubro de 2017, a Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática – Mestrado Profissional da Universidade de Passo Fundo, como requisito parcial da exigência para obtenção de grau de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, na linha de pesquisa Fundamentos teórico-metodológicos para o ensino de Ciências e Matemática.

Profa. Dra. Alana Neto Zoch – Orientadora
Universidade de Passo Fundo

Profa. Dra. Miriam Ines Marchi
Centro Universitário UNIVATES

Profa. Dra. Rejane Maria Ghisolfi
Universidade Regional Integrada

Prof. Dr. Juliano Tonezer da Silva
Universidade de Passo Fundo

AGRADECIMENTOS

A Deus, por permitir a realização desta etapa, concedendo-me persistência para finalizá-la.

Agradeço à minha professora e orientadora, Dra. Alana Neto Zoch, por auxiliar-me nos momentos que precisei e pelas orientações em todo o processo da realização deste trabalho.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM) da Universidade de Passo Fundo (UPF), pelas contribuições no decorrer desta caminhada.

Aos meus colegas de mestrado, em especial ao colega e amigo Lucas, pelos momentos de conhecimentos compartilhados, e principalmente por sua amizade.

Às minhas amigas Marlene, Paula e Scheila, pelas palavras de alegria, carinho e amizade trocadas neste período.

Aos familiares, amigos e colegas que contribuíram com apoio e incentivo no decorrer de todo o curso.

Ao meu filho, Luiz Arthur, minha fonte de inspiração, pela companhia constante nos momentos de estudo e entendimento pelo tempo ausente.

Ao meu esposo, Valdair, pela paciência, compreensão, carinho e apoio.

À Escola, por ter aberto espaço para a aplicação do produto, bem como pela confiança.

Aos meus estudantes, por terem enfrentado este desafio.

RESUMO

O ensino de química ainda está distante do perfil sugerido pelos estudiosos e pelos documentos legais no que tange à contextualização e uso de estratégias diversificadas, de modo a facilitar a aprendizagem. A teoria cognitivista e construtivista de David Ausubel, denominada Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), sugere que a aquisição de conhecimento tem como dois fatores importantes a considerar no processo de ensino, o que o estudante já sabe, pois, esse conhecimento prévio servirá de âncora para a aprendizagem de novos conteúdos, e a disposição para aprender. Considerando esses aspectos, a TAS foi o suporte teórico utilizado para o desenvolvimento deste trabalho, na perspectiva de que o estudante atribua significado para o conteúdo abordado. A partir disso, o objetivo geral do trabalho, vinculado à linha de pesquisa Fundamentos Teórico-metodológicos para o Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM/UPF), foi identificar os limites e as possibilidades que podem ser apontados ao abordar as propriedades físicas, em especial, a solubilidade de compostos orgânicos por meio de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), envolvendo diferentes estratégias de ensino. As UEPS são sequências de ensino, propostas por Moreira, fundamentadas na TAS e podem atuar como um meio de estimular a pesquisa voltada à sala de aula, ou seja, a pesquisa aplicada. As estratégias selecionadas foram a experimentação, a leitura de textos e a simulação computacional. A UEPS, produto educacional analisado nesta dissertação, foi desenvolvida com 30 estudantes de terceiro ano do ensino médio de uma escola pública de Erechim-RS, ao longo de 26 períodos. Para a coleta e análise de dados foram usados instrumentos qualitativos e quantitativos, como levantamento do conhecimento prévio dos estudantes, avaliações sistemáticas ao longo de toda a aplicação, questões específicas sobre o conteúdo e trabalhos em grupo (elaboração e apresentação de seminário), bem como os registros do professor pesquisador. Na primeira etapa da intervenção foi observado que os educandos traziam algum conhecimento prévio em relação ao conteúdo, especialmente àquele voltado ao seu cotidiano. Na etapa da avaliação da aprendizagem foi possível verificar indícios de aprendizagem significativa (AS) por meio das associações realizadas pelos estudantes na apresentação de seminários em grupo, mas, na avaliação somativa, envolvendo questões objetivas, os resultados não foram satisfatórios. Pontua-se a dificuldade que os estudantes apresentaram em ultrapassar a visão macroscópica dos fenômenos estudados, não obstante a abordagem ter buscado um nível mais profundo de reflexão. Um dos aspectos mais relevantes que essa UEPS proporcionou foi a mudança de postura dos estudantes e da professora. Os primeiros, por passarem a fazer mais questionamentos e serem mais participativos em sala de aula e, para a professora, por propiciar novos caminhos para sua prática pedagógica.

Palavras-chave: Ensino de Química. Aprendizagem significativa. Unidades de Ensino Potencialmente Significativas.

ABSTRACT

Limits and possibilities of a Potentially Meaningful Learning Unit (PMTU) to teach physical properties of organic compounds. The teaching of chemistry still remains far from the profile suggest by the academics and legal documents in terms of contextualization and the use of diversified teaching strategies, in a way to facilitate the students' learning. The David Ausubel's cognitivist and constructivist theory, named Meaningful Learning Theory (MLT), suggest the knowledge acquisition has to consider, as the most important factor in the learning process, what the student already knows, because this previous knowledge will serve as anchor for learning new contents, and also, the disposition to learn. Considering those aspects, MLT was the theoretical support employed to develop the present work, on the assumption that student assign meaning for the content worked. Based on that, the general objective of this work, which is linked to Theoretical-Methodological Fundamentals for the Mathematics and Science Education research line (PPGECM/UPF), was to identified the limits and possibilities that may be pointed by addressing the physical properties, specially the solubility, of organic compounds through a Potentially Meaningful Teaching Unit (PMTU) involving different teaching strategies. The PMTUs are teaching sequences, proposed by Moreira, based on MLT, which can act as a way to stimulate the research classroom-oriented, in other words, the applied research. The strategies selected were experimentation, scientific texts reading and computational simulation. The PMTU, educational product analyzed in this dissertation, was developed with 30 high-school students, on third-grade, from public school of Erechim-RS, during 26 periods. The data collection was provided by qualitative and quantitative approach, using previous knowledge survey of the students, systematic evaluations during all pedagogical intervention, specific questions about the chemical contents and group-work (construction and presentation of seminary), as well as, the teacher records. On the first step of intervention was observed that the students brought some previous knowledge about the content, especially those related to their daily life. In the learning evaluation was possible verify evidence of meaningful learning (ML) through associations carried out by students during groups presentation, however, in the somative evaluation, involving objective questions, the results was unsatisfactory. The students showed difficulty to overcome the macroscopy vision for the phenomena being studied, although the approach has sought a deeper level of reflection. One of the most relevant aspects the PMTU provided was the change of attitude by students and teacher. The first one, by becoming more questioning learners and more participative in classroom, and for the teacher, to provide new paths to her pedagogical practice.

Keywords: Chemistry teaching. Meaningful learning. Potentially Meaningful Teaching Unit.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Uma visão esquemática do contínuo aprendizagem significativa-aprendizagem mecânica, sugerindo que na prática grande parte da aprendizagem ocorre na zona intermediária desse contínuo e que um ensino potencialmente significativo pode facilitar “a caminhada do estudante nessa zona cinza”.....	22
Figura 2 - (a) Representação da aba denominada macroscópico. (b) Representação da aba denominada microscópico.	32
Figura 3 - Representação da aba denominada água.	32
Figura 4 - Demonstração do momento de dipolo.	33
Figura 5 - Representações para o momento de dipolo da molécula de água, indicando, respectivamente, polarização da ligação H-O, sentido do dipolo para as ligações individuais e momento de dipolo resultante para a molécula.....	34
Figura 6 - Representação dos dipolos na molécula do tetracloreto de carbono.	34
Figura 7 - Representação da interação intermolecular íon-dipolo.....	35
Figura 8 - Representação da interação intermolecular ligação de hidrogênio.	36
Figura 9 - Representação da interação intermolecular dipolo-dipolo permanente.....	36
Figura 10 - Representação da interação intermolecular dipolo-dipolo permanente no cloreto de metila.	36
Figura 11 - Representação da interação intermolecular dipolo induzido-dipolo induzido.	37
Figura 12 - Representação da interação intermolecular de ligação de hidrogênio entre a água e o etanol.	38
Figura 13 - Representação da interação intermolecular de ligação de hidrogênio entre moléculas de ácido carboxílico.	40
Figura 14 - Representação da interação intermolecular entre diferentes tipos de cadeia.	41
Figura 15 - Resposta do estudante E22 em relação à questão 1 da Atividade 1 - Solubilidade.....	65
Figura 16 - Realização da atividade de visualização do simulador computacional.	66
Figura 17 - Resultado da solubilidade dos compostos utilizados na realização da atividade experimental.	68
Figura 18 - Participação dos estudantes na realização da atividade experimental 3, no Laboratório de Ciências da escola.	69

Figura 19 - (a) Exemplo de molécula diatômica com diferença de eletronegatividade pequena entre seus átomos. (b) Exemplo de molécula com grande diferença de eletronegatividade entre os átomos constituintes.....	71
Figura 20 - Dióxido de carbono, exemplo de molécula com geometria linear onde as ligações individuais são polares, mas, a molécula é apolar.	72
Figura 21 - Estudantes trabalhando com os modelos atômicos em sala de aula.	73
Figura 22 - Trecho do trabalho intitulado Petrobrás que apresenta a transposição elencada.....	86

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Resultado da análise dos artigos sobre o assunto.....	43
Quadro 2 - Resumo dos passos e etapas de desenvolvimento das atividades da UEPS.	54
Quadro 3 - Algumas respostas fornecidas pelos estudantes na questão 1 (de que forma ocorre a solubilidade do NaCl em água) da Atividade 1 – Solubilidade I (indicada no Produto Educacional).	65
Quadro 4 - Questão 1	75
Quadro 5 - Questão 2	76
Quadro 6 - Questão 3	76
Quadro 7 - Questão 4	77
Quadro 8 - Questão 5	77
Quadro 9 - Questão 6	78
Quadro 10 - Questão 7	80
Quadro 11 - Compreensão da questão 2	82
Quadro 12 - Índice das respostas dadas pelos estudantes na questão 2 da Avaliação somativa individual - Etapa II em relação aos textos adaptados de artigos científicos (indicada no Produto educacional).	82
Quadro 13 - Índice das respostas dadas pelos estudantes na questão 4 da Avaliação somativa individual - Etapa II em relação as atividades experimentais (indicada no Produto educacional).	83
Quadro 14 - Dados da avaliação dos trabalhos seguindo a ordem de apresentação do seminário.....	86

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Dados para a questão 1: “Assinale as substâncias que são polares”.....	60
Gráfico 2 - Dados para a questão 3: “Assinale as substâncias (ou sistemas) que você acredita serem solúveis em água”.....	61
Gráfico 3 - Dados para a questão 5: “Em cada par a seguir, assinale os que formarão um sistema homogêneo (caso em que houver dissolução)”.....	62
Gráfico 4 - Porcentagem de acertos na avaliação somativa individual.....	78

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores de momento de dipolo (μ) de algumas moléculas.....	35
Tabela 2 - Solubilidade de alguns alcanos.	38
Tabela 3 - Solubilidade de alguns álcoois em água e hexano.	39
Tabela 4 - Temperaturas de ebulição de diferentes compostos com massas molares semelhantes.	40
Tabela 5 - Temperaturas de ebulição de diferentes aminas.....	41
Tabela 6 - Densidades de alguns líquidos a 20°C.....	42

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
2.1	O ensino de Química no Ensino Médio	17
2.2	Aprendizagem significativa	20
2.3	Estratégias de ensino	25
2.3.1	<i>Experimentação.....</i>	25
2.3.2	<i>Leitura de textos científicos</i>	28
2.3.3	<i>Simulação computacional.....</i>	29
2.4	Propriedades físicas dos compostos orgânicos.....	33
2.4.1	<i>Momento de dipolo e polaridade de ligações e de moléculas</i>	33
2.4.2	<i>Interações intermoleculares e propriedades físicas.....</i>	35
2.4.3	<i>Solubilidade</i>	37
2.4.4	<i>Temperatura de fusão e ebulição</i>	39
2.4.5	<i>Densidade</i>	41
2.5	Ensino de propriedades físicas de compostos orgânicos: trabalhos na QNEsc	42
3	METODOLOGIA.....	52
3.1	Tipo de pesquisa	52
3.2	Sujeitos da pesquisa e ambiente da pesquisa.....	52
3.3	Produto educacional.....	53
3.4	Coleta e análise de dados.....	58
4	RESULTADOS.....	60
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	92
	REFERÊNCIAS.....	95
	APÊNDICE A - Avaliação diagnóstica	102
	APÊNDICE B - Atividades de sistematização	103
	APÊNDICE C - Avaliação somativa individual - Etapa I.....	105
	APÊNDICE D - Avaliação somativa individual - Etapa II.....	108
	ANEXO A - Leitura de texto 1 - Texto para problematização no passo da Situação inicial	109
	ANEXO B - Leitura de texto 2 - Texto para problematização no passo Nova Situação Problema	111

ANEXO C - Leitura de texto 3 - Texto para problematização no passo <i>Aula expositiva dialogada integradora final</i>.....	112
ANEXO D - Leitura de texto 4 - “A produção de biodiesel cresce 15% no Brasil em 2015”	115
ANEXO E - Leitura de texto 5 – “Produção de Biodiesel por Transesterificação do Óleo de Soja com Misturas de Metanol-Etanol”.....	116

1 INTRODUÇÃO

O ensino de química nos Parâmetros Curriculares Nacionais - PCNs (BRASIL, 2002) e nos apontamentos de autores como Santos e Mortimer (2009), Oliveira et al. (2010), Zanon et al. (2003), Pazinato et al. (2012), Maldaner e Costa-Beber (2009) sugere-se que ainda mantém-se reduzido à transmissão de informações, à mecanização e à pura memorização, o que pode levar a baixos níveis cognitivos. Desta maneira, ainda se encontra muito distante do que proposto pelos documentos citados. Para melhorar esta situação é necessário que o professor reformule sua ação docente, no intuito de propiciar aos seus estudantes uma compreensão do mundo físico, com criticidade e, principalmente, a construção da cidadania.

Pela minha experiência como educadora e participante de cursos de formação também observo os problemas citados anteriormente. É oportuno, neste momento, fazer um breve relato sobre minha trajetória acadêmica e profissional. Iniciei a graduação em Ciências Biológicas no ano de 1995, destacando neste período minha atuação como bolsista de iniciação científica. Durante a graduação tive contato com as disciplinas de Química Geral, Inorgânica e Orgânica, o que me proporcionou subsídios para, no último semestre da graduação, assumir um contrato para ministrar a disciplina de Química em todos os anos do Ensino Médio em uma escola pública, devido à falta de professor.

O término da graduação foi em julho de 1999 e no ano de 2000 prestei concurso público para o cargo de professor de Ciências no ensino fundamental e Biologia para o ensino médio, mas ao assumir o ensino médio continuei ministrando a disciplina de Química devido à grande carência de profissionais nesta área. Neste mesmo ano, iniciei a especialização em Ciências Ambientais, o que fortaleceu minha bagagem teórica. Após, buscando aprimorar minha prática docente, participei de cursos de formação, como o PRÓ-Química, de Tecnologias na Informação e Comunicação (TICs) no Núcleo de Tecnologia Educacional (NTE) entre outros e, atualmente, atuo como professora supervisora do PIBID (Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência), também com esse objetivo ingressei em 2015 neste curso de pós-graduação, Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática. Continuo ministrando a disciplina de Química em todos os níveis do ensino médio, dividindo minha carga horária semanal com a disciplina de Biologia. Destaco, em minha trajetória, a atuação há 17 anos na disciplina de Química, no 3º ano do ensino médio, onde se trabalha a parte da Química Orgânica e por isso optei fazer dessa etapa do ensino médio a base deste estudo.

Em minha prática anterior a este trabalho, no ensino das propriedades físicas dos compostos orgânicos, apenas apontava algumas delas ao final da descrição de cada função orgânica, não levando em conta os conhecimentos prévios trazidos pelo estudante e nem a contextualização das mesmas. Enfatizo que, na maioria dos livros didáticos do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD, 2014), este conteúdo também se apresenta desta forma, restrito a algumas propriedades ao final de cada função orgânica, o que acaba levando o professor a usar a mesma sistemática de apresentação.

Uma consulta na literatura, nas publicações do periódico Química Nova na Escola, no site de busca Google e no site da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), permitiu verificar esta mesma realidade, poucos trabalhos sobre o assunto e a maioria constituindo-se apenas em propostas, o que dificulta a discussão dos resultados e a melhora da prática sobre o mesmo.

Ao se analisar a trajetória do ensino de química percebe-se também que muitos estudantes vêm demonstrando dificuldades em aprender, pois, na maioria das vezes, não percebem o significado ou a validade do que estudam (NUNES; ADORNI, 2010). Diante desta situação, ressalto a importância de o professor ter cuidado ao selecionar o assunto a ser ensinado, tendo como base conteúdos abordados anteriormente, de modo que venham a favorecer a promoção de uma aprendizagem significativa. Como exemplo, pode-se citar o conteúdo de solubilidade em que o professor, antes de iniciar a matéria, pode verificar se assuntos como polaridade de moléculas foram realmente aprendidos pelos estudantes (GIRÃO, 2011).

Considerando esses aspectos, destaca-se a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel, a qual é uma teoria cognitivista e construtivista sobre o processo de aquisição do conhecimento. Ela é concebida como um processo de compreensão, reflexão e atribuição de significados pelo sujeito, em interação com o meio social, ao constituir a cultura e por ela ser constituído (MASINI, 2011). Segundo essa teoria, a aprendizagem é fortemente influenciada pelo que o estudante traz de conhecimento prévio dentro de sua estrutura cognitiva, pois, esses servirão de âncoras para a aprendizagem do novo conhecimento.

Desta maneira, a TAS foi o suporte teórico utilizado para o desenvolvimento deste trabalho, na perspectiva de que o estudante atribua significado para o conteúdo que será ministrado. Moreira (2012b) propõe, para modificar, pelo menos em parte, a situação descrita anteriormente, a construção de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS). Essas são sequências de ensino fundamentadas teoricamente na TAS, voltadas para a aprendizagem significativa, não mecânica, que podem estimular a pesquisa aplicada em ensino, aquela voltada diretamente à sala de aula.

Considerando-se o exposto até o momento, buscou-se responder a seguinte questão com essa pesquisa: “Quais os limites e as possibilidades que podem ser apontados ao abordar as propriedades físicas, em especial solubilidade de compostos orgânicos, por meio de uma UEPS envolvendo diferentes estratégias de ensino”.

Desta maneira, este trabalho, que se encontra inserido na linha de pesquisa Fundamentos teórico-metodológicos para o ensino de Ciências e Matemática, do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo (UPF), teve como objetivo geral analisar os limites e as possibilidades de uma UEPS para o ensino de propriedades físicas de compostos orgânicos por meio de uma intervenção didática com estudantes de uma turma de 3º ano do ensino médio.

Os objetivos específicos elencados foram os seguintes:

- Realizar e analisar a avaliação diagnóstica para identificar o conhecimento que o estudante traz, considerando-o como ponto de partida para a execução deste trabalho;
- Elaborar o produto educacional, a Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) envolvendo diferentes estratégias de ensino;
- Utilizar como problemática inicial para a abordagem do conteúdo textos relacionados aos combustíveis, como forma de contextualização;
- Aplicar o produto educacional em uma turma de 3º ano do Ensino Médio;
- Avaliar o produto educacional dentro da perspectiva sugerida na estrutura da UEPS;
- Refletir sobre a receptividade dos estudantes, observando modificação na sua postura em sala de aula e o conhecimento externalizado durante a aplicação da intervenção.

A proposta desta intervenção foi a de realizar experimentos envolvendo solubilidade, mas, com o viés de utilizá-los também para o ensino de outras propriedades físicas que surgirão dentro da discussão desses experimentos, ou seja, trabalhar as propriedades na medida em que vai aparecendo nos experimentos a possibilidade de abordá-las.

Como citado anteriormente, as estratégias desenvolvidas dentro da UEPS elaborada, foram, principalmente, a experimentação, a simulação computacional e a leitura de textos científicos. Em relação à experimentação, Galiazzi e Gonçalves (2004) escrevem que se deve argumentar em favor desta, como instrumento do discurso das Ciências, e como tal, deve ser incluído no ambiente de sala de aula, a fim de permitir o hábito desta prática entre estudantes

e professores. Veiga et al. (2011), citando Gonçalves e Galiazzi (2004), Zanon e Silva (2000) e Hodson (1994), apontam que as atividades experimentais são uma alternativa para melhorar o processo ensino-aprendizagem. Considerando a TAS, onde o fator que influencia a AS é o que o estudante já sabe, Guimarães (2009) coloca a experimentação como uma estratégia que pode favorecer a AS, desde que ela seja desafiadora para ele, o que pode tornar a ação mais ativa. E fazer uma associação entre os conteúdos curriculares e a vivência do aluno permite a contextualização, abordagem cada vez mais solicitada aos professores.

Quanto à leitura de textos científicos, Souza e Leite (2013) indicam que ela deve ser explorada em sala de aula como recurso, para que os estudantes passem a se constituir leitores capazes de interpretá-los, para tanto o professor deve viabilizar a utilização destes, adaptando-os de acordo com as necessidades inerentes aos conteúdos a serem discutidos.

Assim, reconhecendo que o professor de química não pode deixar de se utilizar da experimentação dentro do seu fazer pedagógico e acreditando que a leitura de textos pode proporcionar aos estudantes o desenvolvimento da capacidade de interpretação dentro da área de ciências, além de auxiliar na aprendizagem, essas estratégias foram implementadas neste trabalho. Além dessas, também se empregou a simulação computacional, porém, com menos ênfase. Dentro de minha ação docente ao longo desses anos não havia ainda usado essas duas últimas estratégias e, pensando em aprimorar a prática em sala de aula, bem como melhorar a aprendizagem, procurei fazer uso destas.

Desta maneira, tem-se como hipótese deste trabalho que o desenvolvimento do conteúdo propriedades físicas dos compostos orgânicos, a partir de uma proposta inovadora e dentro da sistemática da UEPS, venha a propiciar uma postura mais participativa dos estudantes e que o conteúdo abordado tenha significado para o estudante.

O trabalho foi organizado iniciando com esta introdução, na qual utilizo a primeira pessoa do singular, nos itens posteriores me identificarei de forma impessoal, como professora-pesquisadora. O referencial teórico, contém itens sobre o ensino de química, a TAS e, juntamente com esta, as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas e as estratégias de ensino, focando na experimentação, simulação computacional e leitura de textos científicos. Também foi incluído um item relacionado ao conteúdo abordado na intervenção e outro que apresenta alguns trabalhos encontrados na literatura, os quais versam sobre o mesmo. Logo após, estão indicados os aspectos metodológicos que permearam o desenvolvimento desta pesquisa, a análise dos resultados obtidos e as considerações finais. O Produto Educacional se encontra no final desta dissertação.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta parte do trabalho será apresentado o referencial teórico que serviu de base para a pesquisa realizada, este traz estudos sobre o ensino de química, aprendizagem significativa, um pequeno aprofundamento nas estratégias de ensino utilizadas na aplicação da UEPS (Unidade de Ensino Potencialmente Significativa), o conteúdo trabalhado na intervenção, baseado em livros de ensino médio, graduação e artigos científicos, e uma descrição de alguns trabalhos correlacionados com o tema desta pesquisa, propriedades físicas de compostos orgânicos no ensino, encontrados na literatura, especialmente na revista Química Nova na Escola.

2.1 O ensino de Química no Ensino Médio

A Química está associada ao desenvolvimento científico-tecnológico contribuindo nos aspectos econômico, social e político. A sociedade possui interação com o saber químico por diferentes meios e por meio da tradição cultural expande saberes que são baseados em conhecimento químico, científico, ou fundados em crenças (BRASIL, 2002).

Neste contexto, Maldaner e Costa-Beber (2009) colocam que a obtenção dos conhecimentos científicos se torna cada vez mais imprescindível para que o cidadão possa fazer parte do contexto social, participando das mudanças do ambiente, melhorando, assim, sua qualidade de vida e dos demais. O conhecimento científico não deve ser exclusivo dos cidadãos que possuem o saber das Ciências da Natureza e suas Tecnologias, sendo necessárias aprendizagens que vão além de um conhecimento vazio. Quando o estudante não encontra significação para o que está sendo trabalhado na escola, fora dela ele se utiliza do senso comum e não consegue tomar decisões, pois não sabe o que fazer com o que lhe foi ensinado na sala de aula (MALDANER; COSTA-BEBER, 2009). Neste sentido, Oliveira et al. (2010) também escrevem que para entender esta atual situação da sociedade é necessário ultrapassar os saberes particulares das disciplinas. O estudante necessita apropriar-se do conhecimento científico trabalhado na escola e a partir dele compreender e procurar agir diante das diversas circunstâncias apresentadas em nosso meio social.

Para isso, os Parâmetros Curriculares do Ensino Médio (PCNEM) nos trazem um conjunto de habilidades e competências a serem desenvolvidas na área de Química, tais como: descrever as transformações químicas em linguagens discursivas; traduzir a linguagem simbólica da química em linguagem discursiva e vice-versa; fazer a leitura de gráficos,

tabelas e relações matemáticas; identificar fontes e meios de informação de modo a coletar informações relevantes para o conhecimento da Química (BRASIL, 2002).

Nunes e Adorni (2010) consideram essencial que o conhecimento químico faça parte da vida cotidiana das pessoas, a fim de que elas possam, criticamente, contribuir para a preservação e a conservação de todas as formas de vida, inclusive da espécie humana. Mas, quando analisamos a trajetória do ensino de química, verificamos que no decorrer dos tempos, muitos estudantes vêm demonstrando dificuldades em aprender, não percebem o significado ou a validade do que estudam. Os conteúdos parecem ser trabalhados de forma descontextualizada, passando a ser algo distante, difícil, não despertando o interesse e a motivação dos estudantes.

A contextualização contribui para facilitar o aprendizado do aluno, de forma que ele possa compreender a realidade em que vive, dando significado aos conteúdos e permitindo o desenvolvimento de sua capacidade para interpretar e analisar dados, avaliando e tomando decisões próprias. Nessa perspectiva, é fundamental fazer com que os alunos compreendam o mundo em que vivem, tendo a responsabilidade de tomar decisões, melhorando sua qualidade de vida, buscando a diminuição das desigualdades sociais, culturais e éticas (OLIVEIRA et al., 2015, p. 328).

A escola através da significação dos conhecimentos construídos favorece a compreensão dos saberes em níveis mais elevados, associados também a uma abordagem temática onde a contextualização e a interdisciplinaridade oportunizam o desenvolvimento dos estudantes (ZANON et al., 2003). Mas, segundo Pazinato et al. (2012), mesmo na Química Orgânica, que se encontra muito interligada com a vida, os docentes do ensino médio apresentam problemas em relação à contextualização do conteúdo ministrado.

Existe uma preocupação muito grande com o cumprimento do programa letivo nas aulas de química do 3º ano e o professor acaba adotando como metodologia, para cumprir essa tarefa, a exposição dos conteúdos sem contextualização e o uso excessivo de fórmulas, sem perceber que o estudante pode estar apenas sendo um receptor, isso pode levar a dificuldades importantes na construção do conhecimento químico (OLIVEIRA, 2010).

Também Miranda e Costa (2010) reforçam esta ideia, afirmando que se os conteúdos não forem contextualizados, serão considerados difíceis e não despertarão interesse em serem aprendidos pelos estudantes.

Santos e Mortimer (2009) acrescentam que a mediação do mundo e o cidadão acontecem através de uma educação problematizadora, de caráter reflexivo e de descoberta da realidade iniciada por um diálogo da reflexão das contradições básicas da situação de

existência, ou seja, o docente deve proporcionar aos estudantes reflexões sobre a sua condição no mundo, frente aos desafios postos pela ciência e tecnologia.

Na pesquisa de Veiga et al. (2011), outro problema apontado no processo ensino-aprendizagem de Química é a dificuldade de relacionamento dos professores com seus estudantes, mas ressaltam que este pode ser amenizado se as aulas estiverem de acordo com a realidade do estudante, podendo levar a uma melhor aprendizagem do conteúdo ensinado.

O método tradicional, baseado na memorização e a aprendizagem mecânica e insignificante ainda continuam sendo utilizadas na maioria das salas de aula, em relação ao ensino de química, apresentando um enfoque descontextualizado, fora da realidade dos estudantes, fazendo com que os mesmos não consigam transpor este conhecimento para o seu cotidiano (OLIVEIRA et al., 2010).

Os PCNs (2002) enfatizam, por exemplo, que os professores dão muita relevância às propriedades periódicas e deixam-se conteúdos mais significativos dos elementos como ocorrência, propriedades, aplicações e correlações entre esses assuntos.

Estas correlações podem ser exemplificadas no caso do enxofre elementar: sua distribuição no globo terrestre segue uma linha que está determinada pelas regiões vulcânicas; sua obtenção se baseia no seu relativamente baixo ponto de fusão e suas propriedades químicas o tornam material imprescindível para a indústria química. Mesmo tão relevantes, essas propriedades são pouco lembradas no contexto do aprendizado escolar (BRASIL, 2002, p. 30).

Os PCNs (2002) ressaltam, também, que em relação à aprendizagem de Química, no primeiro momento deve-se destacar a construção dos conceitos a partir de fatos e no segundo momento, o conhecimento de informações ligadas à sobrevivência do ser humano. Na interpretação dessas informações, utilizam-se os conceitos já construídos, bem como se constroem outros, necessários para a compreensão dos assuntos tratados. As competências e habilidades desenvolvidas na primeira leitura do mundo físico sob a óptica da Química são reutilizadas e, nesse processo, podem ser aperfeiçoadas, de acordo com a complexidade das situações em estudo. Para esta situação traz:

por exemplo, o tema combustível pode, num primeiro momento, ser estudado em termos do entendimento das reações de combustão, tanto em seus aspectos qualitativos, quantitativos, macroscópicos e microscópicos. Num segundo momento, deve-se procurar entender a problemática dos combustíveis, considerando-se as fontes renováveis e não renováveis, litosfera e biosfera, os problemas ambientais decorrentes do uso dos combustíveis, as relações entre desenvolvimento sócio-econômico e disponibilidades de energia (BRASIL, 2002, p. 37).

A interlocução entre conhecimento cotidiano e científico exige dos professores uma mediação muito sábia (COSTA-BEBER; MALDANER, 2009). Santos e Mortimer (2009) escrevem que os docentes precisam assumir uma postura de diálogo, levando em consideração a fala dos estudantes, mediando-as com o mundo científico e tecnológico, para que a assimilação ocorra, necessitam mudar suas concepções e sua prática pedagógica, o que pode ser feito através de formação continuada. Miranda e Costa (2010), em seu trabalho, também reforçam que além deste diálogo, é necessário contribuir para a ampliação do conhecimento e estabelecimento da cidadania com assuntos importantes para o estudante.

O aprendizado da Química demanda o comprometimento com a cidadania, com a ética e com a modificação na prática didático-pedagógica do professor, a qual deve estar ligada ao cotidiano do estudante (MIRANDA; COSTA, 2010).

A mudança de concepção do professor e de sua prática em sala de aula se evidencia na aquisição de autonomia e segurança na escolha de novas metodologias e torna-se real, quando o professor assume o compromisso e apresenta vontade de enfrentar o desafio de uma nova prática (SANTOS; MORTIMER, 2009).

O professor deve buscar sua formação continuada e fazer com que os ensinamentos aprendidos sejam colocados em prática na sala de aula, desta forma os estudantes mostrar-se-ão mais interessados e abertos a novas aprendizagens e o professor terá melhor relacionamento com os mesmos.

2.2 Aprendizagem significativa

A obra *The Psychology of Meaningful Verbal Learning*¹ nasceu da vivência pessoal, profissional, clínica e acadêmica de Ausubel, passando do biológico e do desenvolvimento psicológico para constituir-se. Como ponto inicial enfatizou a concepção de como o conhecimento vai sendo obtido à medida que o ser humano se coloca no mundo, destacando que sua concepção de aprendizagem significativa leva em consideração a união de novas informações em um intrínseco processo pelo qual aquele que aprende adquire conhecimento (MASINI, 2011).

Primeiro, para ensinar significativamente, é de fundamental relevância identificar o que o estudante já sabe, embora o saber pertença à estrutura cognitiva do sujeito e seja de

¹ AUSUBEL, David. *The Psychology of Meaningful Verbal Learning*. Michigan: Grune & Stratton, 1963, p. 255.

natureza idiossincrática. Não é um processo simples analisar o que o sujeito já sabe para depois atuar corretamente. Mas, não é impossível encontrar traços dos conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva daquele que aprende. Uma das situações utilizadas pode ser o enfrentamento de problemas, pode ser um momento em que o conhecimento deve ser em forma de linguagens oral ou escrita. As situações podem ser criadas a partir de um problema real ou até de uma questão de prova escrita, a qual não pode ser do tipo que exige uma resposta direta e memorizável, mas sim, uma situação nova que exija modificação do conhecimento original, fazendo-o, por exemplo, reescrever com suas próprias palavras o que assimilou ou aplicar o conhecimento para explicar algo novo ou tomar uma decisão em relação ao que foi trabalhado (GUIMARÃES, 2009).

A aprendizagem significativa é substantiva, porque é o "recheio" do conceito que é apreendido e não apenas um nome ou enunciado sem qualquer significado para o estudante. A informação deve ter interação com as ideias que o estudante já possui, que incluem os conceitos, as proposições e símbolos anteriormente aprendidos. Essas ideias são os subsunçores e possuem grande relevância na aprendizagem significativa (VALADARES, 2011).

Esta teoria vem sendo propagada pelo professor Marco Antonio Moreira, professor de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), de acordo com Moreira:

Aprendizagem significativa é aquela em que ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não-arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe. Substantiva quer dizer não-literal, não ao pé-da-letra, e não-arbitrária significa que a interação não é com qualquer ideia prévia, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende (2012a, p. 2).

Ainda, conforme Moreira (2012a), o subsunçor poderá apresentar maior ou menor estabilidade cognitiva, poderá encontrar-se mais ou menos diferenciado, ou seja, mais ou menos organizado em relação aos seus significados. Mas, como o processo é interativo, quando serve de ideia-âncora para um novo conhecimento ele pode mudar, assumindo significados novos, colaborando com os significados existentes. Em relação a esse aspecto, Moreira ressalta que:

É importante reiterar que a aprendizagem significativa se caracteriza pela *interação* entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, e que essa interação é *não-literal* e *não-arbitrária*. Nesse processo, os novos conhecimentos adquirem significado para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva (2012a, p. 2).

Podem-se caracterizar três *formas* de aprendizagem significativa, de acordo com Moreira (2012): por *subordinação*, por *superordenação* e de modo *combinatório*. Analogamente, pode-se identificar três *tipos* de aprendizagem significativa: *representacional* (de representações), *conceitual* (de conceitos) e *proposicional* (de proposições).

A aprendizagem significativa é dita *subordinada*, quando os novos conhecimentos potencialmente significativos adquirem significados para o estudante, por meio de um processo de ancoragem cognitiva, interativa, em conhecimentos prévios relevantes gerais existentes na sua estrutura cognitiva.

A aprendizagem *superordenada* induz a novos conhecimentos que passam a envolver os iniciais, mas não é nem mais inclusiva nem mais especial do que os conhecimentos originais.

Em relação aos tipos de aprendizagem significativa, a mais simples, porém a mais essencial, pois dela dependem os outros tipos, é a *aprendizagem representacional*, é a que acontece quando símbolos arbitrários passam a designar apenas o referente que representa, está muito arrolada a outro tipo de aprendizagem significativa, a *aprendizagem conceitual*, onde conceitos recomendam regularidades em eventos ou objetos.

O terceiro tipo, a *aprendizagem proposicional*, sugere atribuir significado a novas ideias divulgadas na forma de uma proposição. As aprendizagens representacionais e conceituais são pré-requisitos para a proposicional, mas o significado de uma proposição não é a soma dos significados dos conceitos e palavras nela envolvidos. A aprendizagem proposicional pode ser subordinada, superordenada ou combinatória.

Semelhante, a aprendizagem conceitual acontece por subordinação, superordenação ou combinação, relativamente a conhecimentos prévios que existem na estrutura cognitiva. Isso indica que as formas e tipos de aprendizagem significativa são classificações plenamente compatíveis.

Moreira (2012a) apresenta a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa, ou integradora, como processos fundamentais da dinâmica da estrutura cognitiva no decorrer da aprendizagem significativa. Na diferenciação progressiva, conforme Zoch e Locatelli (2015), os conceitos mais abrangentes serão introduzidos inicialmente e os mais específicos vão sendo “ancorados” ao longo do processo de forma subordinada, envolvendo geralmente uma assimilação sequencial, enquanto na reconciliação integradora as informações vão se reorganizando, ganhando novos significados.

Nesse sentido, Moreira sugere a elaboração de Unidades de ensino potencialmente significativas (UEPS) para auxiliar a prática docente. Essas são sequências de ensino

fundamentadas teoricamente na TAS, que reportam para a aprendizagem significativa, aquela não mecânica, vindo a proporcionar a pesquisa aplicada em ensino, aquela direcionada à sala de aula, mais especificamente. Elas também se apresentam como uma alternativa para a construção de materiais potencialmente significativos, que apresentem estrutura e desencadeamento lógico, que tenham significado aos estudantes e que estejam de acordo com os conhecimentos trazidos por eles, deste modo o conteúdo será relacionado à estrutura cognitiva, proporcionando a eles a construção de significados (MOREIRA, 2012b).

Durante a construção de uma UEPS, Moreira (2012b) ressalta que é necessário considerar os seguintes pontos:

- **Objetivo:** devem ser desenvolvidas unidades de ensino potencialmente facilitadoras da aprendizagem significativa de tópicos específicos de conhecimento declarativo e/ou procedimental.
- **Filosofia:** só haverá ensino quando existir aprendizagem, e aprendizagem significativa; ensino é o meio, aprendizagem significativa é o fim; as estratégias de ensino devem desenvolver significados nos estudantes.
- **Marco teórico:** teoria da aprendizagem significativa de David Paul Ausubel (1980, 2003); Moreira e Masini (2009); Moreira (2006, 2010, 2011) e Novak e Gowin (1996), cuidando para não deixar de lado a teoria da educação de Joseph D. Novak (2000).

Também, conforme Moreira (2012b), a UEPS apresenta os seguintes aspectos sequenciais:

- estabelecer o assunto a ser trabalhado, identificar seus aspectos declarativos e procedimentais de acordo com a matéria de ensino;
- indicar situações em que o estudante externalize seu conhecimento prévio;
- propor situações-problema iniciais considerando o conhecimento prévio do estudante, em que essas irão funcionar como organizador prévio;
- o conhecimento será apresentado ao estudante e a estratégia de ensino utilizada para isso pode ser a exposição oral acompanhada de atividade colaborativa em grupos que após deve ser apresentada ou discutida na turma;
- retomar os aspectos estruturantes, em uma nova apresentação em nível mais alto de complexidade do que a primeira;
- concluir a unidade, continuando o processo de diferenciação progressiva através da retomada das características relevantes do conteúdo, mas através de uma

perspectiva integradora, buscando a reconciliação integrativa, a estratégia utilizada pode ser uma pequena exposição oral, a leitura de textos, a utilização de um recurso computacional, um audiovisual etc.;

- a avaliação da aprendizagem por meio da UEPS deverá ser realizada no decorrer de toda a aplicação, além de uma avaliação somativa individual. A avaliação deverá estar baseada tanto na avaliação formativa quanto na avaliação somativa;
- a UEPS só será considerada proveitosa se a avaliação do desempenho dos estudantes conter traços da aprendizagem significativa, destacando que a aprendizagem significativa é progressiva.

Moreira (2012b) apresenta alguns aspectos transversais em relação à UEPS: as estratégias de ensino carecem de diversificação, deve-se destacar o questionamento e o diálogo, e a crítica necessita ser incitada; as atividades da UEPS podem vir dos próprios estudantes e também se podem propor atividades individuais.

2.3 Estratégias de ensino

O termo estratégia de ensino foi designado por Pozo como os caminhos, as técnicas, os recursos e os procedimentos que podem ser utilizados para solucionar um problema, realizar uma tarefa etc. Os processos de ensino aprendizagem precisam ser alicerçados na didática originando o desenvolvimento e a edificação do conhecimento contra uma tradição expositiva e memorística (apud VALDÉS, 2003).

Neste trabalho foram adotadas como estratégias, dentro do Produto Educacional, a experimentação, a leitura de textos e a simulação computacional, desta maneira estas serão abordadas brevemente a seguir.

2.3.1 Experimentação

Há mais de um século as atividades experimentais foram implementadas nas escolas, com influência dos trabalhos realizados nas universidades, mas foi na década de 60 que a experimentação atingiu seu auge, também influenciada pelos Projetos Curriculares Americanos, tais como o *Chemical Educational Material Study* (CHEMS) e *Chemical Bond Approach Project* (CBA) (GALIAZZI et al., 2001).

As atividades experimentais podem ser demonstrações realizadas pelo professor ou experimentos para confirmação de informações, cujos resultados contribuem na formação de

conceitos, entre outros, conforme Maldaner (1999). Aqui, se ressalta a questão de formação de conceitos, objetivo que pode não ocorrer, se a aula experimental objetiva apenas confirmação de informação ou de teoria, sem proporcionar ao estudante refletir sobre o experimento, fazer previsões ou tentar explicar o fenômeno.

Giordan (1999) avalia ser unânime que a experimentação desperta interesse entre os estudantes, independentemente do nível de escolarização, uma vez que esta tem caráter motivador, lúdico, vinculado aos sentidos e em decorrência disso, pode aumentar a capacidade de aprendizado.

A experimentação se justifica por motivos ligados à estrutura da ciência, à Psicopedagogia, à Didática específica, à reformulação conceitual entre outros, sendo considerada ferramenta para o ensino e aprendizagem de Química. Como ingrediente de ensino, deve-se considerá-la indissociável (SCHWAHN; OAIGEN, 2009, p. 2).

Infelizmente, nas escolas as atividades experimentais são pouco utilizadas, embora continue o pensamento dos professores de que ao se fazer uso delas pode-se transformar o ensino de Ciências (GALIAZZI et al., 2001). A falta delas pode deixar mais abstrato o ensino de Química, desta forma o estudante pode ter dificuldade de entender como os fenômenos ocorrem, bloqueando o aprendizado e reduzindo o interesse pela Química (PONTES, 2008).

A experimentação, para Giordan (1999), pode ter um caráter indutivo e, nesse caso, o estudante pode controlar as variáveis e encontrar ou reencontrar analogias funcionais entre elas, e também, pode apresentar caráter dedutivo quando eles possuem a chance de testar o que está escrito na teoria. O uso dessas atividades bem organizadas promove o entendimento do conhecimento em química, é relevante na formação de elos entre as concepções espontâneas e os conceitos científicos, oportunizando aos estudantes chances de aprovar suas ideias ou reestruturar as existentes (GIORDAN, 1999).

As aulas experimentais não precisam ser ministradas com o uso de materiais aprimorados, mas, necessitam de organização e favorecimento do debate e análise, permitindo assim, o entendimento dos fenômenos químicos e a troca de conhecimentos entre os integrantes do grupo que desenvolve a atividade experimental (SCHWAHN; OAIGEN, 2009).

Segundo Guimarães (2009), em seu trabalho Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa, inclusive já citado na fundamentação sobre AS, a experimentação pode ser uma estratégia eficiente no que tange à criação de problemas advindos de um contexto e que estimulem o questionamento e, nesse cenário, os conteúdos seriam trabalhados dentro das respostas aos questionamentos.

A respeito deste aspecto, Trevisan escreve:

Diferentemente da experiência conduzida pelo cientista, experimentação formal em laboratórios didáticos, por si só, não soluciona o problema de ensino-aprendizagem em Química, dessa forma não se desvincula “teoria” e “laboratório”. Teoria e prática se acham intimamente relacionadas numa práxis histórica, social, coletiva e cotidiana (2008, p. 4738).

O professor, ao usar a experimentação, deve integrar os conteúdos curriculares ao que o estudante presenciou, desta forma estará trabalhando de maneira contextualizada, já que não está propondo algo pronto, mas com situações levantadas pelos envolvidos a partir de circunstâncias reais (GUIMARÃES, 2009). Da mesma forma, esta deve ser proporcionada em um nível adequado ao desenvolvimento cognitivo dos estudantes, considerando-se sua faixa etária e o aprofundamento para esclarecer algumas atividades do cotidiano (FARIAS; BASAGLIA; ZIMMERMANN, 2009).

Conforme Schwahn e Oaigen (2009), a maioria dos educadores confia no uso de atividades experimentais para alcançar a aprendizagem, tendo em vista que este aspecto vem sendo construído na prática docente, porém, pouco se discute sobre os objetivos específicos dessas aulas. É de fundamental importância que elas sejam bem organizadas e com objetivos claros que visem à apreensão de conceitos e de significado, desta forma é bem possível que o estudante conseguirá compreender o fenômeno químico em relação ao conteúdo envolvido, em contrapartida a ausência de planejamento e objetivos faz com que acabe se usando o laboratório com outros objetivos, por exemplo, como elemento motivador apenas.

Trevisan destaca sobre isso:

No ensino de Química, consideramos que as aulas práticas em laboratórios são de fundamental importância para uma aprendizagem significativa. Para assim tentar relacionar o conhecimento teórico com o prático. Assim, para compreender a prática pedagógica dos professores investigados, este item é revelador (2008, p. 4739).

Assim, considerando a experimentação nas aulas de química, ‘é preciso superar reducionismos e deformações sobre seus objetivos’ (GALIAZZI et al., 2001) a fim de aproveitar a riqueza que uma estratégia como essa pode proporcionar em termos de ganho cognitivo. Gonçalves (2005) coloca que a problematização favorece aos estudantes a explicitação de seus conhecimentos e a discussão sobre estes. Guimarães (2009) também aponta a problematização como uma maneira de permitir ao professor verificar os conhecimentos prévios dos estudantes e direcionar a sua prática, para que os novos

conhecimentos se relacionem com os que eles já possuem. Dessa maneira, segundo a TAS, se estabelece uma relação substancial dos novos conhecimentos com aspectos relevantes da estrutura cognitiva do estudante, o que conduz à aprendizagem significativa.

2.3.2 Leitura de textos científicos

A leitura liberta o homem na proporção que fornece elementos para compreender o mundo, permitindo condições de não se alienar, refletindo sobre sua condição humana, podendo transformar a si mesmo e o meio em que vive (FREIRE, 2008).

Segundo Furió e colaboradores (2001), a alfabetização científica é necessária para a correta percepção dos problemas que afetam o futuro da humanidade proporcionando a participação dos cidadãos na tomada de decisões, dessa maneira os educadores têm a importante missão de trazer a discussão dos problemas e possíveis soluções para esses.

Os artigos científicos, por meio de sua leitura, aproximam os estudantes da atividade científica, proporcionando, desta forma, a abrangência e discussão em sala de aula de questões polêmicas na sociedade hoje, como problemas ambientais, econômicos e culturais.

A utilização dos artigos científicos em sala de aula também poderia mostrar ao estudante a ciência como um processo de construção e que apresenta erros, resultando em um leitor crítico e que entende as inúmeras formas de fazer científico (FLÔR, 2009). Souza e Leite (2013) indicam que textos científicos devem ser explorados como recursos, para que os estudantes passem a se constituir em leitores capazes de interpretar os mesmos, para tanto o professor deve viabilizar a utilização destes, adaptando-os de acordo com as necessidades inerentes aos conteúdos a serem discutidos. Entretanto, Flôr (2009) escreve que o professor, ao realizar adaptações, deve estar consciente de seu papel enquanto autor e leitor, uma vez que esse tirar ou adicionar partes encontra-se cheio de significados, por exemplo, ao se cortar de um artigo científico informações de contextualização, também se pode omitir o caráter humano e contextual do trabalho científico. A respeito dessa questão, Massi (2009) afirma que a preocupação em relação ao desenvolvimento desse recurso na sala de aula tem fundamento, pois, os dados contidos poderão ser utilizados futuramente pelos estudantes para a resolução de problemas que irão encontrar na carreira profissional ou acadêmica.

Resultados obtidos de estudos em relação ao uso dos textos científicos apontam cinco fatores problemáticos: a falta de compreensão de leitura dos estudantes, o mínimo valor

atribuído a esta atividade no ensino de Ciências, as dificuldades de apropriação de tarefas metacognitivas em relação à leitura, a desmotivação dos estudantes e os problemas observados por eles durante a leitura de textos científicos (TEIXEIRA JÚNIOR; SILVA, 2007). Por isso mesmo, acredita-se que esse tipo de estratégia deveria ser impulsionado dentro da sala de aula, nas diversas disciplinas, uma vez que, como indica Junior (2010), a linguagem escrita é o suporte de cada uma delas.

2.3.3 Simulação computacional

A proximidade entre as escolas e as tecnologias de informação, bem como os estudantes que vivem nesta era digital dependem da capacidade de flexibilidade para favorecer meios a todos de adaptação a esta nova realidade social (MORAIS; PAIVA, 2007).

Neste sentido, Valente (2014) escreve que a ação de educar versa em ajudar o estudante a construir o conhecimento, para isso, é necessário inventar ambientes de aprendizagem onde ocorra tanto transmissão de informação quanto construção, é também, identificar como acontece a informação, fazendo com que ela seja entendida pelo estudante que, a partir disto, passa a compreender o que terá que fazer para transformar informação em conhecimento, para isso uma das saídas encontradas é a utilização das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs), mas se estas não forem percebidas com ênfase educacional, não será a sua utilização que ajudará o estudante no processo de aprendizagem. O papel da experimentação por simulação não é o de trocar a experimentação fenomenológica. Respeita-se a ordem de exposição dos grupos aos experimentos: em primeiro lugar o experimento de laboratório, depois o experimento de simulação. A simulação não pode impedir a tarefa de criação de modelos mentais, já verificada na intervenção decorrente da experimentação, mas sustentar esta prática com novas regras, mais próximas do processo de significação, inserindo um novo plano de mediação entre o sujeito e o objeto, o plano da realidade simulada ou o plano da representação dos modelos mentais. Giordan afirma:

Numa concepção idealista, a experimentação por simulação deve permitir ao sujeito cultivar seu imaginário em consonância com um conjunto de signos socialmente legitimados, transitando entre a crueza da realidade objetiva e as sombras da compreensão subjetivada. Nesse sentido, a experimentação por simulação deve permitir ao sujeito uma nova oportunidade para representação do mundo e de seus modelos mentais representativos, expondo-os ao olhar do outro (1999, p. 9).

Giordan (1999) resume que as simulações computacionais podem se articular com atividades de ensino, sendo desta forma mais um instrumento de mediação entre o sujeito, seu mundo e o conhecimento científico.

A tecnologia deve se adequar à Educação, permitindo a exploração de novas estratégias de ensino. Para a educação em ciências, passou-se a avaliar como o computador vem alterando a forma da construção da Ciência, mudando as relações entre teoria e experimentação, transformando a forma de ensino, por ser um instrumento que possibilita aos estudantes o entendimento da relação causal entre as variáveis, com o isolamento e a manipulação de um parâmetro cada vez e o teste de hipóteses alternativas, oportunizando aos estudantes, atividades de modelização (RIBEIRO; GRECA, 2003).

Notadamente, as simulações computacionais possibilitam a manipulação de experimentos de inúmeros tipos, entre estes os muito complexos, demorados e perigosos de se realizar nos laboratórios das escolas e também favorecem ao estudante a visualização de suas hipóteses de acordo com o que o simulador oferece, manuseando variáveis e verificando as alterações do modelo diante das inúmeras condições nele apresentadas (MORAIS; PAIVA, 2007).

A utilização, devidamente integrada e planejada, das simulações computacionais apresenta algumas vantagens pedagógicas, pois estes recursos podem despertar ou aumentar o interesse dos alunos, dada a possibilidade de variar parâmetros e observar o efeito dessas variações em diversas situações e condições, tendo oportunidade de reflectir e tomar novas decisões. As simulações oferecem a possibilidade ao aluno de desenvolver hipóteses, testá-las, analisar resultados e aperfeiçoar os conceitos (MORAIS; PAIVA, 2007, p. 105).

Morais e Paiva (2007) em seu trabalho ainda colocam que esta modalidade de uso do computador na educação também apresenta grande utilidade para o trabalho em grupo, pois desta forma, os grupos podem testar diferentes hipóteses, proporcionando aos estudantes um contato maior com os conceitos envolvidos no problema em estudo e a terem participação mais ativa na elaboração do conhecimento; também apontam que outra vantagem pedagógica das simulações computacionais é proporcionar a interdisciplinaridade.

De acordo com Giordan (2005), as ferramentas computacionais não vieram para disputar o lugar do professor na sala de aula, como alguns estudiosos previram, mas servem para reforçar a rede dialógica de interações existentes na sala de aula. Para tanto, conclui-se que o professor mantém sua função, na qual deve assumir o papel de mediador do conhecimento do estudante, reforçando as formas para motivar e criar competências e habilidades à formação de um cidadão.

A realização de atividades por meio das TDICs tem características importantes para o processo de construção de conhecimento: a definição de ideias pode ser compreendida como a representação dos conhecimentos que o aprendiz apresenta, identificando-se os conceitos e as estratégias que o estudante emprega para a resolução de um problema; as TDIC efetuam as instruções dadas, deixando constatar se os conceitos e estratégias usadas são certos ou devem ser excluídos; as modificações a serem feitas podem ser executadas, o que oportuniza a concretização do ciclo de ações descrição-execução-reflexão-depuração-nova descrição (VALENTE, 2014).

As TDICs apresentam animação de elementos na tela, passando a se constituir em uma ferramenta eficaz para complementação ou mesmo substituição de inúmeros exercícios realizados com o lápis e o papel, principalmente na área das Ciências, onde muitos acontecimentos não podem ser realizados ou visualizados (VALENTE, 2014).

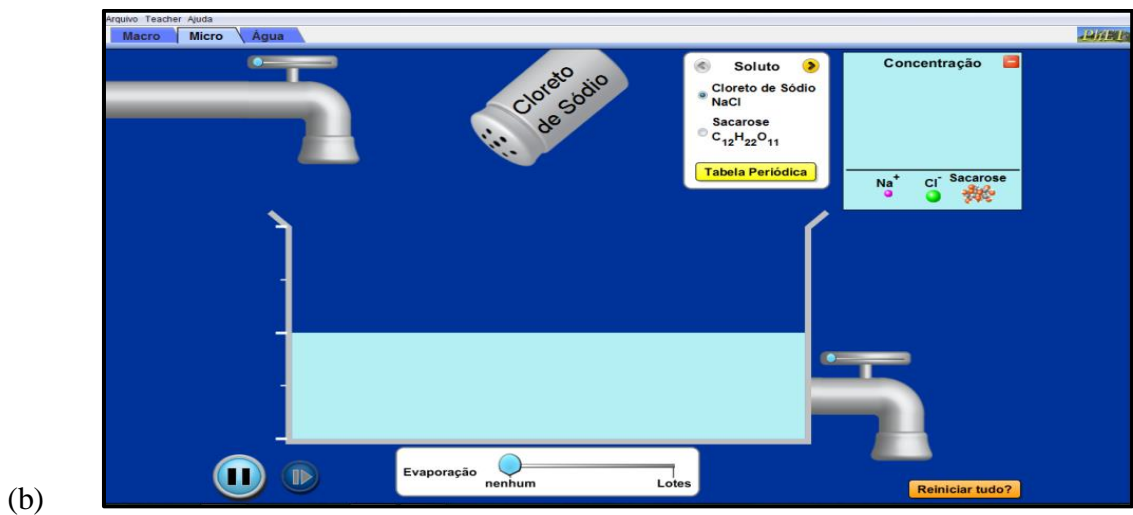
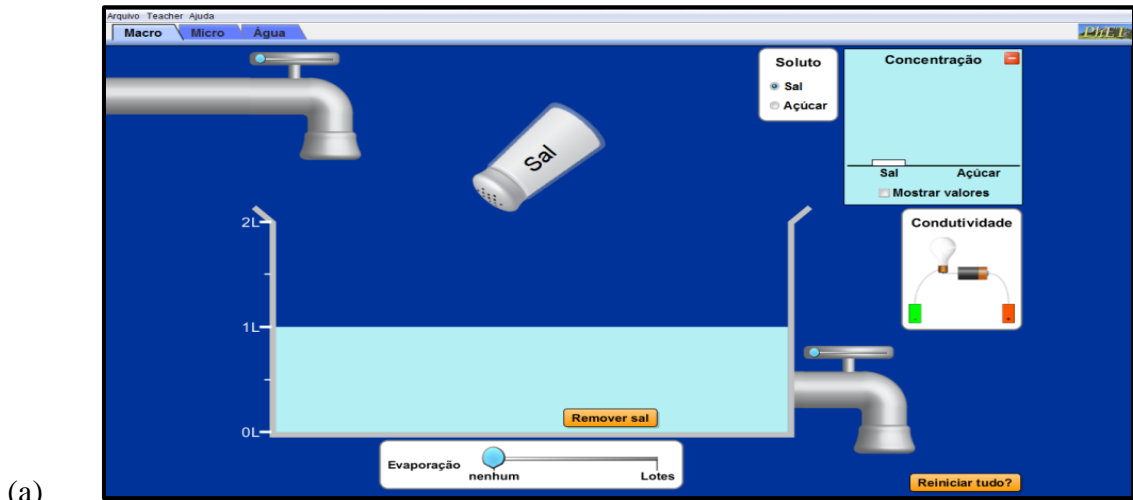
Fundado em 2002 pelo Prêmio Nobel Carl Wieman, o projeto PhET Simulações Interativas da Universidade de Colorado Boulder² cria simulações interativas gratuitas de matemática e ciências. As simulações no PhET (sims PhET) baseiam-se em extensa pesquisa em educação e envolvem os alunos através de um ambiente intuitivo, estilo jogo, onde os alunos aprendem através da exploração e da descoberta.

Tais programas são distribuídos sob a licença pública do Creative Commons, o que viabiliza que sejam baixados e usados livremente, segundo as limitações dessa licença. Além de o uso ser facilitado, os softwares foram traduzidos para diferentes idiomas, inclusive o português, e os usuários podem contribuir com experiências e atividades realizadas com a sua utilização. No site do PhET, é possível encontrar ideias sobre experimentos a serem realizados, exercícios a serem resolvidos etc. (VALENTE, 2010, p. 151).

O simulador *Sugar and salt solutions*, o qual se encontra disponível no endereço https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/sugar-and-salt-solutions, demonstra a solubilidade do cloreto de sódio (NaCl) em água e as interações que ocorrem entre solvente-solvente, soluto-soluto e soluto-solvente. Muito fácil de ser utilizado, o simulador possui três abas: uma que apresenta o nível macroscópico (Figura 2a), outra o microscópico (Figura 2b) e a terceira a interação com a água (Figura 3). Também há uma torneira na parte superior do recipiente e recipientes onde estão os solutos a serem manipulados.

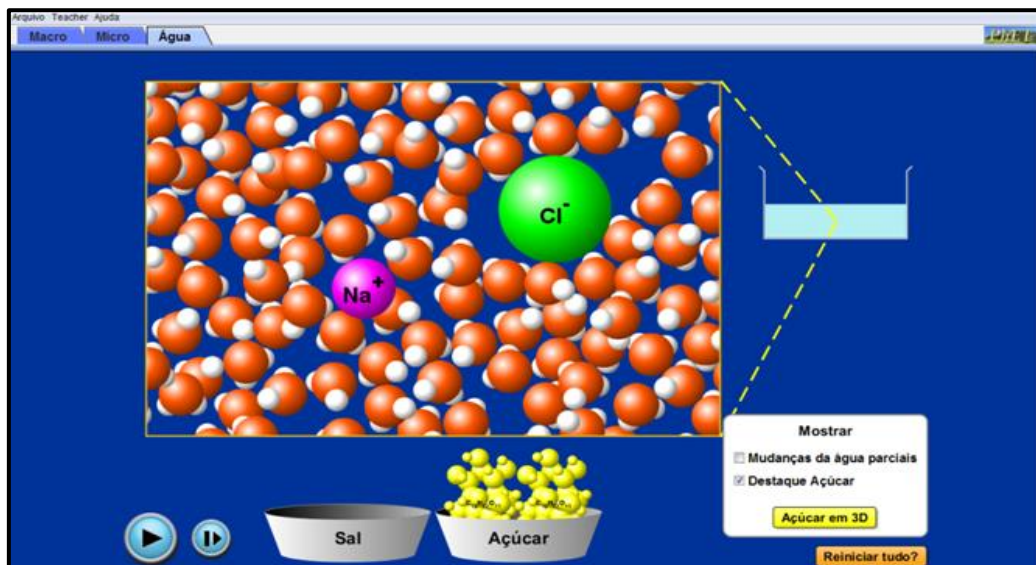
² Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/>. Acesso em: 17 jan. 2017.

Figura 2 - (a) Representação da aba denominada macroscópico. (b) Representação da aba denominada microscópico.



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

Figura 3 - Representação da aba denominada água.



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

Existem diversas estratégias de ensino para que o professor possa desenvolver sua ação docente de forma mais efetiva. Entretanto, a adoção de apenas uma ou duas parece limitar as possibilidades, para que o estudante possa aprender, considerando que o modo como cada um aprende pode ser diferente. Mesmo na prática docente diária observa-se que estratégias que funcionam com uma determinada turma podem ser inviáveis com outra, cabe ao professor ter a sensibilidade de identificar essas peculiaridades e, também, ter a disposição de se reorganizar. Uma forma de avaliar a estratégia de ensino utilizada é retomar e analisar de maneira reflexiva e reconstrutiva o que os estudantes produziram a partir destas, sejam atividades escolares ou práticas, através de abstração ou generalização (UHMANN; ZANON, 2013).


2.4 Propriedades físicas dos compostos orgânicos

Nesta parte do trabalho está indicada uma breve revisão sobre o conteúdo que serviu de base para a elaboração da UEPS e, também, para o trabalho em sala de aula com os estudantes.

2.4.1 Momento de dipolo e polaridade de ligações e de moléculas

Em uma determinada ligação química entre dois átomos iguais, estes irão ter atração pelos elétrons da ligação na mesma intensidade, desta forma dizemos que a ligação é apolar. Quando a ligação for constituída entre dois átomos diferentes, um deles poderá apresentar maior atração pelos elétrons da ligação, maior eletronegatividade, dizemos então, que a ligação é polar (SANTOS; MOL, 2013). Esta polarização é representada utilizando uma simbologia para carga parcial, assim, como o átomo mais eletronegativo atrairá o par de elétrons da ligação, desenvolverá uma carga parcial negativa (δ^-), enquanto o outro átomo desenvolverá uma carga parcial positiva (δ^+). Com isso temos, por exemplo, que a molécula do ácido clorídrico é polar, e a polaridade da ligação H-Cl, e também da molécula do ácido clorídrico, é medida pelo momento de dipolo ou momento dipolar (μ). A Figura 4 apresenta essa questão.

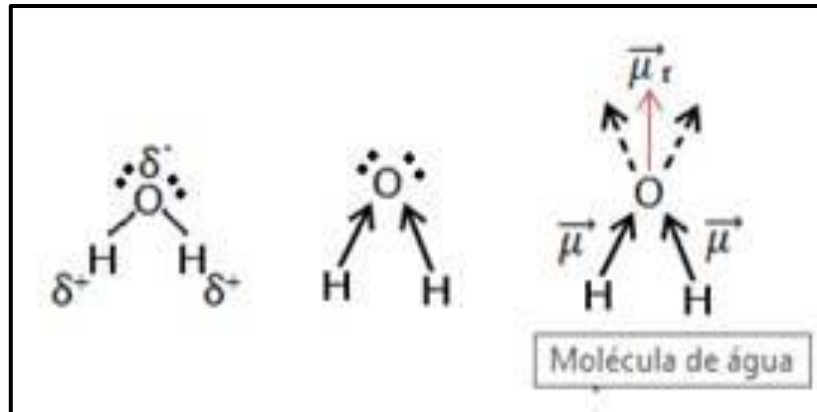
Figura 4 - Demonstração do momento de dipolo.

Eletronegatividade: H: 2,1 Cl: 3,0	 <p>Obs: o sentido da seta do momento de dipolo recomendado pela IUPAC é o contrário desta representação.</p>
--	---

Fonte: <<https://blogdoenem.com.br/ligacoes-quimicas-enem/>>.

Entretanto, uma molécula pode conter ligações polares, mas, ser apolar. Isto porque, um fator importante a considerar, quando temos moléculas poliatômicas, é sua geometria. Nesse caso, o momento de dipolo será a resultante da soma vetorial dos momentos de dipolo de todas as ligações (BARBOSA, 2011), conforme representado na Figura 5.

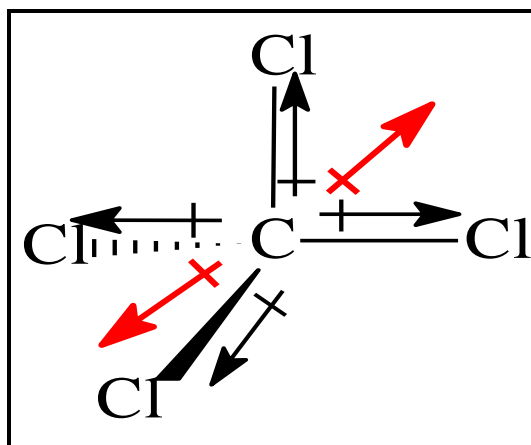
Figura 5 - Representações para o momento de dipolo da molécula de água, indicando, respectivamente, polarização da ligação H-O, sentido do dipolo para as ligações individuais e momento de dipolo resultante para a molécula.



Fonte: <<http://brasilecola.uol.com.br/quimica/polaridade-das-moleculas.htm>>.

Desta maneira, considerando os compostos de carbono, pode-se verificar, por exemplo, que o tetracloreto de carbono (CCl₄), apesar de ter as ligações polares, é uma molécula apolar, uma vez que os vetores se anulam como é apresentado na Figura 6. Isto ocorre devido a geometria tetraédrica do carbono com hibridização sp³.

Figura 6 - Representação dos dipolos na molécula do tetracloreto de carbono.



Fonte: Autora (2017).

Na Tabela 1 a seguir estão apresentados valores de momento de dipolo (μ) para algumas substâncias.

Tabela 1 - Valores de momento de dipolo (μ) de algumas moléculas.

Substância	μ (D)	Substância	μ (D)
H ₂ O	1,85	NH ₃	1,47
HF	1,83	CH ₃ Cl	1,87
HCl	1,08	CH ₂ Cl ₂	1,55
HBr	0,80	CCl ₄	0
HI	0,42	CH ₄	0

Fonte: Solomons (1996, p. 39).

Como pode ser visto, alguns compostos como o clorometano (CH₃Cl) e o ácido fluorídrico (HF) apresentam valores de momento de dipolo semelhantes ao da água, já o metano (CH₄) e o tetracloreto de carbono (CCl₄) demonstram valores iguais a zero, devido ao que já foi explicado anteriormente.

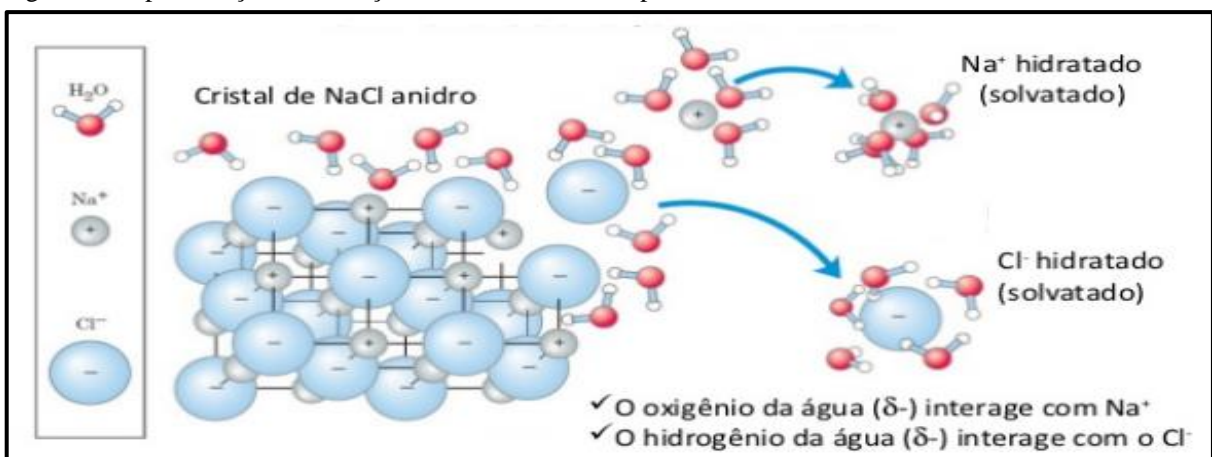
2.4.2 Interações intermoleculares e propriedades físicas

As forças intermoleculares são responsáveis por manterem as moléculas unidas, em especial, nos estados de agregação líquido e sólido. Estas forças atrativas variam de forte a fraca e são fatores que afetam as propriedades físicas dos compostos (BARBOSA, 2011).

Uma substância para passar de um estado de agregação, onde suas moléculas se encontram mais próximas, para outro, onde se encontram mais afastadas, necessita de energia para romper as forças responsáveis pela sua coesão. Da mesma maneira, para uma substância ser solubilizada em um solvente, este deve ter a capacidade de romper as interações entre as moléculas. Tais forças de atração são conhecidas por:

1. Íon-dipolo: interação entre um íon e o dipolo de outra molécula (BARBOSA, 2011), conforme a Figura 7. Exemplo: solubilização do cloreto de sódio (NaCl) na água.

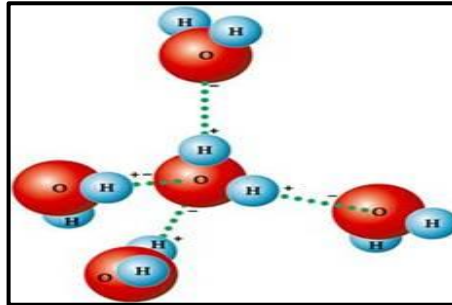
Figura 7 - Representação da interação intermolecular íon-dipolo.



Fonte: <<https://pt.slideshare.net/filho92/002-agua>>.

2. Ligação de hidrogênio: interação entre o átomo de hidrogênio e um átomo de oxigênio ou nitrogênio ou flúor, conforme Figura 8, esta é uma interação forte (BARBOSA, 2011).

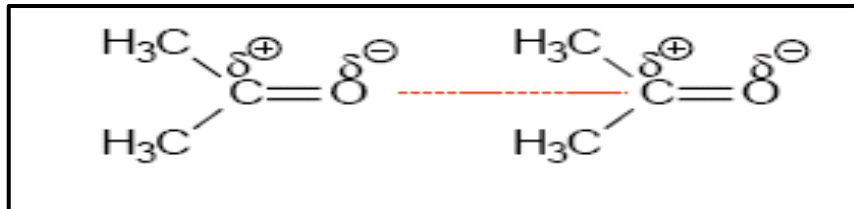
Figura 8 - Representação da interação intermolecular ligação de hidrogênio.



Fonte: <<http://profs.ccems.pt/OlgaFranco>>.

3. Dipolo-Dipolo permanente (Figura 9): é uma interação entre espécies que apresentam um momento de dipolo diferente de zero (BARBOSA, 2011). É de força menor que a ligação de hidrogênio.

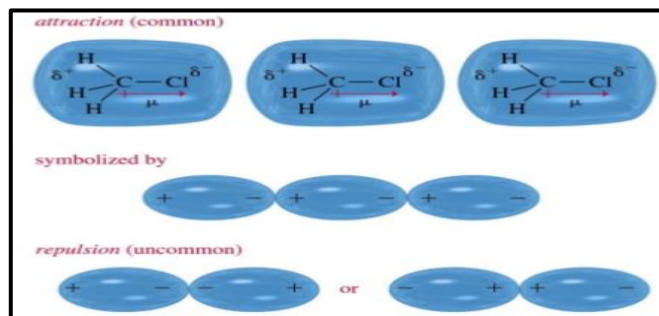
Figura 9 - Representação da interação intermolecular dipolo-dipolo permanente.



Fonte: <<http://educacao.uol.com.br/disciplinas/quimica/forcas-intermoleculares-as-forcas-de-interacao-entre-as-moleculas.htm>>.

Observa-se que a parte com densidade positiva de uma molécula é atraída pela parte com densidade negativa da outra molécula, conforme Figura 10.

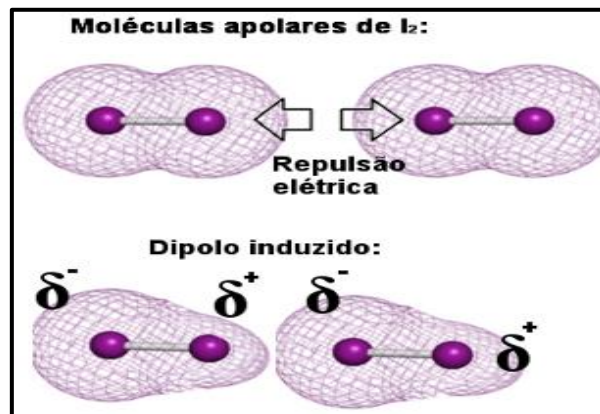
Figura 10 - Representação da interação intermolecular dipolo-dipolo permanente no cloreto de metila.



Fonte: <<http://pt.slideshare.net/gustavopsilveira/aula-7-8-propriedades-fisicas-forcas-intermoleculares>>.

4. Dipolo induzido-dipolo induzido: Também denominada interação de Van der Waals, ou de London (Figura 11) é uma interação entre espécies apolares e é a mais fraca delas. O dipolo induzido ocorre, porque os elétrons de uma molécula repelem os elétrons da outra molécula, o que provoca uma polarização temporária das ligações de uma das moléculas, levando a polarização da seguinte e, conseqüentemente, uma atração entre elas (BARBOSA, 2011).

Figura 11 - Representação da interação intermolecular dipolo induzido-dipolo induzido.



Fonte: <<http://manualdaquimica.uol.com.br/quimica-geral/forcas-dipolo-induzido.htm>>.

Conforme Barbosa (2011), essa interação surge da atração entre dipolos elétricos instantâneos de moléculas próximas e atua entre qualquer tipo de molécula, inclusive naquelas em que ocorre a interação dipolo-dipolo permanente, notando-se, desta forma, que uma molécula polar pode atrair uma apolar.

2.4.3 Solubilidade

Esta propriedade física dos compostos orgânicos depende das interações intermoleculares, como citado anteriormente.

O processo de solubilização de uma substância química resulta da interação entre a espécie que se deseja solubilizar (soluto) e a substância que a dissolve (solvente), e pode ser definida como a quantidade de soluto que dissolve em uma determinada quantidade de solvente, em condições de equilíbrio (MARTINS; LOPES; ANDRADE, 2013, p. 1248).

Deve ocorrer o rompimento de interações solvente-solvente, soluto-soluto e a formação de interação solvente-soluto.

Os alcanos, hidrocarbonetos saturados e constituídos por moléculas apolares são insolúveis em solventes polares como a água. Mas, dissolvem-se em solventes apolares como o benzeno, ou com compostos de baixa polaridade, como o etanol, como é apresentado na Tabela 2 (MARTINS; LOPES; ANDRADE, 2013).

Tabela 2 - Solubilidade de alguns alcanos.

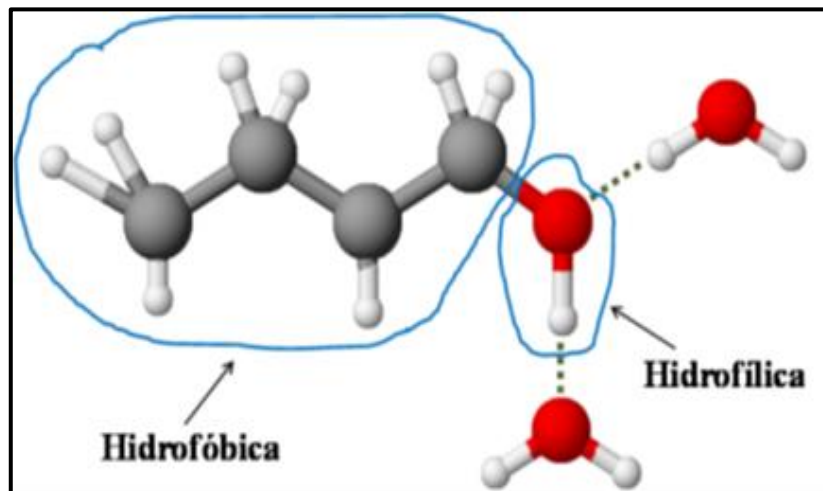
Substância		Solubilidade (g / 100 g)		
Nome	Fórmula condensada	Água	Álcool	Éter
Hexano	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₃	0,014 (15 °C)	50 (33 °C)	Infinito*
Heptano	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₃	0,005 (15 °C)	pouco solúvel	Infinito
Octano	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₃	0,002 (16 °C)	pouco solúvel	Solúvel
Nonano	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₃	Insolúvel	pouco solúvel	Solúvel

*Infinito indica que a substância é completamente miscível no solvente (∞).

Fonte: Martins, Lopes e Andrade (2013).

Já as moléculas de álcoois e ácidos carboxílicos que possuem na cadeia carbônica hidrogênio ligado a oxigênio, como mostrado na Figura 12, são solúveis, pois podem estabelecer ligações de hidrogênio com as moléculas de água (MARTINS; LOPES; ANDRADE, 2013).

Figura 12 - Representação da interação intermolecular de ligação de hidrogênio entre a água e o etanol.



Fonte: Martins, Lopes e Andrade (2013).

Porém, mesmo com a presença de um grupo hidrofílico (hidrogênio ligado a oxigênio) na estrutura, à medida que a cadeia carbônica (parte apolar) aumenta a solubilidade em água vai decaindo, conforme a Tabela 3. Isso, também se prevê para as aminas que possuem o nitrogênio como parte hidrofílica.

Tabela 3 - Solubilidade de alguns álcoois em água e hexano.

Nome	Fórmula estrutural da Substância	Solubilidade (g / 100 g de solvente)	
		Água*	Hexano
Metanol	CH ₃ OH	Infinito	3,8
Etanol	CH ₃ CH ₂ OH	Infinito	Infinito
<i>n</i> -Propanol	CH ₃ CH ₂ CH ₂ OH	Infinito	Infinito
<i>n</i> -Butanol	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ OH	7,9	Infinito
<i>s</i> -Butanol	CH ₃ CH(OH)CH ₂ CH ₃	12,5	Infinito
<i>t</i> -Butanol	(CH ₃) ₃ COH	Infinito	Infinito
<i>n</i> -Pentanol	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ OH	2,3	Infinito
<i>n</i> -Hexanol	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ OH	0,6	Infinito
<i>n</i> -Heptanol	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ OH	0,2	Infinito

* em g de álcool / 100 g de solvente a 20 °C; Infinito indica que a substância é completamente miscível no solvente.

Fonte: Martins, Lopes e Andrade (2013).

Desta maneira, os compostos e grupos que possuem carbono, hidrogênio e halogênios, somente em sua composição, como os haletos orgânicos, de modo geral, são pouco polares e, conseqüentemente, pouco solúveis em água, mas apresentam solubilidade em solventes de baixa polaridade (MARTINS; LOPES; ANDRADE, 2013).

2.4.4 Temperatura de fusão e ebulição

As mudanças de estado de agregação são consideradas propriedades físicas. A temperatura pela qual um composto passa do estado sólido para o líquido é chamada de temperatura de fusão e aquela na qual o composto muda do estado líquido para o vapor é denominada temperatura de ebulição.

Nas substâncias orgânicas existem fatores que influenciam essas temperaturas específicas, como a massa molar, as interações intermoleculares e o tipo de cadeia carbônica, normal ou ramificada.

A diferença entre os três estados físicos da matéria é o grau de agregação de suas moléculas. Nos estados sólido e líquido as moléculas interagem mais fortemente, enquanto no estado gasoso, não tanto. Para um composto orgânico passar do estado líquido para o gasoso, é preciso obter energia para quebrar as interações entre as moléculas e separá-las. Quanto maior a força de atração entre as moléculas, mais energia deve ser provida ao sistema para ocorrer uma mudança de estado físico, conforme a Tabela 4. Conseqüentemente, substâncias cujas moléculas interagem mais fortemente entre si possuem temperaturas de ebulição mais altas do que as que não apresentam interação tão forte.

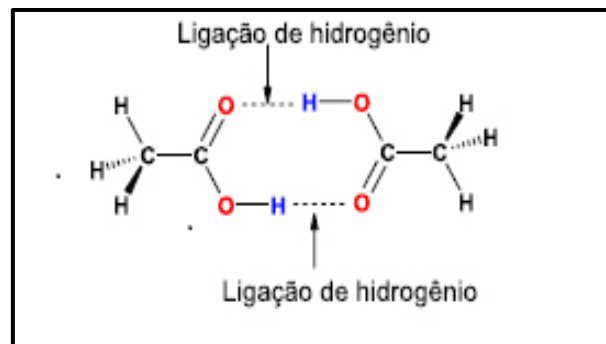
Tabela 4 - Temperaturas de ebulição de diferentes compostos com massas molares semelhantes.

Composto	M/(g mol ⁻¹)	T _b /°C	Força intermolecular predominante
CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₃	58	0	Dipolo induzido-dipolo induzido
CH ₃ OCH ₂ CH ₃	60	8	Dipolo-dipolo
CH ₃ COCH ₃	58	54	Dipolo-dipolo
CH ₃ CH ₂ CH ₂ OH	60	98	Ligação de hidrogênio
CH ₃ CO ₂ H	60	118	Ligação de hidrogênio

Fonte: Barbosa (2011).

Os ácidos carboxílicos possuem dois átomos de oxigênio na carboxila, apresentando ligações de hidrogênio mais fortes, como pode ser observado na Figura 13, do que os álcoois similares. Por sua vez, os álcoois fazem ligações de hidrogênio mais fortes do que as aminas e amidas, pois o oxigênio é mais eletronegativo do que o nitrogênio, resultando dipolos mais fortes. Os aldeídos não têm átomos de hidrogênio ligados ao oxigênio, com isso, não apresentam ligações de hidrogênio, o que leva a possuírem temperaturas de ebulição e de fusão bem abaixo das substâncias oxigenadas e nitrogenadas. E, por final, em função das menores polaridades e falta de ligações de hidrogênio, os hidrocarbonetos apresentam os menores valores de temperatura de ebulição e de fusão do que as demais funções orgânicas já citadas (BARBOSA, 2011).

Figura 13 - Representação da interação intermolecular de ligação de hidrogênio entre moléculas de ácido carboxílico.



Fonte: Martins, Lopes e Andrade (2013).

Entre as aminas pode-se observar que a existência de ligação de hidrogênio altera os valores das temperaturas de ebulição, a etilamina, uma amina primária, apresenta valor de temperatura de ebulição maior que a dimetilamina, e essa, maior valor que a trimetilamina (Tabela 5). Essa última representa bem a atuação da ligação de hidrogênio como fator influente nessa propriedade, mesmo tendo uma massa molar maior do que a etilamina e dimetilamina, sua temperatura de ebulição é bem menor, porque não tem nenhum hidrogênio ligado ao nitrogênio.

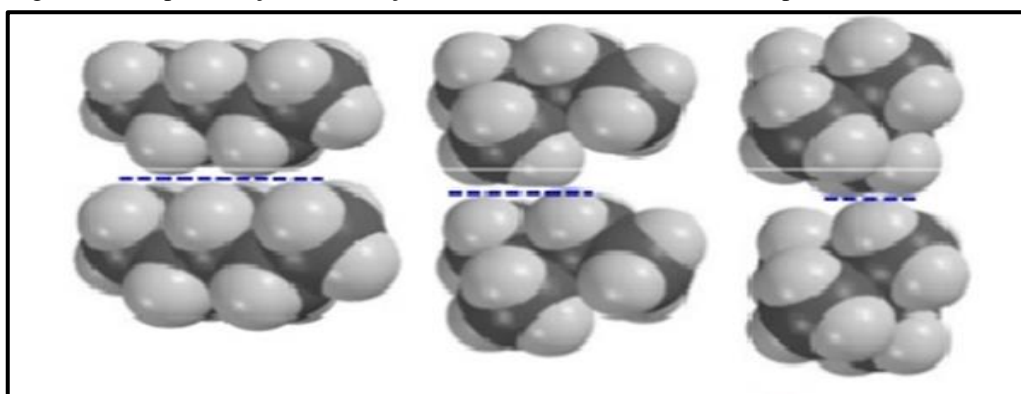
Tabela 5 - Temperaturas de ebulição de diferentes aminas.

Amina	M/(g mol ⁻¹)	T _e /°C
CH ₃ CH ₂ NH ₂	45	16,6
(CH ₃) ₂ NH	45	7,4
(CH ₃) ₃ N	59	2,9

Fonte: Barbosa (2011, p. 234).

O tipo de cadeia carbônica, normal ou ramificada, também influencia nas propriedades físicas. As substâncias com cadeias normais têm maiores superfícies de contato do que as ramificadas com igual número de carbono, como pode ser visto na figura 14. Então, mais fortes serão as interações entre as moléculas e mais energia despendida para separá-las, desta forma, têm valores mais elevados de temperaturas de fusão e ebulição do que compostos isômeros da mesma função orgânica (BARBOSA, 2011).

Figura 14 - Representação da interação intermolecular entre diferentes tipos de cadeia.



Pentano 2 - metilbutano 2,2 - dimetilpropano

Fonte: <https://pt.slideshare.net/nunes_ufc/grupos-funcionais-8208590>.

2.4.5 Densidade

A densidade de uma substância é a correspondência da massa desta e o volume que ocupa. Na maioria das vezes, é sugerida a unidade grama por centímetro cúbico (g/cm³) (BESSLER; NEDER, 2004).

De acordo com Vaz et al. (2012), esta propriedade, bem como a viscosidade, não dependem somente das forças entre as moléculas, mas também da combinação de diversos fatores como, tamanho, forma e massa das mesmas. Analisando uma série de moléculas com características estruturais parecidas, a natureza dos átomos que a constituem permite um diagnóstico da densidade destas, como se observa na Tabela 6, a sequência entre o diclorometano (CH₂Cl₂), o triclorometano (CHCl₃) e o tetraclorometano (CCl₄) (BESSLER; NEDER, 2004).

Tabela 6 - Densidades de alguns líquidos a 20°C.

Nome	Molécula	Densidade qual a unidade (g/cm ³)
Pentano	C ₅ H ₁₂	0,626
Octano	C ₈ H ₁₈	0,702
Etanol	C ₂ H ₆ O	0,789
Acetona	C ₂ H ₆ O	0,790
Água	H ₂ O	1,000
Ácido acético	C ₂ H ₄ O ₂	1,049
Diclorometano	CH ₂ Cl ₂	1,327
Triclorometano	CHCl ₃	1,483
Tetraclorometano	CCl ₄	1,594

Fonte: Bessler, Neder (2004, p. 103).

Percebe-se então, que com a adição de átomos nas estruturas, a massa molar aumenta e, desta forma, a densidade também.

Esta parte do referencial teórico serviu para a elaboração das etapas da UEPS e subsidiou as explicações do conteúdo aos estudantes em sala de aula, sendo de grande valia para orientar o andamento do trabalho.

2.5 Ensino de propriedades físicas de compostos orgânicos: trabalhos na QNEsc

Para identificar alguns trabalhos publicados sobre o ensino de propriedades físicas de compostos orgânicos, foi feito um levantamento e análise de alguns artigos encontrados. O levantamento foi feito na revista *Química Nova na Escola* em um período de cinco anos, entre 2012 e 2017. A revista foi selecionada por ser voltada ao ensino de química e apresentar, entre outros assuntos, propostas para serem utilizadas em sala de aula, algumas destas testadas e outras apenas sugestões para se trabalhar determinados conceitos. Além disso, como professora de química, gosto da proposta da revista e por isso a utilizei como fonte de pesquisa, a fim de obter mais informações a respeito do assunto tratado na dissertação, sabendo também que, de acordo com os PCNs (BRASIL, 2002), esta revista é descrita como voltada para os professores das escolas e estudantes dos cursos de Licenciatura em Química do Brasil.

Realizou-se a leitura dos resumos de duzentos e doze artigos publicados nesse período (não considerando o item da revista que contém artigo sobre “Elementos químicos”), selecionando-se 20 (vinte) artigos sobre o assunto de interesse. Os artigos escolhidos foram analisados por meio de quatro critérios: série a ser proposta ou que foi aplicada, conteúdo abordado, estratégias de ensino e teoria utilizada, conforme Quadro 1.

A experimentação foi encontrada em 15 (quinze) artigos como estratégia de ensino utilizada, confirmando a afirmação de Schwahn e Oaigen (2009) de que esta é avaliada como

uma ferramenta indissociável para o ensino e aprendizagem de química. Também, aparece em 4 (quatro) artigos a aplicação de questionários para identificação de conhecimentos prévios e pós, e em outros 2 (dois), leitura de textos e desenvolvimento de oficinas. Como forma de melhorar a atual situação do ensino de química nas escolas de ensino médio a contextualização é citada em quatro artigos.

Quadro 1 - Resultado da análise dos artigos sobre o assunto.

	Título do artigo	Dados de publicação	Grau ou ano da proposta/ Aplicação	Conteúdo abordado	Estratégias	Base da discussão teórica
1	A química dos agrotóxicos	Fev. 2012, v. 34, n. 1	Ensino médio	Funções orgânicas, pH, solubilidade, reações orgânicas	Oficinas temáticas	Contextualização
2	Uma abordagem diferenciada para o ensino de funções orgânicas através da temática medicamentos	Fev. 2012, v. 34, n. 1	Ensino médio, mas testada com licenciando do curso de química	Identificação de grupos funcionais	Experimentação	Contextualização
3	Uma experiência didática sobre viscosidade e densidade	Ago. 2012, v. 34, n. 3	Ensino médio	Viscosidade e densidade	Experimentação	Vygotsky (2001)
4	Lavagem a seco	Fev. 2013, v. 35, n. 1	Ensino médio	Ligações químicas, polaridade, reações químicas, química orgânica: funções e suas propriedades (solubilidade)	Não apresenta, apenas revisão bibliográfica	Questões sociais, ambientais e políticas com abordagem de educação ambiental
5	Refrigerante e bala de menta: explorando possibilidades	Ago. 2013, v. 35, n. 3	Aplicada ao 3º ano do ensino médio	Solubilidade de gases em líquidos, transformações químicas e fenômenos físicos, interações intermoleculares, tensão superficial e variação de pressão e temperatura.	Experimentação demonstrativo-investigativa	Vygotsky (2001)

Continua

Continuação

	Título do artigo	Dados de publicação	Grau ou ano da proposta/ Aplicação	Conteúdo abordado	Estratégias	Base da discussão teórica
6	A química dos sentidos – uma proposta metodológica	Ago. 2013, v. 35, n. 3	Aplicada à 30 estudantes do ensino médio	Solubilidade, geometria molecular, isômeros, pressão de vapor, mudança de estado físico, interações intermoleculares	Questionário inicial, seminários, dinâmicas, experimentação	Contextualização e interdisciplinaridade
7	Determinação do teor alcoólico de vodcas: uma abordagem multidisciplinar no ensino da física, química e matemática	Nov. 2013, v. 35, n. 4	Ensino médio	Interações intermoleculares, densidade e tensão superficial	Experimentação	Multidisciplinaridade tornando possível a contextualização
8	Ciência forense no ensino de química por meio da experimentação	Fev. 2015, v. 37, n. 1	Aplicada a estudantes do 3º ano do ensino médio	Solubilidade, densidade, interações intermoleculares	Questionário inicial e experimentação	Ciência forense
9	Densidade: uma proposta de aula investigativa	Maio 2015, v. 37, n. 2	Aplicada em duas turmas de EJA (Educação de Jovens e Adultos)	Densidade	Experimentação e leitura de texto	Paulo Freire
10	Jeans: a relação entre aspectos científicos, tecnológicos e sociais para o ensino de química	Ago. 2015, v. 37, n. 3	Ensino médio	Interações intermoleculares, solubilidade, oxidação-redução	Não apresenta, apenas revisão bibliográfica	Ciência e tecnologia e sociedade
11	Uma atividade experimental para o entendimento do conceito de viscosidade	Ago. 2015, v. 37, n. 3	Ensino médio	Viscosidade e interações intermoleculares	Experimentação	Bachelard (1996)
12	Análise de instrumentos de avaliação como recurso formativo	Fev. 2016, v. 38, n. 1	Ensino médio, mas testada com licenciandos	Química orgânica: fórmulas, funções orgânicas, solubilidade	Sequência didática com questões de resolução	Metacognição

Continua

Continuação

	Título do artigo	Dados de publicação	Grau ou ano da proposta/ Aplicação	Conteúdo abordado	Estratégias	Base da discussão teórica
13	Desenvolvimento e aplicação de <i>webquest</i> para o ensino de química orgânica: controle biorracional da lagarta-do-cartucho do milho	Fev. 2016, v. 38, n. 1	Aplicada a estudantes do 3º ano do ensino médio	Funções orgânicas e solubilidade	<i>Webquest</i>	Conceitos técnicos científicos
14	Uma proposta de aula experimental de química para o ensino médio básico utilizando bioensaios com grãos de feijão (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	Fev. 2016, v. 38, n. 1	Ensino médio	Solubilidade	Experimentação	Interdisciplinaridade e educação ambiental
15	Máquina de café expresso para extração de óleos essenciais: uma proposta experimental	Ago. 2016, v.38, n. 3	Ensino médio	Temperatura e pressão	Experimentação	Proposta experimental
16	Tratamento de água com coagulante biodegradável: uma proposta de atividade experimental	Nov. 2016, v. 38, n. 4	Ensino médio, testado com licenciandos do curso de química	Reações químicas, ácidos e bases, pH, colóides e solubilidade	Experimentação e leitura de textos	Abordagem CTS, com tomada de decisões
17	Pinhão, quirera e tapioca: das prateleiras para as bancadas dos laboratórios de química	Nov. 2016, v. 38, n. 4	Ensino médio ou laboratórios didáticos de cursos de graduação	Separação de misturas, polaridade, interações intermoleculares e propriedades dos compostos orgânicos (solubilidade)	Experimentação com materiais alternativos	Discussão sobre o desenvolvimento do experimento
18	Tem dendê, tem axé, tem química: sobre história e cultura africana e afro-brasileira no ensino de química	Fev. 2017, v. 39, n. 1	Ensino médio e superior	Lipídios, ácidos graxos, sistemas materiais, polaridade, solubilidade, densidade e viscosidade	Construção de estruturas no <i>software ACD/Chemsketch Freeware</i> e experimentação	Intervenção didática

Continua

Continuação

	Título do artigo	Dados de publicação	Grau ou ano da proposta/ Aplicação	Conteúdo abordado	Estratégias	Base da discussão teórica
19	Plantas Medicinais: uma oficina temática para o ensino de grupos funcionais	Fev. 2017, v. 39, n. 1	Aplicada a estudantes do 3º ano do ensino médio	Identificação dos grupos funcionais, polaridade e propriedades físicas	Oficinas temáticas, questionário inicial e final e experimentação	Oficinas temáticas para tomada de decisões
20	Cromatografia em papel: reflexão sobre uma atividade experimental para discussão do conceito de polaridade	Mai 2017, v. 39, n. 2	Aplicada a estudantes do 1º ano do ensino Médio	Fenômenos físicos e químicos, separação de misturas, solubilidade e polaridade	Questionário inicial e final e experimentação	Abordagem metodológica qualitativa

Fonte: Autora (2017).

Dentre os artigos analisados atribuiu-se destaque àqueles em que houve a aplicação da proposta, desta maneira, estes serão relatados a seguir.

A publicação *Uma abordagem diferenciada para o ensino de funções orgânicas através da temática medicamentos* (PAZINATO et al., 2012) consistiu de uma pesquisa realizada em livros didáticos de química e com professores de ensino médio em relação a abordagem do conteúdo funções orgânicas nas escolas. Descreve, também, uma atividade experimental de identificação de grupos funcionais usando medicamentos, aplicada a licenciandos em Química da UFSM (Universidade Federal de Santa Maria). A temática foi escolhida devido à sua importância social, bem como à quantidade de grupos funcionais existentes nos princípios ativos dos medicamentos. A pesquisa foi realizada em três etapas: visita às escolas, análise do conteúdo nos livros didáticos e a atividade experimental. Este trabalho permitiu concluir que a temática utilizada é rica conceitualmente, pois fazer a identificação de vários grupos funcionais por meio dos medicamentos pode auxiliar os professores na contextualização de suas aulas, contribuindo para a formação cidadã dos estudantes.

Outro artigo analisado intitulou-se “Refrigerante e bala de menta: explorando possibilidades” (PIRES; MACHADO, 2013); neste os autores trabalharam com uma atividade experimental a qual foi desenvolvida com estudantes do 3º ano do ensino médio de uma escola particular do Distrito Federal. O fenômeno estudado era similar aos vistos pelos estudantes em programas televisivos e em vídeos disponíveis na internet, consistindo em acrescentar balas porosas a uma garrafa de refrigerante gaseificado. A estratégia escolhida

pelos autores foi a experiência demonstrativo-investigativa, de acordo com Silva (2010). Os autores ainda destacaram a abertura de espaços para discussão a cada etapa de realização da atividade, estabelecendo-se uma relação colaborativa, conforme Vygotsky (2001), entre estudante e professor. Observou-se que os estudantes precisaram do auxílio do professor para fazer a passagem entre os níveis macro e microscópico em relação ao entendimento do fenômeno. A atividade também permitiu o trabalho com conteúdos de solubilidade de gases em líquidos e fatores interferentes, entre outros conteúdos, e o desenvolvimento do senso crítico e autonomia para discutirem as informações recebidas. Também se concluiu neste trabalho, que a metodologia demonstrativo-investigativa beneficia o entendimento da teoria e dá segurança ao estudante para a formulação de suas conclusões.

Outra publicação que apresenta proposta aplicada foi *A química dos sentidos – uma proposta metodológica* (VIDAL; MELO, 2013), trabalho que se fundamentou na tentativa de reforçar a proposta pedagógica para o ensino de química que alia a teoria à prática, abordando a contextualização e a interdisciplinaridade por meio da exploração da química que explica os sentidos (paladar, olfato e visão). O tema foi apresentado a 30 (trinta) estudantes do ensino médio que não apresentavam interesse ou que tinham baixo desempenho na disciplina de química, através de um questionário inicial e após a intervenção. Com o desenvolvimento de seminários, atividades experimentais e dinâmicas, os conteúdos foram trabalhados. Após, o término da intervenção concluiu-se que o tema gera interesse e motivação em aprender e se conseguiu atingir a contextualização e interdisciplinaridade requerida pelos PCNEM.

O texto *Ciência forense no ensino de química por meio da experimentação* (ROSA; SILVA; GALVAN, 2015) também se constituiu em uma publicação com proposta aplicada a uma turma de 3º ano do ensino médio de uma escola pública com aproximadamente 20 (vinte) estudantes. A mesma utilizou um questionário inicial, aulas expositivas e atividades experimentais contextualizadas para elucidar um caso. A solubilidade, a densidade, a separação de misturas, permeabilidade e as interações intermoleculares foram conteúdos trabalhados durante sua aplicação. As ferramentas didáticas usadas durante as aulas mostraram-se facilitadoras no processo, bem como para a inserção dos conteúdos da disciplina.

Com a finalidade de duas turmas da Educação de Jovens e Adultos (EJA) compreenderem o conceito de densidade no âmbito do direito civil e da bioética realizou-se o trabalho descrito na publicação *Densidade: uma proposta de aula investigativa* (SOUZA et al., 2015). Com a experimentação problematizadora de Paulo Freire foi estruturada uma estratégia de ensino fundamentada nos três momentos de Delizoicov (1983). Na proble-

matização inicial, trabalharam um texto com uma situação fictícia, sendo que os estudantes deveriam posicionar-se em relação a ela; na segunda etapa, os estudantes desenvolveram um roteiro experimental e, para finalizar, em conjunto, eles deveriam tomar uma decisão em relação ao fato. Segundo os autores, pode-se notar um grande envolvimento e interesse durante todas as etapas da sequência, pois se tratava de um assunto que mesclava conhecimento de vários campos, inclusive os que provocam os sujeitos a dialogarem e a construir novas visões de mundo, de acordo com Paulo Freire.

Uma intervenção, executada em duas turmas da disciplina de Ensino de Química III (FREIRE; SILVA; JÚNIOR, 2016) foi relatada na publicação “Análise de instrumentos de avaliação como recurso formativo”. Os estudantes deveriam resolver questões de química orgânica envolvendo fórmulas, funções e solubilidade, refletindo sobre cada operação cognitiva exigida para sua resolução, com isso os autores tiveram o intuito de levá-los a repensar sobre os processos envolvidos, bem como sobre os estados cognitivos exigidos. A conclusão a que chegaram foi que a reflexão das tarefas para solucionar as questões de provas escritas proporciona uma retroalimentação da ação docente.

Outra proposta está descrita no artigo *Desenvolvimento e aplicação de webquest para o ensino de química orgânica: controle biorracional da lagarta-do-cartucho do milho* (SILVA et al., 2016). Seguindo Dodge (1999), a *webquest* foi desenvolvida em três momentos em uma turma de 3º ano do ensino médio, explorando as estruturas químicas, aspectos ambientais e de saúde, produção e características como solubilidade, toxicidade etc. dos inseticidas sintéticos e naturais. Esta ferramenta pedagógica mostrou-se adequada para instigar a aprendizagem, auxiliando os estudantes a relacionarem teoria e conceitos técnico-científicos. Os estudantes demonstraram postura ativa durante todos os momentos da aplicação.

A publicação *Tratamento de água com coagulante biodegradável: uma proposta de atividade experimental* (ANDRADE; BRANCO; GONÇALVES, 2016) foi desenvolvida para estudantes de ensino médio, mas aplicada com licenciandos em Química, os quais avaliaram, por meio de um questionário, a potencialidade do experimento para tratar interações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Por meio de atividades experimentais e leitura de texto adaptado de uma notícia, abordaram-se os conteúdos separação de misturas, reações químicas, pH, solubilidade etc. inseridos no tema tratamento de água. A proposta foi avaliada como válida frente ao trabalho relacionado a CTS.

O artigo *Plantas Medicinais: uma oficina temática para o ensino de grupos funcionais* (LOYOLA; SILVA, 2017) foi um estudo aplicado a estudantes de ensino médio de uma

escola pública, nas aulas de química, para discutir grupos funcionais. A proposta foi realizada por meio de oficinas temáticas contendo três momentos, um questionário inicial, atividades experimentais e questionário final e os resultados confirmaram a importância da experimentação para facilitar a compreensão dos estudantes sobre o tema. Apesar de os autores comentarem sobre solubilidade no texto, verificou-se que não foi o foco deles.

Finalmente, o trabalho *Cromatografia em papel: reflexão sobre uma atividade experimental para discussão do conceito de polaridade* (OLIVEIRA; SILVA, 2017) cujo objetivo foi demonstrar aos estudantes uma atividade experimental para discutir o conceito de polaridade; foram utilizados questionários iniciais e finais, a análise dos resultados sugeriu que os estudantes não possuíam conhecimentos de solubilidade, mas, após a realização dos experimentos, houve um avanço e entendimento deste conceito, demonstrando que as atividades experimentais podem propiciar um espaço para a ação e reflexão.

Também foi realizada, previamente, uma consulta em site de busca (Google) com as palavras-chave "artigos sobre propriedades físicas dos compostos orgânicos", "solubilidade de compostos orgânicos". O que ganhou destaque nas duas primeiras páginas do site foram quatro artigos:

- 1) *Compostos orgânicos versus inorgânicos: um estudo sobre as propriedades físico-químicas entre essas duas classes de compostos* (SANTIAGO, 2015), publicado na *Enciclopédia Biosfera*, Centro Científico Conhecer - Goiânia, (v. 11, n. 21, p. 2636) constituiu-se de um estudo sobre a diferenciação entre compostos orgânicos e inorgânicos que, na maioria das vezes, é realizado de forma isolada. Foi aplicado com 20 (vinte) estudantes do 3º ano do ensino médio, em uma escola pública, por meio de revisão de conteúdos e uma série de experimentos para analisar as propriedades físico-químicas destes compostos, de forma integrada, demonstrando que se este estudo for realizado da forma fragmentada como vem sendo realizado o estudante terá uma visão limitada da química;
- 2) *Solubilidade das substâncias orgânicas* (MARTINS; LOPES; ANDRADE, 2013), na revista *Química Nova* (v. 36, n. 8, p. 1248-1255), é um artigo com uma revisão abordando de forma mais completa o conteúdo de solubilidade, sendo indicado para trabalhos com estudantes de graduação. Nesse artigo a solubilidade dos compostos orgânicos é colocada como um tema de grande importância na química e de interesse em diversas áreas, sendo discutido em termos de propriedades, como tipo de ligação química, estrutura molecular, polaridade e tipos de interações intermoleculares e são exemplificados processos biológicos fundamentais para a

sustentabilidade da vida relacionados com a solubilidade de espécies químicas. O mesmo foi utilizado no referencial teórico desta dissertação;

- 3) *A Química dos Agrotóxicos*, da revista *Química Nova na Escola* (v. 34, n. 1, p. 10-15, 2012), já foi comentado, pois a publicação encontra-se no periódico pesquisado anteriormente;
- 4) *Contextualizando algumas propriedades de compostos orgânicos com alunos de ensino médio* (OLIVEIRA et al., 2015), na *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* (v. 14, n. 3, p. 326-339, 2015). Este artigo foi o que mais chamou atenção, a partir dele se buscou mais bibliografias e subsídios para a realização do presente trabalho. Este trabalho discute os resultados do desenvolvimento de uma sequência didática com base na contextualização do conhecimento, realizado de acordo com os três momentos pedagógicos. A sequência foi efetuada com 70 (setenta) alunos do 3º ano do ensino médio que responderam um questionário envolvendo 38 (trinta e oito) compostos orgânicos exibidos por meio de seus nomes usuais, estudaram as propriedades organolépticas e a solubilidade desses compostos e construíram relações com seus grupos funcionais, concluindo que um estudo contextualizado promove significativamente a compreensão dos conhecimentos científicos.

Outra pesquisa foi realizada no site da CAPES, utilizando-se das palavras chaves, “ensino de química orgânica”, especificamente no site de busca Biblioteca Digital de Teses e Dissertações: BDTD, no ano de 2016, onde se encontrou apenas duas dissertações e, destas nenhuma sobre propriedades físicas dos compostos orgânicos:

- 1) Utilização de atividades contextualizadas: uma perspectiva de aprimoramento de competências para o ensino da química de polímero- PET, que trata da aplicação da metodologia qualitativa contextualizada, relacionada com a embalagem de envase de bebidas carbonatadas: as garrafas plásticas, relacionada com Tópico Polímero, conteúdo estudado na Química Orgânica, especificamente, no terceiro ano do Ensino Médio, com enfoque CTS;
- 2) O uso de texto de divulgação científica em uma unidade de ensino com uma abordagem CTS para educação química, que tinha como objetivo trabalho elaborar uma unidade de ensino dentro de uma perspectiva CTS a partir de um texto de divulgação científica para trabalhar conceitos da química orgânica em relação às funções oxigenadas.

Após concluir a pesquisa nos meios citados, percebe-se que há carência de trabalhos voltados às propriedades físicas dos compostos orgânicos e, na maioria dos existentes, encontraram-se apenas propostas, poucos são os dados de trabalhos já aplicados e, principalmente, com estudantes de ensino médio. Vale ressaltar que se observou um aumento de publicações na revista *Química Nova na Escola* a partir do ano de 2015 até o momento, em relação ao assunto, ou seja, de 2012 a 2014 foram encontrados 7 (sete) artigos, enquanto nos dois últimos anos 13 (treze). O grande obstáculo apontado é a complexidade dos conceitos, o que dificulta o trabalho do docente e, conseqüentemente, o aprendizado do conteúdo pelos estudantes. Nota-se também carência na discussão dos resultados, talvez devido à falta de aplicação das propostas, dificultando ao leitor o conhecimento dos pontos positivos ou das dificuldades encontradas na execução.

3 METODOLOGIA

Nesta seção encontram-se indicados o público-alvo participante desta aplicação do produto, objeto do mestrado profissional, bem como a definição do produto educacional, de forma resumida, uma vez que o detalhamento do mesmo encontra-se no material à parte que acompanha esta qualificação. Também estão indicados os instrumentos de coleta de dados, os quais fazem parte da UEPS elaborada.

3.1 Tipo de pesquisa

A natureza deste trabalho assume o papel de uma pesquisa aplicada, tendo em vista que “[...] objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática dirigidos à solução de problemas específicos [...]” (SILVA; MENEZES, 2001). Dessa maneira, permite ao professor investigar e entender as situações que vivencia na sala de aula, qualificando sua prática docente. Ao mesmo tempo, instiga o professor a assumir uma postura de pesquisador da sua própria ação, valorizando os seus momentos em sala de aula, buscando identificar as dificuldades e necessidades de cada indivíduo envolvido no desenvolvimento do seu fazer pedagógico, e, desta forma, poder promover a aprendizagem que anseia, inclusive a sua. Segundo Gil (2002), este tipo de pesquisa caracteriza-se também como uma pesquisa-ação.

Considerando esses aspectos, a pesquisa também assume um caráter interpretativo. A pesquisa interpretativa é uma abordagem da pesquisa qualitativa, em que o pesquisador irá descrever e interpretar o objeto de pesquisa (GIL, 2009). Assim, como destacam Bogdan e Biklen:

[...] através de instrumentos de coleta de dados como videoteipes e gravadores, ou um simples bloco de notas; o pesquisador nas fases de observação, seleção, análise e interpretação dos dados coletados, conta com o aspecto do seu próprio subjetivismo, suas interpretações reflexivas do fenômeno. As pesquisas qualitativas são descritivas. [...]. Não é possível compreender o comportamento humano sem levar em conta o quadro referencial e contextual de que os indivíduos se utilizam para interpretar o mundo em volta (2010, p. 36).

3.2 Sujeitos da pesquisa e ambiente da pesquisa

Os sujeitos envolvidos no estudo foram 30 estudantes da disciplina de Química da Área das Ciências da Natureza do 3º ano do ensino médio, regularmente matriculados em uma

escola pública localizada no centro de Erechim - RS, com idades entre 16 e 18 anos, no turno da tarde.

A instituição educacional na qual os estudantes estão inseridos trata-se de uma escola de educação básica com ensino fundamental de 9 anos, ensino médio diurno e noturno e ensino médio curso normal em um número de 9 turmas de ensino fundamental anos iniciais, 12 turmas de anos finais do ensino fundamental, 18 turmas de ensino médio diurno e noturno e 6 turmas do ensino médio curso normal. Atende a um total de 1.233 estudantes, provindos do próprio centro e de outros bairros da cidade, do interior do município e de municípios vizinhos, nos três turnos, manhã, tarde e noite. Possui 76 docentes e 20 funcionários.

A escola teve uma área construída inicialmente de 2.471,32m², mas sofreu ampliações nos anos de 1978 e 2000 chegando hoje, no limite do espaço físico, possui hall de entrada, área coberta, 22 salas de aula, 5 sanitários masculinos, 5 sanitários femininos, sala de professores, sanitário para professores, cozinha para professores, sala da direção, sala da vice-direção, sala para coordenação pedagógica, sala para serviço de orientação educacional, sala para serviço administrativo, sala de serviço de apoio pedagógico, sala para serviços de reprografia, biblioteca, sala para vídeo e reuniões; ambiente de artes, sala experimental, laboratório de ciências e matemática, sala de aula digital, secretaria, refeitório, cozinha, almoxarifado, gabinete dentário, ginásio de esportes, quadra de esportes aberta e pátio interno.

Os estudantes foram designados neste trabalho, pela letra E seguida de um número (E1, E2...) para resguardar a identidade dos mesmos.

3.3 Produto educacional

A pesquisa no ensino de química do 3º ano do ensino médio teve como enfoque a construção de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) para ser aplicada em sala de aula, visando à ocorrência de uma Aprendizagem Significativa (AS) dos conceitos relacionados às propriedades físicas dos compostos orgânicos. O estudo está fundamentado na teoria de AS de Ausubel (2003); também foram pesquisados os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (BRASIL, 1998).

A UEPS, produto educacional, foi construída seguindo a sequência proposta por Moreira (2012b) e recebeu o nome de “Unidade de Ensino Potencialmente Significativa para o estudo das propriedades físicas dos compostos orgânicos”, e está apresentada, resumidamente, no Quadro 2, e de forma completa no material à parte desta dissertação.

Quadro 2 - Resumo dos passos e etapas de desenvolvimento das atividades da UEPS.

Passos- UEPS	Etapas	Duração ^a
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	1ª etapa: Leitura de texto 2 (Anexo B). 2ª etapa: Atividade Experimental (Atividade 5, no produto educacional). 3ª etapa: Sistematização dos conhecimentos. 4ª 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).	-

^aDuração em período equivalente a 50 min.

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

A UEPS começou pela **Situação inicial** (indicada no Produto educacional) que se constituiu na avaliação diagnóstica (Apêndice A) sobre o conteúdo desenvolvido: polaridade, interações intermoleculares e propriedades físicas dos compostos orgânicos. Esse passo buscou verificar os subsunçores nos quais os estudantes poderiam ancorar os novos conhecimentos.

Na **Situação-problema 1** (indicada no Produto educacional), o objetivo principal é a introdução do conteúdo, a qual foi feita por meio de um texto e uma sequência de quatro atividades experimentais.

O texto (Anexo A), *Influência do etanol na solubilidade de hidrocarbonetos totais de petróleo o em aquíferos contaminados por óleo diesel*, além de introduzir o conteúdo de forma contextualizada, teve a finalidade de instigar os estudantes a buscarem compreender os conceitos de polaridade, interações intermoleculares e a propriedade física, solubilidade.

Posteriormente, os estudantes foram encaminhados à Sala de Aula Digital da escola para realizar o primeiro dos experimentos por meio do simulador computacional disponível em <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/sugar-and-salt-solutions>, a fim de observar a solubilidade do cloreto de sódio (NaCl) em água e as interações que ocorrem entre solvente-solvente, soluto-soluto e soluto-solvente.

As atividades experimentais de 2 a 4 (indicadas no item da situação problema 1 no Produto educacional) foram realizadas no laboratório. A sequência usada para o desenvolvimento dessa etapa foi a seguinte: 1º) problematização, com o objetivo de identificar o que os estudantes trazem de conhecimento prévio sobre o mesmo, 2º) realização do experimento e 3º) preenchimento de relato, com o objetivo de sistematizar o conhecimento.

Essas atividades foram colocadas em uma determinada sequência no sentido de possibilitar a diferenciação progressiva entre os conceitos a serem desenvolvidos. Assim a atividade 2 buscou demonstrar aos estudantes que as interações intermoleculares influenciam na solubilidade dos compostos orgânicos. A atividade 3 teve o intuito de sistematizar as condições necessárias para um composto orgânico poder apresentar solubilidade em água, usando para isso, compostos orgânicos pertencentes a diferentes funções orgânicas. Durante a realização dessa atividade foi introduzido, também, o conceito de densidade. E, finalmente, a atividade 4 teve por objetivo trabalhar a influência do parâmetro tamanho da cadeia hidrocarbônica na solubilidade dos compostos, utilizando álcoois de diferentes massas molares em solventes de polaridade diferentes (água e hexano).

Na **Exposição dialogada aprofundamento** (indicada no Produto educacional), inicialmente, para se atingir um melhor entendimento e assimilação do conteúdo de solubilidade, foram revisados os conceitos de polaridade e interações intermoleculares discutidos no 1º ano do ensino médio, já que são de extrema relevância para o entendimento de solubilidade. Essa etapa foi feita com auxílio de slides, disponíveis no simulador <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/molecule-polarity>, além do uso de modelos atômicos.

Após, retomaram-se todos os conceitos abordados na leitura do texto e nas atividades experimentais, com o desenvolvimento do conteúdo propriamente dito da Situação problema 1, Propriedades físicas dos compostos orgânicos: solubilidade.

Na **Nova situação-problema** (indicada no Produto educacional) introduziu-se o assunto por meio da leitura de um texto (Anexo B), *Influência da temperatura na solubilidade de compostos orgânicos* adaptado do artigo Deposição de parafinas em dutos submarinos de petróleo (AZEVEDO; TEIXEIRA, 2002) e posterior discussão sobre como a parafina age diante das mudanças de temperatura.

Com o objetivo de demonstrar que alguns compostos, ao serem aquecidos, dissolvem-se e que outros não, realizou-se a atividade 5 (descrita no Produto educacional) em laboratório, em que os estudantes deveriam verificar a solubilidade do naftaleno e do ácido

benzoico em água fria e em água quente, obedecendo a mesma sequência das demais: problematização e realização do experimento com preenchimento de relato.

Para finalizar a discussão sobre esse fator que influencia na solubilidade, introduziu-se a discussão sobre outras propriedades físicas, temperaturas de fusão e ebulição dos compostos orgânicos, utilizando slides para retroprojetor contendo tabelas e esquemas, explicando como variam estas propriedades em relação ao tamanho da molécula e interações intermoleculares estabelecidas.

Com o objetivo de proporcionar uma melhor assimilação dos conceitos até então explorados, é importante organizar momentos para atividades de sistematização, para tanto, foi feita uma seleção de questões (Apêndice B) para o estudante resolver individualmente, as quais foram, posteriormente, corrigidas no quadro, pelo professor, proporcionando momentos de diálogo e esclarecimento de dúvidas.

A **Avaliação somativa individual** (Apêndices C e D) teve o objetivo de identificar se houve indícios de aprendizagem significativa após a realização das atividades planejadas sobre o assunto. Essa foi executada em duas etapas:

- Etapa I - (avaliação do trimestre escolar - Apêndice C) - realizada individualmente por parte do estudante, ao término do conteúdo previsto para essa UEPS, com atividades objetivas sobre os conceitos abordados durante a UEPS: polaridade, interações intermoleculares e propriedades físicas dos compostos orgânicos. Optou-se por usar esse tipo de avaliação, uma vez que ela faz parte das atividades escolares regulares;
- Etapa II (Apêndice D) - também foi realizada individualmente e abrangeu basicamente a opinião dos estudantes em relação às estratégias de ensino utilizadas durante a realização da UEPS.

A **Aula expositiva dialogada final** (indicada no Produto educacional) teve como objetivo a integração dos conceitos desenvolvidos durante a UEPS, com a aplicação na indústria de combustíveis (petróleo e biodiesel, especificamente). Os textos selecionados oportunizavam a retomada do conteúdo trabalhado, além de trazer outros assuntos pertinentes.

Tratou-se inicialmente do petróleo, utilizando um documentário “O futuro dos carros – novos combustíveis” da *Discovery Chanel* disponível no *YouTube* no link <<https://www.youtube.com/watch?v=M5wor9c3OsM>>³ e, após os estudantes discutiram sobre o mesmo. Também foi entregue um texto adaptado do artigo *Petróleo: energia do*

³ Disponível no *YouTube* no link <<https://www.youtube.com/watch?v=M5wor9c3OsM>>.

*presente, matéria-prima do futuro?*⁴ (Anexo C), para problematizar o assunto. Após a leitura individual do texto pelos estudantes, o professor deu início a uma discussão sobre ele.

Posteriormente, o conteúdo sobre petróleo foi abordado por meio dos itens: Características gerais, formação, exploração, refino, propriedades físicas e químicas, usando slides e o livro didático *Ser protagonista* 3º ano do Ensino Médio, p. 66 a 69.

Quando se chegou ao assunto biocombustível, como forma de energia, o tema foi mais explorado, tratando-se dos itens: história, composição, reação de transesterificação e propriedades físicas e químicas, uma vez que estes se encontram bastante relacionados ao conteúdo do 3º ano do ensino médio.

Foram lidos e discutidos dois textos: *A produção de biodiesel cresce 15% no Brasil em 2015, aponta Abiove*⁵ (Anexo D) e *Produção de biodiesel por transesterificação do óleo de soja com misturas de metanol-etanol*⁶ (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.

Na **Avaliação da aprendizagem** (indicada no Produto educacional) os estudantes foram solicitados a pesquisarem em casa e elaborarem um seminário, o qual foi apresentado para a turma. Esse trabalho foi feito em grupo e cada um teve que indicar uma indústria que utiliza a propriedade física solubilidade em alguma etapa do processo, explicando a importância da mesma nessa indústria. Os parâmetros para a análise dos trabalhos foram os seguintes:

- 1) Associação com o tema: verificar se o grupo conseguiu associar macroscopicamente os processos da indústria escolhida com a propriedade solubilidade, tanto no trabalho escrito quanto na apresentação oral, ou seja, se ele vai pontuar esse aspecto;
- 2) Explicação/transposição: se o grupo conseguiu explicar a propriedade, transpondo o conteúdo estudado, valendo-se das estruturas das substâncias envolvidas e de suas interações intermoleculares, ou seja, passando de uma explicação mais ao nível microscópico;
- 3) Organização: verificar os arranjos para a constituição do grupo de trabalho;
- 4) Formatação: verificar a qualidade da apresentação escrita e dos slides.

⁴ NASCIMENTO; MORO (2011).

⁵ <<http://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2016/02/producao-de-biodiesel-cresce-15-no-brasil-em-2015-aponta-abiove.html>>.

⁶ <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Transesterifica%25E7%25E3o+1_000g76oadw902wx5ok0wtedt36958h0l.pdf>.

A ideia nessa atividade foi observar se houve indícios de AS ao demonstrarem capacidade de transpor o conhecimento trabalhado em sala de aula. Os conceitos: ótimo, muito bom, bom, regular e insuficiente são de uso comum nas escolas e foi adotado nessa avaliação.

Na **Avaliação da UEPS**, além dos dados obtidos nos itens anteriores (avaliação somativa individual e avaliação da aprendizagem) foi levada em consideração a análise crítica da professora-pesquisadora em relação aos limites e possibilidades que essa intervenção, empregando a sistemática da UEPS, proporcionou. Essa etapa pautou-se na reflexão da pesquisadora em relação à combinação de três momentos na sua prática docente: anterior ao desenvolvimento deste trabalho, durante a vivência do mesmo e o trabalho que pode advir a este.

3.4 Coleta e análise de dados

Embora a pesquisa qualitativa seja importante dentro da área de ensino, fornecendo uma riqueza de ideias aos pesquisadores, ela não dispensa dados quantitativos, necessariamente. Neste trabalho ambos os aspectos foram adotados.

Para a coleta e análise de dados foram usados os instrumentos que já estavam inseridos dentro da própria UEPS e detalhados no item anterior, como:

- a) levantamento do conhecimento prévio dos estudantes a partir da avaliação diagnóstica, onde foram empregadas questões específicas de química relacionadas ao conteúdo. Nesta, a análise dos dados foi feita via quantificação das respostas corretas e reflexão sobre os possíveis fatores que podem ter influenciado nas respostas corretas, quanto nas incorretas;
- b) avaliações sistemáticas, as quais não se resumiram a um momento específico, mas, ao longo de toda a aplicação da UEPS, como sugere Moreira (2012b). Tanto nos exemplos de UEPS fornecidos por Moreira (2012b) como em outros trabalhos que usaram UEPS, observa-se o cuidado de não se focar apenas em instrumentos que envolvam questões de ‘certo’ e errado’ para identificar se houve indícios de aprendizagem significativa. Assim, além das questões específicas feitas sobre o conteúdo (Avaliação somativa individual), as quais permitem quantificação para posterior análise, também se empregou trabalhos em grupo (elaboração e apresentação de seminário) os quais foram analisados por meio de categorias pré-estabelecidas;

- c) os registros do professor pesquisador, obtidos ao longo do desenvolvimento da intervenção, os quais se identificam como uma avaliação formativa (HILGER; GRIEBELER, 2013).

4 RESULTADOS

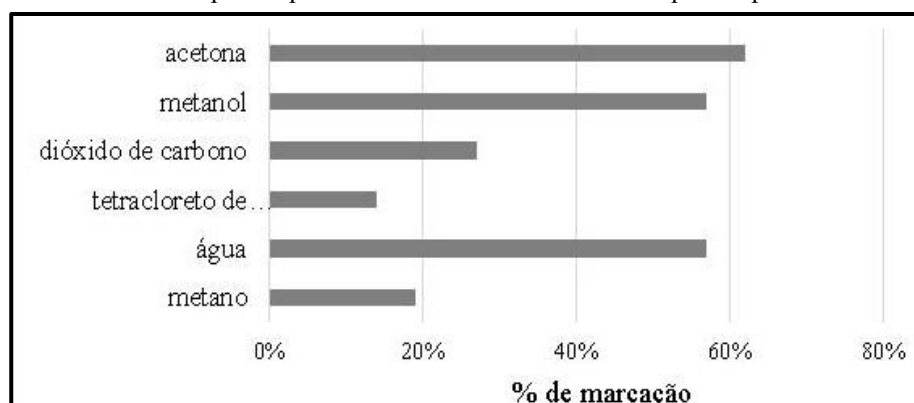
Neste tópico será discutida a aplicação do produto educacional, a qual será feita a partir da análise dos resultados obtidos em cada passo dentro da UEPS, ao invés de cada aula ministrada dentro do mesmo, pois no total foram vinte e seis aulas e entende-se que, como cada etapa da UEPS tem um objetivo específico, fica mais coerente fazer a análise destas. Vale lembrar que as atividades realizadas em cada passo estão descritas no Produto educacional, (material que acompanha essa dissertação), sendo necessário acessá-lo para acompanhar o levantamento dos dados.

O primeiro passo da UEPS, denominado **Situação inicial**, envolveu uma Avaliação diagnóstica (Apêndice A) voltada para o conteúdo de polaridade, interações intermoleculares e solubilidade.

Essa etapa de avaliação do conhecimento prévio pode envolver vários tipos de atividades, por exemplo, elaboração de mapas conceituais ou mentais, apresentação de vídeos, questionamentos orais ou escritos, leitura de artigos científicos, atividades experimentais, construção de tabelas, diagramas ou desenhos (MOREIRA, 2012b). Aqui, optou-se por questionamentos escritos relacionados ao tópico para um levantamento mais objetivo de dados, mas, ao longo do desenvolvimento dos outros passos, o questionamento prévio foi utilizado na introdução dos assuntos, permitindo que o estudante externalizasse seu conhecimento prévio, o que é relevante para que ocorra a aprendizagem significativa, como sugere Moreira.

A primeira questão (Gráfico 1) buscava identificar se os estudantes conseguiriam identificar as substâncias polares ou não, as mesmas já haviam sido trabalhadas em anos anteriores.

Gráfico 1 - Dados para a questão 1: “Assinale as substâncias que são polares”.



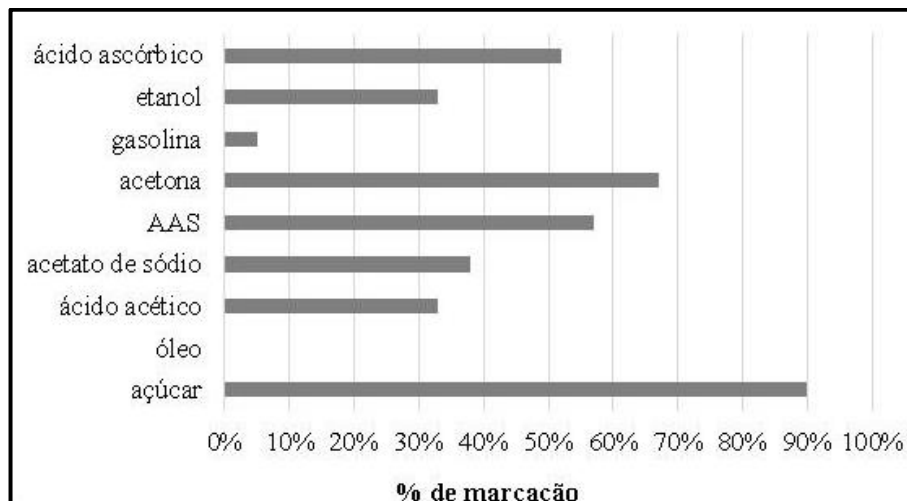
Fonte: Autora (2017).

Verifica-se pelo Gráfico 1 que mais de 50% assinalaram água, metanol e acetona como polares, demonstrando algum conhecimento prévio. Ressalta-se que no início do ano escolar foram desenvolvidos os conteúdos sobre funções orgânicas, reconhecimento destas, nomenclatura e aplicação de algumas substâncias, sem abordar a parte de propriedades, as quais seriam objeto de desenvolvimento deste trabalho.

Na questão número 2, que era discursiva, questionou-se sobre o que o estudante sabe em relação ao momento de dipolo. A maioria, 67%, não respondeu e os demais indicaram de forma simplificada, “*separação de cargas*” ou “*dois polos*”. Em geral, o conteúdo de polaridade é trabalhado no 1º ano do ensino médio nesta escola. Desta forma, esperava-se que a maioria apresentasse alguma noção que indicasse uma relação com o momento de dipolo.

A questão 3 buscou identificar se o estudante reconhece a solubilidade de algumas substâncias ou sistemas em água. No Gráfico 2, percebe-se que para as substâncias/sistemas que o estudante pode ter mais contato no dia-a-dia ele mostra, no geral, conhecer o que pode ser ou não solúvel em água (açúcar, óleo, gasolina), embora se esperasse que para o etanol o percentual de acerto fosse ainda maior.

Gráfico 2 - Dados para a questão 3: “Assinale as substâncias (ou sistemas) que você acredita serem solúveis em água”.



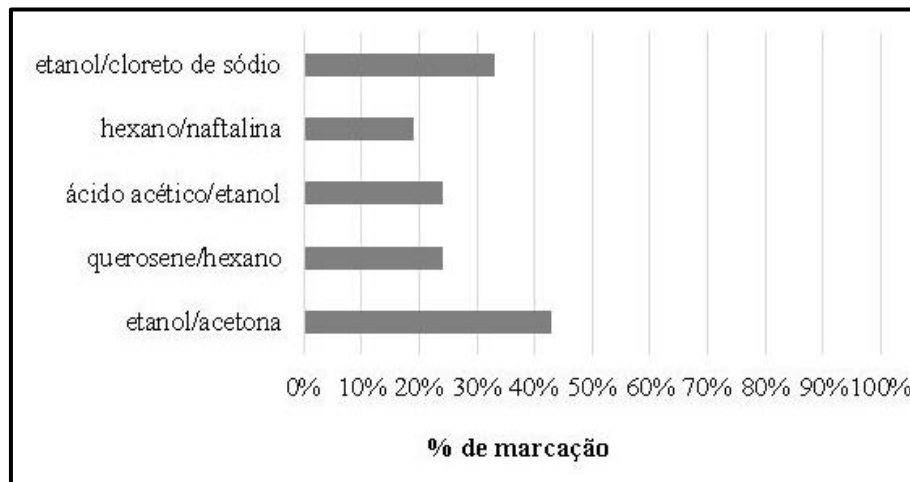
Fonte: Autora (2017).

Quando se questionou por que o cloreto de sódio é solúvel em água (questão 4), com o intuito de verificar se eles lembrariam de interações intermoleculares, 76% não responderam e o restante indicou justificativas tais como: “*porque é um tipo de sal*”, “*porque é um pó*” ou “*é um soluto*”. Isso indica que, embora eles pudessem conhecer que uma substância é solúvel ou não em água, eles não sabiam explicar como esse fenômeno ocorre, ou seja, não associam com as interações intermoleculares já vistas no 1º ano do ensino médio.

Esta discussão também é realizada por Carmo, Marcondes e Martorano (2010) os quais apresentam um estudo teórico sobre o conceito de soluções, em que citam que Prieto et al. (1989) observaram que a dissolução em grande parte das vezes é associada a uma substância sólida em um líquido e o fenômeno, geralmente, é ligado aos aspectos macroscópicos.

A questão 5 também estava associada à solubilidade, mas, não envolvendo a água, pois na Química do 3º ano se pretende avançar, considerando outros solventes. Observa-se no Gráfico 3 que, neste caso, os percentuais de acerto foram menores. Destaca-se nesta questão a presença do hexano, como é uma substância que não está associada ao cotidiano dos estudantes, pode ter sido o motivo deles não saberem sobre a solubilidade nos sistemas que envolviam essa substância. Entretanto, vale lembrar que, anteriormente a aplicação da UEPS, foi realizada a identificação dos grupos funcionais, estruturas, nomenclatura das funções orgânicas, o que poderia permitir a racionalização esperada. Já para etanol/acetona o índice de acerto foi maior, provavelmente por serem da vivência dos estudantes.

Gráfico 3 - Dados para a questão 5: “Em cada par a seguir, assinale os que formarão um sistema homogêneo (caso em que houver dissolução)”.



Fonte: Autora (2017).

Em relação à questão 6, a qual teve a intenção de verificar se o estudante sabia se a temperatura poderia afetar a solubilidade de uma substância, 52% responderam. Destes, 28% deram exemplos como “o açúcar dissolve mais na água quente”, novamente se valendo do seu contexto. Os demais mostraram uma confusão entre a solubilidade e as mudanças de estado físico, por exemplo, E12 indicou “esquentar a naftalina ela se desmancha”, ou E6 que escreveu “sim, por exemplo, o gelo, em que quando entra em contato com o calor, ele derrete”. Nesses dois últimos exemplos, pode-se refletir que, talvez o estudante não veja a

fusão de uma substância como uma mudança de estado de agregação relacionada a outra propriedade física, no caso a temperatura de fusão.

Para finalizar o levantamento dos conhecimentos prévios, elaborou-se a questão 7 sobre o conhecimento dos estudantes em relação à aplicação da propriedade física solubilidade na indústria, pois, conforme Zoch e Locatelli (2015), na etapa da UEPS chamada reconciliação integradora as informações obtidas durante todo o processo vão se reorganizando, ganhando novos significados, como no caso desta, ultrapassar o conteúdo de sala de aula e estudar sua utilização na indústria.

Nesta questão, a maioria dos estudantes, 61,9% não conseguiram responder, deixando em branco, e ainda, 9,5% responderam que não sabiam. Os que responderam indicaram o seguinte: usada no “processo da gasolina” (9,5%), na “produção de refrigerante”, no “derretimento do ferro” e na “mistura de gases para a solda, argônio e dióxido de carbono”, esta última resposta devido ao conhecimento adquirido pela participação do estudante em cursos técnicos em mecânica.

Ao fim desse passo se pôde verificar, de forma geral, que os estudantes apresentaram algum conhecimento prévio sobre os itens solicitados, entretanto identificou-se que existe uma dificuldade de entendimento em relação a conceitos básicos, como momento de dipolo e interações intermoleculares (questões 2 e 4) as quais são fundamentais no estudo de propriedades físicas. Desta maneira, esse passo da UEPS permitiu ao professor-pesquisador identificar a necessidade de introduzir uma etapa de revisão de conteúdos de outros anos permitindo ao estudante visualizar a conexão entre os conteúdos.

Esse levantamento dos conhecimentos prévios serviu de base para os passos da problematização (**Situação-problema 1 e Nova situação-problema**) os quais se constituíram em momentos importantes para envolver o estudante na realização das atividades.

Moreira (2012b) propõe que as situações-problema sejam de nível introdutório, levando em conta o conhecimento prévio do aluno, que consigam preparar o terreno para a introdução do conhecimento que se pretende ensinar, desta forma, podem ser consideradas como um organizador prévio, para que o estudante as perceba como um problema e seja capaz de modelá-las mentalmente. Estas podem ser realizadas por meio de simulações computacionais, demonstrações, vídeos, problemas do cotidiano, representações veiculadas pela mídia, problemas clássicos da matéria de ensino, etc., mas sempre de modo acessível e problemático.

A **Situação-problema 1** utilizada nesse trabalho foi feita por meio de um texto e uma sequência de quatro atividades experimentais. Conforme, Souza e Leite (2013), apontados na

revisão bibliográfica, os textos científicos devem ser explorados como recursos a fim de que os estudantes passem a se constituir leitores capazes de interpretar os mesmos, mas para isso o professor deve viabilizar a utilização destes adaptando-os de acordo com as necessidades inerentes aos conteúdos a serem discutidos.

O texto (Anexo A) foi adaptado do artigo *Influência do etanol na solubilidade de hidrocarbonetos totais de petróleo em aquíferos contaminados por óleo diesel*, além de introduzir o conteúdo de forma contextualizada, teve a finalidade de instigar os estudantes na busca da compreensão dos conceitos de polaridade, interações intermoleculares e as propriedades físicas, solubilidade e densidade.

A questão relatada no texto é a grave situação hídrica atual, mas por outro lado coloca que disponibilizamos dos recursos hídricos subsuperficiais que, por sua vez, estão sendo contaminados por vazamentos em tanques de armazenamento subterrâneos de derivados de petróleo, frequentemente associados a postos de serviço automotivo. O derivado mais encontrado é o óleo diesel que, por ser mais leve que a água, forma uma pluma de contaminação na subsuperfície e, sob a ação da cosolvência do etanol, presente nos combustíveis de acordo com a legislação brasileira, vai se associando à fase aquosa juntamente com outros Compostos Orgânicos Hidrofóbicos (COHs), ocasionando a contaminação.

Percebe-se durante o texto, a presença constante da propriedade física solubilidade, mas ao mesmo tempo intrínseca a ela, nota-se a apresentação também da propriedade física densidade. Vale lembrar que se optou por trabalhar durante a UEPS, especificamente a propriedade solubilidade e, as demais, de forma associada. Para isso, buscou-se textos que envolvessem propriedade diferentes, de maneira que se pudesse explorar em um mesmo texto ou atividade experimental mais de uma delas.

Os estudantes fizeram a leitura silenciosa do texto e após, foram questionados: *O que auxilia os poluentes a serem tão eficientes em relação à contaminação das águas subterrâneas?* Um dos estudantes, E15, foi o único que tentou formular uma resposta, a qual foi: *“o óleo diesel não é solúvel na água, mas no álcool sim!”*, indicando ter interpretado o texto.

Depois das explicações da professora, revendo o texto, este foi compreendido pelos estudantes que conseguiram identificar o papel de cosolvência do etanol e o problema ocasionado na contaminação das águas.

Dando continuidade a esse passo, os estudantes foram convidados a ir à Sala de Aula Digital onde seriam realizadas atividades com o simulador *Sugar and salt solutions*, disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/sugar-and-salt-solutions>.

Anteriormente à observação via simulador, foi solicitado aos estudantes responder dois questionamentos: 1 – de que forma ocorre a solubilidade do NaCl em água e 2 – represente a interação água – NaCl.

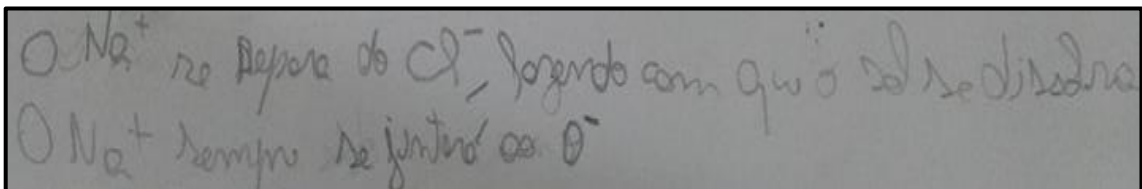
Em relação à primeira pergunta, como pode ser visto no Quadro 3, a maioria dos estudantes, 79,2%, responderam com explicações macroscópicas. Estes resultados demonstram forte influência da percepção, do que vivenciam, sendo muito complicado para eles superarem o limite do observável, de acordo com Carmo, Marcondes e Martorano (2010). Já 12,5% explicaram, por meio de conceitos microscópicos, citando as palavras moléculas e íons e 2 estudantes, 8,3%, não responderam. Apenas o estudante E22 destacou algo em relação à interação intermolecular que ocorre nesta solução, conforme Figura 15.

Quadro 3 - Algumas respostas fornecidas pelos estudantes na questão 1 (de que forma ocorre a solubilidade do NaCl em água) da Atividade 1 – Solubilidade I (indicada no Produto Educacional).

ESTUDANTE	RESPOSTAS
E23	“Misturando sal com a água”.
E2	“O sal se mistura na água a deixando salgada”.
E9	“Colocando em contato com a água”.
E7	“Ele se dissolve pois não contém nenhuma substância oleosa”.
E6	“Através da solubilidade”.

Fonte: Autora (2017).

Figura 15 - Resposta do estudante E22 em relação à questão 1 da Atividade 1 - Solubilidade.



Fonte: Autora (2017).

Nenhum estudante representou por desenhos a interação na questão 2, preferiram escrever, sendo que 41,7% deles acabaram por repetir as colocações da questão anterior, como, por exemplo, “sal se dissolve”, “vai se dissolver”, 37,5% deixaram em branco e 20,8% responderam que não sabiam. Estes resultados apenas reforçam o que foi destacado nos levantamentos da questão 1.

Retornando à atividade do simulador (Figura 16), após os estudantes entregarem as respostas dos questionamentos citados acima, a professora-pesquisadora deu início à discussão da solubilidade do cloreto de sódio em água por meio das imagens do simulador. Primeiramente, apresentou-se a aba denominada macroscópico (Figura 2a),

posteriormente a imagem correspondente à aba microscópico (Figura 2b) e fixou-se na aba água (Figura 3). Nesta percebe-se a separação dos íons e a interação destes com a representação das moléculas da água. No caso, a aba água retrata em suas imagens, de acordo com Vezú e Cirino (2015) em seu trabalho *Utilização e avaliação de recursos digitais na elaboração conceitual sobre solubilidade de sais*, a dimensão submicroscópica.

A professora-pesquisadora, após a visualização, explicou que a solubilização do NaCl em água é devida à interação do tipo íon-dipolo. Percebeu-se grande atenção e interesse por parte dos estudantes em relação à atividade, sendo que a maioria deles expressou que havia facilmente entendido como ocorria a solubilização e destacaram que para isso, a forma de apresentar o conteúdo, ou seja, o uso do simulador foi o que os auxiliou. De acordo com Valente (2014), as TDICs apresentam animação de elementos na tela, passando a se constituir em uma ferramenta eficaz para complementação ou mesmo substituição de inúmeros exercícios realizados com o lápis e o papel, principalmente na área das Ciências, em que muitos acontecimentos não podem ser realizados ou visualizados.

Figura 16 - Realização da atividade de visualização do simulador computacional.



Fonte: Autora (2017).

Ainda a respeito do uso de imagens no cotidiano dos estudantes, Gibin e Ferreira (2013) concluem em seu trabalho *Avaliação dos estudantes sobre o uso de imagens como recurso auxiliar no ensino de conceitos químicos*, que é importante o emprego das imagens que representam o nível submicroscópico, pois demonstram o que não pode ser observado, auxiliando no processo de compreensão de um fenômeno químico.

As atividades 2 a 4 (indicadas no item da situação-problema 1 no Produto educacional) foram realizadas no Laboratório de Ciências da escola, seguindo a sequência definida na metodologia.

A atividade 2 teve o intuito de demonstrar aos estudantes que as interações intermoleculares influenciam na solubilidade dos compostos orgânicos. Na problematização desta atividade a pergunta direcionada aos estudantes foi: 1 – A solubilidade das substâncias orgânicas em água é devida, basicamente, a que fator? Apenas 16,7% responderam que seria devido às ligações entre H (hidrogênio) e O (oxigênio), 29,2% devido à água ser solvente universal e 54,1% escreveram que não sabiam ou deixaram em branco. Esses resultados só confirmam os da Atividade 1, evidenciando-se a falta de conceitos microscópicos que os estudantes de 3º ano do ensino médio apresentavam, sabendo-se que já haviam trabalhado com o conteúdo de soluções no 2º ano e interações intermoleculares no 1º ano.

Durante a realização da atividade experimental os estudantes demonstraram interesse e envolvimento. Após, a observação do fenômeno ocorrido no experimento, o questionamento foi a respeito do por que ao se acrescentar cloreto de sódio na solução de água e acetona ocorria a separação do sistema em duas fases e em qual delas o NaCl se dissolveu e por quê?

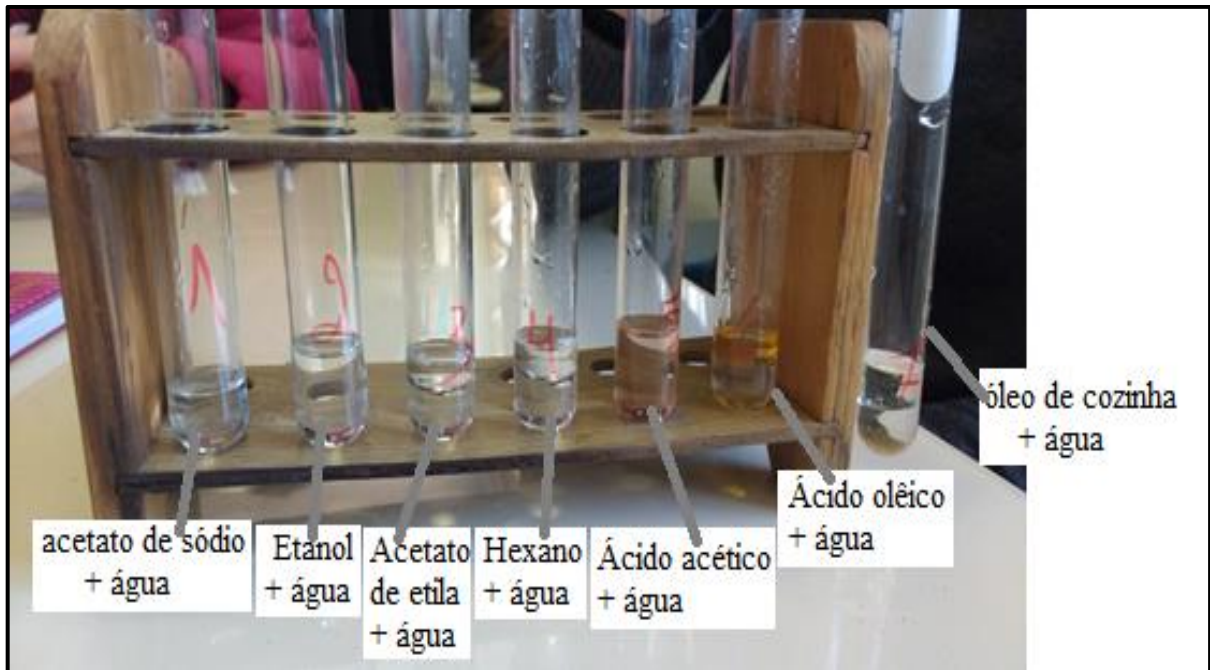
A professora-pesquisadora explicou nesse momento, que a água e a acetona são solúveis entre si, pois estabelecem interações intermoleculares do tipo ligação de hidrogênio e a acetona tem apenas três carbonos, mas, quando é acrescentado o sal, este passa a constituir interações do tipo íon-dipolo com a água devido a uma maior intensidade apresentada por esta interação em relação à ligação de hidrogênio. Dessa forma, a interação inicial com a acetona é rompida e ela se separa.

Observou-se, perante a curiosidade e questionamento dos estudantes verificados nesta atividade experimental, o que Giordan (1999) avalia sobre a experimentação, que esta desperta interesse entre os estudantes, pois tem caráter motivador, lúdico, vinculado aos sentidos e em decorrência disso, pode aumentar a capacidade de aprendizado. Considera-se esse experimento como sendo bem elucidativo em relação à influência das interações intermoleculares na solubilidade, e pela observação de que os estudantes conseguiram interagir e entender o que havia ocorrido no experimento, isso foi fortalecido.

A terceira atividade experimental (atividade 3) teve o intuito de determinar a solubilidade de vários compostos orgânicos pertencentes a diferentes funções orgânicas. Com isso, pretendeu-se sistematizar as condições necessárias para um composto orgânico poder apresentar solubilidade em água.

A realização desta atividade, além de verificar a solubilidade de vários compostos, também teve como objetivo a observação da diferença de densidade apresentada por algumas substâncias (Figura 17), seguindo o que já foi comentado, se pretendia trabalhar as propriedades físicas de forma interligada, de acordo com as situações em que apareciam durante a realização da UEPS.

Figura 17 - Resultado da solubilidade dos compostos utilizados na realização da atividade experimental.



Fonte: Autora (2017).

No início desta atividade a problematização, feita por escrito, foi realizada com a seguinte questão: Substâncias pertencentes a diferentes funções orgânicas podem interagir com a água? Os estudantes em sua maioria, 96,3%, responderam que sim, dois, inclusive, citaram nomes de funções (álcoois e fenóis) e apenas um achou que não poderiam interagir. Destaco, novamente, que neste período do ano as funções orgânicas já tinham sido trabalhadas, por isso tinham conhecimentos sobre estas.

Também nesta problematização foi solicitado aos estudantes que fizessem uma previsão da solubilidade em água para cada substância a ser testada no experimento. Nas concepções prévias a maioria dos estudantes, 74%, indicou que o acetato de sódio se solubilizaria em água. Também a maioria achou que o etanol, o ácido acético e o acetato de etila seriam solúveis. O primeiro soluto, por ser um sal, os estudantes provavelmente o associaram com o que sabiam de solubilidade em relação ao sal de cozinha, assim como o etanol e o ácido acético, substâncias por eles conhecidas. Já para o hexano, 48,1%, acharam

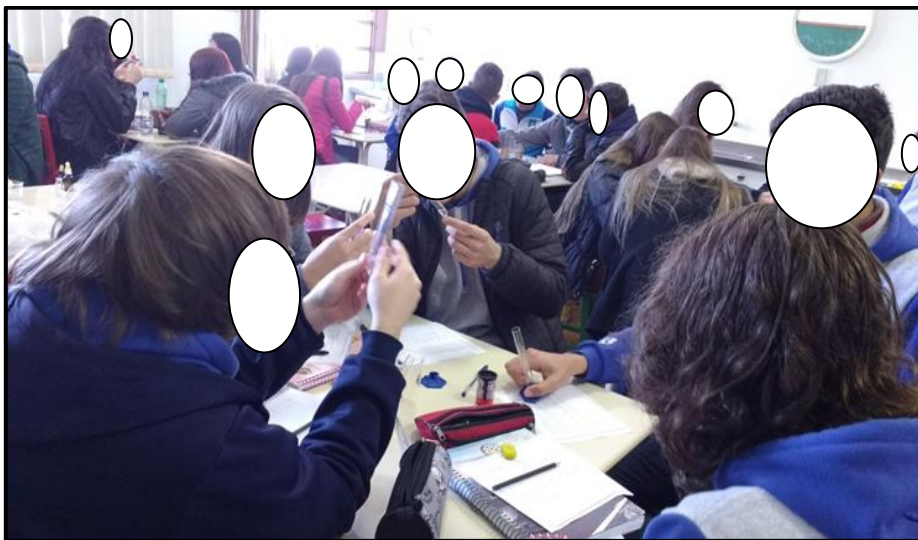
que seria insolúvel, 37,1% solúvel e os demais deixaram em branco ou responderam de maneira confusa.

Depois de entregue a atividade escrita, os estudantes passaram a realizar o experimento. Nos procedimentos para a realização dos testes observou-se mais entusiasmo da turma, do que nos anteriores, talvez porque mais compostos e materiais foram usados, a estudante E1 exclamou: - *“Profe, estou me sentindo uma cientista!”*

Quando foi testado o ácido oleico e óleo de soja, o seguinte diálogo ocorreu entre o estudante E15, bastante participativo em todas as aulas: Estudante E15: - *“Professora, mas este não vai se dissolver em água porque é gordura!”* Professora: - *“Porque a gordura não se dissolve em água?”* Estudante E15: - *“Aí, já não sei professora!”*.

Da mesma forma que Oliveira et al. (2015) verificaram em seu trabalho com a experimentação, observou-se que durante a aula houve bastante participação dos estudantes (Figura 18), interesse em tentar resolver os problemas que iam aparecendo de acordo com o andamento do experimento e muita discussão nos grupos, principalmente se o soluto ia dissolver ou não.

Figura 18 - Participação dos estudantes na realização da atividade experimental 3, no Laboratório de Ciências da escola.



Fonte: Autora (2017).

A professora-pesquisadora, a fim de finalizar esta atividade, explicou o porquê da solubilização ou não de cada substância, aproveitando a visualização também para esclarecer sobre a densidade, utilizando os sistemas que foram insolúveis, conforme Figura 17. A explicação focou-se no tipo de interações intermoleculares que se estabelecem entre soluto-soluto, solvente-solvente e, para a dissolução, soluto-solvente. Também se deixou claro, ao

final, que a explicação mais detalhada deste conteúdo iria acontecer em sala de aula com auxílio de imagens e modelos.

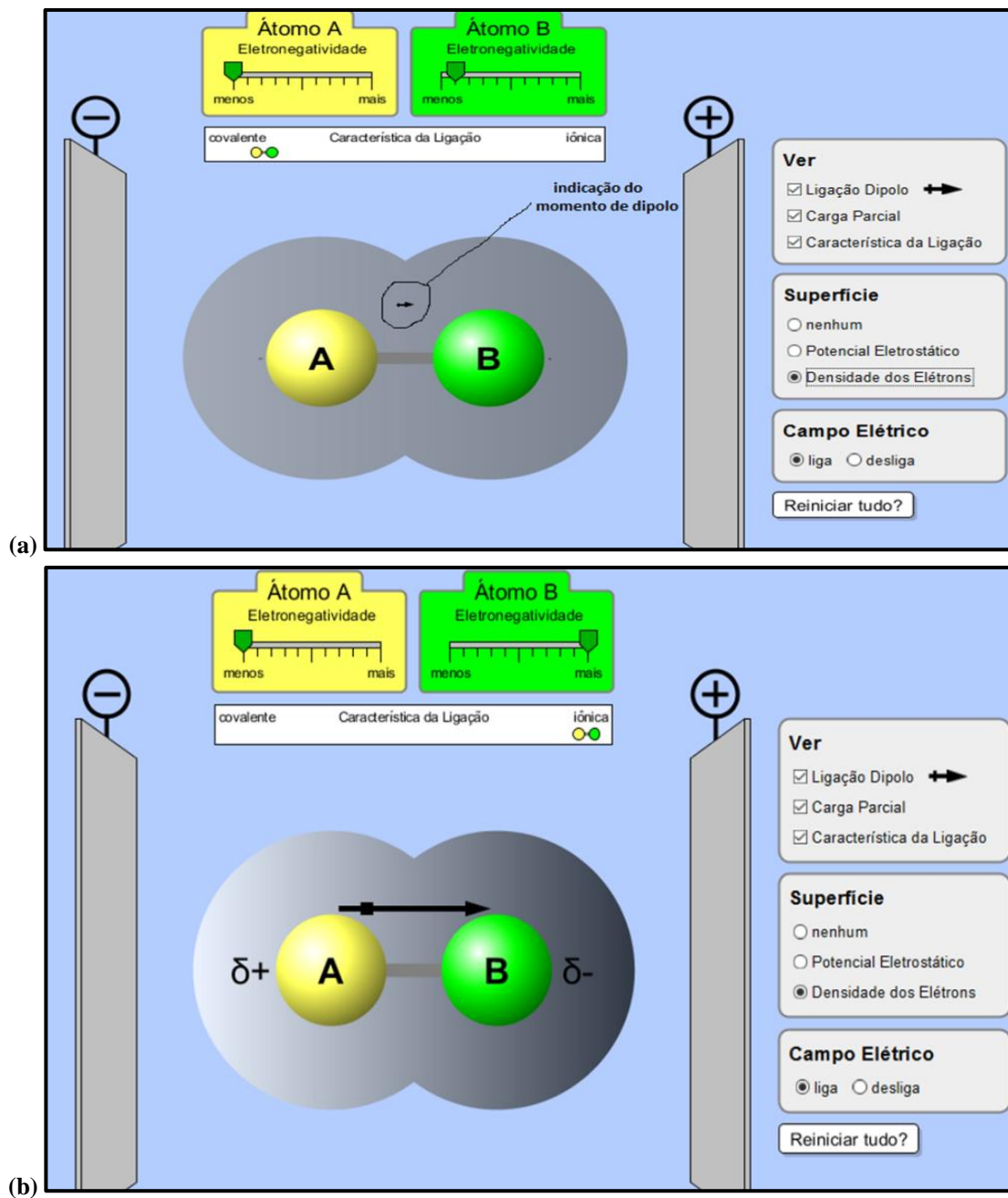
O último experimento desta série (Atividade 4) constituiu-se na verificação da solubilidade de álcoois de diferentes massas molares em água e hexano, em que os estudantes puderam identificar que quanto menor for a cadeia apolar do álcool, maior facilidade de se solubilizar em água e, já com o hexano, aconteceu o contrário. Com isso, podem-se retomar os experimentos anteriores onde eles observaram a solubilidade da acetona, do etanol e do ácido acético em água, permitindo construir com os estudantes uma generalização acerca deste fator em relação à solubilidade de outras funções orgânicas.

Esta atividade, de acordo com Ayres e Arroio (2015), pode ser utilizada tanto para estudar a afinidade do grupo OH com a água, que acontece por ligações de hidrogênio, quanto para tratar a interação entre a cadeia carbônica e a água, ressaltando-se ao estudante a importância da análise de cada parte da molécula, fazendo com que este perceba que as partículas de muitos materiais podem apresentar mais de um tipo de interação.

Ao término da situação-problema 1 percebeu-se, através das respostas e diálogos dos estudantes, que, conforme Carmo, Marcondes e Martorano (2010), estes possuem apenas explicações a nível macroscópico sobre as soluções, ou seja, o que conseguem verificar em suas percepções no cotidiano. Desta maneira, considera-se importante discutir em níveis mais aprofundados alguns conceitos, de modo a permitir que a estrutura cognitiva do estudante tenha novos elementos, os quais ele possa relacionar para resolver outras situações.

Levando em consideração o texto trabalhado e as atividades experimentais realizadas, iniciou-se a **Exposição dialogada aprofundamento**, para se atingir um melhor entendimento e assimilação do conteúdo de solubilidade. Foram revisados os conceitos de polaridade e interações intermoleculares, discutidos no 1º ano do ensino médio, já que são de extrema relevância para o entendimento de solubilidade. Essa etapa foi toda ela planejada e desenvolvida com auxílio de slides com imagens, disponíveis no simulador <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/molecule-polarity>, o que proporcionou melhor entendimento em relação ao momento dipolo das moléculas diatômicas. Como exemplo de algumas imagens utilizadas, tem-se o da Figura 19, o qual mostra que a diferença de eletronegatividade entre os átomos de moléculas diatômicas influencia o valor do momento de dipolo.

Figura 19 - (a) Exemplo de molécula diatômica com diferença de eletronegatividade pequena entre seus átomos. (b) Exemplo de molécula com grande diferença de eletronegatividade entre os átomos constituintes.



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

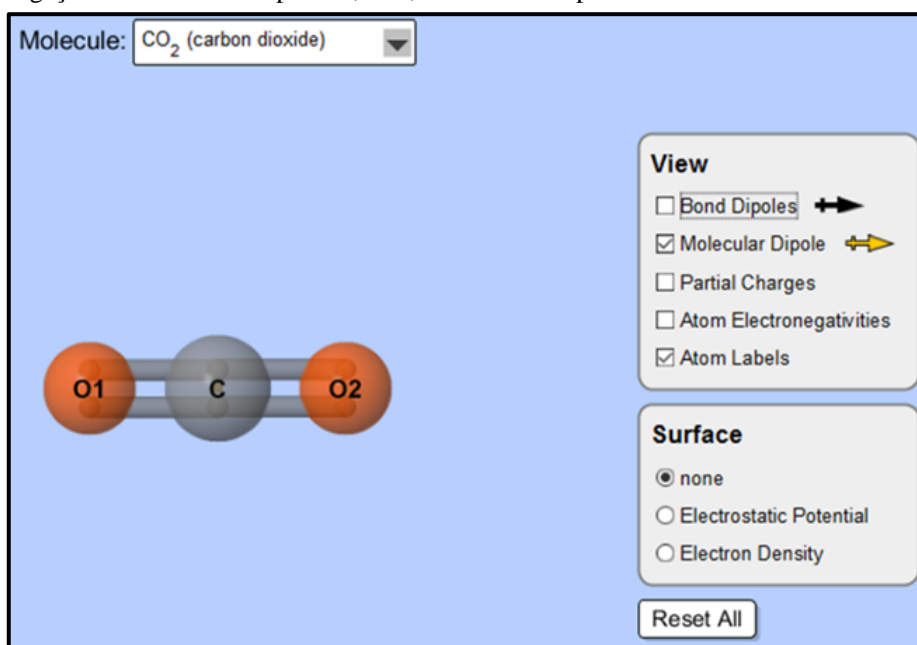
Posteriormente, já buscando uma diferenciação progressiva em relação ao conceito, passou-se a analisar moléculas poliatômicas, as quais são mais importantes para o conteúdo trabalhado. Destacou-se que uma molécula poliatômica pode conter ligações polares, mas ser apolar, trazendo a influência da geometria no momento de dipolo resultante.

Os estudantes apresentaram dificuldade em compreender os conceitos de polaridade das moléculas poliatômicas, questionando muito, principalmente em relação a ligação ser

polar e a molécula não, devido à soma dos vetores, como é o caso do dióxido de carbono demonstrado na Figura 20.

Os autores Silva et al. (2012) em seu trabalho “Geometria e polaridade molecular sob uma ótica interdisciplinar”, apontam que a química e a física são duas ciências que podem dividir conceitos e metodologias e um exemplo desta relação pode ser efetivado na utilização dos vetores para a determinação da polaridade das moléculas, geometria molecular e intensidade das ligações moleculares, os quais são, geralmente, trabalhados sob uma abordagem puramente expositiva.

Figura 20 - Dióxido de carbono, exemplo de molécula com geometria linear onde as ligações individuais são polares, mas, a molécula é apolar.



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

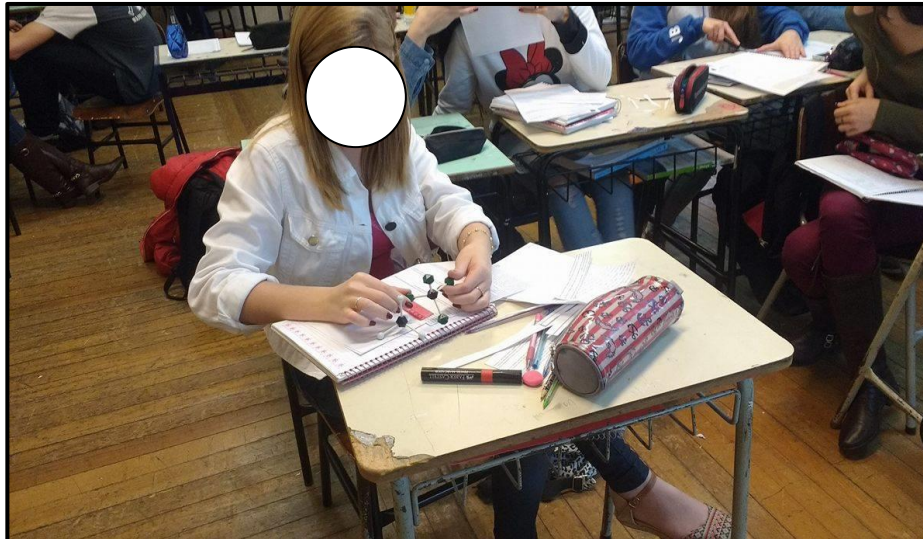
Os estudantes também tiveram dúvida quando os compostos apresentavam par de elétrons não ligantes, pois estes contribuem para o momento de dipolo da molécula. O estudante E21, muito interessado nas explicações, colocou: *Eu esqueço que existe um vetor, pois não há ligação e aí dá errada a soma!*

Oliveira e Silva (2017), em seu trabalho *Cromatografia em papel: reflexão sobre uma atividade experimental para discussão do conceito de polaridade*, observaram que os estudantes não possuíam conhecimentos básicos sobre polaridade, que estes conceitos são difíceis de serem ensinados, mas destacam que a experimentação pode ser uma estratégia eficaz para o seu estudo, até mesmo contribuindo para posteriores relações com o contexto dos estudantes.

Essa parte exigiu bastante explicação e levou à utilização de modelos atômicos (Figura 21) para algumas moléculas. Apesar de a simulação permitir uma visualização do fenômeno, ainda sim, eles poderem manipular algo concreto como os modelos se mostrou relevante para um melhor entendimento. Essa observação contínua de indícios de aprendizagem, bem como das dificuldades apresentadas pelos estudantes ao longo da intervenção didática é pontuada por Moreira como uma ação necessária ao professor. Algumas vezes é necessário que ele traga outro tipo de estratégia, de maneira a facilitar o andamento da aula.

Para complementação deste conteúdo apresentou-se a Tabela 1 (p. 35), conforme revisão bibliográfica, com algumas moléculas e seus referidos valores de momento de dipolo (μ).

Figura 21 - Estudantes trabalhando com os modelos atômicos em sala de aula.



Fonte: Autora (2017).

Durante a sistematização dos conteúdos, os textos e experimentos eram revisitados de acordo com os conceitos a serem abordados. No desenvolvimento do conteúdo solubilidade, também se apresentaram esquemas e tabelas (Tabelas 2, p. 38 e 3, p. 390 do referencial teórico) com valores de solubilidade de algumas substâncias. Considera-se importante que se trabalhe com valores já definidos na literatura, em relação às propriedades físicas, para que os estudantes não se vinculem apenas à interpretação de fatos observados visualmente nos experimentos, mas, possam, também, interpretar dados numéricos.

Dando continuidade à sequência, por meio da leitura e discussão do texto 2, *Influência da temperatura na solubilidade de compostos orgânicos* (Anexo B) adaptado do artigo Deposição de parafinas em dutos submarinos de petróleo (AZEVEDO; TEIXEIRA, 2002) introduziu-se o conteúdo da **Nova situação-problema**.

O texto permitiu trabalhar a questão da solubilidade na indústria do petróleo, além de outras propriedades físicas. As parafinas, componentes de alto peso molecular, enquanto estão nos reservatórios, sob uma determinada temperatura e pressão, são mantidas em solução pelos componentes mais leves, constituindo um fluido de baixa viscosidade. Conforme o óleo vai se escoando para fora do reservatório, a temperatura vai diminuindo e as parafinas podem se precipitar, formando cristais, os quais vão se depositando nos dutos, ocasionando problemas na indústria do petróleo, principalmente na produção e transporte.

A leitura do texto foi seguida da pergunta: *Analisando o texto que outro fator pode afetar a solubilidade de substâncias em um determinado solvente?* O estudante E15, muito participativo nas aulas, foi rápido em responder que seria a temperatura o fator responsável por isto.

A atividade experimental (disponível no Produto educacional) intitulada ATIVIDADE 5: Influência da temperatura na solubilidade, também serviu para problematizar a Nova situação-problema. Abriu-se esta atividade com o questionamento: *Considerando as atividades experimentais anteriores o que você espera em relação à solubilidade das substâncias, naftaleno e ácido benzoico em água?* As respostas apresentaram os seguintes índices: em relação ao naftaleno, 87% afirmaram que este seria solúvel em água e 13%, insolúvel; quanto ao ácido benzoico, 26,1% responderam que era solúvel e a maioria, 73,9%, insolúvel. Nesse momento, a professora-pesquisadora observou que deveria reforçar um pouco mais a discussão que havia realizado na etapa de exposição dialogada, uma vez que se esperava que a maioria dos estudantes racionalizasse, em relação ao naftaleno, usando as informações já trabalhadas sobre solubilidade.

Durante a realização desta atividade experimental os estudantes verificaram que o ácido benzoico foi insolúvel em água à temperatura ambiente, mas aquecendo solubilizou. Já para o naftaleno, depois do aquecimento surgiram dúvidas, alguns indicaram que solubilizou, outros verificaram que *“surgiu bolhas de gordura”*. Então, a discussão foi: se não temos um sistema homogêneo, ocorreu solubilização? A professora-pesquisadora esclareceu a questão e comentou que as gotículas observadas eram do naftaleno que se fundiu devido ao aquecimento, atingindo a temperatura de fusão do mesmo. Isto para poder introduzir esta propriedade física.

A estudante E31 ainda questionou: - *Existe mais alguma substância que se dissolve na água aquecendo?* A questão formulada pela estudante demonstra a atenção e interesse que a atividade experimental produziu no grupo.

Com o intuito de finalizar a discussão sobre esse fator que influencia na solubilidade foi muito importante apresentar aos estudantes, em sala de aula, uma tabela (Tabela 4, no referencial teórico) com dados que indicam 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 através de slides para retroprojektor.

Tendo como objetivo proporcionar uma melhor assimilação dos conceitos até então explorados, organizou-se um momento para atividades de sistematização, com uma seleção de questões que o estudante resolveu individualmente, de maneira a identificar suas dúvidas. Após, elas foram corrigidas no quadro, pelo professor, proporcionando bons momentos de diálogo e esclarecimento de dúvidas.

A **Avaliação somativa individual** ocorreu em dois momentos Etapa I (avaliação do trimestre escolar) e Etapa II (avaliação das estratégias de ensino), ambas estão descritas no Produto educacional.

A Etapa I foi realizada individualmente, após o término do conteúdo da UEPS, envolvendo questões sobre os conceitos abordados: polaridade, interações intermoleculares e propriedades físicas dos compostos orgânicos. A seguir, para cada questão serão apresentados alguns dados percentuais de acertos/erros com comentários. Para facilitar a discussão, as questões foram trazidas para esse texto, o qual se inicia com a questão específica e depois os resultados obtidos para a mesma, conforme Quadro 4.

Quadro 4 - Questão 1.

Questão 1				
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.				



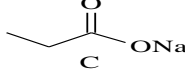
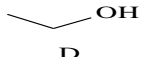
Fonte: Autora (2017).

Na questão 1, acima descrita, 77,4% dos estudantes acertaram marcando a alternativa “b”, lembrando que a maioria dessas substâncias foi utilizada nos experimentos de solubilidade. Vale ressaltar que 16,1% marcaram a alternativa “c”, que corresponde ao CH_2Cl_2 (diclorometano), que é uma substância polar, mas que não se solubiliza em água por não estabelecer ligações de hidrogênio com este solvente, o que gera confusão devido à

generalização muito utilizada, semelhante dissolve semelhante. Esta generalização foi abordada em aula, mas, à medida que o aprofundamento do conteúdo se desenvolvia esses exemplos foram trabalhados com vistas à diferenciação progressiva dentro dos parâmetros polaridade-interação intermolecular, em relação à solubilidade.

Na avaliação diagnóstica, só para a acetona mais que 60% achava que ela seria solúvel em água (Gráfico 2), etanol e ácido acético tiveram percentuais baixos. Provavelmente a atividade experimental 3 (Produto educacional) que envolvia a maioria desses compostos, auxiliou os estudantes a identificarem a resposta certa. O Quadro 5 apresenta a questão 2.

Quadro 5 - Questão 2.

Questão 2			
2. Abaixo são fornecidas fórmulas estruturais de algumas substâncias.			
 A	 B	 C	 D
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.			

Fonte: Autora (2017).

Em relação à segunda questão, 29,0% acertaram a questão, assinalando a alternativa “a”, enquanto 45,2% se dividiram entre as alternativas “c” e “e”, demonstrando um desentendimento dos estudantes entre o tipo de interação intermolecular e sua intensidade.

O Quadro 6 apresenta a questão 3.

Quadro 6 - Questão 3.

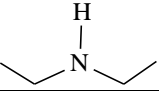
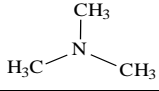
Questão 3		
3. Observe os compostos:		
CH_2Cl_2 1	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ 2	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{CH}_3$ 3
I – O composto 1 embora tenha cadeia carbônica pequena não é solúvel em água.		
II – O composto 2 pode estabelecer ligações de hidrogênio com a água.		
III – O composto 3 é um hidrocarboneto e é insolúvel em água.		
IV – Os compostos 1 e 2 são solúveis em água, pois, tem 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.		

Fonte: Autora (2017).

Novamente, na questão 3 aparece a confusão entre o diclorometano (CH_2Cl_2), substância polar, insolúvel em água, pois 41,9% dos estudantes assinalaram a alternativa “c”, a qual descartava a afirmativa I, correta, e incluía a IV que era errada. Ambas versavam sobre o CH_2Cl_2 . Somente 6,4% marcaram a alternativa “b”, que era a correta. Talvez o parâmetro tamanho da cadeia, na solubilidade, tenha sido assimilado como independente ao de interação. Vale ressaltar que 16,1% marcaram a letra “d”, que continha duas afirmações corretas, mas faltava uma afirmação (II) correta.

O Quadro 7 apresenta a questão 4.

Quadro 7 - Questão 4.

Questão 4		
4. Observe as seguintes aminas:		
1	2	3
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$		
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.		

Fonte: Autora (2017).

Em relação à propriedade física temperatura de ebulição das aminas, a questão 4 apresentou as seguintes respostas: 35,5%, a maioria, assinalou a alternativa “b”, e a minoria, 9,7% acertou a questão, marcando a alternativa “e”. Talvez, novamente, apenas a cadeia tenha sido considerada. A diferença entre os tipos de representação das fórmulas apresentados para as moléculas 2 e 3 também pode ter proporcionado conflito entre os estudantes. O percentual restante ficou entre a “a”, “c” e “d”, que não representa nenhuma associação com a cadeia.

A seguir, por meio do Quadro 8, será apresentada a questão 5.

Quadro 8 - Questão 5.

Questão 5
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.

Fonte: Autora (2017).

Na questão 5, 51,6% dos estudantes assinalaram corretamente que água e etanol são miscíveis em quaisquer proporções devido a ligações de hidrogênio estabelecidas. A interação intermolecular, dipolo induzido foi assinalada por 38,7% dos estudantes, provavelmente devido à existência da cadeia carbônica na molécula de etanol. Essa questão exigia uma análise mais específica, diferente das demais, onde os estudantes precisavam associar mais conceitos trabalhados.

O Quadro 9 apresenta a questão 6.

Quadro 9 - Questão 6.

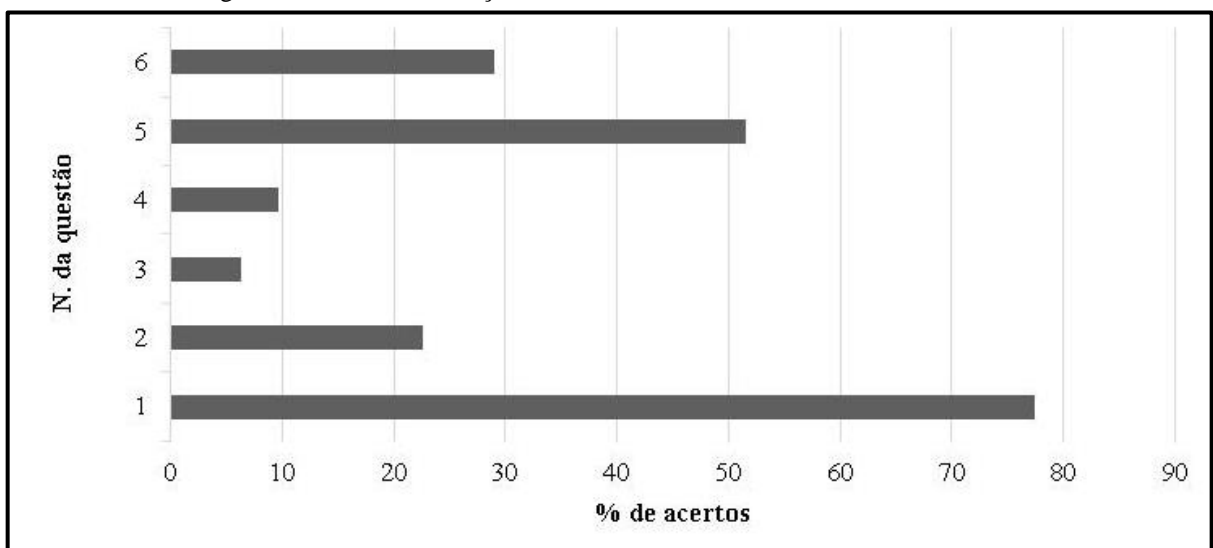
Questão 6	
6.	Marque a substância que NÃO se solubilizará em hexano C_6H_{14} :
a)	<input type="checkbox"/> CH_3OH
b)	<input type="checkbox"/> CH_3CH_2OH
c)	<input type="checkbox"/> $(CH_3)_2CHOH$
d)	<input type="checkbox"/> $CH_3(CH_2)_2CH_2OH$
e)	<input type="checkbox"/> $CH_3(CH_2)_2CH_3$

Fonte: Autora (2017).

Na questão 6, 29% responderam corretamente, assinalando a alternativa “a”, mas, 29% também marcaram a alternativa “e”, correspondente ao butano, o que coloca dúvida em relação a terem feito a racionalização estrutura x interação intermolecular. A insolubilidade do metanol em hexano foi verificada na atividade experimental, porém, identifica-se no resultado desta questão que a maioria não assimilou os dados trabalhados na atividade.

A seguir apresenta-se o Gráfico 4, que explicita apenas o percentual de acertos em cada questão da avaliação somativa individual.

Gráfico 4 - Porcentagem de acertos na avaliação somativa individual.



Fonte: Autora (2017).

No geral, pode-se verificar que o maior percentual de acertos envolveu a questão 01, em que a maioria das substâncias foi trabalhada em atividades experimentais. As questões que envolviam um aprofundamento a nível microscópico, ou seja, os parâmetros influentes nas propriedades físicas tiveram baixo percentual de acerto. Considerando essa última colocação, somente a questão 5 teve um percentual satisfatório, talvez porque as substâncias eram mais do dia a dia dos estudantes e, também, o etanol foi trabalhado mais de uma vez no laboratório e no texto 1. Fazendo um balanço dessa avaliação, notadamente percebeu-se que a maioria dos estudantes mostrou dificuldades em ultrapassar os conceitos para o nível microscópico.

Carmo e Martorano (2008) identificaram que estudantes que se encontram em níveis macroscópicos em suas análises/respostas, apresentam dificuldade em estabelecer relações conceituais mais complexas. Os avanços que os autores obtiveram em relação às concepções microscópicas, em duas turmas das quatro trabalhadas, foram atribuídos aos estudantes apresentarem, possivelmente, um conhecimento prévio mais estruturado do que os demais.

Neste trabalho, desde o início observou-se que os estudantes tinham explicações menos elaboradas para alguns fenômenos. Mesmo depois de todo o conteúdo ser desenvolvido, na etapa de correção das atividades de sistematização, observaram-se esses problemas relatados acima. O nível de reflexão não avançou. Carmo e Martorano sugerem que talvez fosse necessário ampliar o tempo de permanência na fase de aprendizagem de determinados conceitos, o que levou os autores a “considerar que o processo de aquisição de estruturas de maior grau de reflexão é lento e gradual e é difícil aos alunos se desligarem de suas percepções”.

Realmente, o conteúdo envolvido neste trabalho, assim como o tipo de relações conceituais que se pretendia, eram complexos. E para um estudante do 3º ano, que não vinha desenvolvendo esse grau de reflexão, é um desafio difícil de transpor, como observado aqui.

A questão 7, apresentada na Quadro 10, utilizou um trecho do primeiro texto adaptado de artigo que foi trabalhado durante a UEPS, buscando a contextualização, destacada nos trabalhos de Zanon et al. (2003), como forma de oportunizar o desenvolvimento dos estudantes.

Quadro 10 - Questão 7.

Questão 7
<p>7. Leia atentamente:</p> <p>“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.”</p> <p>A respeito deste fato analise as afirmações e indique V para as verdadeiras e F para as falsas:</p> <p>() O óleo diesel é insolúvel em água, mas, solubiliza os COHs transportando-o para a água.</p> <p>() O etanol faz com que os derivados do petróleo se solubilizem em água, auxiliando na contaminação.</p> <p>() Os derivados de petróleo são mais densos em relação à água carregando consigo muitos outros contaminantes.</p> <p>() O óleo diesel não se solubiliza na água nem no etanol, deste modo não ocasiona contaminação.</p>

Fonte: Autora (2017).

Em relação à primeira alternativa, 81% dos estudantes assinalaram como verdadeira e acertaram. Já a segunda alternativa que se referia à ideia principal do texto, somente 41,9% responderam como verdadeira e acertaram.

A terceira alternativa era FALSA e se referia à propriedade física densidade dos derivados do petróleo e foi a que obteve menor índice de acerto, apenas 29,0%, ou seja, além da maioria não ter trazido a discussão feita sobre essa propriedade para resolver a questão, também não interpretaram o texto que já havia sido discutido em sala de aula (assim como na alternativa anterior). Na última, 74,2% dos estudantes responderam que a afirmativa era FALSA e acertaram, possivelmente porque o texto indica claramente que ocorre contaminação.

Souza e Leite (2013) apontam a exploração dos textos científicos como recursos para que os estudantes passem a se constituir leitores capazes de interpretar os mesmos. Pode-se identificar, na avaliação das respostas à questão 7, a necessidade de se trabalhar textos em sala de aula, como forma de desenvolver a capacidade de interpretação em outros tipos de leitura, também. Gibin e Ferreira (2013) apontam que imagens coerentemente relacionadas ao assunto auxiliam nos textos complexos, mostrando grande eficiência de quando é só mostrado o texto, esta seria uma das propostas para melhorar a compreensão dos textos adaptados de artigos científicos que apresentam difícil entendimento pelos estudantes.

As dificuldades de interpretação já são uma realidade dos estudantes brasileiros, apontada pelo Pisa (sigla em inglês para o Programa Internacional de Avaliação de

Estudantes). A Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) realiza essa avaliação trienal, o Pisa, entre dezenas de países de todo o mundo, os índices obtidos na última avaliação (2015) indicaram que metade dos alunos brasileiros de 15 e 16 anos não interpreta o que lê (OSHIMA, 2016).

Acredita-se que não só nas aulas de Português essa habilidade deve ser desenvolvida. Outras áreas podem contribuir para o aprimoramento dessa capacidade, especialmente na área de Ciências da Natureza, pois, como citado no referencial, a alfabetização científica pode auxiliar os estudantes a participarem de discussões dos problemas da atual sociedade e suas possíveis soluções (FURIÓ et. al., 2001).

A leitura de distintos gêneros textuais nas aulas de Ciências insere o estudante no universo letrado e subsidia a reflexão, a criticidade, a análise, a conexão com outros textos, o amadurecimento intelectual. As constantes práticas de leitura e discussões sobre os avanços científicos e tecnológicos promovem a leitura de mundo, o olhar crítico diante da sociedade e a construção do conhecimento científico dos estudantes (PEREIRA, 2015, p. 14).

A Etapa II, conforme Apêndice D, também foi realizada individualmente e abrangeu a opinião dos estudantes em relação às estratégias de ensino utilizadas na UEPS. Por meio dos resultados obtidos percebeu-se que para eles estas duas estratégias foram importantes.

A questão 1 era aberta e pedia para os estudantes escreverem em que as atividades experimentais realizadas os auxiliaram. A maioria (Quadro 12), 51,6%, achou que com sua utilização houve melhor compreensão do conteúdo, como descreve o estudante E19 *“Em uma aprendizagem de forma mais dinâmica, aonde visualizando o que acontece, fica mais fácil absorver o conteúdo em questão”* ou como o estudante E26 *“Melhor compreensão no quesito prática do conteúdo”*. Os demais percentuais foram os seguintes: 22,6% dos estudantes escreveram algo que não corresponde à questão, como o estudante E12, *“Respeitar a natureza os rios, a florestas etc.”*; 19,4% não responderam e 6,4% responderam que não auxiliaram, como exemplo, destaca-se a afirmação do estudante E22 *“Não me auxiliaram, eu só me perdi ainda mais no conteúdo. Desculpa profe, a culpa não é sua, é minha”*.

A questão 2 está representada no Quadro 11 a seguir:

Quadro 11 - Compreensão da questão 2.

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.

Fonte: Autora (2017).

No Quadro 12 estão os percentuais obtidos para as 5 primeiras afirmações as quais correspondem aos textos trabalhados na UEPS.

Quadro 12 - Índice das respostas dadas pelos estudantes na questão 2 da Avaliação somativa individual - Etapa II em relação aos textos adaptados de artigos científicos (indicada no Produto educacional).

AFIRMATIVA	DESACORDO	INDECISO	ACORDO	OUTROS
Os textos trabalhados eram de difícil compreensão, pois, apresentavam vários termos que não conheço o significado.	48,5%	16,1%	35,5%	-
Os textos de cunho científico são difíceis, mas apresentam temas relacionados à realidade.	3,2%	9,7%	87,1%	-
Os textos eram difíceis, mas consegui interpretá-los depois da leitura e discussão.	3,2%	12,9%	83,9%	-
Através da leitura e discussão dos textos o conteúdo é associado aos acontecimentos reais.	9,6%	3,2%	87,2%	-
A leitura de textos científicos é importante, pois trazem dados verdadeiros sobre o assunto.	6,4%	3,2%	90,4%	-

Fonte: Autora (2017).

Na primeira delas, 48,5% responderam que estavam em desacordo com a afirmação que dizia que os textos eram de “difícil compreensão, pois apresentavam vários termos que não conheço o significado”; já 35,5% concordaram com ela.

Na segunda afirmativa, 87,1% dos estudantes acharam que os textos eram difíceis, mas, se relacionavam com a realidade. 83,9% concordaram que eram difíceis, mas, após a leitura e discussão do texto, conseguiram interpretá-lo. A maioria, 90,4%, estava de acordo

que o conteúdo estava associado a acontecimentos reais. E, a maioria também concordou que leitura de textos científicos é importante, pois trazem dados verdadeiros.

Ou seja, pelos dados acima, pode-se concluir que os estudantes, apesar de acharem os textos difíceis, consideraram os mesmos dentro do seu contexto e passíveis de interpretação após a discussão.

As três últimas afirmativas correspondem à realização das atividades experimentais sobre o conteúdo, como mostra o Quadro 13.

Quadro 13 - Índice das respostas dadas pelos estudantes na questão 4 da Avaliação somativa individual - Etapa II em relação as atividades experimentais (indicada no Produto educacional).

AFIRMATIVA	DESACORDO	INDECISO	ACORDO	OUTROS
As atividades experimentais são de extrema importância, pois auxiliam no entendimento do conteúdo.	3,2%	3,2%	93,6%	-
As atividades experimentais se mostraram totalmente desconectadas do conteúdo.	87,2%	3,2%	3,2%	6,4%
As atividades experimentais não foram atrativas e não colaboraram para melhorar o aprendizado.	83,9%	-	12,9%	6,4%

Fonte: Autora (2017).

Observa-se que a maioria achou importante as atividades experimentais, pois auxiliam no entendimento do conteúdo. Nesse momento é importante refletir sobre a seguinte questão: O que os estudantes consideram como *entender o conteúdo*, pois, parece-nos que esse entendimento, para eles, fica apenas no nível mais observável dos fenômenos. Provavelmente, apenas o nível macroscópico seja significativo para eles, nesse momento. Talvez, consequência do que já foi citado anteriormente, eles não foram habituados a refletir de forma mais complexa.

A **Aula expositiva dialogada final** (indicada no Produto educacional), de acordo com Moreira (2012b), dá continuidade ao processo de diferenciação progressiva por meio da retomada das características relevantes do conteúdo, mas com uma perspectiva integradora, buscando a reconciliação integrativa. Com este objetivo pretendeu-se associar os conceitos desenvolvidos durante a UEPS com a aplicação na indústria de combustíveis (petróleo e biodiesel, especificamente).

Primeiramente foi destacado o petróleo, por meio da apresentação de um trecho do documentário “O futuro dos carros – novos combustíveis” da *Discovery Chanel* disponível no *YouTube* no link <<https://www.youtube.com/watch?v=M5wor9c3OsM>>⁷ e, após os estudantes discutiram sobre o mesmo. O vídeo relata a atual situação mundial do petróleo e

⁷ Disponível no *YouTube* no link <<https://www.youtube.com/watch?v=M5wor9c3OsM>>.

novos paradigmas para os carros até o ano de 2030. Os estudantes apresentaram bastante interesse e motivação diante dos modelos e potência dos automóveis descritos no documentário, realizando diversos apontamentos a respeito do assunto.

Também foi entregue um texto adaptado do artigo *Petróleo: energia do presente, matéria-prima do futuro?*⁸, para problematizar o assunto. O texto destaca que o processo de combustão dos combustíveis fósseis é ineficiente, sendo perdida boa parte da energia. Também descreve que o petróleo é uma matéria-prima rica e diversificada e grande parte do processamento se baseia em informações físico-químicas como viscosidade, densidade e curva de destilação, destacando que a evolução na área de química analítica pode proporcionar um melhor aproveitamento das frações do petróleo, fazendo com que a refinaria do futuro passe a ser uma provedora de matérias-primas para a indústria. Após a leitura individual do texto, pelos estudantes, o professor deu início a uma discussão sobre ele, elencando as propriedades físico-químicas que são citadas.

Posteriormente, o conteúdo sobre petróleo foi abordado por meio dos itens: características gerais, formação, exploração, refino, propriedades físicas e químicas usando slides e o livro didático *Ser protagonista* 3º ano do Ensino Médio, p. 66 a 69. Enfatizou-se nesta parte, novamente, as propriedades físicas do petróleo como densidade, viscosidade, temperatura de fusão e ebulição e solubilidade, sempre trazendo o que já tinha sido trabalhado anteriormente em sala de aula (as atividades experimentais, os textos científicos).

Destaca-se que a destilação fracionada do petróleo chamou bastante atenção dos estudantes, ao verificarem, por meio de imagens, a torre de fracionamento e que as frações eram separadas devido às diferentes temperaturas de ebulição dos componentes.

Quando se chegou ao assunto biodiesel, como forma de energia, o tema foi explorado em relação aos itens: história, composição, reação de transesterificação e propriedades físicas e químicas, uma vez que estão relacionados com o conteúdo do 3º ano do ensino médio. Da mesma forma que o petróleo, enfatizaram-se as propriedades físicas do biodiesel, muito semelhante com o óleo mineral, por isso pode substituí-lo ou dissolvido em parte nele.

Foram lidos e discutidos dois textos: “A produção de biodiesel cresce 15% no Brasil em 2015, aponta Abiove”⁹ e “Produção de biodiesel por transesterificação do óleo de soja com misturas de metanol-etanol”¹⁰.

⁸ Nascimento e Moro (2011).

⁹ <<http://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2016/02/producao-de-biodiesel-cresce-15-no-brasil-em-2015-aponta-abiove.html>>.

¹⁰ <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Transesterifica%25E7%25E3o+1_000g76oadw902wx5ok0wtedt36958h0l.pdf>.

Em relação ao primeiro texto discutiu-se a grande produção de biodiesel em 2015, mantendo o Brasil como segundo produtor de biodiesel no ranking mundial. Já no segundo texto, o qual se referia ao processo de produção do biodiesel, discutiu-se o problema do uso do metanol. O texto indicava que, no intuito de torná-lo cada vez mais um combustível limpo, há pesquisas para substituí-lo pelo etanol, que possui baixa toxicidade e produção a partir de fontes renováveis. Conforme os PCNs, apresentados no referencial teórico, deve-se procurar entender a problemática dos combustíveis com os estudantes, considerando-se as fontes renováveis e não renováveis, problemas ambientais decorrentes do uso dos combustíveis, as relações entre desenvolvimento socioeconômico e disponibilidades de energia (BRASIL, 2002).

Verificou-se, nesta etapa, grande participação e interesse dos estudantes, evidenciando-se, por meio das colocações por eles realizadas, conhecimento sobre o assunto. Também se constatou considerável preocupação deles, em relação ao meio ambiente, devido à problemática da queima dos combustíveis fósseis e suas consequências para o equilíbrio da vida no planeta.

Os comentários dos estudantes foram bastante pertinentes, principalmente, porque o Estudante E29 trabalhava em uma indústria de biodiesel existente na cidade e possuía um bom conhecimento a respeito do assunto tratado, especificando sobre os processos de produção e o aumento da empresa em que é funcionário. Esta situação alinha-se ao que Miranda e Costa (2010) afirmam sobre o aprendizado da Química, que este exige do professor o comprometimento com a cidadania, com a ética e com a mudança em sua postura em relação à sua prática didático-pedagógica, que deve ser voltada para o ensino ligado diretamente ao cotidiano do estudante, e de forma que possa encorajá-lo a se expressar, a sentir que pode contribuir com seu conhecimento, no processo de ensino.

No passo denominado **Avaliação da aprendizagem** (indicada no Produto educacional), solicitou-se aos estudantes uma pesquisa, a ser realizada em casa, para elaboração de um seminário, o qual foi apresentado para a turma. Esse trabalho foi feito em grupo e cada um teria que indicar uma indústria que utiliza a propriedade física solubilidade em alguma etapa do processo, explicando a importância da mesma nesta. Os parâmetros para a análise dos trabalhos foram os seguintes: coerência com o tema/explicação correta da aplicação da solubilidade no processo, organização do grupo e formatação do trabalho e da apresentação. No Quadro 14 estão indicados alguns dados observados nos trabalhos.

Quadro 14 - Dados da avaliação dos trabalhos seguindo a ordem de apresentação do seminário.

Título do trabalho	Associação com o tema	Organização	Formatação
Processos na indústria de tinta	Muito boa	Insuficiente	Regular
Petrobrás	Regular	Regular	Regular
Indústria de formol	Boa	Boa	Regular
Solubilidade na indústria farmacêutica	Muito boa	Muito boa	Bom
Açúcar refinado amorfo	Boa	Regular	Muito boa
Biodiesel	Boa	Muito boa	Muito boa
Glicerina	Insuficiente	Regular	Regular

Fonte: Autora (2017).

O primeiro trabalho do seminário foi apresentado individualmente, indicando que o estudante não se organizou em grupo para realizá-lo, mas conseguiu associar a propriedade solubilidade na fabricação das tintas, destacando que esta propriedade está presente na solubilização da resina e também no controle de sua viscosidade, facilitando sua aplicação. Ele explanou o assunto e foi entendido pelos colegas, sem apresentação na forma de slides. Porém, não mostrou exemplos de estruturas das substâncias empregadas no processo a fim de usar os conceitos relacionando com as mesmas, por isso a explicação foi considerada regular.

A Petrobrás foi o título do segundo trabalho, embora na revisão bibliográfica entregue por escrito (Figura 22) apareça um trecho em que os estudantes poderiam fazer a associação com solubilidade, eles não fizeram. A apresentação se concentrou apenas na caracterização da empresa e seu contexto socioeconômico e, ao final, quando o grupo foi questionado pela professora-pesquisadora onde estava a propriedade de solubilidade no processo apresentado, eles não conseguiram responder, por isso tiveram avaliação insuficiente nos dois primeiros itens.

Figura 22 - Trecho do trabalho intitulado Petrobrás que apresenta a transposição elencada.

A indústria do petróleo no Brasil está fortemente vinculada ao setor sucroalcooleiro. As usinas e destilarias produzem álcool (etanol), anidro, que é misturado à gasolina e hidratado, usado diretamente em milhões de veículos. São mais de 400 usinas, 2,5 milhões de empregos diretos, 80 mil

Fonte: Autora (2017).

A “Indústria de formol” foi destaque no terceiro trabalho do seminário, sendo colocado pelo grupo que o formol é produzido através da solução aquosa do gás formaldeído, mais conhecido como formol, possuindo uma grande utilização na indústria de tintas, papéis, resinas etc. O grupo fez a associação com a solubilidade na produção apenas, sem maiores detalhes, e, como o primeiro, não explorou os conhecimentos no nível microscópico.

“Solubilidade na indústria farmacêutica” foi o título do quarto trabalho exposto, os estudantes do grupo destacaram, durante a apresentação, o uso de diferentes solventes ou

misturas de solventes como um dos métodos mais conhecidos para a obtenção de formas cristalinas nesta indústria. Expuseram um problema encontrado nessa indústria, que é a falta de controle do polimorfismo no desenvolvimento de compostos bioativos, relacionada às diferenças de solubilidade, as quais afetam a eficácia desses, problema este muito conhecido no medicamento Ritonavir®, inibidor da protease do Vírus da Imunodeficiência Humana (HIV) no tratamento da Síndrome da Imunodeficiência Adquirida (AIDS). A apresentação foi realizada por meio de slides, mas a sua elaboração foi feita com cópias de trechos idênticos aos do trabalho escrito por eles, indicando que não se esforçaram para reestruturar o texto para a apresentação, por isso ficaram com bom, mesmo sendo o melhor trabalho escrito. Além da apresentação em slides também exibiram um vídeo, facilitando o entendimento do assunto pelos colegas e professora-pesquisadora.

A indústria do “Açúcar refinado amorfo” foi exposta pelo quinto grupo, que colocou que a produção deste tipo de açúcar consiste na diluição de açúcar cristal em água destilada e homogeneização até a dissolução dos cristais, deixando clara a associação com a propriedade solubilidade, mas, como os demais, não usou a relação estrutura x interação intermolecular e não pontuou a importância dessa etapa no processo. Os slides estavam muito bem elaborados, a organização deste grupo na apresentação destacou-se dos demais, mas, no término da mesma e entrega do trabalho escrito, o estudante E24 colocou para a professora-pesquisadora que fez o trabalho e a elaboração dos slides, sozinho, somente obteve ajuda dos colegas na apresentação, por isso ficaram com o conceito regular na organização. Isso é um problema recorrente em trabalhos em grupo e difícil de resolver, mas a professora optou por conversar com o estudante em particular e lhe colocar que sua avaliação iria ser melhor do que a dos demais.

Silva, em seu artigo, “Aprendendo a superar conflitos na elaboração de trabalhos acadêmicos” alerta para este problema, colocando que o professor deve conversar com os estudantes sobre a construção do conhecimento, que este é muito importante para a vida, que eles, os professores, também foram estudantes um dia e também apresentaram dificuldades, mas, as superaram e continuam a superá-las. Desta maneira, pode sensibilizar seus estudantes em relação à responsabilidade de se envolver na execução das atividades solicitadas pelo professor, pois estas vão além de uma “nota”, buscam, primordialmente, capacitá-los para diferentes demandas com que possam vir a se deparar.

O penúltimo trabalho foi sobre a indústria do “Biodiesel”, o grupo esclareceu que este produto, devido a sua composição, apresenta miscibilidade no diesel e pode diminuir os impactos ambientais deste. A formatação tanto no trabalho escrito como nos slides foi

considerada muito boa, inclusive exibiram um vídeo produzido pela Embrapa sobre a produção do biodiesel e suas matérias-primas, contextualizando ainda mais o assunto, destacando a produção da palma no Nordeste, por famílias que não apresentavam nenhum tipo de fonte de renda até então, o que ocasionou uma melhora na qualidade de vida destes sertanejos tão castigados.

A “Glicerina” foi à substância escolhida pelo último grupo. Os componentes deste não conseguiram transpor o conteúdo da propriedade física solubilidade para a indústria desta substância, embora este assunto seja coerente com o conteúdo. O grupo apenas explanou sobre a indústria, as matérias-primas, os produtos envolvidos, mas não conseguiu associar seus processos com a solubilidade, tanto oralmente quanto no trabalho escrito. Não usaram slides, estavam muito desorganizados, transparecendo que realizaram o trabalho na última hora, sem muita preocupação e estudo.

Todos os assuntos dos trabalhos entregues e apresentados tinham potencial de coerência em relação ao tema solicitado, e, no total dos sete grupos, pode-se verificar que a maioria deles, 71,4%, conseguiu identificar a propriedade solubilidade dentro do processo. Apenas dois grupos trataram do assunto escolhido sem coerência com o foco solicitado.

De acordo com Moreira (2012b), citado no referencial teórico, deve-se concluir a unidade através da retomada das características relevantes do conteúdo, em uma perspectiva integradora, buscando a reconciliação integrativa. Esta pode ser feita por meio de uma pequena exposição oral, leitura de textos, utilização de recurso computacional, de audiovisual, etc. Seguindo este pensamento, Guimarães (2009) também coloca que as situações podem ser criadas a partir de um problema real, uma situação nova que exija modificação do conhecimento original, fazendo-o, por exemplo, reescrever com suas próprias palavras o que assimilou ou aplicar o conhecimento para explicar algo novo ou tomar uma decisão em relação ao que foi trabalhado.

Considerando esses aspectos, neste trabalho buscou-se identificar a transposição dos conceitos trabalhados em sala de aula para outras situações. No caso dessa última avaliação, foi desafiar os estudantes a procurarem uma aplicação na indústria, do que foi estudado. Verificou-se que a maioria conseguiu perceber a presença das propriedades físicas, no caso a solubilidade, em um contexto real. Entretanto, percebeu-se que a interação com o conhecimento trabalhado restringiu-se ainda a uma visão macroscópica, que, possivelmente, é aquela a que o estudante atribuiu mais significado.

O último passo, a **Avaliação da UEPS**, consistiu em identificar, no desempenho dos estudantes ao longo de toda a intervenção, traços de aprendizagem significativa, seguindo o

sugerido por Moreira (2012). Além disso, também se buscou comentar, os aspectos positivos e negativos relacionados à construção da UEPS, neste trabalho e da sua aplicação. Considerando essa reflexão, algumas sugestões também serão comentadas, a fim de melhorar esse Produto educacional para uma futura aplicação.

A UEPS foi elaborada para discutir conceitos sobre propriedades físicas dos compostos orgânicos, com ênfase na solubilidade, com o viés de associar as demais propriedades, de acordo com o surgimento destas durante a aplicação das estratégias de ensino. Ao longo da aplicação da UEPS, notou-se que algumas dessas estratégias, como o uso de simulador computacional e as atividades experimentais, ganharam maior interesse e participação dos estudantes, destacando-se desta forma uma mudança de postura dos mesmos em relação às aulas anteriores à intervenção didática.

De acordo com Giordan (1999), a experimentação desperta interesse entre os estudantes, apresentando caráter motivador, lúdico e como consequência pode aumentar a capacidade de aprendizado, o que se alinha com a TAS, uma vez que ela sugere que um dos fatores importantes para o aprendizado é a motivação do estudante. Os simuladores computacionais também podem despertar esse fator – motivação – nas aulas de química.

Considerando os dois tipos de avaliação empregados, avaliação somativa individual e da aprendizagem, os resultados indicaram aspectos importantes. Enquanto na primeira, que foi uma avaliação mais formal, no sentido de envolver questões objetivas sobre o conteúdo, o desempenho não foi bom, uma vez que apenas 25,8% dos estudantes obtiveram nota 5,0 ou superior. A participação e o envolvimento dos estudantes durante a realização e a correção das atividades de sistematização, as quais envolviam questões do mesmo perfil, deixaram transparecer que uma parte maior deles tinha compreendido o conteúdo. Assim, esperava-se que após todas as discussões, que foram mais ao nível microscópico, eles conseguissem racionalizar e responder corretamente a maioria das questões.

A maioria das questões, como já comentado, envolvia uma associação maior entre os conceitos, exigindo uma reflexão a nível microscópico por parte do estudante. Como se pode observar, esse grau de complexidade não foi atingido, provavelmente ou porque não foi significativo para eles ou pela complexidade exigida. Isso remete à necessidade de rever a formulação de questões.

Já a avaliação da aprendizagem, que utilizou uma estrutura diferente, onde os estudantes podiam contar com uma ampla bibliografia e selecionar o que externalizariam para o grupo, o resultado foi melhor, devido à associação que eles conseguiram estabelecer e comentar durante as explicações sobre a propriedade estudada, estas podem ser percebidas

como indícios de AS. Pode-se refletir, a partir dessa situação, que o estudante considerou mais significativo os aspectos que o informavam sobre “qual era a utilidade da solubilidade” naquela indústria por ele escolhida, ou seja, uma visão mais macroscópica do processo. Vale ressaltar que uma das indicações da UEPS é que, durante a sua aplicação, o professor permaneça atento para identificar os avanços, ou não, de entendimento por parte dos estudantes, garantindo desta forma um crescente aprendizado, pois, a AS, conforme Moreira (2012a) é um processo interativo, progressivo, que servirá de ideia-âncora para dar significado a novos conhecimentos.

Um dos aspectos que se pode elencar como positivo neste tipo de intervenção é que ao ter uma sequência didática elaborada, com cada passo tendo um objetivo específico delineado proporciona maior segurança, organização e foco na práxis pedagógica em sala de aula. A UEPS não pretende que o docente vença o conteúdo, mas sim, que este conteúdo seja trabalhado de forma que possibilite um progressivo aprofundamento dos conceitos, de tal modo que interaja com a estrutura cognitiva do estudante.

Outro aspecto positivo é que a UEPS, por estar fundamentada na TAS, a qual tem como premissa que um dos fatores importantes para o estudante aprender é ele estar motivado, faz com que o professor, ao elaborá-la, busque estratégias que contemplem este fator, ou seja, reformule a sua ação docente em sala de aula.

Entretanto, podem-se apontar alguns problemas, primeiro a falta de tempo que o professor tem para elaborar uma proposta desta natureza, para desenvolver em suas aulas. Trabalhar o ano inteiro com todos os conteúdos estruturados dentro de uma UEPS seria difícil, pois ela exige um tempo maior para o seu desenvolvimento. Por exemplo, neste trabalho, foi necessário solicitar ao professor de Física empréstimo de períodos, pois com dois períodos semanais de 50 min não seria possível cumprir todos os passos da UEPS, considerando que algumas vezes revisões foram necessárias. Isso pode ocorrer naturalmente no trabalho do professor, dependendo da complexidade dos conceitos abordados.

Outro problema percebido durante a aplicação foi a baixa frequência dos estudantes nas aulas, o que pode ter contribuído para a dificuldade na compreensão do conteúdo.

Em relação a uma próxima aplicação desta intervenção didática destaco a possibilidade de utilizar o simulador <<http://nautilus.fis.uc.pt/ligintermol/index.html>>, que envolve situações simuladas comuns ao cotidiano dos estudantes. Ayres e Arroio (2015) empregaram o mesmo em seu trabalho e conseguiram bons resultados no estudo de forças intermoleculares.

Por fim, considero que o trabalho em forma de UEPS, embora tenha apresentado alguns aspectos negativos, proporcionou rever a minha prática pedagógica, bem como a forma de abordar os conteúdos, em especial os do 3º ano, os quais foram objeto dessa dissertação. Com isto, avalio que essa UEPS agregou um conhecimento mais aprofundado sobre o assunto e uma visão mais ampla em relação ao comprometimento com o processo de ensino-aprendizagem.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho foi baseado na teoria cognitivista e construtivista de David Ausubel, denominada Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), influenciada pelo que o estudante traz de conhecimento prévio, o qual servirá de âncora para a aprendizagem do novo conhecimento e se mostra hoje, como uma alternativa para o ensino de química nas escolas.

O objetivo geral que norteou este trabalho foi analisar os limites e as possibilidades de uma UEPS para o ensino de propriedades físicas de compostos orgânicos, envolvendo experimentação, simulação computacional e leitura de textos científicos, em uma turma de 3º ano de ensino médio.

O Produto educacional se constituiu em uma UEPS para tratar conceitos relacionados ao conteúdo de propriedades físicas de compostos orgânicos enfatizando a solubilidade, mas, com a intenção de incluir as outras propriedades físicas que surgiam durante a execução das atividades. A UEPS contemplou o ensino das propriedades físicas dos compostos orgânicos de forma integrada, não apenas apontando algumas delas ao final da descrição de cada função orgânica, como são abordadas na maioria dos livros didáticos. Assim, acredita-se que essa estrutura pretendida para o produto foi alcançada. Destaca-se também que se buscou trabalhar os conceitos de forma contextualizada, trazendo textos com uma problemática real, associada ao conteúdo que se pretendia trabalhar.

No levantamento dos conhecimentos prévios pode-se destacar que os estudantes apresentavam algum sobre os itens solicitados, principalmente, em relação às substâncias utilizadas no cotidiano, entretanto, percebeu-se a existência de dificuldades no entendimento de conceitos básicos, como momento de dipolo e interações intermoleculares, os quais são fundamentais no estudo de propriedades físicas. Desta maneira, esse passo da UEPS permitiu a identificação da necessidade de se introduzir uma etapa de revisão de conteúdos de outros anos, permitindo ao estudante visualizar a conexão entre eles e minimizar as dificuldades de aprendizagem que as pesquisas apontam em relação ao estudo desse conteúdo.

Durante a aplicação da UEPS notou-se que algumas estratégias de ensino ganharam maior interesse e envolvimento dos estudantes, como as atividades experimentais e o simulador computacional, demonstrando uma mudança de postura em sala de aula em relação às aulas anteriores à execução da intervenção didática, nas quais eles não se envolviam e não questionavam.

As atividades de avaliação, somativa individual e da aprendizagem, levaram a uma análise diferenciada, na primeira, que envolvia questões objetivas sobre o conteúdo, o

desempenho não foi o esperado, uma vez que apenas 25,8% dos estudantes obtiveram nota 5,0 ou superior. Já na avaliação da aprendizagem, que utilizou uma estrutura diferente, o resultado foi satisfatório. Ou seja, nessa última, pela associação que os estudantes conseguiram estabelecer e comentar durante as explicações sobre a propriedade estudada, estas podem ser percebidas como indícios de AS. Salienta-se que, embora o professor elabore um material na intenção de que ele possa ser potencialmente significativo para o estudante, no final, quem define significado do mesmo, é o educando. Nesse trabalho, pode-se apontar que provavelmente, o que foi significativo para o estudante foi saber como a solubilidade é usada.

Percebe-se que nas duas avaliações, os estudantes não ultrapassaram a visão a nível macroscópico, para isso Carmo e Martorano (2008) colocam em seus trabalhos que uma possibilidade para este limite, verificado também em nosso trabalho, é a ampliação do tempo de permanência na fase de aprendizagem de determinados conceitos, pois o processo de obtenção de entendimento com estruturas de maior grau de reflexão é vagaroso e gradual, sendo complicado aos estudantes se desligarem de suas percepções.

Outra possibilidade é propor aos docentes que ao planejarem suas aulas revejam sua prática, fazendo com que os estudantes tenham este tipo de aprendizagem desde o 1º ano do ensino médio, possibilitando desta forma não só a formação de subsunçores como também, maior tempo para ancoragem dos conhecimentos nos já formados. Para isso, a mudança de concepção do professor e de sua prática em sala de aula, a qual passa pela aquisição de autonomia e segurança na escolha de novas metodologias, pode acontecer desde que ele assumo o compromisso e apresente vontade em enfrentar o desafio de uma nova prática (SANTOS; MORTIMER, 2009).

Em relação à minha prática docente, a experiência permitiu um novo olhar sobre como trabalhar as propriedades físicas dos compostos orgânicos, já que até então, apenas repassava aos estudantes o conteúdo do livro didático e da forma como este se encontrava proposto. Minha visão do trabalho docente ampliou-se ao tomar contato com teorias de aprendizagem e estratégias de ensino diversificadas, trazendo uma nova perspectiva para meu trabalho em sala de aula.

No início a professora-pesquisadora apresentou algumas dificuldades para trabalhar desta forma, mais sistemática e com o olhar observador-pesquisador em relação à interação dos estudantes com as atividades solicitadas, no entanto, com o passar do tempo, essa atitude foi incorporada na sua prática. Desta forma, este objetivo foi alcançado, qualificar a prática em sala de aula, pois, o professor tem um papel fundamental dentro do processo de ensino-aprendizagem.

Ao concluir este trabalho, percebeu-se a importância de ter uma sequência estruturada para o trabalho em sala de aula, com estratégias de ensino selecionadas devido ao seu potencial, descrito na literatura, para significar a aprendizagem. E também, do(a) professor(a) se colocar no processo como um(a) observador(a) da sua própria prática docente, analisando a efetividade da sua intervenção didática, no sentido de trazer novos caminhos para sua práxis pedagógica.

Considerando o exposto acima, se pode pontuar que uma das possibilidades mais relevantes que a UEPS proporcionou foi, então, esta mudança de postura dos atores envolvidos no processo pedagógico.

Destaca-se, como limites importantes observados nesse trabalho, a dificuldade que os estudantes do 3º ano apresentaram em ultrapassar a visão macroscópica dos fenômenos estudados. Assim, trazer um conteúdo complexo, que necessita uma reflexão mais profunda por parte desse estudante, o qual não vinha tendo contato com esse tipo de abordagem, se constituiu em um limite expressivo.

Ao terminar esta análise, pensa-se que o uso de uma UEPS, a qual é baseada na AS, constitui-se em uma sugestão com potencial para provocar uma possível mudança na situação atual da sala de aula desde que o professor e o estudante estejam dispostos a isto.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, D. O. N.; BRANCO, N. B. C.; GONÇALVES, F. P. Tratamento de água com coagulante biodegradável: uma proposta de atividade experimental. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 38, n. 4, p. 375-382, nov. 2016.
- ANTUNES, M.T. (Ed.). *Ser protagonista: Química*, 3º ano: Ensino Médio, 2 ed. São Paulo: Editora SM, 2013.
- AUSUBEL, D. P. *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Lisboa: Plátano, v. 1, 2003.
- AYRES, C.; ARROIO, A. Aplicação de uma sequência didática para o estudo de forças intermoleculares com uso de simulação computacional. *Experiência em Ensino de Ciências*, v. 10, n. 2, 2015.
- BESSLER, K. E.; NEDER, A. V. F. *Química em tubos de ensaio: uma abordagem para principiantes*. São Paulo: Edgard Blücher, 2004.
- BORGES, L. D.; MACHADO, P. F. L. Lavagem a seco. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 35, n. 1, p. 11-18, fev. 2013.
- BRAIBANTE, M. E. F.; ZAPPE, J. A. A química dos agrotóxicos. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 34, n. 1, p. 10-15, fev. 2012.
- BRASIL. *Guia de livros didáticos: PNLD 2015: química ensino médio*. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. Brasília, 2014.
- _____. MEC. SEMTEC. *Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais-Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias*. Brasília, 2002.
- CARMO, M. P.; MARCONDES, M. E. R.; MARTORANO, S. A. A. Uma interpretação da evolução conceitual dos estudantes sobre o conceito de solução e processo de dissolução. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 9, n. 1, p. 35-52, 2010.
- _____; MARTORANO, S. A. A. Acompanhando o raciocínio dos estudantes na elaboração de ideias relativas à dissolução considerando os níveis explicativos de suas elaborações. In: CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE INVESTIGACIÓN EN LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS, 8, 2008, *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, v. 5, n. 3, set., 2008, p. 387.
- CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. *Revista Brasileira de Educação*, n. 22, p. 89-100, jan./fev./mar./abr., 2003.
- DUPONT, F. H.; GRASSI, F.; ROMITTI, L. Energias Renováveis: buscando por uma matriz energética sustentável. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, Santa Maria, v. 19, n. 1, ed. especial, p. 70-81, 2015.

EVANGELISTA, O. Imagens e reflexões: uso do cinema na formação de professores. In: SEMANA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 5, 2005, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina, 2005. Disponível em: <<http://www.sepex.ufsc.br/anais5/trabalhos155.html>>. Acesso em: 20 nov. 2016.

FARIAS, C. P.; BASAGLIA, A. M.; ZIMMERMANN, A. A importância das atividades experimentais no Ensino de Química. In: CONGRESSO PARANAENSE DE EDUCAÇÃO EM QUÍMICA - CPEQUI, 1, 2009, Londrina. *Anais...* Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2009.

FAZENDA, I. C. A. *Integração e Interdisciplinaridade no Ensino Brasileiro: efetividade ou ideologia*. 6. ed. São Paulo: Ed. Loyola, 2011.

FLÔR, Cristhiane C. *Leitura e formação de leitores em aulas de química no ensino médio*. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) - Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, p. 235, 2009.

FREIRE, M. S.; SILVA, M. G. L.; JÚNIOR, C. N. S. Análise de instrumentos de avaliação como recurso formativo. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 38, n. 1, p. 33-39, fev. 2016.

FREIRE, P. *Educação como prática da liberdade*. 31 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2008.

GALIAZZI, M. C. et al. Objetivos das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências. *Ciência & Educação*, v. 7, n. 2, p. 249-263, 2001.

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

GIBIN, G. B.; FERREIRA, L. H. Avaliação dos estudantes sobre o uso de imagens como recurso auxiliar no ensino de conceitos químicos. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 35, n. 1, p. 19-26, 2013.

GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2, 1999, Valinhos, SP. *Anais...*, Valinhos, SP: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 1999.

_____. O computador na educação em ciências: breve revisão crítica acerca de algumas formas de utilização. *Ciência & Educação*, v. 11, n. 2, p. 279-304, 2005.

GIRÃO, L. N. *A prática de leitura no ensino de química: uma proposta pedagógica de ensino contextualizado*. 2011. Dissertação (Mestrado Profissional) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, p. 156, 2011.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no Ensino de Química: caminhos e descaminhos rumo à Aprendizagem Significativa. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 198-202, 2009.

- HILGER, T. R.; GRIEBELER, A. Uma proposta de unidade de ensino potencialmente significativo utilizando mapas conceituais. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 18, n. 1, p. 199-213, 2013.
- JUNIOR, W. E. F. Estratégias de Leitura e Educação Química: Que relações? *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 32, n. 4, nov. 2010.
- LOYOLA, C. O. B.; SILVA, F. O. B. Plantas Medicinais: uma oficina temática para o ensino de grupos funcionais. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 39, n. 1, p. 59-67, fev. 2017.
- MALDANER, O. A.; COSTA-BEBER, L. B. Níveis de significação de conceitos e conteúdos escolares químicos no ensino médio: compreensões sobre ligações químicas. *Vidya*, Santa Maria, v. 29, n. 2, p. 97-114, jul./dez., 2009.
- MANASSI, N. P.; NUNES, C. S.; BAYER, A. Uma unidade de ensino potencialmente significativa (UEPS) no contexto do ensino de matemática financeira. *Educação Matemática em Revista*, v. 2, n. 15, p. 54-62, 2014.
- MARTINS, C. R.; LOPES, W. A.; ANDRADE, J. B. Solubilidade das substâncias orgânicas. *Química Nova*, v. 36, n. 8, 1248-1255, 2013.
- MASINI, E. F. S. Aprendizagem significativa: condições para ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos. *Aprendizagem Significativa em Revista*, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 16-24, 2011.
- MASSI, L. et al. Artigos científicos como recurso didático no ensino superior de Química. *Química Nova*, v. 32, n. 2, p. 503-510, 2009.
- MIRANDA, D. G. P.; COSTA, N. S. C. *Professor de química: formação, competências/habilidades e posturas*. 2010. Disponível em <<http://www.ufpa.br/eduquim/formdoc.html>> Acesso em: 10 jan. 2017.
- MORAIS, C.; PAIVA, J. Simulação digital e actividades experimentais em Físico-Química. Estudo piloto sobre o impacto do recurso “Ponto de fusão e ponto de ebulição” no 7.º ano de escolaridade. *Sísifo. Revista de ciências da educação*, p. 1011-12, 2007.
- MOREIRA, M. A. O que é afinal aprendizagem significativa? *Quirriculum*, n. 25, p. 29-56, marz., 2012a. Disponível em <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/96956/000900432.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 29 out. 2016.
- _____. Unidades de Ensino Potencialmente Significativas-UEPS, *Aprendizagem Significativa em Revista*, v. 1, n. 2, 2012b.
- MÜNCHEN, S. et al. Jeans: a relação entre aspectos científicos, tecnológicos e sociais para o ensino de química. *Química Nova Escola*, São Paulo, v. 37, n. 3, p. 172-179, ago. 2015.
- NUNES, A. S.; ADORNI, D. S. O ensino de química nas escolas da rede pública de ensino fundamental e médio do município de Itapetinga-BA: O olhar dos alunos. In: ENCONTRO DIALÓGICO TRANSDISCIPLINAR, 2010, Vitória da Conquista, Bahia. *Anais...* Vitória da Conquista, Bahia: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2010.

OLIVEIRA, J. A.; SILVA, F.C. Cromatografia em papel: reflexão sobre uma atividade experimental para discussão do conceito de polaridade. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 39, n. 2, p. 162-169, maio 2017.

OLIVEIRA, B. R. M. et al. Contextualizando algumas propriedades de compostos orgânicos com alunos de ensino médio. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. v. 14, n. 3, 326-339, 2015.

_____. et.al. Uma abordagem contextualizada na introdução de funções orgânicas a alunos do ensino médio. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA - XV ENEQ, 15, 2010, Brasília. *Anais...* Brasília: SBQ Regional DF, 2010.

OLIVEIRA, M. A. Utilização de atividades contextualizadas: uma perspectiva de aprimoramento de competências para o ensino da química de polímero- PET. 2016. Dissertação (Programa de Pós-graduação em Química) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2016.

OSHIMA, F. Y. *Pisa*: o diagnóstico de um apagão. Disponível em: <<http://epoca.globo.com/educacao/noticia/2016/12/pisa-o-diagnostico-de-um-apagao.html>>. Acesso em: 04 set. 2017.

PAZINATO, M. S. et al. Uma abordagem diferenciada para o ensino de funções orgânicas através da temática medicamentos. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 34, n. 1, p. 21-25, fev. 2012.

PEREIRA, F. B. Estratégias de leitura para os gêneros textuais mapa, tabela e artigo de divulgação científica: contribuições para o ensino de ciências. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2015. Disponível em: <<http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/2350/6/PGPPGECTMPereira%20C%20Francine%20Baranoski2015.pdf>>. Acesso em: 10 ago. 2017.

PIRES, D. A. T.; MACHADO, P. F. L. Refrigerante e bala de menta: explorando possibilidades. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 166-173, ago. 2013.

PONTES, A. N. O Ensino de Química no Nível Médio: um olhar a respeito da motivação. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA (XIV ENEQ), 14, 2008, Curitiba. *Anais...* Curitiba: UFPR, 2008.

RIBEIRO, A. A.; GRECA, I. M. Simulações computacionais e ferramentas de modelização em educação química: uma revisão de literatura publicada. *Química Nova*, São Paulo, v. 26, n. 4, jul./ago. 2003.

QUERUBINA, A. S.; COSER, M. A.; WALDMAN, W. R. Máquina de café expresso para extração de óleos essenciais: uma proposta experimental. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 38, n. 3, p. 269-272, ago. 2016.

REIS, M. *Química* (ensino médio). São Paulo: Ática, 2013.

ROSA, E. A.; SCHELEDER, M. Z. Pinhão, quirera e tapioca: das prateleiras para as bancadas dos laboratórios de química. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 38, n. 4, p. 383-386, nov. 2016.

ROSA, M. F. R.; SILVA, P. S.; GALVAN, F. B. Ciência forense no ensino de química por meio da experimentação. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 37, n. 1, p. 35-43, fev. 2015.

SAMPAIO, M. M. et al. Uma atividade experimental para o entendimento do conceito de viscosidade. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 37, n. 3, p. 232-235, ago. 2015.

SANTANA, D. C. O. O uso de texto de divulgação científica em uma unidade de ensino com uma abordagem CTS para educação química. 2016. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) - Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.

SANTIAGO, J. C. C. et al. Compostos orgânicos versus inorgânicos: um estudo sobre as propriedades físico-químicas entre essas duas classes de compostos. *Enciclopédia Biosfera*, Goiânia, v. 11, n. 21, 2015.

SANTOS, G. R.; QUEIROZ, S. L. O papel da leitura e discussão de artigos científicos no favorecimento da compreensão dos alunos sobre a natureza da ciência: um estudo preliminar. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS - V ENPEC, 5, 2005, Bauru. *Anais...* Bauru: UNESP, 2005.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de ciências: possibilidades e limitações. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 14, n. 2, p. 191-218, 2009.

SCHWAHN, M. C. A.; OAIGEN, E. R. Objetivos para o uso da experimentação no ensino de química: a visão de um grupo de licenciandos. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS - VII ENPEC, 7, 2009, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis: UFSC, 2009.

SILVA, J. T. et al. Geometria e polaridade molecular sob uma ótica interdisciplinar. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA - XVI ENEQ, 16, 2012, e ENCONTRO DE EDUCAÇÃO QUÍMICA DA BAHIA (X EDUQUI), 10, 2012, Salvador. *Anais...* Salvador: UFBA, 2012.

_____. et al. Tem dendê, tem axé, tem química: sobre história e cultura africana e afro-brasileira no ensino de química. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 39, n. 1, p. 19-26, fev. 2017.

SILVA, L. B. O. Aprendendo a superar conflitos na elaboração de trabalhos acadêmicos. In: SIMPÓSIO DE ENSINO DE GRADUAÇÃO, 8, 2010, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: UNIMEP, 2010.

SILVA, R. T. et al. Contextualização e experimentação uma análise dos artigos publicados na seção “experimentação no ensino de química” da revista *Química Nova na Escola* 2000-2008. *Ensaio: pesquisa, educação e ciência*, v. 11, n. 2, dez. 2009.

SILVA, T. E. M. et al. Desenvolvimento e aplicação de webquest para o ensino de química orgânica: controle biorracional da lagarta-do-cartucho do milho. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 38, n. 1, p. 47-53, fev. 2016.

SOLOMONS, T. W. G. *Organic Chemistry*. 6th ed. New York: John Wiley & Sons, 1996.

SOUSA, G. L.; SIMÕES, A. S. M. Uma proposta de aula experimental de química para o ensino médio básico utilizando bioensaios com grãos de feijão (*Phaseolus vulgaris*). *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 38, n. 1, p. 79-83, fev. 2016.

SOUZA, P. V. T. et al. Densidade: uma proposta de aula investigativa. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 37, n. 2, p. 120-124, maio 2015.

SOUZA, Q. S.; LEITE, B. S. A importância da leitura científica no ensino de química. In: JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO - JEPEX, 13, 2013, Recife. *Anais...* Recife: UFRPE, 2013.

SOUZA, S. E. O uso de recursos didáticos no ensino escolar. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO, 1, 2017; JORNADA DE PRÁTICA DE ENSINO, 4, 2017; SEMANA DA PEDAGOGIA DA UEM, 13, 2017, Maringá. *Anais...* Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2017.

TEIXEIRA JÚNIOR, J. G.; SILVA, R. M. G. Perfil de leitores em um curso de licenciatura em química. *Química Nova*, v. 30, n. 5, 1365-1368, 2007.

TREVISAN, T. S.; MARTINS, P. L. O. *O professor de química e as aulas práticas*. Disponível em: <http://www.pucpr.br/eventos/educere/educere2008/anais/pdf/365_645.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2016.

UHMANN, R. I. M.; ZANON, L. B. Diversificação de estratégias de ensino de ciências na reconstrução dialógica da ação/reflexão docente. *Revista Ensaio*, Belo Horizonte, v. 15, n. 3, p. 163-179, set./dez., 2013.

VALADARES, J. A teoria da aprendizagem significativa como teoria Construtivista. *Aprendizagem Significativa em Revista*, v. 1, n. 1, p. 36-57, 2011.

VALDÉS, M. T. M. Como ensinar estratégias de aprendizagem? *Revista Diálogo Educacional*, Curitiba, v. 4, n. 10, p. 35-45, set./dez. 2003.

VALENTE, J. A. A comunicação e a educação baseada no uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação. *Revista UNIFESO – Humanas e Sociais*, Teresópolis, v. 1, n. 1, p. 141-166, 2014.

VAZ, E. L. S. et al. Uma experiência didática sobre viscosidade e densidade. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 34, n. 3, p. 155-158, ago. 2012.

_____. et al. Determinação do teor alcoólico de vodcas: uma abordagem multidisciplinar no ensino da física, química e matemática. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 35, n. 4, p. 292-296, nov. 2013.

VEIGA, M. S. M. et al. O ensino de química: algumas reflexões. In: JORNADA DE DIDÁTICA, 1, 2011; FÓRUM DE PROFESSORES DE DIDÁTICA DO ESTADO DO PARANÁ, 1, 2011, Londrina. *Anais...* Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2011. p. 190-198.


VEZÚ, C. O.; CIRINO, M. M. Utilização e avaliação de recursos digitais na elaboração conceitual sobre solubilidade de sais. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS - X ENPEC, 10, 2015, Águas de Lindóia. *Anais...* Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2015.

VIDAL, R. M. B.; MELO, R. C. A Química dos sentidos – uma proposta metodológica. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 35, n. 1, p. 182-188, ago. 2013.

ZANON, L. B. et al. Química. In: REUNIÃO PREPARATÓRIA COM OS REPRESENTANTES DAS SOCIEDADES CIENTÍFICAS E A SEMTEC/MEC AO SEMINÁRIO “ENSINO MÉDIO”. 2003. p. 207-257, 2003.

ZOCH, A. N.; LOCATELLI, A. A teoria de aprendizagem significativa (TAS) e seus desdobramentos: uma introdução para estudantes de química. In: ROSA, C. T. W. (Org.). *Educação científica e tecnológica: reflexões e investigações*. Passo Fundo: UPF Editora, 2015. p. 37-56.

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"/> CO ₂ (dióxido de carbono)
<input type="checkbox"/> H ₂ O (água)	<input type="checkbox"/> CH ₃ OH (metanol)
<input type="checkbox"/> CCl ₄ (tetracloreto de carbono)	<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"/> acetona
<input type="checkbox"/> óleo de cozinha	<input type="checkbox"/> gasolina
<input type="checkbox"/> ácido acético	<input type="checkbox"/> etanol
<input type="checkbox"/> acetato de sódio	<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?

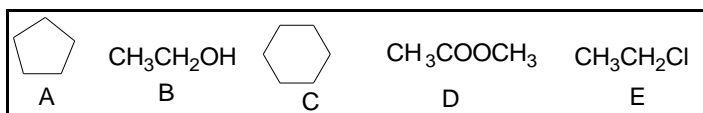
APÊNDICE B - Atividades de sistematização

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

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

- Qual a substância menos solúvel em água?
- Qual o mais solúvel em água?
- 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

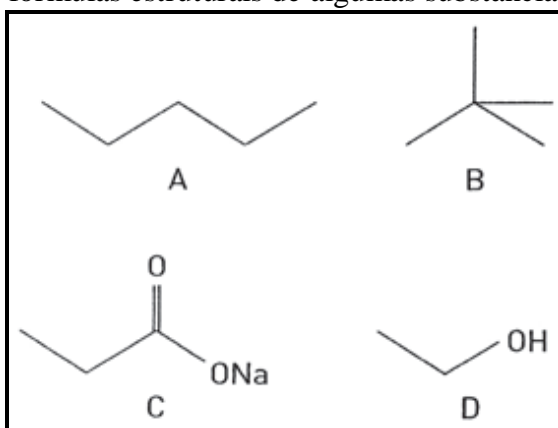
1. Considere os compostos a seguir:

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 as substâncias acima:

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

2. Abaixo são fornecidas fórmulas estruturais de algumas substâncias.



Sobre essas, pode-se afirmar que:

- a substância A deve ter uma temperatura de ebulição maior que a da substância B.
- a substância B deve apresentar interações intermoleculares mais fortes entre suas moléculas do que as outras substâncias.
- a substância C apresenta interações de dipolo induzido, que são interações intermoleculares do tipo forte.
- o composto D é menos polar do que o composto B.
- 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



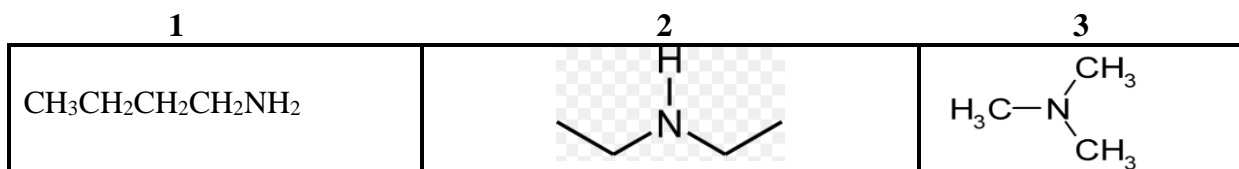
3

- O composto **1** embora tenha cadeia carbônica pequena não é solúvel em água.
- O composto **2** pode estabelecer ligações de hidrogênio com a água.
- O composto **3** é um hidrocarboneto e é insolúvel em água.
- 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 C_6H_{14} :

- a) () CH_3OH
 b) () $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$
 c) () $(\text{CH}_3)_2\text{CHOH}$
 d) () $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{CH}_2\text{OH}$
 e) () $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{CH}_3$

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.

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*

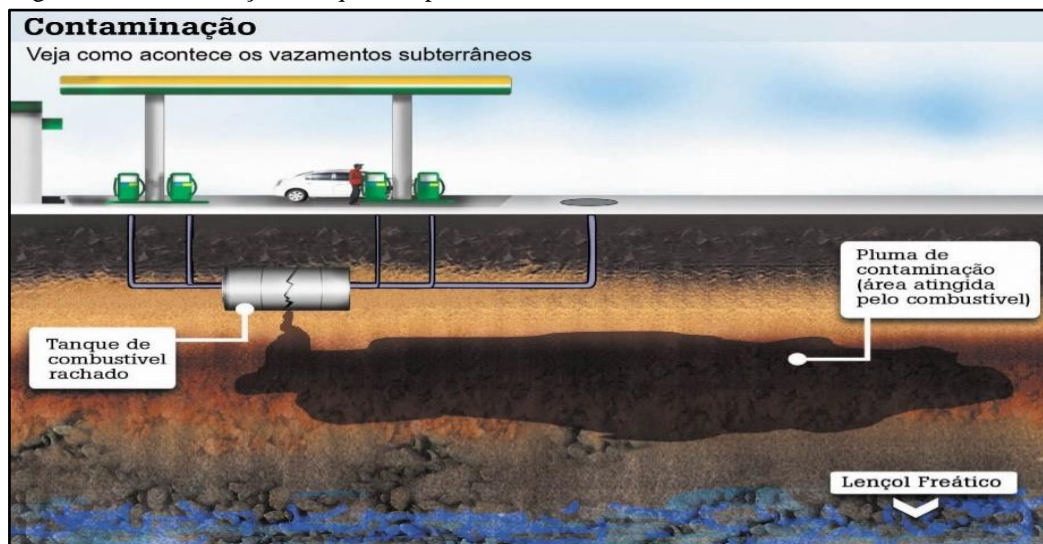
Tendo em vista que os recursos hídricos têm se tornado cada vez mais escassos, devido ao crescimento populacional e à industrialização, muitos acreditam que a água é a principal questão de segurança para sustentabilidade das gerações futuras. O recurso hídrico subterrâneo é considerado atualmente uma 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 escoava 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 agregar-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 conseqüente 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 2ª 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).

PRODUTO EDUCACIONAL

O Produto Educacional encontra-se disponível no endereço:
<http://docs.upf.br/download/ppgecm/Taciana_PRODUTO.pdf>

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 espera 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 Galiazzi 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	1ª etapa: Leitura de texto 2 (Anexo B) 2ª etapa: Atividade Experimental (Atividade 5, no produto educacional) 3ª etapa: Sistematização dos conhecimentos 4ª 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:	
3 - Representando as interações ocorridas:		
Solvente-Solvente	Soluto-Soluto	Soluto-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:			
<i>A solubilidade das substâncias orgânicas em água é devida, basicamente, a que fator?</i>			
2 - Procedimento Experimental: (BESSLER; NEDER, 2004).			
1ª etapa		2ª etapa	
1. Colocar 1,0 mL de água em um tubo de ensaio pequeno e 2,0 mL de acetona.		3. Acrescentar cloreto de sódio (aproximadamente uma espátula cheia).	
2. Verificar a solubilidade. Anotar.		4. Verificar o sistema. Anotar.	
	Observações:		Observações:
3 - Representando as interações ocorridas na 1ª etapa:			
Solvente-Solvente	Soluto-Soluto	Solvente-Soluto	
E na 2ª 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)


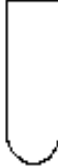





1 - Questionamento:

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

2 - Procedimento Experimental:

- Colocar 7 (sete) tubos de ensaio na estante de tubos e numerá-los.
- Introduzir 1,0 mL de água destilada em cada tubo.
- 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.
- No tubo 2 introduzir 1,0 mL de etanol, agitar e verificar a solubilidade. Anotar.
- 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.

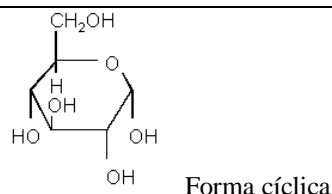
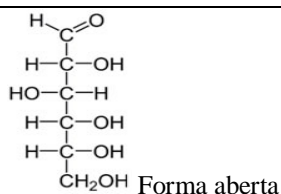
3 – Discutindo os resultados:

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)

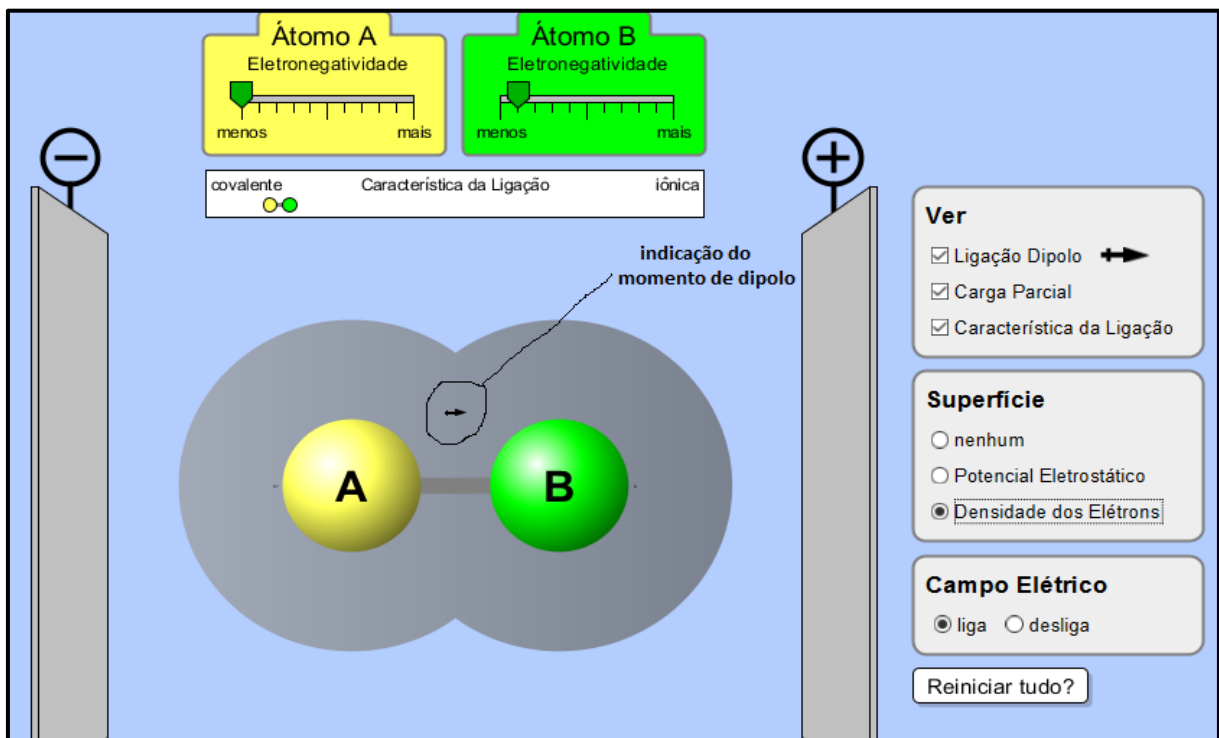
Objetivo

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

Metodologia

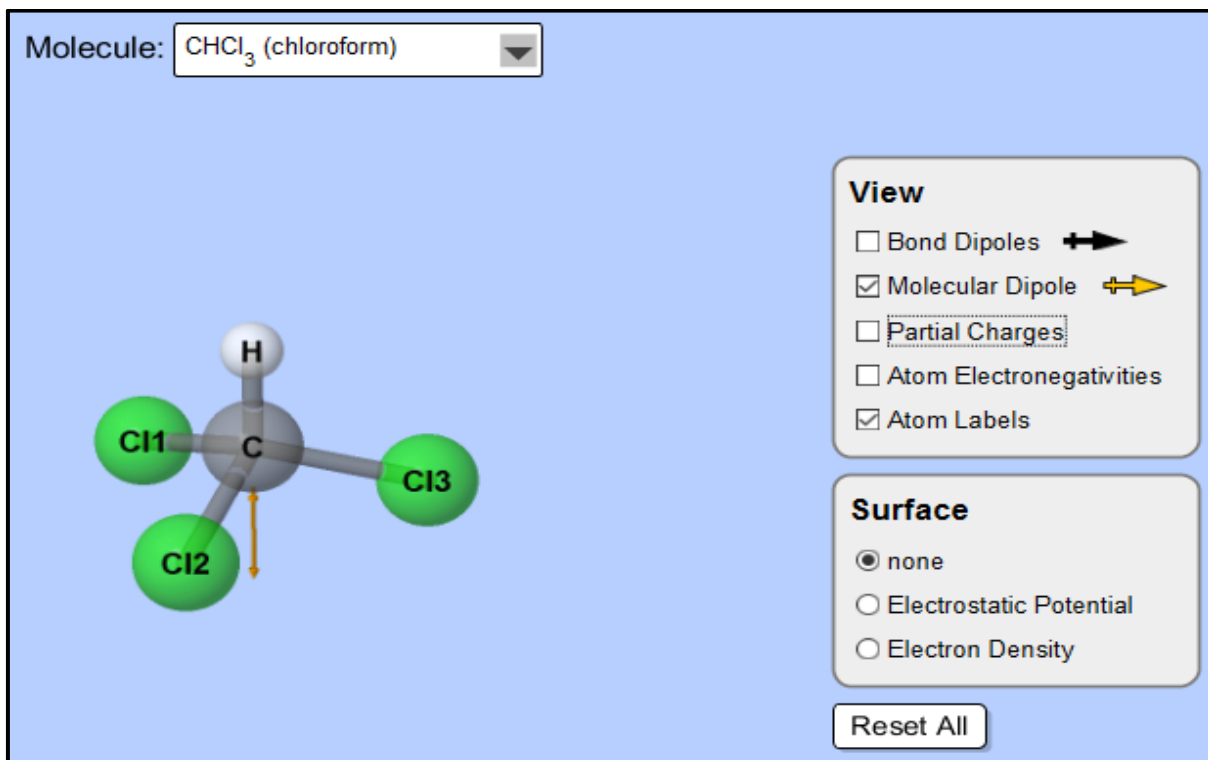
Este momento será um dos mais complexos da UEPS, onde se deve abordar os conceitos que foram trabalhados nas atividades anteriores (leitura do texto e atividades experimentais). Para se atingir um melhor entendimento e assimilação do conteúdo de solubilidade, retomar os conceitos de polaridade e interações 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:

- **1ª 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
<ul style="list-style-type: none"> - 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).

- **2ª 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.			
1ª etapa		2ª etapa	
1) Colocar 2,0 mL de água a temperatura ambiente em dois tubos de ensaio. 2) No tubo 1 adicionar uma ponta de espátula de naftaleno e no tubo 2, ácido benzóico. 3) Verificar a solubilidade. Anotar o aspecto do sistema ao final no quadro 4.		4) Aquecer cada sistema no bico de Bunsen, agitando sempre. 5) Verificar a solubilidade de cada um. Anotar o aspecto do sistema ao final.	
 1.....2	Observações:	 1 2	Observações:
3 - Pesquisar a temperatura de fusão de cada soluto utilizado no experimento.			
Naftaleno:			
Ácido benzoico:			

Fonte: As autoras (2017).

Fonte: As autoras (2017).

- **3ª 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.
- **4ª 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, transpor 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> <ol style="list-style-type: none"> 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. 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. 3 – A pesquisa deverá ser apresentada em forma de seminário através de slides, cartazes ou outra forma que acharem adequado.

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. *Polyphonia*, 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&tlng=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?

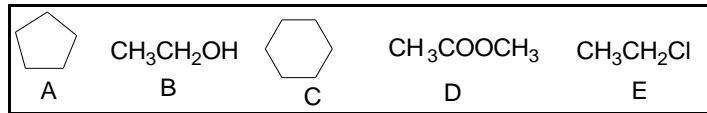
APÊNDICE B - Atividades de sistematização

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

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

- Qual a substância menos solúvel em água?
- Qual o mais solúvel em água?
- 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

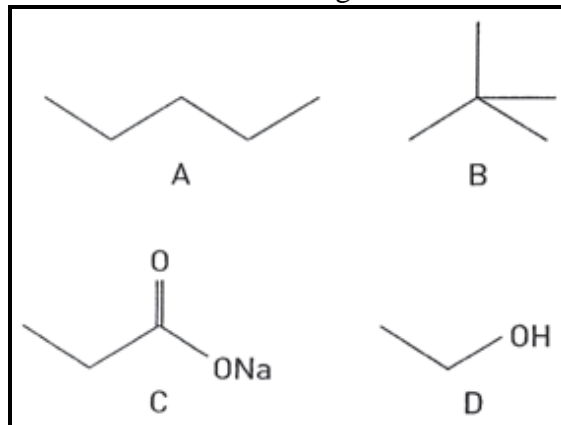
1. Considere os compostos a seguir:

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:

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

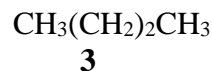
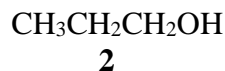
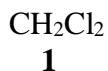
2. Abaixo são fornecidas fórmulas estruturais de algumas substâncias.



Sobre essas, pode-se afirmar que:

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

3. Observe os compostos:

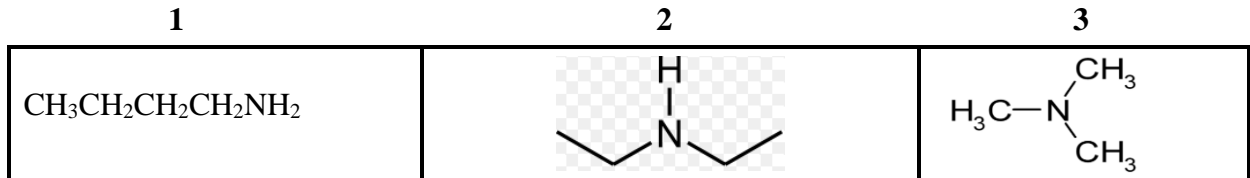


- O composto **1** embora tenha cadeia carbônica pequena não é solúvel em água.
- O composto **2** pode estabelecer ligações de hidrogênio com a água.
- O composto **3** é um hidrocarboneto e é insolúvel em água.
- Os compostos **1** e **2** são solúveis em água, pois têm cadeia carbônica pequena.

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 C_6H_{14} :

- a) CH_3OH
- b) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$
- c) $(\text{CH}_3)_2\text{CHOH}$
- d) $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{CH}_2\text{OH}$
- e) $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{CH}_3$

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

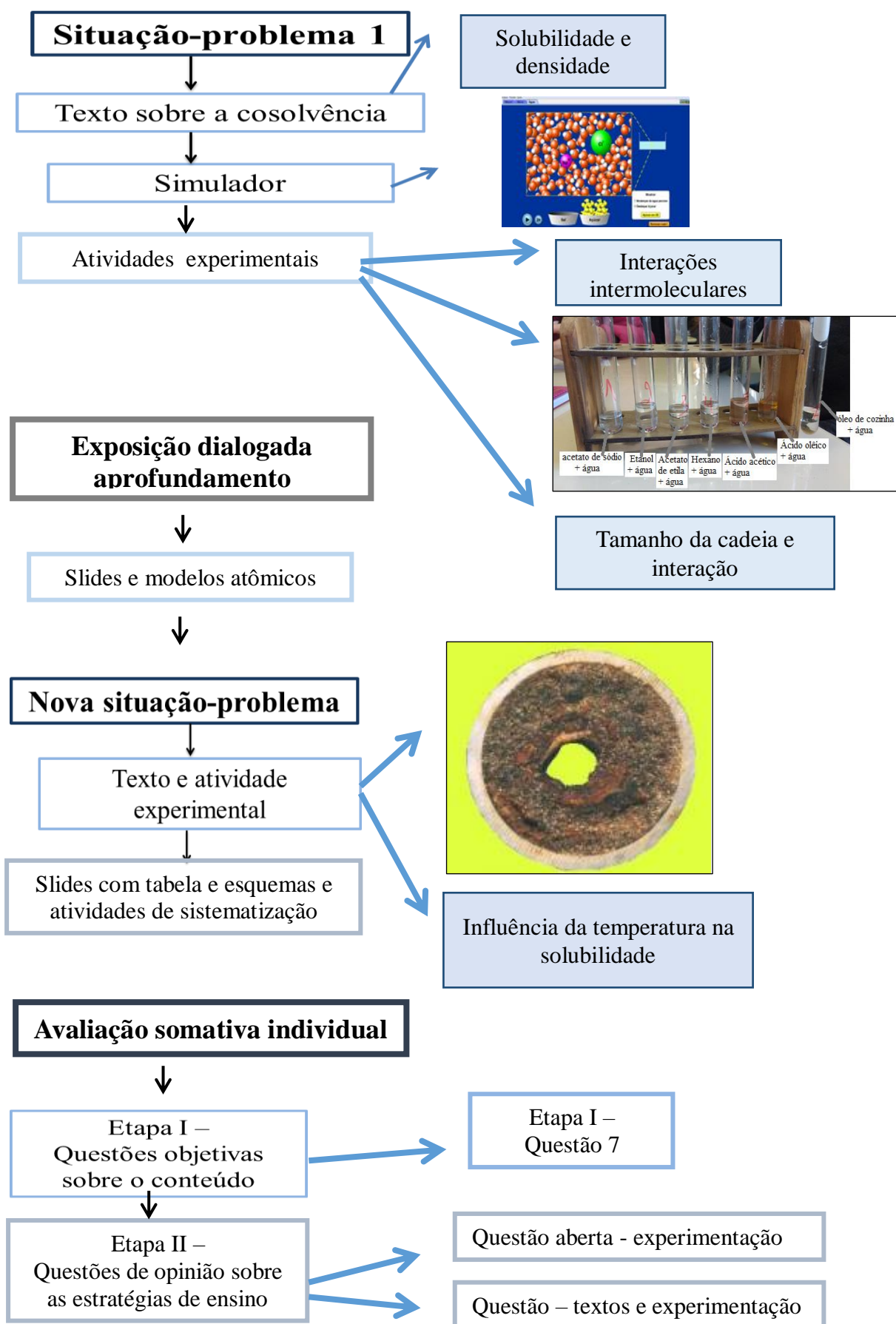
1. Indique em que as atividades experimentais realizadas lhe auxiliaram?

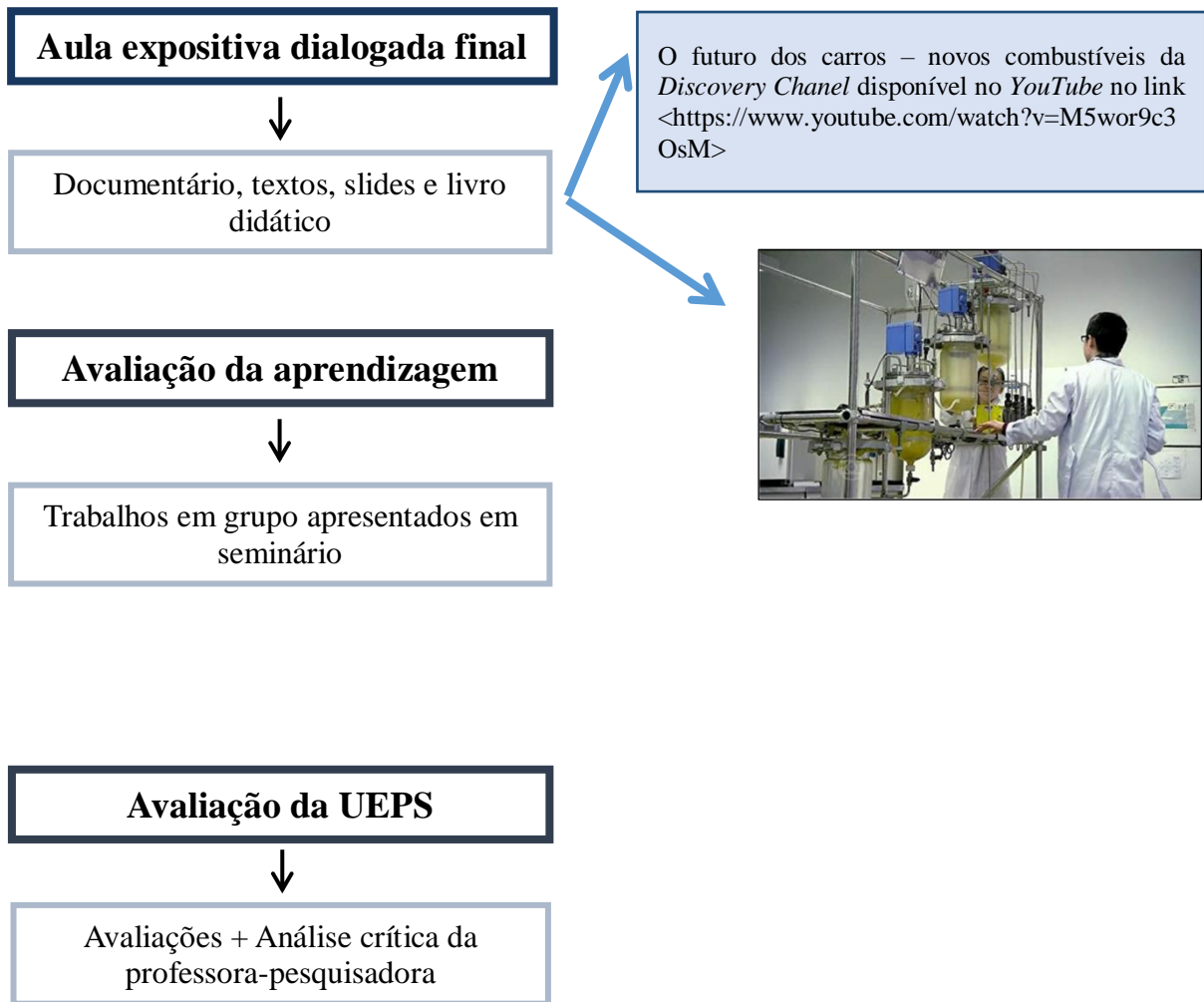
2. Pede-se que atribua um valor relativo ao seu grau de concordância pessoal com cada uma dessas frases escrevendo no quadrado à direita da frase o número que representa a sua opinião, expresso numa escala de 1 a 9 com os seguintes significados:

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*

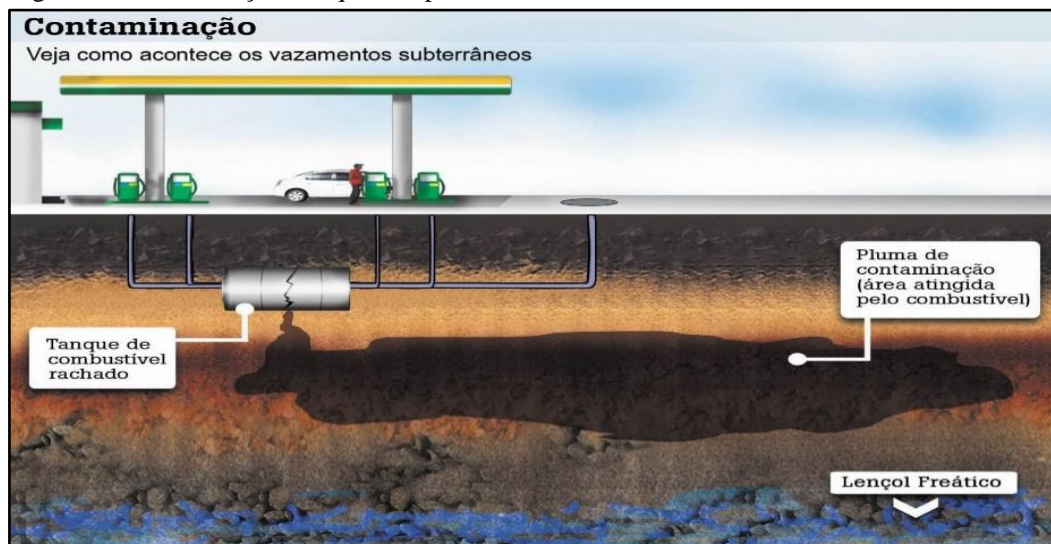
Tendo em vista que os recursos hídricos têm se tornado cada vez mais escassos, devido ao crescimento populacional e à industrialização, muitos acreditam que a água é a principal questão de segurança para sustentabilidade das gerações futuras. O recurso hídrico subterrâneo é considerado atualmente uma 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 escoava 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 agregar-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 conseqüente 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 2ª 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 BODIESEL 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).