



Ministério da Educação

Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Centro de Ciências Exatas e Tecnologia

Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências



**Uma proposta teórica-experimental de sequência didática  
sobre interações intermoleculares no ensino de química,  
utilizando variações do teste da adulteração da gasolina e  
corantes de urucum**

ADEMIR DE SOUZA PEREIRA

Campo Grande - MS  
Julho/2010



Serviço Público Federal

Ministério da Educação



**Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul**

Centro de Ciências Exatas e Tecnologia

Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências

Mestrado em Ensino de Ciências

# **Uma proposta teórica-experimental de sequência didática sobre interações intermoleculares no ensino de química, utilizando variações do teste da adulteração da gasolina e corantes de urucum**

ADEMIR DE SOUZA PEREIRA

Dissertação apresentada a Universidade Federal de Mato Grosso do Sul como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências área de concentração em Ensino de Química, sob a orientação do Prof. Dr. Dario Xavier Pires.

Campo Grande - MS  
Julho/2010



## Ministério da Educação

### Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Centro de Ciências Exatas e Tecnologia  
Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências



*“O ser humano vivencia a si mesmo, seus pensamentos como algo separado do resto do universo - numa espécie de ilusão de ótica de sua consciência. E essa ilusão é uma espécie de prisão que nos restringe a nossos desejos pessoais, conceitos e ao afeto por pessoas mais próximas. Nossa principal tarefa é a de nos livrarmos dessa prisão, ampliando o nosso círculo de compaixão, para que ele abranja todos os seres vivos e toda a natureza em sua beleza. Ninguém conseguirá alcançar completamente esse objetivo, mas lutar pela sua realização já é por si só parte de nossa liberação e o alicerce de nossa segurança interior”.*

*Albert Einstein*

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a Deus, por ter me concedido a vida e ter colocado em meu caminho sempre pessoas que estiveram dispostas a me ajudar nessa caminhada.

Agradeço a minha família, minha mãe Maria de Almeida pelo carinho e admiração depositados em mim, pelo seu sorriso a cada vitória conquistada. Ao meu irmão Valmir de Souza, minha cunhada Aparecida Soares e meu sobrinho Gabriel.

Agradeço ao meu melhor amigo e companheiro de todas as horas, Júnior Soares, pelo apoio e admiração depositados em mim desde a época da graduação.

Agradeço a todos os professores do Mestrado Profissional em Ensino de Ciência da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, pois as horas de debates, críticas e sugestões foram essenciais em minha formação.

Agradeço a Camila, secretária do Programa de Pós-Graduação, pela atenção despendida.

Agradeço a minhas amigas “companheiras de jornada” Adriana e Diane, que junto compartilhamos momentos de risos, angústia, alegria, entre outros.

Agradeço aos meus colegas de mestrado que comigo compartilharam momentos semelhantes e assim crescemos junto no conhecimento a cada aula. Aqui faço questão de lembrar o nome de cada um: Adriana, Ana Lúcia, Carina, Diane, Elisangela, Eliéverson, Karen, Luciana, Márcio, Milena e Thaisa.

A Profa. Msc. Ana Cláudia Duarte, pelo auxílio na revisão da dissertação.

A Profa. Dra. Maria Celina Recena Piazza, pelo ensino, apoio, motivação e carinho.

Por fim, um agradecimento mais que especial ao Prof. Dr. Dario Xavier Pires, meu orientador, pela confiança depositada em mim ao longo desse período, pela paciência e boa vontade em me ajudar, aos ensinamentos que me ajudou a crescer profissionalmente e que sem ele não seria possível a realização deste trabalho.

## RESUMO

Esse trabalho apresenta os resultados de uma pesquisa qualitativa desenvolvida com alunos do ensino médio de Dourados, estado de Mato Grosso do Sul, com o objetivo de propor uma sequência didática teórico-experimental, potencialmente significativa, abordando o tema Interações Intermoleculares, que será disponibilizada aos professores, visando contribuir para a melhoria do ensino de química nas escolas do município. A sequência didática, foi desenvolvida com a participação de 44 alunos do terceiro ano do ensino médio em uma escola da rede estadual de ensino, tendo a duração de 9 aulas de 50 minutos e foi permeada pelo referencial teórico de David Ausubel. Utilizamos como organizador prévio o teste para verificar o teor de álcool na gasolina, adaptando-o, ao longo dos experimentos, ao uso dos corantes extraídos das sementes de urucum amplamente utilizadas na região na qual essa pesquisa foi realizada. Os instrumentos utilizados para coleta de dados foram questionários e observações das aulas. Ao final, 32 alunos apresentaram argumentos, evoluindo a cada etapa, tanto em participação, como na discussão em sala, evidenciando a evolução conceitual condizente com o processo de aprendizagem significativa.

**Palavras-chave:** interações intermoleculares, urucum, sequência didática, aprendizagem significativa.

## ABSTRACT

This paper reports presents the results of a research developed with students of the high school in the Dourados, Mato Grosso do Sul, with the objective of proposing a theoretical-experimental teaching sequences, potentially significant, approaching the theme Intermolecular Interactions, that it will be showed to the teachers, seeking to contribute for the improvement of the chemistry teaching in the schools. The teaching sequence, was developed with 44 students of the last year of the high school in a public school, tends the duration of 9 classes of 50 minutes. The methodology presents the characteristics of the qualitative research, being permeated by David Ausubel's theoretical. We used as advance organizer, the test determination of the ethanol content in gasoline, adapting, along the experiments, to the use of the natural dyes of the urucum seeds thoroughly used through that research was done. The instruments used for collection of information was through the use of questionnaires and observations of the classes. At the end 32 students presented arguments, developing to each stage, as in participation, as in the discussion in room, evidencing the evolution conceptual the process of significant learning

**Keywords:** Intermolecular Interactions, urucum, teaching sequence, Significant Learning

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
1.1	O ENSINO EXPERIMENTAL DE QUÍMICA NO MUNICÍPIO DE DOURADOS.....	14
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>16</b>
2.1	INTERAÇÕES INTERMOLECULARES.....	16
2.2	EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO: CORANTES, DETERMINAÇÃO DO TEOR DE ÁLCOOL NA GASOLINA E INTERAÇÕES INTERMOLECULARES.....	19
<b>3</b>	<b>O URUCUM.....</b>	<b>23</b>
<b>4</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>26</b>
4.1	OBJETIVO GERAL.....	26
4.2	OBJETIVO DE ENSINO.....	26
<b>5</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>27</b>
5.1	TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.....	27
5.1.1	<i>Aprendizagem Significativa e Aprendizagem Mecânica.....</i>	<i>28</i>
5.1.2	<i>Condições para a Aprendizagem Significativa.....</i>	<i>30</i>
5.1.3	<i>Tipos de Aprendizagem Significativa.....</i>	<i>31</i>
5.1.4	<i>Organizadores Prévios.....</i>	<i>32</i>
5.1.5	<i>Novak e Mapas Conceituais.....</i>	<i>33</i>
5.1.6	<i>Ausubel e a atividade experimental no laboratório.....</i>	<i>34</i>
5.1.7	<i>Verificando a Aprendizagem Significativa.....</i>	<i>36</i>
<b>6</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>38</b>
6.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	38
6.2	PESQUISA QUALITATIVA.....	38
6.3	ANÁLISE TEXTUAL DISCURSIVA.....	41
6.4	ETAPAS DESENVOLVIDAS NA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	43
<b>7</b>	<b>APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>47</b>
7.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	47
7.2	ESCOLHA DO ORGANIZADOR PRÉVIO.....	48
7.3	ANÁLISE DAS RESPOSTAS AO QUESTIONÁRIO INICIAL.....	50
7.3.1	<i>Organização e agrupamento das respostas do questionário.....</i>	<i>50</i>
7.3.2	<i>Metatexto.....</i>	<i>52</i>
7.4	ANÁLISE DAS RESPOSTAS - O ORGANIZADOR PRÉVIO.....	58
7.5	ANÁLISE DAS RESPOSTAS AO QUESTIONÁRIO APÓS TEXTO.....	68
7.6	ANÁLISE DOS TEXTOS PRODUZIDOS APÓS EXPERIMENTO FINAL.....	80
<b>8</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>85</b>
<b>9</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>92</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>99</b>
	ANEXO A – CARTA DE APROVAÇÃO.....	100
	ANEXO B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	102

ANEXO C – SOLICITAÇÃO DE PERMISSÃO DE COLETA DE DADOS NO LOCAL DE PESQUISA: ESCOLA.....	104
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>106</b>
APÊNDICE A – RELATÓRIO DIÁRIO DAS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NA APLICAÇÃO DO PROJETO EM SALA DE AULA .....	107
APÊNDICE B – MAPA CONCEITUAL.....	120
APÊNDICE C - RESPOSTAS DOS ALUNOS AO QUESTIONÁRIO INICIAL.....	122
APÊNDICE D - QUADRO CATEGORIAS E UNIDADES PARA FORMAÇÃO DO META-TEXTO .....	133
APÊNDICE E - RESPOSTAS DOS ALUNOS AS QUESTÕES SOBRE O TEXTO: ADULTERAÇÃO DA GASOLINA .....	142
APÊNDICE F - TEXTO APLICADO AOS ALUNOS: URUCUM.....	150
APÊNDICE G - RESPOSTAS DOS ALUNOS AO QUESTIONÁRIO REFERENTE O TEXTO URUCUM .....	153
APÊNDICE H – RESPOSTAS DOS GRUPOS DE ALUNOS FRENTE AO EXPERIMENTO PROBLEMA .....	160
APÊNDICE I – QUADRO COM CATEGORIAS PROPOSTAS PELOS ALUNOS NA ETAPA FINAL .....	163
APÊNDICE J – QUADRO COM CATEGORIAS PROPOSTAS PELOS ALUNOS NA ETAPA FINAL .....	165

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Apresentação das propriedades entre substâncias com massa moleculares semelhantes .....	17
Quadro 2: Relações entre Aprendizagem Significativa, Potencial Significativo, Significado Lógico e Significado Psicológico .....	30
Quadro 3: Critério para classificação das respostas do questionário aplicado após o procedimento experimental – organizador prévio .....	62

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Representação da ligação de hidrogênio entre as moléculas de álcool etílico e água .....	18
Figura 2: Representação da interação dipolo-dipolo entre moléculas de H <sub>2</sub> S.....	18
Figura 3: Representação da interação íon-dipolo: H <sub>2</sub> O e NaCl.....	18
Figura 4: (A) planta com cápsulas (B) flor do urucuzeiro (C) urucuzeiro (D) cápsula aberta com sementes.....	23
Figura 5: Estruturas Química dos Pigmentos do Urucum .....	24
Figura 6: Esquema para a aprendizagem significativa Ausubel.....	28
Figura 7: Esquema para o conceito de aprendizagem mecânica na Teoria de David Ausubel. ....	29
Figura 8: Exemplo para mapeamento conceitual .....	34
Figura 9: Determinação de teor de álcool na gasolina.....	49
Figura 10: Materiais e reagentes utilizados no experimento .....	60
Figura 11: Respostas à primeira questão do questionário adulteração da gasolina.....	63
Figura 12: Respostas à segunda questão do questionário adulteração da gasolina. ....	64
Figura 13: Respostas à terceira questão do questionário adulteração da gasolina. ....	66
Figura 14: Respostas à quarta questão do questionário adulteração da gasolina. ....	67
Figura 15: Sementes de Urucum imersas em (A) solução de NaCl; (B) Álcool anidro e (C) Gasolina sem a percentagem de álcool.....	68
Figura 16: Mistura homogênea composta por gasolina e corante de urucum. ....	69
Figura 17: Proveta com o resultado do experimento; na camada superior, coloração alaranjada (fase orgânica - gasolina) e na camada inferior (fase aquosa), coloração amarela. ....	69
Figura 18: Estruturas químicas da Bixina e Norbixina .....	70
Figura 19: Respostas à primeira questão do texto sobre urucum. ....	72
Figura 20: (A) Solução de álcool etílico, contendo sementes de urucum. (B) Gasolina isenta de álcool etílico.....	80
Figura 21: Mistura homogênea das soluções A e solução aquosa de NaCl 10 %.....	81
Figura 22: Mistura heterogênea das soluções A, B e solução aquosa de NaCl 10 %, com detalhe ampliado.....	81

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

ANP - Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis

CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

FUNBECC - Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências

IBECC - Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura

IBECC - Instituto Brasileiro de Educação, Cultura e Ciências

IUPAC - International Union of Pure and Applied Chemistry

MEC – Ministério da Educação

NaCl – Cloreto de Sódio

OP - Organizadores Prévios

PADCT- Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico

PREMEM – Programa de Expansão e Melhoria do Ensino

PREMEN - Projeto Nacional para a Melhoria do Ensino de Ciências

QNEsc - Química Nova na Escola

SPEC - Subprograma de Educação para a Ciência

# 1 INTRODUÇÃO

Até meados do século XX, os livros didáticos adotados pelo Brasil consistiam em adaptações dos livros ou manuais europeus, os quais se centravam somente na transmissão de conceitos. No Brasil, um projeto de lei do Congresso Nacional de 1903 aponta para a necessidade dos Institutos Oficiais se equiparem com materiais e laboratórios adequados, para o desenvolvimento de aulas práticas de ciências (PEREIRA, 2008).

Conforme Almeida Jr (1980) no Art. 103, da Lei N. 1750, de 8 de dezembro de 1920, elaborada no governo de Washington Luiz, no que se referia a proposta metodologia para o ensino de ciências chega-se a indicar explicitamente que:

Nas escolas primárias o método natural de ensino é a instrução, a lição das coisas, o contato de inteligência com as realidades que ensinam, mediante a observação e a experimentação, feitas pelos alunos e orientadas pelo professor. São expressamente banidas das escolas as tarefas de mera decoração, os processos exclusivamente para a memória verbal, a substituição das coisas e fatos pelos livros que devem ser apenas utilizados como auxiliarem no ensino (ALMEIDA JR, 1980, p. 60).

Segundo Silva (2008), a partir de 1946 começaram a acontecer as primeiras mudanças curriculares no Ensino de Ciências no Brasil e foram três instituições brasileiras importantes que se dedicaram a realizar tais mudanças no ensino: o IBCEC (Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura), o PREMEM – Programa de Expansão e Melhoria do Ensino, cujos objetivos foram: produzir novos materiais didáticos, criar novas equipes de professores, e aperfeiçoar o corpo docente das escolas, preparando os professores para os novos materiais.

O MEC elaborou em 1983 um projeto para a melhoria do ensino de Ciências e Matemática, implementado pela CAPES, o qual veio incorporar-se, em 1984, ao Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico – PADCT, sob o título de Subprograma de Educação para a Ciência, SPEC (SILVA, 2008). Neste subprograma, que vigorou de 1983 a 1997, as ações desenvolvidas concentraram-se em projetos de formação de recursos humanos, de forma a consolidar uma massa crítica como fator de reprodutibilidade compatível com a enorme carência nacional na área de Ensino de Ciências. Podemos citar que um dos resultados obtidos pelo SPEC foi o apoio a 353 projetos, produção de materiais instrucionais extraclasse e extracurriculares e realização de eventos como feiras, simpósios, etc., para professores.

O IBCEC desenvolveu diversos materiais, dentre eles os chamados kits experimentais de Química e Física, produzidos a partir de 1952, que incluíam manuais e aparelhagem de laboratório, necessários para o desenvolvimento das atividades práticas. Tais kits tinham co-

mo objetivo permitir aos professores das escolas, do que hoje chamamos ensino básico, desenvolver atividades experimentais junto a seus alunos.

Segundo Gonçalves (2006), os “kits” experimentais se apresentam com características próximas aos chamados laboratórios de bancada, utilizando, assim, os mesmos equipamentos e reagentes. Além do mais, na maioria das vezes, os “kits” são usados apenas para demonstrações e para valorizar um empirismo colorido e divertido, que supostamente motivaria os alunos.

A partir da década de 60, sob as influências de eventos internacionais, passou a produzir materiais didáticos fundamentados na proposta do método da descoberta. No entanto, verifica-se que nesta época o ensino experimental era restrito a comprovar os conceitos trabalhados em sala de aula.

A seção “Experimentação no Ensino de Química” da revista Química Nova na Escola (QNEsc), passou a apresentar, a partir de maio de 1995, trabalhos de pesquisa, que envolvem atividades experimentais a serem desenvolvidas na sala de aula. Neste sentido, a revista tem dado um espaço para a formação e atualização do educador, suscitando debates e reflexões sobre o ensino e a aprendizagem de química.

A experimentação no ensino pode auxiliar na compreensão de conceitos das interações que ocorrer entre moléculas. Neste sentido a despeito da importância de que se reveste o tema “Interações Intermoleculares”, na compreensão dos fenômenos físico-químicos, incompreensivelmente, não se verifica na literatura, um volume de trabalhos expressivo que proponham alternativas para a sua abordagem nas aulas de química, e que venham a contribuir para enriquecer o tema abordado nos livros didáticos.

No livro adotado pela escola onde foi realizada a pesquisa, o tema é inicialmente abordado a partir do estudo das ligações químicas, seguindo-se, já na segunda série do ensino médio, como uma ferramenta para a compreensão do comportamento das soluções e dos conceitos relacionados às propriedades coligativas. Finalmente, na terceira série, ele é abordado de uma forma mais ampla, nos estudos dos conceitos de solubilidade e miscibilidade, interações intermoleculares, polaridade das moléculas e dos materiais, utilizando uma maior diversidade de solventes e não somente a água.

## 1.1 O ENSINO EXPERIMENTAL DE QUÍMICA NO MUNICÍPIO DE DOURADOS

Muito embora o ensino deva oferecer condições iguais para todos os educandos, esta não é a realidade vivenciada, em todas as escolas da rede pública de ensino, pois enquanto algumas escolas têm condições mais favoráveis, outras estão em situação precária, seja em decorrência do material, das condições em que o profissional trabalha ou ainda da própria formação do profissional (MOREIA, 2008).

A ausência de infra-estrutura para a realização de aulas práticas nas escolas de Dourados acentua tais deficiências, já que o município conta com quatorze escolas com ensino médio regular, sendo que somente três dispõem de laboratório.

Resultados do levantamento, que realizamos ao início deste projeto, junto a quinze professores, sendo dez professores licenciados em química, que ministram a disciplina de química no município, mostram que no desenvolvimento de atividades experimentais, seis professores realizam ora atividades demonstrativas e ora participativas que tem o diferencial do aluno poder desenvolver habilidades de manipulação direta com o material de ensino. Já nove professores realizam procedimentos experimentais demonstrativos, em sala de aula, por conta da ausência de laboratórios. Alegam, também, como fatores que dificultam a realização das atividades práticas, uma posição de indiferença por parte da administração escolar; carga horária semanal elevada; falta de tempo disponível para elaborar um experimento adequado a realidade do aluno; preocupação da coordenação pedagógica de algumas escolas com as orientações e os temas propostos pelos referenciais curriculares e utilização das salas de tecnologias de informática para desenvolvimento de aula, não apoiando a experimentação. No entanto, tais professores têm a consciência de que cabe a eles articular maneiras de adequar temas dos referenciais curriculares com as atividades experimentais em sua disciplina.

No que se refere ao tema “Interações Intermoleculares”, somente quatro professores abordam esse assunto em suas aulas, ressaltando a ausência de material didático teórico-experimental para ser utilizado em salas de aula.

Considerando a deficiência da infra-estrutura das condições das escolas do município para a realização de atividades experimentais em laboratório, propusemos para esta pesquisa, o desenvolvimento e a avaliação de uma seqüência didática teórico/experimental, sobre interações intermoleculares, para ser aplicado em salas de aula do ensino médio.

O procedimento, sobre o qual foi construída a seqüência didática, é utilizado nos postos de combustíveis para verificar os teores de álcool etílico na gasolina, considerado por ser o

Mato Grosso do Sul, segundo a Agência Nacional de Petróleo (ANP), um dos estados onde se verifica uma das maiores incidências de adulteração de combustíveis no país. Além do mais, este procedimento foi sugerido por Rossi et al., (2008), como forma de auxiliar a compreensão de conceitos das interações intermoleculares e de polaridade para explicar a imiscibilidade de algumas substâncias. Deve-se considerar também que, embora utilize solventes inflamáveis, esse experimento conduzido em escala reduzida (ANTONIO, 2002), oferece segurança no manuseio, diminui o custo operacional e gera pequenas quantidades de resíduos.

Variações desse procedimento, desenvolvidas neste projeto, utilizando corantes das sementes de urucum, previamente extraídos pelos solventes gasolina e álcool etílico, permitiram, além de ampliar a compreensão dos conceitos de interações intermoleculares, conferir maior visibilidade às experiências, um fator determinante, quando procedimentos experimentais são conduzidos em salas de aula.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 INTERAÇÕES INTERMOLECULARES

O conhecimento de como se dá as interações intermoleculares auxilia na compreender dos diversos fenômenos físicos e químicos presentes no dia-a-dia.

Propriedades como solubilidade, volatilidade, ponto de fusão, ponto de ebulição, constante elétrica, a adsorção e a velocidade de passagem de um composto por uma coluna cromatográfica, dependem das interações intermoleculares.

É fundamental entendermos e refletirmos sobre o caráter eminentemente elétrico das forças intermoleculares, pois caso as partículas não tivessem carga elétrica, elas não permaneceriam coesas e não existiria o estado sólido, nem o estado líquido. De todas as interações intermoleculares, a ligação de hidrogênio ocupa posição de destaque, uma vez que é suficientemente forte para produzir profundos efeitos na reatividade e na estrutura das moléculas, explicando os fundamentos de muitos processos químicos e dos fenômenos bioquímicos que ocorrem no nosso organismo.

Segundo alguns autores (PETERSON, 1989; TABER, 1995), existe uma grande dificuldade por parte dos alunos na compreensão da relação entre forças intermoleculares e propriedades físicas. Os alunos confundem forças intramoleculares e forças intermoleculares, ou pensam que as forças intermoleculares são mais fortes do que as intramoleculares, e quais moléculas podem ou não formar ligações de hidrogênio (SCHMIDT, 2000).

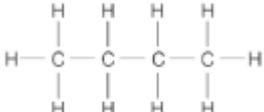
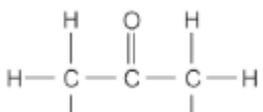
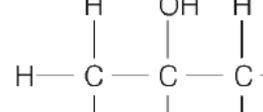
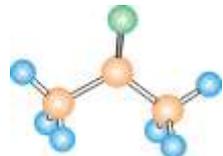
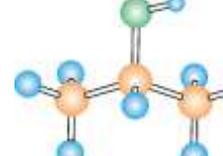
As interações intermoleculares são classificadas em interação dipolo-dipolo, ligação de hidrogênio, íon dipolo ou força de dispersão de London. Na literatura química, esta última, é também conhecida como dipolo instantâneo, dipolo induzido ou forças de Van der Waals.

No Quadro 1 é apresentado uma comparação das propriedades e tipos de interações intermoleculares. Nele verificam-se moléculas com fórmulas e massas moleculares semelhantes, mas com propriedades (estado físico e temperatura de ebulição) diferentes. O motivo é justamente o tipo de interação que ocorre, quando, por exemplo, em um recipiente contendo substâncias puras as moléculas aproximam-se umas das outras, sendo o arranjo estrutural e a eletronegatividade dos átomos envolvidos, um fator determinante para o tipo de interação ocorrente.

Nesta perspectiva quando moléculas, átomos ou íons aproximam-se uns dos outros, e eles podem reagir ou interagir entre si. Uma reação química por definição requer que ligações químicas sejam quebradas e/ou formadas. Já uma interação química significa que as moléculas se atraem ou se repelem entre si, sem que ocorra a quebra ou formação de novas ligações

químicas. Estas interações são frequentemente chamadas de interações não covalentes, intermoleculares ou ainda forças intermoleculares. Surgem devido a forças entre as moléculas, que são essencialmente de natureza elétrica, e fazem com que uma molécula influencie o comportamento de outra molécula em suas proximidades. Neste sentido, quanto maior for a força de atração, existente entre as moléculas, maior será a coesão. Tal fato é responsável pela diferentes propriedades físico-químicas das substâncias, tal como, ponto de fusão, ponto de ebulição, miscibilidade, entre outros (ROCHA, 2001).

Quadro 1: Apresentação das propriedades entre substâncias com massa moleculares semelhantes (ROCHA, 2001)

Nome	Butano	Acetona	Álcool isopropílico
Fórmula molecular	$C_4H_{10}$	$C_3H_6O$	$C_3H_8O$
Massa molecular (g/mol)	58	58	60
Estrutura bidimensional			
Estrutura tridimensional			
Estado físico a temperatura ambiente	Gás	Líquido	Líquido
Temperatura de ebulição (EC)	- 0,6	56	82
Tipo de interação	Dispersão de London	Dipolo-dipolo	Ligação de hidrogênio

Outro conceito superficialmente discutido diz respeito a “ligações de hidrogênio”, que ocorre quando um átomo altamente eletronegativo, como Flúor, Oxigênio e Nitrogênio, interage diretamente ao hidrogênio e outra molécula. Em uma molécula composta de átomos com diferentes eletronegatividades, os átomos menos eletronegativos assumem cargas parciais positivas, e os átomos mais eletronegativos assumem cargas parciais negativas, levando a

polarização das ligações que refletirão na maneira como as moléculas irão interagir, como no caso da interação das moléculas do álcool etílico e água (Figura 1).

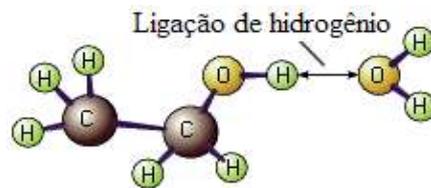


Figura 1: Representação da ligação de hidrogênio entre as moléculas de álcool etílico e água

A interação do tipo dipolo-dipolo ocorre de maneira semelhante a da ligação de hidrogênio. Assim os dipolos atraem-se pelos pólos opostos (positivo-negativo), como demonstrados na Figura 2, tomando como exemplo a molécula de  $H_2S$ .

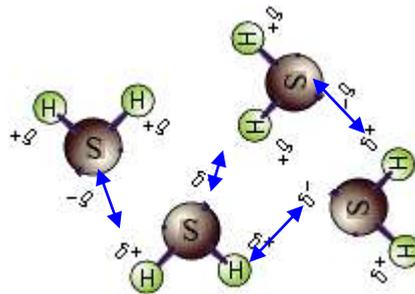


Figura 2: Representação da interação dipolo-dipolo entre moléculas de  $H_2S$ .

A interação íon-dipolo é responsável pela atração entre um composto iônico e um polar, como no caso da solubilização de cristais de cloreto de sódio pela água (Figura 3).

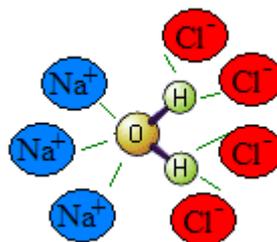


Figura 3: Representação da interação íon-dipolo:  $H_2O$  e  $NaCl$

Segundo Rocha (2001) as forças de dispersão de London responsáveis pela interação de moléculas apolares, verificada na interação dos hidrocarbonetos, ocorrem quando a interação entre as moléculas origina uma força atrativa muito fraca que pode ser vista como uma interação dipolo induzido-dipolo induzido.

As energias envolvidas nas mudanças dos estados físicos da matéria estão diretamente relacionadas com a força de atração entre as moléculas nas fases condensadas, líquida e sólida (ROCHA 2001). Uma vez que a energia é diretamente proporcional a temperatura, cada um destes processos irá variar com a magnitude das forças intermoleculares. Isto é, a medida que

a magnitude das interações intermoleculares aumenta, as energias necessárias para fundir, vaporizar ou sublimar uma substância também aumentam.

## **2.2 EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO: CORANTES, DETERMINAÇÃO DO TEOR DE ÁLCOOL NA GASOLINA E INTERAÇÕES INTERMOLECULARES**

Segundo Araújo (1987), corantes são substâncias que têm a propriedade de absorver somente determinadas radiações do espectro eletro-magnético, difundindo as restantes, provocando a sensação de cor. Estas substâncias podem ser classificadas em corantes e pigmentos. Os corantes são geralmente substâncias solúveis ou dispersáveis no meio de aplicação. No tingimento, são adsorvidos e difundem para o interior da fibra, por meio de interações físico-químicas entre corante e fibra. Já pigmentos são substâncias insolúveis em água. São aplicados na superfície da fibra e fixados mediante resinas sintéticas.

A Revista Química Nova na Escola (QNEsc) apresenta publicações trimestrais, nas quais dedica espaço para trabalhos destinados a formação e a atualização da comunidade do Ensino de Química.

No levantamento das publicações da revista, que compreendeu o período de maio de 2005 a fevereiro de 2010, verificamos que o tema Interações Intermoleculares é pouco explorado no ensino de química, muito embora seja possível perceber que esteja ocorrendo uma valorização da discussão desse conceito em sala de aula, principalmente por meio de procedimentos experimentais.

Esse tema é primeiramente apresentado nos trabalhos de Lisboa (1997) seguido pelos de Rodrigues (2000). Nesses trabalhos, esse tema não é explorado conceitualmente, descrevendo somente experiências com substâncias utilizadas no cotidiano, como no caso do leite e do álcool etílico.

Tostes (1998) aborda o aspecto teórico da estrutura molecular, demonstrando que as interações são um conceito fundamental da química, enfocando cálculos e os limites da mecânica clássica, mas não aborda os tipos de interações.

Gugliotti (2002) descreve a utilização dos mecanismos de ação do surfactante pulmonar como um exemplo para a introdução dos conceitos de tensão superficial e surfactantes, onde é enfatizada a tensão superficial da água e as forças que atuam nesta molécula.

Curi (2006) aborda os conceitos das interações de Van der Waals, interação dipolo-dipolo, ligação de hidrogênio, interação molécula-íon no estudo de polímeros. O artigo tam-

bém mostra possibilidades de se trabalhar esses conceitos por meio de experimentos simples, empregando-se materiais poliméricos como papel, sacola plástica, gel para plantas e fraldas descartáveis.

Santa Maria (2002) relaciona algumas propriedades físicas, utilizando como proposta de experimento o tema petróleo e desenvolve experimentos utilizando solventes, tais como removedor, gasolina, óleo e água. Durante o experimento é abordado os tipos de interações intermoleculares tais como dipolo-dipolo, ligação hidrogênio, de van der Waals ou London. Descreve brevemente os tipos de forças como o estudo de hidrocarbonetos (principalmente alcanos), propriedades físicas das substâncias (ponto de ebulição e solubilidade) e processo de separação de misturas líquidas (destilação simples e fracionada) realizando a determinação da percentagem de álcool na gasolina.

Silva (2006) apresenta um artigo sobre a separação dos pigmentos da páprica em colunas cromatográficas com fases estacionárias diferentes como a sílica gel, o giz, o talco e o açúcar. Durante esse procedimento experimental, aborda os conceitos: estrutura química dos compostos orgânicos, princípios de solubilidade, polaridade, extração e reações orgânicas, com posterior questionário para os alunos.

Oliveira (2009) usa os conceitos de solubilidade e miscibilidade em situações do cotidiano e conclui que “*conhecimento trabalhado como se fosse uma rede, na qual os pontos são entrelaçados uns aos outros de forma a permitir o acréscimo de novos pontos, certamente produzirá uma rede cada vez maior*”.

Nesta mesma perspectiva, Francisco Jr (2008), propõe uma abordagem problematizadora para o ensino de interações intermoleculares. Em pesquisa por ele desenvolvida, os estudantes foram questionados quanto às possíveis causas para o O<sub>2</sub> e o CO<sub>2</sub> serem gases em temperatura ambiente, enquanto a água e a gasolina são líquidas. Após a problematização os alunos realizaram testes experimentais que envolviam mistura de produtos químicos comumente encontrados no dia-a-dia, tais como, os sistemas formados por água e álcool, água e vinagre, água e açúcar, gasolina e vinagre, água e gasolina, água e óleo.

Em torno do tema corantes, Gouveia-Matos (1999) utilizam corantes para a análise dos princípios teóricos associados às mudanças de cores dos extratos de flores e do repolho roxo, visando fundamentar experimentos de indicadores. Segundo Antunes (2009), a realização de atividades experimentais contextualizadas pode ser uma ferramenta eficaz para despertar o interesse do aluno em aprender significativamente conteúdos a serem desenvolvidos. O experimento realizado foi a determinação do pH de solos, utilizando papel tornassol azul e vermelho, solução de fenolftaleína a 1% e papel indicador universal. Ambos os autores não se

fundamentam em conceitos de interações intermoleculares nas suas abordagens metodológicas.

Dias (2003) apresenta um artigo sobre corantes naturais, abordando o procedimento para sua extração e emprego como indicador de pH.

Fraceto (2003) discute conceitos de afinidade e poder de eluição na separação cromatográfica utilizando pastilhas de chocolates para realizar o experimento.

A extração de pigmentos do espinafre, utilizando removedor de ceras doméstico é descrito por Fonseca (2004) e envolve a separação de pigmentos em uma coluna de açúcar comercial.

Curi (2008) aborda o processo de tingimento de tecidos por meio de um kit que contém corantes (chá de camomila ou chá misto de flores e frutas), tecidos (lã acrílica, viscose, algodão e poliamida) e mordentes que são fixadores de corantes (solução aquosa de  $\text{CuSO}_4$ , de  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$  e  $\text{SnCl}_2$ ).

Experimentos com pimentões e separação de pigmentos em cromatografia em papel e apresentado por Ribeiro (2008) que utiliza solventes como água, hexano e acetona. Na dinâmica da aula foram apresentados as estruturas dos corantes envolvidos e os tipos de ligações envolvidas.

Silva (2008) apresenta uma visualização prática da química envolvida nas cores e sua relação com a estrutura de corantes, com o objetivo de esclarecer os fundamentos físico-químicos relacionados com cores, estrutura de corantes e espectro eletromagnético. Neste trabalho é relatado um procedimento experimental para descolorimento de tecidos por água sanitária, e considera as modificações estruturais que ocorrem no corante presente no tecido.

Experimento com gasolina é abordado por Dazzani (2003), que relata um experimento, explorando conceitos químicos na Determinação do Teor de Álcool na Gasolina, no qual as Propriedades físicas e conceitos químicos foram utilizados para que os alunos explicassem os fenômenos envolvidos, a partir da estrutura molecular. A autora relata que na aplicação em sala de aula verificou-se um aprimoramento dos conceitos de densidade, solubilidade e teor, que foram abordados a partir da estrutura das moléculas envolvidas.

Henderleiter et al. (2001) mostra que muitos alunos adquirem conceitos equivocados, como a possibilidade da indução de ligações de hidrogênio nas moléculas, bem como as condições necessárias para que ocorra este tipo de interação.

Conceitos como solubilidade, miscibilidade, polaridade e densidade, que estão relacionados com as Interações Intermoleculares são discutidos por pesquisadores na área de ensino de ciências (ROCHA, 2001; ROSSI, 2008; FRANCISCO JR, 2008), embora existam

livros do ensino médio que tratam o assunto de maneira superficial, o que acaba por induzir a erros conceituais, principalmente quanto a determinação da polaridade das moléculas (FARIAS, 2006).

Ainda, conforme Laburu (2007), o insucesso das atividades experimentais no ensino médio relaciona-se à formação do professor, ao saber profissional que ele possui, e a relação que o professor e o aluno estabelecem com o conhecimento.

Okumura, et al., (2002) trabalhando com extratos brutos de espécies vegetais contendo antocianinas, propõe a separação e a identificação dos corantes naturais de espécies vegetais, tais como, Feijão Preto, Azaléia, Beijinho e Quaresmeira, utilizando cromatografia em papel.

Outros autores, como Terci, et al., (2002) e Dias, et al., (2003), descrevem experimentos que utilizam corantes como indicadores na determinação de pH. A primeira autora extrai os corantes presentes nas espécies de amora, jabuticaba e jabolão, enquanto Dias trabalha com a obtenção de corantes naturais como beterraba, pimentão e cenoura fazendo testes com solventes tais como água, álcool, acetona e dicloroetano, onde aborda o conceito de pH e solubilidade.

Verifica-se que esses autores realizaram os experimentos como formas alternativas de tornar as aulas mais dinâmicas, sem avaliar a eficiência desses experimentos na construção do conhecimento dos educandos.

Para Guimarães (2009), a realização de um procedimento experimental deve estar relacionada a uma estratégia eficiente para a criação de problemas reais que permitam a contextualização e estimule questionamentos. Do mesmo modo, Izquierdo (1999), aponta que a experimentação na escola pode ter diversas funções como a de ilustrar um princípio, desenvolver atividades práticas, testar hipóteses e incentivar procedimentos investigativos.

### 3 O URUCUM

O urucum é uma planta da família das Bixáceas e é conhecido pelo seu nome botânico de *Bixa orellana* L. Segundo Alves (2005), esta planta pode atingir alturas entre 2 e 6 metros, possui grandes flores, são hermafroditas de cor azul róseo, com cinco pétalas na extremidade dos galhos, formando fascículos. Destes nascem um tipo de cápsulas na forma de cachopas cobertas por um tipo de espinho flexível, contendo cada cápsula sementes de coloração vermelha (Figura 4-D).



Figura 4: (A) planta com cápsulas (B) flor do urucuzeiro (C) urucuzeiro (D) cápsula aberta com sementes.

Na região de Mato Grosso do Sul esta planta também é encontrada em diversos locais, tais como residências, sítios e chácaras. Como a planta pode adaptar-se em diversas regiões geográficas, recebe mais de 50 denominações diferentes (CARVALHO, 1989). Neste trabalho a árvore será denominada por urucuzeiro e a semente por urucum.

O urucum pode ter diversas aplicações dentre as principais, podem-se citar algumas, como o obtenção do colorau por meio da mistura de 10 % do pó de urucum com 90 % de fubá, sendo utilizado como condimento no preparo de comidas caseiras (CARVALHO, 1990). Na medicina pode ser utilizado como anti-diarréico, anti-térmico. A massa do urucum pode ser usada em queimaduras. Em cosméticos pode ser utilizado na fabricação de pós-faciais,

esmaltes, batons e cremes bronzeadores para a pele. Pode ser utilizado também para rações de aves, onde o urucum é triturado e misturado na proporção de 0,8 % nas rações avícolas, pois o caroteno, um dos seus constituintes, influencia na coloração da casca e da gema do ovo (BALLANE, 1982).

Os isômeros da bixina e da norbixina são os dois principais componentes responsáveis pela cor vermelha do urucum (Figura 5). Segundo Falesi (1987) a bixina possui coloração que varia de vermelha a castanha avermelhada e é classificada como lipossolúvel, enquanto a norbixina de coloração amarela é álcool-hidrossolúvel (ALVES 2005).

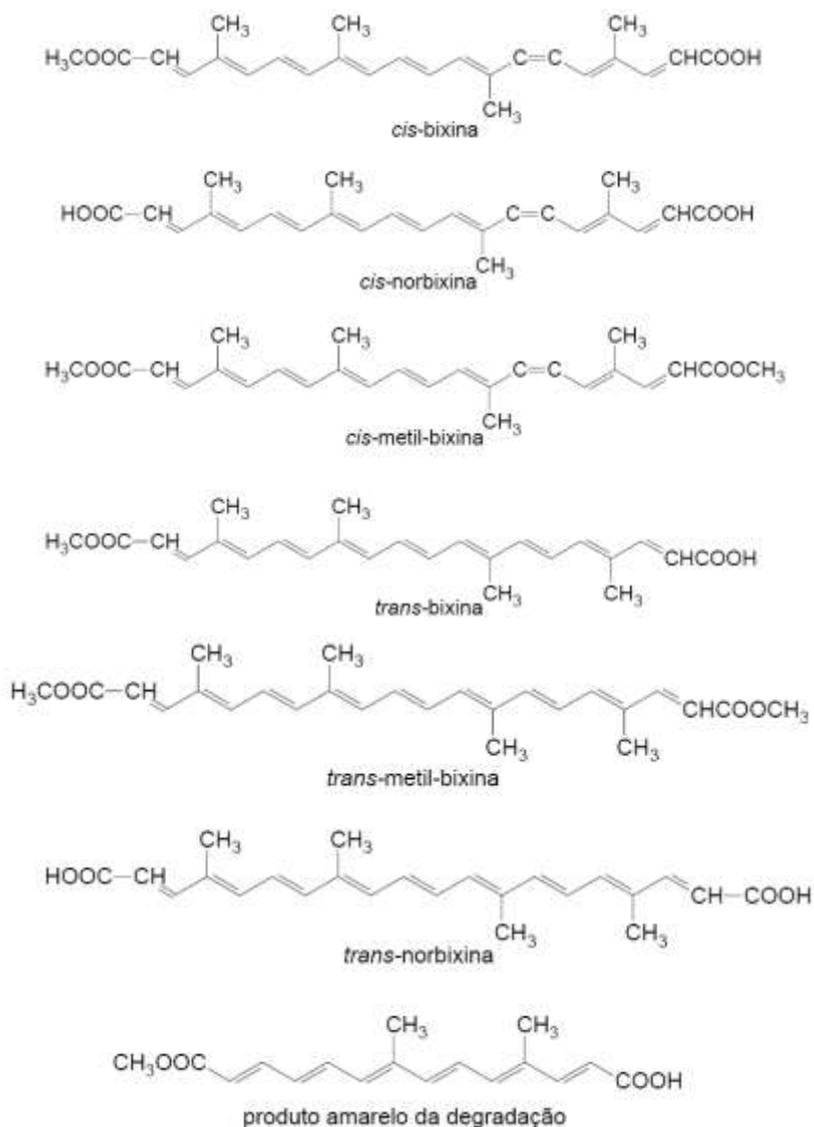


Figura 5: Estruturas Química dos Pigmentos do Urucum (ALVES, 2005)

Segundo Araújo (1987), citado por Alves (2005), as substâncias corantes têm a propriedade de absorver somente determinadas radiações, difundindo as restantes, provocando a

sensação de cor. Os corantes são geralmente substâncias solúveis ou dispersáveis no meio de aplicação. No tingimento são adsorvidos e difundem para o interior da fibra, por meio de interações físico-químicas entre corante e fibra. Já pigmentos são substâncias insolúveis em água. São aplicados na superfície da fibra e fixados mediante resinas sintéticas.

## **4 OBJETIVOS**

### **4.1 OBJETIVO GERAL**

Elaborar e avaliar uma sequência didática teórico-experimental sobre Interações Intermoleculares para aulas de química do ensino médio utilizando variações do teste da adulteração da gasolina com corantes de urucum.

### **4.2 OBJETIVO DE ENSINO**

Elaborar e avaliar um material didático teórico-experimental sobre Interações Intermoleculares que será disponibilizado para professores das escolas do município de Dourados / MS.

## 5 REFERENCIAL TEÓRICO

### 5.1 TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Uma teoria pode ser entendida como uma interpretação sistemática de uma área de conhecimento específica, ou de uma maneira mais particular, como maneira de ver as coisas, de explicar observações ou mesmo de resolver problemas (MOREIRA, 1999).

A teoria de aprendizagem significativa de David Ausubel, que norteou o desenvolvimento, a organização e a avaliação da sequência didática teórica-experimental sobre Interação Intermolecular, baseia-se no cognitivismo, que trata dos processos mentais de como se dá a construção do conhecimento dentro da mente do ser humano, por meio da descoberta ou por simples recepção.

No processo da descoberta, o conteúdo principal daquilo que será aprendido não é dado, mas deve ser descoberto pelo sujeito para que possa ser significativamente incorporado a sua estrutura cognitiva (AUSUBEL, NOVAK e HANESIAN, 1980). A tarefa, nesse caso, do aluno é descobrir algo e para que isso ocorra, ele deve ser capaz de unir informações, integrá-las aos seus conhecimentos prévios, e com isso reorganizar a novas informações, de tal forma que consiga chegar à resposta final desejada. Já no processo por recepção, o sujeito deve incorporar ou internalizar o material (lista de sílabas sem sentido ou adjetivos emparelhados, um poema ou um teorema geométrico) que lhe é apresentado de forma a tornar-se acessível ou reproduzível em alguma ocasião futura.

O termo, estrutura cognitiva, pode ser comparado com o conhecimento atual que o aluno traz organizado em sua mente, o qual pode ser utilizado, para resolver problemas, ou mesmo, aprender um novo conceito científico (MOREIRA, 1999).

Neste processo, o conceito de subsunção é representado pelas informações presentes na estrutura cognitiva do aluno, que atua como suporte para que uma nova informação passe a fazer parte do conteúdo global de informações (AUSUBEL, NOVAK e HANESIAN, 1980), formando uma hierarquia conceitual, na qual elementos mais específicos de conhecimento são relacionados (e assimilados) a conceitos mais gerais e mais inclusivos (MOREIRA, 2006).

A essência do processo de aprendizagem significativa é que ideias simbolicamente expressas sejam relacionadas, de maneira substantiva (não literal) e não arbitrária, ao que o aprendiz já sabe, ou seja, a algum aspecto de sua estrutura cognitiva especificamente relevante (isto é, um subsunção) que pode ser, por exemplo, uma imagem, um símbolo, um conceito ou uma proposição já significativos. (AUSUBEL, NOVAK e HANESIAN, 1980, p. 41).

Na teoria ausubeliana, a aprendizagem pode ocorrer por aprendizagem significativa ou por aprendizagem mecânica.

### 5.1.1 Aprendizagem Significativa e Aprendizagem Mecânica

Para Ausubel, Novak e Hanesian, (1980), a aprendizagem significativa e a aprendizagem mecânica são a base da sua teoria, verificando-se a primeira, a mais relevante, quando a tarefa de aprendizagem implica relacionar, de forma não arbitrária e substantiva (não literal), uma nova informação a outras com as quais os alunos já estejam familiarizados.

No esquema da Figura 6, os círculos com letra C representam os conceitos preexistentes na estrutura cognitiva do indivíduo e se ligam como numa verdadeira “rede de informações”. As letras  $S_1$  e  $S_2$  representam os conceitos subsunçores, que têm a função de propiciar condições para que a nova informação “ancore” e passe a fazer parte dessa nova estrutura de conhecimento, que por sua vez provoca modificações do conceito subsunçor (MOREIRA, 1999).

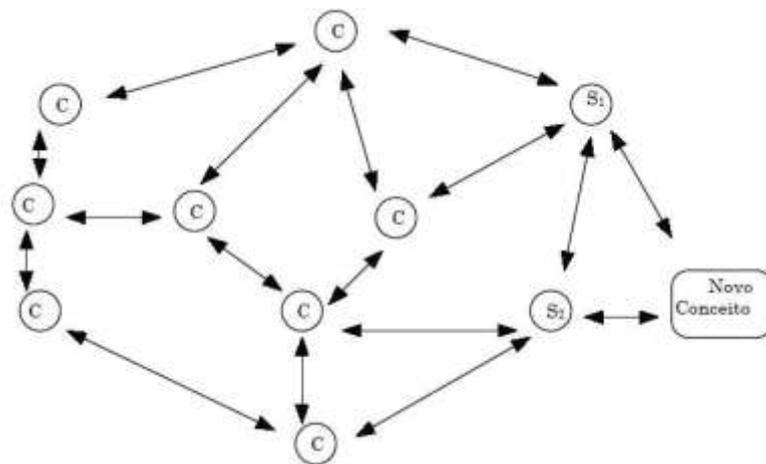


Figura 6: Esquema para a aprendizagem significativa Ausubel (ROSA, 2008).

Em poesia, por exemplo, se o aprendiz tem conceitos de estrofe e verso, estes podem servir de subsunçores para novas informações referentes a baladas, sonetos, etc. Em Química, para que o aprendiz possa compreender conceitos de polaridade ele deve ter em sua estrutura cognitiva conceitos já definidos, como por exemplo, solubilidade, que funcionaria como conceito mais geral e polaridade como um conceito mais específico, organizando assim uma hierarquia de conceitos. Conforme Moreira (2006), uma vez que esses conceitos novos são aprendidos de forma significativa, em interação com os conceitos mais gerais preexistentes,

ficarão mais elaborados, podendo tornar-se subsunçores para informações a serem apresentadas futuramente.

Segundo Ausubel, Novak e Hanesian, (1980) a aprendizagem mecânica ocorre se o processo de aprendizagem consiste de associações puramente arbitrárias como na associação de pares, quebra-cabeças, labirinto ou aprendizagem de séries. Isto é, quando, por exemplo, o aluno não possui pré-requisitos ou conceitos básicos para aprender um conteúdo específico, ele poderá aprender de maneira mecânica e neste processo haverá pouca ou nenhuma interação com os conceitos já existentes no seu cognitivo. Desta forma não haverá aprendizagem significativa, mas sim aprendizagem mecânica ou automática.

Citamos como exemplo, a nomenclatura da IUPAC<sup>1</sup> para compostos orgânicos, na qual os alunos “aprendem” de forma automática, que a presença de um carbono na estrutura molecular de um hidrocarboneto, corresponde ao prefixo “met”, dois carbonos, “et”, três carbonos, “prop”. A partir do momento em que essa informação participa da estrutura cognitiva do aluno, passa a atuar como subsunçor para a aprendizagem significativa da nomenclatura das demais funções orgânicas.

Comparando o esquema da Figura 6 (aprendizagem significativa) com o esquema da Figura 7 (aprendizagem mecânica), nota-se que neste não existe a presença de conceitos subsunçores  $S_1$  ou  $S_2$ , e, desse modo, o novo conceito passará a fazer parte da estrutura cognitiva de maneira arbitrária, levando a processos de simples memorização de conceitos.

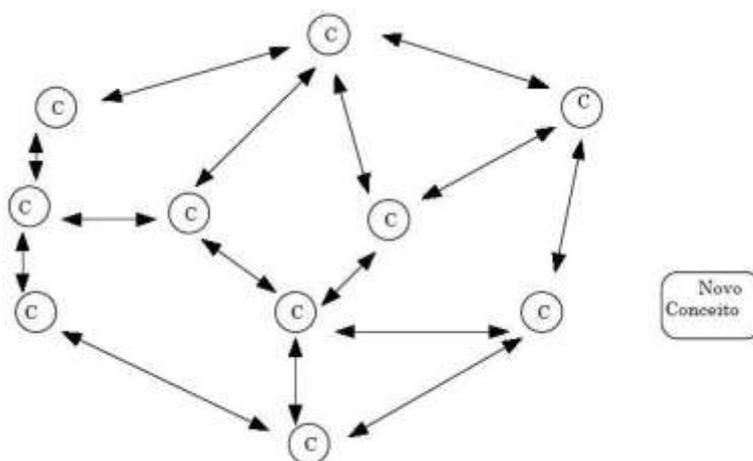


Figura 7: Esquema para o conceito de aprendizagem mecânica na Teoria de David Ausubel. (ROSA, 2008)

<sup>1</sup>International Union of Pure and Applied Chemistry, é uma organização científica, internacional e não-governamental, destinada a contribuição para os aspectos globais das Ciências Químicas, bem como a sua aplicação. A IUPAC possui uma série de comitês e comissões que fazem recomendações sobre a nomenclatura e símbolos que devem ser usados em publicações técnicas e científicas.

### 5.1.2 Condições para a Aprendizagem Significativa

Ausubel, Novak e Hanesian, (1980) realçam como é extremamente importante o interesse do aluno em participar ativamente do processo de aprender. Comenta que uma determinada proposição pode ser potencialmente significativa, no entanto, se a intenção do aluno é somente memorizá-la de maneira arbitrária e literalmente, tanto o processo de aprendizagem como o produto da aprendizagem serão mecânicos. E, inversamente, não importa se a disposição do aluno esteja dirigida para aprender significativamente, se o processo e o produto da aprendizagem não forem significativos. No entanto, sabe-se que alguns alunos não obtêm um desempenho satisfatório na aprendizagem de determinados conceitos, mesmo apresentando pré-disposição para isso. Isso ocorre quando a organização do método do ensino ou mesmo o ambiente não se encontram vinculados ao contexto do aluno, que se vê na alternativa, portanto, de tentar aprender de forma automática, o que lhe dá mais confiança em obter resultados satisfatórios.

O Quadro 2 apresenta algumas relações de outros conceitos que fundamentam as condições para a aprendizagem.

Quadro 2: Relações entre Aprendizagem Significativa, Potencial Significativo, Significado Lógico e Significado Psicológico. (AUSUBEL, NOVAK e HANESIAN, 1980)

A	Aprendizagem Significativa	requer	material potencialmente significativo	e	disposição para aprendizagem significativa
B	Potencial Significativo	depende do	significado lógico	e	da disponibilidade de ideias relevantes na estrutura cognitiva de um aluno em particular
C	Significado Psicológico	é o produto da	aprendizagem significativa	ou	do potencial significativo e da disposição para aprendizagem significativa

Em **A**, está representada a relação entre a aprendizagem significativa, a utilização de um material potencialmente significativo e a disposição que o aprendiz deve apresentar para que ocorra realmente essa aprendizagem.

**B** refere-se ao potencial significativo do material que depende do significado lógico<sup>2</sup>, ou seja, ele tem que ser logicamente significativo, e da disponibilidade de ideias presentes na estrutura cognitiva.

<sup>2</sup> Neste sentido Ausubel, Novak e Hanesian, (1980, p. 36) expressa que o emprego do termo *lógico* para designar um tipo de significado inerente ao conhecimento adquirido tem um sentido restrito; portanto não é o mesmo empregado na filosofia.

O significado lógico relaciona-se ao significado das palavras, que devem ser organizadas obedecendo a determinadas regras pré-estabelecidas para que o significado não seja apresentado de forma não literal e não aleatória. Já a disponibilidade de ideias refere-se a presença ou ausência de ideias presentes na estrutura cognitiva do aluno, que é uma das condições para que o material seja potencialmente significativo<sup>3</sup>.

C refere-se à natureza do material que além de ser lógico, deve ser psicologicamente significativo para o aluno, fruto de uma aprendizagem significativa propiciada por um material significativo e por uma disposição para aprender. Cada aluno, nesse processo, filtra os diferentes conteúdos que lhe são, ou não, significantes (AUSUBEL, NOVAK, HANESIAN, 1980).

### **5.1.3 Tipos de Aprendizagem Significativa**

A aprendizagem significativa pode ser de três tipos: Aprendizagem Representacional, Aprendizagem de Conceitos e Aprendizagem Proposicional (AUSUBEL, NOVAK E HANESIAN, 1980).

Embora a aprendizagem representacional esteja próxima da aprendizagem mecânica, considera-se como significativa, pois se relaciona de forma não arbitrária a alguma generalização presente na estrutura cognitiva. Ela ocorre quando se estabelece um significado entre os símbolos arbitrários e seus correspondentes referentes, que remetem o aluno ao mesmo significado. Em outras palavras é a atribuição de conceitos a determinados símbolos, como na química, onde símbolos e fórmulas representam conceitos. Embora a aprendizagem de conceitos seja também considerada um tipo de aprendizagem representacional, a diferença é que nesta, os símbolos são genéricos ou categóricos como, por exemplo, o significado de uma palavra.

A aprendizagem proposicional pode ser subdividida em subordinada, superordenada ou combinatória. Neste caso “a tarefa não é aprender significativamente o que palavras isoladas ou combinadas representam, mas sim aprender o significado de ideias em forma de proposição” (MOREIRA, 1999). De uma maneira geral as palavras em uma determinada sentença podem ser organizadas para formar algum tipo de conceito.

---

<sup>3</sup> Ausubel denomina uma aprendizagem potencialmente significativa como aquela que é relacionada de forma não arbitrária e substantiva a estrutura cognitiva do aluno.

A aprendizagem subordinada ocorre quando uma proposição “logicamente” significativa, de uma determinada disciplina, é relacionada significativamente a determinadas proposições que estão dispostas de maneira superordenada na estrutura cognitiva do aluno, isso pode acontecer se o material a ser ensinado somente reforça alguma ideia já existente na estrutura cognitiva do aluno.

Segundo Ausubel, a aprendizagem superordenada ocorre quando uma nova proposição pode ser relacionada a determinadas ideias subordinadas na estrutura cognitiva existente. Neste ponto se forma uma ideia mais geral que passa a organizar os subsunçores como parte desta ideia mais genérica.

Já a aprendizagem combinatória refere-se aos casos em que uma proposição potencialmente significativa não pode ser relacionada a ideias superordenadas, nem as subordinadas na estrutura cognitiva do aluno, mas é relacionável a um conjunto de conteúdos relevantes a estrutura cognitiva.

#### **5.1.4 Organizadores Prévios**

Existem situações nas quais o aluno não dispõe dessa importante “ferramenta” em sua estrutura cognitiva. Nesses casos, Ausubel lança mão, em sua teoria, de um organizador de ideias que define como Organizadores Prévios (OP) que devem ser apresentados em termos familiares ao contexto e a realidade dos alunos, inibindo, assim, a aprendizagem mecânica.

... organizadores são materiais introduzidos antes do próprio material de aprendizagem e são usados para facilitar o estabelecimento de uma disposição significativa para aprendizagem. Os organizadores antecipatórios ajudam o aluno a reconhecer que elementos dos novos materiais de aprendizagem podem ser significativamente aprendidos relacionando-os com aspectos relevantes na estrutura cognitiva existente.”

“A principal função do organizador está em preencher o hiato entre aquilo que o aprendiz já conhece e o que precisa conhecer antes de poder aprender significativamente a tarefa com que se defronta. (AUSUBEL, NOVAK E HANESIAN, 1980, p. 143, 144)

Ausubel alerta que não importa o grau de organização do material de aprendizagem, pois, mesmo assim, é sempre razoável esperar que a aprendizagem e a retenção possam ser facilitadas para a maioria dos aprendizes pelo uso dos organizadores prévios em um nível apropriado de aprendizagem.

### 5.1.5 Novak e Mapas Conceituais

Joseph Novak, ex-professor da Universidade de Cornell, nos Estados Unidos, é co-autor da segunda edição básica do livro sobre a aprendizagem significativa de David P. Ausubel (MOREIRA, 2006). A rigor a teoria de Ausubel deveria ser chamada, hoje, de teoria de Ausubel e Novak ou teoria da aprendizagem significativa de Ausubel e Novak, por todo o trabalho desse último no refinamento e na divulgação dessa teoria.

Segundo Moreira (1999), Novak dedicou grande parte de sua teoria ao conceito de aprendizagem significativa e, para que ocorresse uma facilitação desta aprendizagem, ele desenvolveu duas maneiras instrucionais: o mapeamento conceitual e o Vê de Gowin. Nessa pesquisa, utilizou-se o mapeamento conceitual na organização da aula.

De acordo com Moreira (1992), os mapas conceituais foram idealizados por Joseph D. Novak como ferramentas para organizar e representar o conhecimento, com o objetivo de colocar em prática a Teoria da Aprendizagem de Ausubel.

Do ponto de vista ausubeliano, o desenvolvimento de conceitos é facilitado quando os elementos mais gerais, mais inclusivos de um conceito são introduzidos em primeiro lugar, e posteriormente, então, esse conceito é progressivamente diferenciado, em termos de detalhe e especificidade (MOREIRA, 2006, p.50).

A Figura 8 apresenta um mapa conceitual. Eles são apresentados como uma representação gráfica bidimensional<sup>4</sup> onde um conjunto de conceitos é construído de tal forma que as relações entre tais conceitos sejam evidentes por meio da utilização de palavras de ligação. Neste sentido, o princípio da diferenciação progressiva deve ser considerado no momento em que o professor programa a sua aula, ou seja, as ideias mais gerais e mais inclusivas do conteúdo devem ser demonstradas inicialmente, para então serem progressivamente diferenciadas. Devem ser exploradas as relações entre as proposições e conceitos, atentando para as diferenças e similaridades importantes e reconciliar inconsistências reais ou aparentes.

Tavares (2007) destaca algumas informações consideradas importantes sobre mapas conceituais:

- Mapas conceituais ou mapas de conceitos – são diagramas que indicam relações entre conceitos;
- Mapas conceituais podem seguir um modelo hierárquico com conceitos mais inclusivos no topo, conceitos subordinados intermediários e conceitos mais es-

---

<sup>4</sup> Mapas bidimensionais oferecem a possibilidade de se expressar as relações conceituais de uma área de conhecimento de forma mais completa, como por exemplo, uma disciplina.

pecíficos na parte inferior. Esta distribuição é facilitadora para que os conceitos sejam obtidos coerentemente com a aprendizagem significativa ausubeliana.

- O mapa conceitual é uma técnica flexível, e em razão disto, pode ser usado em diversas situações para diversas finalidades: instrumento de análise de currículo, técnica didática, recurso de aprendizagem, meio de avaliação (TAVARES, 2007).

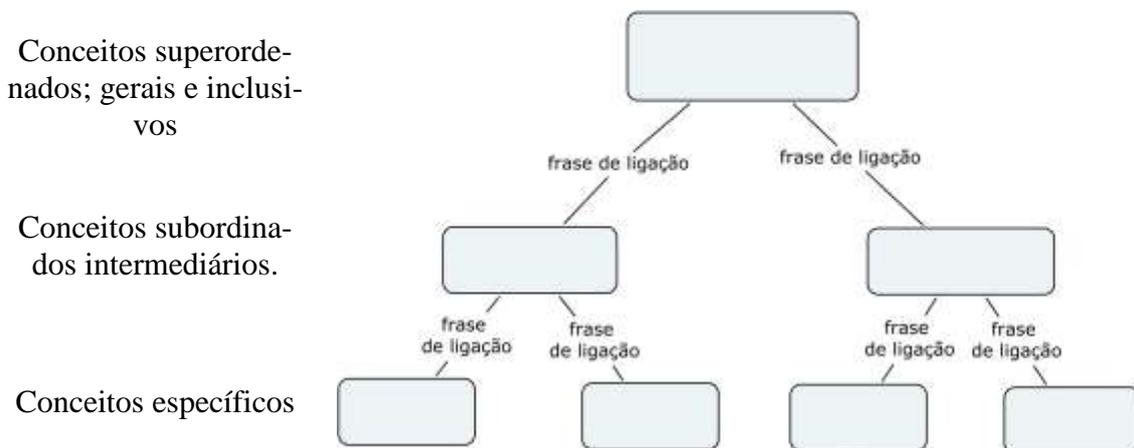


Figura 8: Exemplo para mapeamento conceitual (Adaptado de Moreira, 2006)

### 5.1.6 Ausubel e a atividade experimental no laboratório

Para Ausubel:

A solução de problemas e os exercícios de laboratório devem similarmente levar a pouca ou nenhuma aprendizagem significativa se a situação de aprendizagem na qual se encontra o estudante é simplesmente decorar o 'tipo' de problemas ou técnicas de manipulação de símbolos. Isto é particularmente verdadeiro, se o estudante possui um contexto ou uma apreciação inadequada dos princípios metodológicos ilustrados pelos procedimentos específico do laboratório. (AUSUBEL, NOVAK E HANESIAN, 1980, p. 262)

Neste mesmo raciocínio, SCHNETZLER (2000) afirma que utilizar somente aulas experimentais no ensino de ciências não garante aprendizagens significativas e nem estabelece relações entre teoria e prática.

Constantino et al (2007) aborda que muitos educadores consideram que a função da atividade experimental é a comprovação prática de conteúdos apresentados na teoria, sendo que neste sentido a experimentação pode acabar perdendo o caráter motivador.

Entretanto, nas aulas de ciência, a experimentação além de possuir um caráter motivador lúdico e essencialmente vinculado aos sentidos, aumenta a capacidade de aprendizado, pois funciona como meio de envolver o aluno nos temas em pauta, sendo essencial para a elaboração do pensamento científico (GIORDAN, 1999).

Para Ausubel, Novak e Hanesian, (1980), o laboratório<sup>5</sup>, como um meio de ensino, implica mais do que um contato direto de vidrarias e manipulação de frascos com reagentes; envolve a experiência de descoberta por parte dos alunos e, também, aspectos do processo científico tais como testagem de hipóteses, realização de experimentos, com manipulação de variáveis e possibilidade de fazer inferência a partir de dados. Neste contexto, ao se dar ênfase a natureza da ciência e ao processo pelo qual o novo conhecimento é obtido, laboratório e ensino devem ser indissociáveis.

Algumas observações para a prática experimental são propostas por Ausubel, Novak e Hanesian, (1980):

- A tarefa de aprendizagem deve ser significativa.
- O aprendiz deve exibir um contexto de aprendizagem significativa e possuir ideias necessárias estabelecidas.
- O número, a distribuição, a sequência e a organização dos treinos práticos devem estar em consonância com os princípios da aprendizagem e da retenção eficientes.
- A experimentação não deve ser realizada de modo diferente das atividades de um pesquisador acadêmico ou cientista.
- Antes que os alunos possam descobrir generalizações, o problema deve ser enunciado e esclarecido.
- Os processos e métodos disponíveis para manipular devem ser organizados, simplificados, esquematizados de tal forma a tornar quase inevitável a descoberta.
- As atividades experimentais devem ter um efeito benéfico e transmitir o verdadeiro espírito da investigação científica.
- Não devem provocar situações rotineiras.

Nesta mesma perspectiva, Giordan (1999) defende que o próprio planejamento dos experimentos deve guardar relações de similaridade, e sugere que desse acordo em torno da

---

<sup>5</sup> Neste trabalho o termo Laboratório refere-se a qualquer atividade experimental desenvolvida.

resolução de uma problemática socialmente relevante, pode-se arquitetar conceitos, que emergem em um contexto significativo, pois a organização do conhecimento decorre de uma atitude cientificamente construída.

### 5.1.7 Verificando a Aprendizagem Significativa

Para verificar se o processo e a construção do conhecimento foram significativos, devem ser levados alguns fatores em consideração. A teoria ausubeliana preconiza que não devem ser feitos testes simples, solicitando aos alunos, por exemplo, que digam quais os atributos essenciais de um conceito, pois essa prática exige mera memorização de conceitos e fórmulas. Em química orgânica, por exemplo, isto se aplica ao se solicitar que os alunos montem e nomeiem estruturas orgânicas.

Ausubel aconselha que ao *“procurar evidência de compreensão significativa, a melhor maneira de evitar a simulação da aprendizagem significativa é formular questões e problemas de uma maneira nova e não familiar”* (MOREIRA, 1999).

Nesta visão espera-se que o professor elabore atividades ou testes que exijam dos alunos aplicação do conhecimento adquirido. Neste sentido, testes de compreensão devem ser, no mínimo, fraseados e apresentados em um contexto diferente daquele apresentado durante a aula.

Segundo Ausubel, Novak e Hanesian, (1980), a verificação da aprendizagem significativa ainda pode ser diagnosticada durante o próprio método empregado, por meio da reconciliação integrativa e a diferenciação progressiva, pois são processos que ocorrem a medida que a aprendizagem acontece.

Na aprendizagem subordinada, a ocorrência do processo de subsunção conduz a diferenciação progressiva do conceito ou proposição. Na aprendizagem superordenada e combinatória, a medida que novas informações são adquiridas, elementos já existentes na estrutura cognitiva podem ser percebidos como relacionados e reorganizados, adquirindo novos significados. Esta combinação de elementos existentes na estrutura cognitiva é conhecida como reconciliação integrativa (MOREIRA, 1999). Portanto, sendo diagnosticada a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa verifica-se assim a aprendizagem significativa.

Como a teoria de Ausubel aborda a hierarquização de conceitos, sendo que os mais gerais estão no ápice e os dados mais factuais e exemplos específicos estão na base dessa estru-

tura, decorre a ideia da utilização de mapas conceituais como recursos instrucionais que derivam da própria matéria de ensino.

Então, os mapas conceituais representam uma tentativa de utilizar a teoria como sistema de referência para a preparação de matérias que facilitem a aprendizagem e para própria verificação da aprendizagem significativa.

## **6 METODOLOGIA**

### **6.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

Inicialmente foram identificadas as condições de realização das atividades experimentais nas escolas estaduais do município de Dourados/MS, bem como os fatores que as limitam, pois uma das propostas é adequar um experimento que possa ser executado em sala de aula, já que muitas escolas não possuem laboratório.

Então, realizou-se uma pesquisa de campo de caráter qualitativo (questionários e entrevistas), na qual participaram 15 professores, provenientes das 14 escolas que oferecem ensino médio regular. Os resultados desse levantamento permitiram definir o tema sobre Interações Intermoleculares, bem como desenvolver a sequência didática teórica/experimental voltada para a sua aplicação nas aulas teóricas.

A sequência didática abaixo descrita foi desenvolvida em 09 aulas de 50 minutos, com estudantes do terceiro ano do ensino médio, do período matutino, da Escola Estadual Ministro João Paulo dos Reis Veloso, localizada na cidade de Dourados/MS, na qual o pesquisador atua como professor de química. A faixa etária dos alunos envolvidos na pesquisa situa-se entre 16 e 20 anos.

Os alunos foram conscientizados da realização do questionário, que foi respondido individualmente sem nenhuma consulta ao professor ou aos colegas de sala. Naquele momento o professor-pesquisador leu as questões junto com os alunos, esclarecendo possíveis dúvidas e solicitou que em todas as questões estes relacionassem cada pergunta com os conhecimentos adquiridos ao longo dos anos, para assim, formular e apresentar respostas que julgassem plausíveis. Os alunos foram incentivados a demonstrarem suas habilidades de interpretação, análise e compreensão.

### **6.2 PESQUISA QUALITATIVA**

A pesquisa foi mediada pela metodologia de pesquisa qualitativa. Conforme Bogdan e Biklen (1994), a diferença entre uma metodologia qualitativa e quantitativa de investigação está essencialmente relacionada com o tipo de dados necessários para responder aos problemas de investigação e na forma como esses mesmos dados são recolhidos e analisados.

Os autores comentam como deve ser a postura do pesquisador durante a pesquisa qualitativa:

A abordagem da investigação qualitativa exige que o mundo seja examinado com a ideia de que nada é trivial, que tudo tem potencial para construir uma pista que nos permita estabelecer uma compreensão mais esclarecedora do nosso objeto de estudo (BOGDAN E BIKLEN, 1994, p. 49).

Garnica (2004) caracteriza pesquisa qualitativa como aquela que tem as seguintes características:

(a) a transitoriedade de seus resultados; (b) a impossibilidade de uma hipótese *a priori*, cujo objetivo da pesquisa será comprovar ou refutar; (c) a não neutralidade do pesquisador que, no processo interpretativo, vale-se de suas perspectivas e filtros vivenciais prévios dos quais não consegue se desvencilhar; (d) que a constituição de suas compreensões dá-se não como resultado, mas numa trajetória em que essas mesmas compreensões e também os meios de obtê-las podem ser (re) configuradas; e (e) a impossibilidade de estabelecer regulamentações, em procedimentos sistemáticos, prévios, estáticos e generalistas (GARNICA, 2004, p. 86).

Os dispositivos ou os instrumentos mais frequentes na metodologia qualitativa são a observação direta, a entrevista, questionário, a fotografia e variados tipos de documentos registrados na forma de textos. Nesta pesquisa os instrumentos adotados foram a observação e a anotação dos argumentos dos alunos. Foram utilizados questionários que também continham questões abertas, ora objetivas ora abrindo possibilidade para interpretação.

Bogdan e Biklen (1994) apresentam características básicas que configuram a pesquisa como sendo desenvolvida de modo qualitativo: ambiente, descrição, processo, significados e análise.

Ambiente: segundo os autores, esta modalidade de pesquisa tem um ambiente natural como fonte direta dos dados e o pesquisador como instrumento chave, sendo a presença do pesquisador de extrema importância, pois um fenômeno estudado só é compreendido de maneira abrangente se for observado no contexto onde ocorre. Estes aspectos foram evidentes durante a pesquisa, pois se trata de uma pesquisa realizada no âmbito escolar onde o professor era o próprio pesquisador.

Descrição: A pesquisa qualitativa é predominantemente descritiva, pois os dados coletados são mais uma forma de palavras ou figura do que números. Tais dados podem ser registrados na forma de entrevistas transcritas, notas de campo, fotografias, depoimentos dos envolvidos ou qualquer outra forma de documento. Neste contexto o pesquisador procura analisar os dados explorando todos os itens, respeitando a forma de registro, sem refutar nenhum dado, ou seja: toda manifestação tem potencial para fornecer pistas importantes na construção e na compreensão do fenômeno estudado.

Processo: O pesquisador tem como interesse principal estudar o problema e averiguar como ele se mostra nas atividades e nas interações cotidianas. Dar ênfase em como os indivíduos o criam, seu modo de vida, suas relações, e como percebem as mudanças ou manutenção de determinados costumes. Neste sentido, na área de ensino, o processo está relacionado ao aspecto de como se dá a construção do conhecimento e o método a ser aplicado.

Significados: Os dados e a maneira que eles são expressos pelos participantes são importantes e singulares, para cada indivíduo, sendo o significado, ou sentido que eles dão aos fenômenos vivenciados, o foco da pesquisa qualitativa. Então os participantes são reconhecidos como sujeitos que expressam seus conhecimentos (significados), que pode ser influenciados por motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes e que correspondem a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos e transformações dadas pelos sujeitos.

Análise: Nesta etapa segue-se um processo indutivo, que é um método mental por intermédio do qual, partindo-se de dados particulares, suficientemente constatados, infere-se uma verdade geral ou universal, não contida nas partes examinadas. Dessa maneira, o objetivo dos argumentos indutivos é apresentar conclusões, cujo conteúdo é mais amplo do que as premissas nas quais se basearam anteriormente, assim, por meio da inter-relação dos dados à “medida que são colhidos”, os pesquisadores constroem suas teoria e conclusões.

Neste sentido a pesquisa proposta neste trabalho atende as características da pesquisa qualitativa, pois tem a escola e o contexto dos alunos como ambiente natural e como sua fonte direta de dados, sendo o professor-pesquisador o principal instrumento de coleta de dados a partir do depoimento dos alunos das suas práticas na vivência do dia-a-dia.

Na verificação inicial dos conceitos cognitivos dos alunos, não houve uma definição a priori dos conceitos que os alunos deveriam dominar, mas sim os conceitos pré-existentes, e a partir dessas informações proporem situações de aprendizagem.

Um dos objetivos da pesquisa é o de averiguar como se dá a construção do conhecimento científico em química, sendo assim, o processo, ou seja, cada etapa foi analisada e revista cuidadosamente, para o professor-pesquisador verificar o aprendizado. Entende-se que no fato do pesquisador ser o próprio professor, há um reconhecimento de que há uma influência da pesquisa sobre a situação, admitindo-se que o pesquisador também sofre influência na situação de pesquisa.

É importante ressaltar que as características mencionadas logo acima não devem ser vistas como regra e seguidas a cunho, pois o próprio entendimento do que é pesquisa qualitativa deve ter por trás uma visão de conhecimento que esteja em sintonia com procedimentos como entrevistas, análises de vídeos, etc. e interpretações.

Nesta interpretação, os dados de uma pesquisa são todos válidos para tentar expressar o resultado de uma pesquisa, então nesta perspectiva, as informações do tipo quantitativo, como gráficos e números, ou mesmo qualquer pesquisa que seja feita baseada em outra noção de conhecimento devem se consideradas. Desta forma, nesta pesquisa alguns dados foram expressos na forma de gráficos e porcentagem, mas as informações neles contido foram exploradas qualitativamente. Bogdan e Biklen explicam que:

embora os dados quantitativos recolhidos por outras pessoas (avaliadores, administradores e outros investigadores) possam ser convencionalmente úteis tal como foram descritos, os investigadores qualitativos dispõem-se à recolha de dados quantitativos de forma crítica. Não é que os números por si não tenham valor. Em vez disso, o investigador qualitativo tende a virar o processo de compilação na sua cabeça perguntando-se o que os números dizem acerca das suposições das pessoas que os usam e os compilam. [...] Os investigadores qualitativos são inflexíveis em não tomar os dados quantitativos por seu valor facial (BOGDAN e BIKLEN, p. 195).

Assim, dados quantitativos podem ser utilizados dentro de uma pesquisa qualitativa.

### 6.3 ANÁLISE TEXTUAL DISCURSIVA

A análise de dados e informações é um momento de grande importância para o pesquisador, nesta pesquisa utilizou-se a análise textual discursiva, que tem o caráter qualitativo e por estar de acordo com os objetivos desta etapa da pesquisa. A elaboração de um metatexto é o produto da análise textual discursiva, nesta perspectiva, existem inúmeras abordagens na interpretação do significado atribuído pelo autor e de outro nas condições de produção de um determinado texto.

A análise textual trabalha com textos ou amostras de discursos, materiais submetidos a análise que podem ter muitas e diferentes origens: entrevistas, registros de observações, depoimentos feitos por escrito por participantes, gravações de aulas, de discussões de grupos, de diálogos de diferentes interlocutores etc (MORAES, 2003). Este tipo de análise transita entre duas formas consagradas de análise na pesquisa qualitativa, que são a análise de conteúdo e a análise de discurso (MORAES, 2006).

Qualquer que seja a origem, os materiais são transformados em documentos escritos para então serem submetidos à análise. De acordo com Moraes (2003) o conjunto de textos submetidos à análise costuma ser denominado de *corpus* no qual o autor expõe:

O corpus da análise textual, sua matéria-prima, é constituído essencialmente de produções textuais. Os textos são entendidos como produções linguísticas, referentes a determinado fenômeno e originadas em um determinado tempo. São vistos como produtos que expressam discursos sobre fenômenos e que podem ser lidos, descritos

e interpretados, correspondendo a uma multiplicidade de sentidos que a partir deles podem ser construídos. (MORAES, 2003, p. 3).

Todo o processo de análise discursiva envolve identificar e isolar enunciados dos materiais submetidos à análise, categorizar esses enunciados e produzir textos, integrando neles, descrição e interpretação, e utilizando como base de sua elaboração o sistema de categorias construído (MORAES, 2003).

Segundo Moraes (2003), a análise textual é permeada por quatro focos básicos que permite a análise, sendo que os três primeiros compõem um ciclo, no qual se constituem como elementos principais: 1. Desmontagem dos textos; 2. Estabelecimento de relações; 3. Captando o novo emergente; 4. Um processo auto-organizado.

O primeiro foco está relacionado à desmontagem do *corpus* a ser analisado. Conforme Moraes (2006), os textos são separados em unidades de significado, os quais foram expressos pelos alunos, sendo que tais unidades por si mesmas podem gerar outras unidades, baseando-se no referencial teórico adotado na pesquisa e nas interpretações feitas pelo pesquisador. Todos os passos devem ser feitos de forma a compreender melhor o texto, interpretando os significados expressos.

No segundo foco, são apresentadas as relações e as semelhanças existentes entre essas unidades, ou seja, um processo denominado de categorização. Combinar e classificar as unidades, classificá-las em categorias, exige muita atenção e interpretação por base do pesquisador e deve ser feita intensamente.

O terceiro foco que fecha este ciclo é a realização de um metatexto, Moraes (2003) afirma ser este, um esforço em explicitar a compreensão, que se apresenta como produto de uma nova combinação dos elementos construídos ao longo dos passos anteriores. Crítica, compreensão e validação são exemplos de tópicos que devem ser enfocados.

Nesta perspectiva, para realização do metatexto, o pesquisador pode construir a estrutura básica de um texto ou mesmo produzir textos parciais para as diferentes categorias que, gradativamente poderão ser integrados na estruturação do texto como um todo.

Cada texto deve ser analisado gradativamente com repetitivas leituras do autor. Esta postura garante o processo auto-organizado referente ao quarto tópico e indica a presença de novas compreensões, podendo haver novas categorias e subcategorias, envolvendo resultados finais, criativos e originais.

Mais do que um conjunto de procedimentos definidos, a análise textual discursiva constitui metodologia aberta, caminho para um pensamento investigativo, processo de colocar-se no movimento das verdades, participando de sua reconstrução (SANTOS, 2002).

Como o ponto de partida da análise não foi um texto e sim um questionário, foi necessário agrupar as questões que continham conceitos semelhantes ou relacionados para exprimir algumas conclusões.

Assim, como exemplo desta pesquisa a primeira questão: “O que acontece quando se adiciona óleo de cozinha à água? Dissolvem-se? Proponha uma explicação”. Com base nas informações expressas pelos alunos na forma escrita, foi possível agrupar unidades de respostas, que foram aquelas que apareceram com mais frequência e a categorizá-las como no exemplo abaixo:

Categoria geral – Misturas

Unidades de respostas: *Heterogênea* (18 alunos), *Densidade* (35 alunos), *Óleo não dissolve na água* (9 alunos). *Concentração* e *polaridade* foram citadas por 4 alunos.

## 6.4 ETAPAS DESENVOLVIDAS NA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

### 1ª Etapa: CONCEPÇÕES PRÉVIAS

Determinou-se na primeira aula as concepções prévias de 44 alunos acerca dos conceitos de solubilidade, polaridade e interações intermoleculares, por meio da aplicação de um questionário contendo questões abertas e fechadas. As questões foram elaboradas buscando situações do cotidiano do aluno, como um sistema formado por água e óleo, o preparo do café, tintas, corantes conhecidos, entre outros que abordaram conceitos, que muitas vezes passam despercebidos por eles. As respostas foram analisadas pela técnica da Análise Textual Discursiva.

Nesta etapa o professor deve incentivar os alunos a responder as questões e se limitar ao máximo a responder qualquer questionamento que induza a alguma resposta.

### 2ª Etapa: MAPA CONCEITUAL

Construiu-se um mapa conceitual com o objetivo de nortear o planejamento da sequência didática sobre os conceitos: miscibilidade, misturas, polaridade e extração os quais foram identificados na etapa anterior. (mapa – apêndice B).

Neste ponto é bom lembrar que um mapa conceitual é específico para cada turma ou situação, e que quando usado pela organização de uma aula a elaboração do mapa está relacionada com a sequência de conceitos que o professor pretende apresentar aos alunos.

### 3ª Etapa: PREPARO DO EXPERIMENTO

Todas as experiências, de que consta a sequência didática, foram preparadas, adaptadas e previamente testadas no laboratório. Deu-se ênfase, nesta etapa, às condições de segurança, já que seriam utilizados solventes inflamáveis e às condições de visibilidade para experimentos executados de modo demonstrativo. Conforme o levantamento bibliográfico realizado inicialmente nesta pesquisa, verificamos a inexistência de trabalhos que abordam a adaptação do teste da proveta para determinar o teor de adulteração da gasolina com a semente da planta do urucuzeiro. Autores como Carvalho (1989) e Alves (2005) apresentaram em suas pesquisas, informações suficientes para que o professor-pesquisador adequasse o experimento.

Na execução do experimento utilizamos a proveta que é a vidraria utilizada nos postos de combustíveis, mas em sala de aula pode ser utilizado qualquer recipiente graduado.

Como a gasolina é volátil e tóxica, procurou-se uma maneira de expor os alunos ao mínimo possível dos vapores emitidos. A solução encontrada foi a utilização de pequenas quantidades de gasolina e a utilização de seringas descartáveis, minorando assim a emissão dos seus vapores. O professor-pesquisador resolveu deixar um frasco com cada um dos solventes fora da sala de aula e um aluno por grupo deveria ir aspirar ao conteúdo necessário e retornasse a sala de aula.

#### 4ª Etapa: ORGANIZADOR PRÉVIO

Foi possível chegar aos conhecimentos prévios dos alunos através de um questionário que foi avaliado pela técnica de análise textual discursiva. A partir disso, verificou-se que os alunos tinham conceitos relevantes e também conceitos errôneos. Então, foi necessária uma intervenção do professor, por meio de um material introdutório, antes do próprio material de aprendizagem.

Como a sequência didática desenvolveu-se com base na evolução dos conceitos teórico-práticos, nas aulas expositivas, realizadas com a utilização do quadro negro, foram abordados os conceitos de mistura, miscibilidade dos líquidos, sistema homogêneo, sistema heterogêneo, fases de um sistema e densidade. Já nas aulas experimentais, foram realizados procedimentos práticos baseados na experiência de determinação do teor de álcool etílico na gasolina, utilizada por nós como organizador prévio, e que constou basicamente dos seguintes materiais: 20 Seringas de 10 mL, 10 provetas de plástico de 50 mL e bastão de vidro e 100 mL de Solução aquosa de Cloreto de Sódio 10% (p/v).

Por essa experiência, o álcool etílico presente na gasolina é extraído por uma solução aquosa de cloreto de sódio 10 % (p/v). Pelo aumento do volume da fase aquosa pode-se determinar a percentagem do álcool presente na gasolina. Esta etapa foi desenvolvida em duas

aulas, sendo que a primeira constituiu-se de uma aula expositiva elaborada a partir do mapa conceitual, onde foram abordados os conceitos de mistura, polaridade das ligações e revisados os conceitos de ligação covalente. Seguiu-se, na próxima aula, a experiência de determinação do teor de álcool na gasolina.

#### 5ª Etapa: TEXTO SOBRE A ADULTERAÇÃO DA GASOLINA

Esta etapa teve duração de uma aula, na qual os alunos, individualmente, fizeram a leitura de um texto, preparado pelo professor-pesquisador, que simula uma reportagem que aborda a adulteração dos combustíveis. O texto narra a ação de um personagem fictício, que procura um posto de combustível e solicita que o frentista desenvolva o teste, para determinar o teor de álcool na gasolina. Não satisfeito, procura um profissional da química, para que lhe explique uma série de questionamentos a respeito dos conceitos envolvidos no teste. Após as devidas explicações, o profissional lhe faz alguns questionamentos que, pela dinâmica proposta à classe, devem ser respondidos pelos alunos.

Ao final da aula foi feita uma discussão do texto, com a participação de todos os alunos, sob a orientação do professor-pesquisador que atuou como moderador.

#### 6ª Etapa: EXPERIMENTO COM URUCUM

Esta etapa teve a duração de 2 aulas (quinta e sexta aulas) subdivididas em uma aula expositiva e uma aula prática, na qual a classe foi dividida em grupos de 5 alunos. Na aula expositiva, os alunos foram questionados sobre os conceitos já abordados e apresentados a novos conceitos, como: solubilidade e interações intermoleculares. Foram abordadas, também, informações sobre aspectos da planta urucum: histórico, tecnológico, econômico e químico por meio da leitura do texto de Franco (2008), adaptado pelo professor-pesquisador para a sequência didática.

Na aula prática os alunos verificaram, primeiramente, o comportamento das sementes do urucum na presença de água, álcool etílico e gasolina adquirida nos postos de combustíveis, porém, isenta de álcool. Esta etapa teve como objetivo permitir que os alunos comparassem a solubilidade dos corantes do urucum nos três solventes, daí a necessidade da purificação prévia da gasolina adquirida nos postos de combustíveis, isentando-a da presença de álcool etílico. A razão para a isenção do álcool etílico foi transmitida aos alunos, bem como a explicação do procedimento prático executado previamente.

Em seguida, foi repetido o procedimento utilizado como organizador prévio, descrito na 4ª etapa, agora adaptado pela presença dos corantes do urucum previamente extraídos pela

gasolina adquirida nos postos de combustíveis, contendo os teores recomendados de álcool etílico. O uso da gasolina corada tinha como objetivo facilitar a visualização das experiências em aulas demonstrativas e permitir, principalmente, que os alunos comparassem a eficiência da extração do álcool etílico e dos corantes inicialmente presentes na gasolina, pela solução aquosa de cloreto de sódio 10 % (p/v). Ao final das experiências, foi solicitado aos alunos que respondessem questões, que foram tabuladas, a respeito dos fundamentos teóricos das experiências, e propusessem novas adaptações, derivações, a partir do experimento original (4ª etapa – organizador prévio). Os alunos foram orientados para que em suas propostas, utilizassem os solventes originais, os corantes do urucum e as mesmas aparelhagens (tubo de ensaio, proveita, bastão de vidro, erlenmeyer). Solicitou-se, também, que essas propostas viessem encaminhadas de justificativas que se encontram incluídas na descrição destes procedimentos experimentais (apêndice G).

#### 7ª etapa: SITUAÇÃO PROBLEMA

Revisão dos conceitos apresentados e discussão das propostas sugeridas pelos alunos na etapa anterior (apêndice A). Finalmente, foi proposto aos grupos de alunos um novo questionário e que, ao final, redigissem um texto para uma nova situação problema que foi proposta pelo professor-pesquisador: prever e explicar o comportamento de um sistema composto por gasolina isenta de álcool etílico, de uma solução contendo corantes de urucum previamente solubilizados em uma mistura de álcool etílico e solução aquosa de cloreto de sódio 10% (p/v) (apêndice G).

Essas últimas etapas foram formuladas para atender o que Ausubel considera como evidência de compreensão significativa, no sentido de evitar a simulação da aprendizagem significativa, isto é, a formulação de novas questões e problemas como objeto de avaliação pelos alunos (MOREIRA, 1999).

Nesse sentido, a questão formulada na 7ª etapa, refere-se a possibilidade de extração pela gasolina, isenta de álcool etílico, dos corantes agora presentes em uma solução contendo álcool etílico e solução aquosa salina, o que corresponde ao reverso do procedimento original de que consta o Organizador Prévio.

#### 8ª etapa: ANÁLISE DOS RESULTADOS

Foram analisadas as respostas dos alunos e elaborada a conclusão do trabalho por parte do professor-pesquisador.

#### 9ª etapa: Avaliação da sequência didática

## 7 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 7.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O conceito de forças intermoleculares está relacionado às condições de se obter maior ou menor solubilidade dos componentes de um determinado sistema.

O conceito de solubilidade, embora esteja presente no dia-a-dia das pessoas, assim é o ato de adoçar o café, de preparar o chimarrão ou tereré - bebidas típicas da região – nas quais as diferenças se baseiam na granulometria da erva e na temperatura da água, ao extrair mais (água quente) ou menos (água gelada) os componentes da erva-mate.

As interações entre as moléculas ocorrem a nossa volta todo o tempo: um pintor utiliza querosene para limpar o pincel; uma manicure quando retira esmalte das unhas utilizando acetato de etila; o ato de lavar um prato sujo de gordura, utilizando sabão ou detergente; o simples fato de um inseto sobrenadar quando pousa em um copo com água.

Segundo Ausubel, Novak e Hanesian, (1980), o conhecimento das concepções que as pessoas, nesse caso os alunos que participaram da pesquisa, trazem de suas vivências do dia-a-dia, constitui, para o professor-pesquisador, um rico material que embasará toda uma sequência didática, no sentido de transformar esse saber cotidiano em saber científico.

Nessa “transformação”, pode-se dizer que, para os alunos, os materiais de laboratório são comparados aos materiais utilizados no dia-a-dia como o coador de café, que pode ser comparado com o funil com papel de filtro; a colher com a espátula ou o bastão de vidro e o béquer assume a função da chaleira no fogo ou a cuia do chimarrão. Se estiver de trabalhar com um solvente inflamável, como álcool etílico, as condições de segurança passam a ser um componente fundamental, no qual a chapa de aquecimento substitui o fogão, constituindo um feed-back para a sua vida diária.

Os pressupostos da Teoria Construtivista de Ausubel, além do conhecimento prévio dos subsunçores, sugerem a utilização de organizadores prévios, pois ajudam o aluno a reconhecer o que elementos dos novos materiais de aprendizagem podem ser significativamente aprendidos, pois sua principal função é preencher o hiato entre aquilo que o aprendiz já conhece e o que precisa conhecer (AUSUBEL, NOVAK e HANESIAN, 1980).

## 7.2 ESCOLHA DO ORGANIZADOR PRÉVIO

Outro fator que reforça a utilização do teste, como organizador prévio, deve-se aos resultados dos trabalhos de Dazzani (2003), que aponta a importância deste experimento, por permitir o estudo e estabelecer relações entre as propriedades físicas e químicas dos materiais:

A interpretação dos fenômenos que ocorrem durante o experimento, considerando a estrutura das moléculas envolvidas, também pode ser explorada para permitir ao aluno estabelecer relações entre as propriedades físicas e químicas dos materiais (DAZZANI, 2003, p. 01).

Neste sentido, o “teste da proveta” foi selecionado como uma ferramenta importante na discussão de conceitos de interação em misturas de líquidos imiscíveis.

Toda a seqüência de práticas demonstrativas e participativas de que consta o material didático preparado baseou-se, com pequenas variações, no teste acima mencionado, utilizando um conjunto simples de vidrarias e de operações, entremeado a parte teórica das aulas, perfazendo sempre um período de no máximo 50 minutos – o tempo de cada aula.

O teste da presença de álcool etílico na gasolina ou “teste da proveta” realizado pelos postos de combustíveis, quando solicitado pelo consumidor, baseia-se na maior miscibilidade do álcool etílico na água, quando comparada a da gasolina. A Agência Nacional de Petróleo (ANP) descreve o método realizado: O teste de teor de álcool presente na gasolina, conforme disposto na Resolução ANP nº 9, de 7 de março de 2007, é feito na presença de uma solução aquosa de cloreto de sódio<sup>6</sup> (NaCl) na concentração de 10% (p/v), e consiste em adicionar, em uma proveta de vidro de 20 mL, previamente limpa, desengordurada e seca, uma amostra de 10 mL de gasolina contendo teores de álcool etílico (Figura 9A). A esta gasolina é adicionada uma solução aquosa de cloreto de sódio de 10% (p/v), até completar o volume de 20 mL da proveta. Em seguida, tampa-se a proveta e os líquidos são misturados por meio de 10 inversões sucessivas da proveta, evitando agitação enérgica. Após a agitação, o material é deixado em repouso por 15 minutos, a fim de permitir a separação completa das fases (Figura 9B). Anota-se o volume final da fase aquosa, em mililitros, de tom transparente, que deve conter o álcool etílico extraído, e que se encontra na parte inferior da proveta; fase da gasolina, de tom levemente amarelado, fica na parte superior do frasco.

---

<sup>6</sup> Como verificado na página 19 – interação íon dipolo – quando ocorre o processo de dissolução do cloreto de sódio em água, há dissociação e formação dos íons sódio e cloreto. Como a molécula de água possui em sua estrutura uma densidade de cargas positivas e negativas, esta será polarizada pela presença dos íons em solução. Então, o uso da solução aquosa de cloreto de sódio ao invés de água destilada, no teste de adulteração da gasolina, permitirá uma maior interação entre a solução aquosa e o álcool presente na gasolina, com o consequente aumento do volume da fase aquosa.

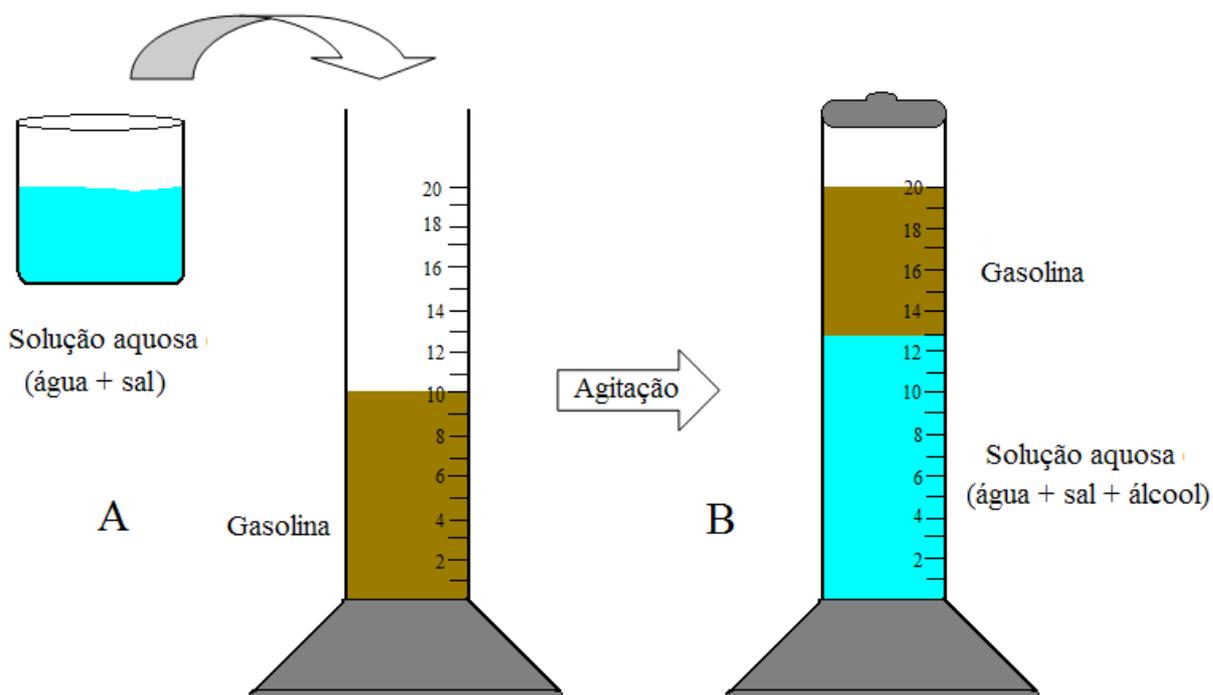


Figura 9: Determinação de teor de álcool na gasolina.

Deste modo, ao se adicionar um determinado volume de gasolina, (Figura 9), contendo álcool etílico, a certo volume da solução aquosa de cloreto de sódio 10 % (p/v), observa-se uma redução aparente do volume da gasolina, com correspondente aumento do volume da fase aquosa que corresponde à percentagem de álcool etílico originariamente presente na gasolina, agora extraído pela água por força de uma maior interação entre as suas moléculas, via interações intermoleculares, das quais a principal é a ligação de hidrogênio.

Como exemplo de cálculo, referindo-se a Figura 9, verifica-se que o volume da fase aquosa aumentou de 3 mL, e a partir dessa diferença de volumes é possível calcular que a gasolina continha 30 % de álcool etílico, o que configura uma adulteração, pois conforme a ANP, desde o dia 1º de julho de 2007, (ANP, 2009) o percentual obrigatório de álcool etílico na gasolina é de 25%, sendo que a margem de erro é de 1% para mais ou para menos.

A utilização dos solventes inflamáveis, com odor pronunciado como a gasolina, requereu uma abordagem sobre o manuseio seguro desses materiais, extensivo ao dia-a-dia, e restringiu o seu uso a quantidades estritamente necessárias para o bom desempenho da atividade.

A dificuldade na visualização da distinção da água e álcool etílico – incolores – e da gasolina, levemente amarelada, para cerca de 45 alunos, foi contornada, a partir da utilização dos corantes provenientes do urucum.

As sementes de urucum, *Bixa orellana L.* amplamente utilizadas na região como tinctura, inclusive pelos índios da reserva de Dourados, produz corantes de cor vermelha intensa, principalmente quando extraídos por solventes apolares, como a gasolina.

Esta propriedade permitiu importantes variações, enriquecendo didaticamente o teste inicial utilizado como organizador prévio, sendo amplamente utilizada na sequência das atividades experimentais.

A utilização do corante de urucum no experimento base permitiu uma maior reflexão, discussão e propostas de novas atividades sobre os conceitos de polaridade, sempre acompanhadas pela análise das respostas dos alunos e foram utilizadas, de acordo com Ausubel, como forma de avaliar a aprendizagem.

### 7.3 ANÁLISE DAS RESPOSTAS AO QUESTIONÁRIO INICIAL

A primeira etapa refere-se à aplicação de um questionário a 43 alunos para averiguar as concepções dos estudantes e informações relevantes a respeito de interações intermoleculares. Aqui são apresentados a organização e o agrupamento das respostas dos alunos, formando assim, as categorias e subcategorias das unidades de conceitos presentes nessas respostas que foram analisados por meio da mediação da técnica de análise textual discursiva.

#### 7.3.1 Organização e agrupamento das respostas do questionário

Questão 1: O que acontece quando se adiciona óleo de cozinha a água? Dissolvem-se? Proponha uma explicação.

Categoria geral referente a esta pergunta foi o conceito de Misturas e as unidades respostas foram: *Heterogênea* (18 alunos), *Densidade* (35) e Óleo não dissolve na água (9), *Concentração* e *polaridade* foram citadas por 4 alunos.

Questão 2: No popular café é encontrado uma substância que é chamado de cafeína. Esta substância é extraída do pó do café quando preparamos o café na cozinha de nossas casas. Em qual momento essa substância é extraída? Isso quer dizer que a cafeína é solúvel em água?

Categoria geral: Solubilidade. Foram elaboradas três subcategorias com as unidades temáticas de respostas correspondentes: Subcategoria Mudança de Estado Físico - unidade temática das respostas: *Fusão* (6 alunos), *Vaporização* (9 alunos). Subcategoria Métodos Físi-

cos - unidade temática das respostas: *Quando o café é moído* (1 aluno), *Filtração* (13 alunos). Subcategoria Solubilidade em Água - unidades temáticas: *Cafeína solúvel em água* (18) e *Adição de água* (18). Outras respostas tais como, *Vaporização*, *Moagem do café*, *Conferir gosto* e *ausência de respostas* totalizaram 6 alunos.

Questão 3: Na gasolina atual, existe uma porcentagem de álcool etílico dissolvido. É possível separar essa quantidade de álcool da gasolina. Como você acha que é possível essa separação?

Categoria geral: Possibilidade de separar foi subcategorizada em *Possibilidade de separação* e *Processos empregados*. Subcategoria possibilidade de separar: *Sim é possível separar Afirmativa* (17 alunos) e *Não é possível separar* (6). Subcategoria Processos empregados: *Destilação* (24). *Equipamento apropriado*, *Filtração*, *Fermentação*, *Polaridade* totalizando 5 alunos.

Questão 4: Quando um pintor termina de pintar uma casa ou uma peça com tinta a óleo, ele coloca o pincel imerso em água rász, thinner ou querosene. Se ele lavasse com água, conseguiria remover a tinta do pincel? Sim ou não? Por quê?

Categoria geral: Miscibilidade que foi desdobrada em três subcategorias: *Líquidos imiscíveis*, *Propriedades específicas* e *Outras menções*. Subcategoria Líquidos Imiscíveis: *O óleo não se dissolve em água* (12 alunos) e *Água e tinta óleo não se misturam* (4); Subcategoria Propriedades específicas: *A água não tem a substância necessária para remover* (12); *Não, pois não tem mesma Polaridade* (6) e *A água não é tão forte para limpar o pincel com a tinta* (3). - Subcategoria Outras menções: *Negativa* (8). Respostas como: *Pode remover só um pouco* e *Depende da qualidade da tinta*, foram citadas por 3 alunos.

Questão 5: O que são moléculas polares e moléculas apolares?

Várias respostas foram categorizadas. Como conceitos gerais foram categorizados os conceitos de Molécula Polar e Apolar. Para o conceito de Molécula Polar, foram enunciadas as unidades temáticas de respostas: *União de moléculas ou substâncias* (5 alunos), *Moléculas finas* (1), *Sobra elétrons* (1), *Elétrons a mais para fazer ligação* (1). *Mudança de estado físico* (1), *Polar é da neve* (1), *Base* (1), *Polar dissolve polar* (1), *Pólo positivo* (2). Não responderam 29 alunos.

Na categoria de Molécula Apolar, as unidades temáticas de respostas foram: *União de moléculas ou substâncias* (5), *Moléculas quentes* (1), *Não sobra elétrons* (1), *Elétrons a menos para fazer ligação* (1), *Mudança de estado físico* (1), *Ácido* (1), *Pólo negativo* (2). Não responderam 29 alunos.

Questão 6: Alguns tipos de corantes podem ser extraídos de plantas, flores ou casca de árvores. Cite algum exemplo, alguma maneira em que poderemos extrair um corante em um dos exemplos (de plantas, flores ou casca de árvores).

Categoria geral: Corantes e Extração, desdobradas em três subcategorias: *Plantas e Árvores Conhecidas*, *Método de Extração* e *Outras menções*. Subcategoria Plantas e Árvores Conhecidas - unidades temáticas de respostas: *Colorau* (25 alunos) e *Outras Árvores e Plantas* (15). *Violeta*, *Sangra d'água*, *Carnaúba*, *Açafrão*, *Angico* e *Pau-Brasil* (10 alunos). Subcategoria Método de Extração: *Maceração* (7), *Adicionar água quente* (5); - Subcategoria Outras menções: *Não responderam* (7 alunos).

### 7.3.2 Metatexto

A análise das respostas dos alunos ao questionário por meio da técnica de Análise Textual Discursiva permitiu definir as seguintes categorias: Misturas (primeira questão), Solubilidade (segunda questão), Métodos de Separação (terceira questão), Extração e Miscibilidade (quarta questão), Polaridade (quinta questão) e Corantes conhecidos (sexta questão).

Atkins (2006) descreve o conceito de dissolução, como sendo a capacidade de uma substância permear entre a outra, até atingir um estado de saturação do sistema, onde não será mais possível verificar a homogeneidade entre si, resultando em uma solução homogênea para os componentes, que pode estar presente nos estados sólido, líquido e gasoso.

Solubilidade é definida por Silva (2004), como a concentração de soluto dissolvido a temperatura e pressão específica, ou seja, a quantidade máxima de um soluto que pode ser dissolvida em um solvente específico. No entanto, existem fatores que influenciam a solubilidade, tal como o tamanho molecular ou iônico, a polaridade ou forças intermoleculares.

Alguns livros didáticos (BIANCHI, 2005; FELTRE, 2007; PERUZZO, 2003; NÓBREGA 2005), antes de apresentar o significado de solubilidade, também apresentam o conceito microscópico de dissolução: “Dissolução está associado à disseminação dos agregados atômicos de uma substância nos agregados de outra, formando uma mistura homogênea” (NÓBREGA, 2005).

No entanto, livros didáticos estabelecem a regra geral “semelhante dissolve semelhante”, por exemplo: uma substância polar tende a dissolver-se (soluto) em outra substância polar (solvente), entendendo que uma substância é mais solúvel naquele solvente com o qual é mais estreitamente relacionada em termos de forças intermoleculares.

Nos argumentos verificados, no que se refere à imiscibilidade do sistema óleo e água, puderam ser destacados os seguintes conceitos, devido à densidade (78,5%), formação de mistura heterogênea (38,6%) e miscibilidade (20,5%), sendo que 27,2% utilizaram em conjunto os conceitos de mistura heterogênea e densidade, e 11,4% os conceitos de densidade e miscibilidade. Menos que 10%, mencionaram a polaridade, o que reforça a informação de que somente quatro professores de química, do município de Dourados, abordam esse conceito no tema de interações intermoleculares.

Avaliando as justificativas dos alunos, para que o óleo e a água não se misturem, verifica-se a relação existente entre os conceitos de densidade, aqui entendido em seu aspecto de mais ou menos denso e viscoso. Desse modo, o fato da água e do óleo apresentarem diferentes densidades (mais ou menos denso), é o fator determinante para a formação de uma mistura heterogênea.

*Ao adicionar o óleo em água, o óleo menos denso flutua, ou seja, acontece a mistura heterogênea, ela não se mistura.*

Acredita-se que esse conceito de densidade, ao pressupor aspectos de leveza, de flutuar (menos denso), e de peso (mais denso): “o mais leve flutua, enquanto o mais pesado fica no fundo do recipiente, sem interagirem entre si, formando um sistema heterogêneo”, aliado aos conceitos científicos de densidade, mal compreendidos, induzem a uma série de interpretações conflitantes entre si, como se observa nas respostas de dois alunos:

*- O óleo fica em cima da água. O óleo é mais denso que água então eles não podem se misturar, ou o óleo fica em cima ou fica embaixo. Porque o óleo não se dissolve na água.*

*- Pode se misturar mas não forma uma coisa só, ou seja, podemos ver o óleo e a água, eles não formam 1 coisa só, o óleo fica em cima e a água embaixo, devido a densidade do óleo.*

Conclusões semelhantes expressam Rossi e colaboradores (2008), para quem os alunos, tanto do ensino médio, quanto do ensino superior, demonstram dificuldades na aprendizagem do conceito de densidade, demonstrando que tal conceito não constitui uma propriedade da matéria e sim um fator a mais, que contribui para a separação de fases de um sistema heterogêneo. A mesma autora ainda aponta que as possíveis causas para isso residam nos próprios livros didáticos, que geralmente apresentam sistemas homogêneos e heterogêneos enfocando mais os exemplos de líquidos:

A abordagem comum de alguns livros didáticos brasileiros, com exemplos centrados na descrição de um líquido misturado com outro líquido ou com um sólido e o tra-

tamento da densidade com modelos matemáticos, pode reforçar essa situação. (ROSSI et al., 2008, p. 3).

Peterson-Chin (2004 *apud* Rossi et al., 2008) defendem a ideia de que experimentos que envolvem materiais do cotidiano dos alunos, “*oportunizam e destacam o caráter intensivo da densidade e minimiza confusões com o conceito de massa*”, realçando assim subsídios para inspirar novas abordagens para o ensino do conceito de densidade.

Ademais, segundo esses autores, os livros didáticos, ao privilegiarem o ensino da densidade por meio da resolução de problemas matemáticos, não enfatizam os seus aspectos conceituais e propõem como forma de contornar tais dificuldades, a abordagem conjunta dos conceitos de polaridade, interações intermoleculares, densidade, miscibilidade e solubilidade.

Nesse aspecto, somente três alunos relacionaram a não miscibilidade do sistema óleo-água com conceitos de polaridade, ligando-os aos conceitos de mistura e solubilidade, muito embora, erradamente, atribuindo característica apolar a água.

*Não porque o óleo é insolúvel em água, para podermos dissolver uma substância a outra ou misturar as duas devem ser polares ou apolares, no caso da água é apolar deveria misturar com uma substância apolar.*

Segundo Farias (2006) a polaridade de uma molécula e sua geometria são fatores que influenciam nas propriedades e características das substâncias como, por exemplo, solubilidade, ponto de fusão, ponto de ebulição, estado físico, entre outros. No entanto, não é uma tarefa simples discutir polaridade de uma molécula no ensino médio, pois como diz esse autor, esse conceito relaciona-se a vários outros, como geometria da molécula, eletronegatividade e concentração de cargas, que conferem a molécula gradações diferentes de polaridade.

O fato de que cerca de 65,9% dos alunos não responderem ao questionamento sobre o que são moléculas polares e moléculas apolares, evidencia o desconhecimento do conceito, destacando-se a relação de proximidade e agrupamento de moléculas e outras noções vagas de interação e presença de pólos:

*- Polares são moléculas unidas em um só recipiente, apolar mais de uma moléculas juntas.*

*- Molécula polar: moléculas que estão juntas. Moléculas apolar: moléculas que estão separadas*

*- Polares – são todos aquelas que tem um tipo de substâncias que se dissolve com as polares. Apolares são aquelas que se dissolve em apolares.*

*- Me lembro que polar, parece ter algo negativo pólo, apolar positivo e não possui pólo.*

Questionados se a água poderia remover a tinta a óleo dos pincéis, após o seu uso em pinturas, os alunos foram unânimes em responder que não e elencaram explicações utilizando os conceitos de que a água não se dissolve no óleo, *"porque óleo não mistura com água então a água não consegue remover o óleo"*, ou *"porque o óleo não se dissolve em água ou seja, por mais que passamos água ou tinta não remove"*.

Aqui fica evidenciado que a abordagem das razões que impedem a água de remover a tinta a óleo dos pincéis deve envolver conjuntamente os conceitos de mistura, solubilidade e de densidade, pois o *"...óleo possui uma densidade que não se dilui em água, por isso que a água não conseguiu retirar o óleo das mãos"*.

Analisando ainda o questionamento sobre a remoção da tinta a óleo dos pincéis pela água, ressalta as concepções dos alunos sobre a natureza da água e sua pureza, pois *"... a água não contém as substâncias necessárias para remover a tinta óleo"*, haja visto que *"é uma substância simples"*, enquanto que os produtos mencionados na questão como água ráz, *"...thinner, querosene não é uma substância pura"*.

Nesse sentido, *"... há várias misturas de substâncias químicas capazes de retirar a tinta"* que *"... já são feitos especialmente para isso e possui álcool e outros compostos também que são próprios para tirar a tinta do pincel e a água não possui esses compostos"*.

A análise de outras respostas como: *"a água não penetra no óleo"*, *"... porque a tinta é uma substância forte não solúvel em água, somente com outra substância "thinner" forte para removê-la"* pois *"... a substância da água não é tão forte para limpar o pincel com a tinta"*, indica uma abordagem animista de força, presente na água ráz, thinner ou querosene, porém ausente na água e que é necessária para o início do processo de remoção da tinta a óleo do pincel.

O animismo foi estudado por Bachelard (1996) e foi caracterizado como um dos principais obstáculos a aprendizagem significativa.

Com a idéia de substância e com a idéia de vida, ambas entendidas de modo ingênuo, introduzem-se nas ciências físicas inúmeras valorizações que prejudicam os verdadeiros valores do pensamento científico (BACHELARD, 1996, p. 20).

No ensino de ciências, mais especificamente no de química e física (BACHELARD, 1996), por tratar de conceitos abstratos, percebe-se a utilização marcante dos obstáculos animistas, principalmente pelo professor ao utilizar termos personificadores, o que acaba por levar o aluno à interpretação animista. Mesmo sendo apresentados os termos corretamente,

muitos alunos articularam as informações recebidas e para tentar memorizá-las, simplificando a fala do professor, os utilizaram:

*- Professor, então eu posso dizer que o álcool que estava dissolvido na gasolina resolveu ir para a solução de NaCl? [grifo nosso].*

O processo de extração é um método de separação, a partir de uma mistura de substâncias, pela ação de um solvente que mantém com o soluto, propriedades físico-químicas similares, como solubilidade que é um conceito diretamente relacionado à polaridade das moléculas. Entretanto, 79,5 % dos alunos, indicaram que no processo de se obter a bebida café, a cafeína é extraída pela solubilização em água quente, no momento em que esta entra em contato com o pó do café, não relacionando quaisquer outras propriedades envolvidas neste processo, conforme relatos:

*- Ela é extraída no momento em que adicionamos a água.*

*- No momento em que a água quente é colocada em contato com o pó, então quer dizer que a cafeína é solúvel em água quente. Ou a cafeína é extraída na que o café está sendo coado.*

Outros relatos (13,6 %) pressupõem uma fase intermediária de fusão da cafeína devido ao aquecimento:

*- Ao passar o café a cafeína encontrada sólida e transforma em líquido isso podemos dizer que ela passou pelo processo de fusão.*

*- A substância é obtida quando misturamos a água quente ao pó de café, onde ocorre o processo de fusão. Assim podemos concluir que a cafeína também se dissolve quando misturamos água.*

No que se refere a possíveis métodos de separação do álcool com a gasolina, os alunos utilizaram os conceitos de destilação fracionada citando as refinarias de petróleo. Quarenta e oito por cento (48%) dos alunos mencionaram o processo de destilação ou vaporização do álcool que lembra esta técnica. Essa alta percentagem relativa a técnica de destilação, pode ser explicada pelo conhecimento que já dispunham sobre o processo de refino de petróleo, tema abordado no início do ano letivo.

*- Sim, um exemplo disso podemos visualizar quando é preparado o petróleo que é extraído gaz natural gasolina, no caso da separação deveríamos pensar que quando aquecemos o quer for mais volátil vai evaporar sendo assim, podemos separar sim.*

*- Sim, a separação é feita pelo processo de destilação ou quando fervemos pois o álcool evapora e a gasolina fica pura.*

Somente 13,6% dos respondentes, informaram que não seria possível a separação, pois álcool e gasolina formam uma mistura homogênea. Quatorze por cento (14%) dos alunos não responderam ao questionamento.

Não foi mencionado o processo de extração do álcool etílico pela adição de água a mistura gasolina-álcool etílico, cujo princípio é utilizado pelos postos de gasolina, na demonstração dos teores de álcool etílico adicionado a gasolina. Esse processo, ao utilizar situações do cotidiano, é recomendado por Rossi e colaboradores (2008), para a abordagem do conceito de densidade, e segundo a nossa proposta servirá de ancora para discussões, em sala de aula, dos demais conceitos já mencionados: polaridade, interações intermoleculares, solubilidade e miscibilidade.

Em relação aos corantes que podem ser extraídos das plantas, 57% dos alunos citaram o urucum e o colorau. O colorau é o nome do produto comercializado, feito de uma mistura rica em fubá (90%) contendo o pó pigmentoso retirado, por diferentes processos da semente do urucum. Muitos alunos nomeiam e demonstram pelos seus relatos, que as sementes e o seu corante lhe são familiares, sendo que 20 % dos alunos manifestaram conhecimento sobre o processo de extração do pigmento vermelho do urucum, demonstrando conhecimento prático, ao utilizar a maceração seguida de adição de água:

*- Conheço um corante bem conhecido também usado pelos indígenas é o coloral, também chamado de Urucum, é retirado de uma árvore, fica em uma cápsula produzindo sementes vermelhas que amassadas ou expostas em água produzem uma tinta clara e fraca de cor vermelha, usado como pintura, tinta e até mesmo para dar coloração a alguns alimentos. Basta somente molhar par surgir a cor vermelha.*

*- Você pega o coloral e macera bem e coloca um pouco de água, vira um corante vermelho.*

*- ...primeiro macera a semente e é só colocá-la a onde se deseja, mas se for em uma substância com alta temperatura a solubilidade será maior.*

Esse conhecimento prático fica mais evidenciado ao se analisar outras respostas que mencionam os efeitos do aquecimento da água e da trituração das sementes para se obter maior rendimento de extração: “Aumentando a superfície de contato e dissolvendo em meio líquido.”

Por meio do questionário, aplicado aos alunos e da análise das suas respostas, foi possível averiguar as concepções dos alunos, adquiridas ao longo do ensino médio e em convivência em sociedade, possibilitando a demonstração de suas habilidades de formular hipóteses, interpretar, analisar e compreender os questionários solicitados. O conhecimento cotidiano, como afirma Gomes-Granell (1998), é decorrente da experiência social, adquirido mediante a vivência e a participação nas atividades habituais e culturais pertencentes ao contexto social do aluno.

Nesta mesma vertente, durante a análise do corpus da pesquisa, um conceito marcante foi o de densidade, pois foi utilizado por muitos alunos, como modo de comparar substâncias no sentido de que *“a água é mais pesada do que o óleo”* e não é vista como uma propriedade específica de cada substância.

Além das observações discutidas na presente análise, foram identificados os conceitos: solubilidade mistura homogênea, mistura heterogênea e substâncias com propriedades distintas, que, por estarem bem definidos na estrutura cognitiva dos alunos, foram utilizados como subsunção na presente sequência didática.

A postura do professor durante os questionamentos foi de incentivar, articular e promover o conhecimento científico e a devida utilização dos termos químicos durante as discussões desenvolvidas em sala de aula.

#### **7.4 ANÁLISE DAS RESPOSTAS - O ORGANIZADOR PRÉVIO**

Para realização da atividade experimental de determinação do teor de álcool na gasolina (Organizador Prévio - 4ª etapa da metodologia), a sala foi dividida em 10 grupos com cerca de 4 alunos por grupo. Cada grupo recebeu os seguintes materiais: proveta de plástico de 100 mL, seringa de plástico de 10 mL e um recipiente de vidro com tampa rosqueada contendo a gasolina (Figura 10). Antes do início do experimento, o professor-pesquisador ressaltou os cuidados e as precauções necessárias. Como a escola não dispõe de laboratório de química para a realização do experimento, foi escolhida uma sala de aula bem ventilada, dispondo de amplas janelas.

Para o início do experimento, foi solicitado aos alunos que aspirassem, com auxílio da seringa, 10 mL de gasolina e os transferissem para a proveta. Somente neste momento o recipiente que continha a gasolina foi aberto e um aluno de cada grupo aspirou o volume de gasolina necessário, voltando a ser tampado novamente. Paralelamente, outro aluno, de cada gru-

po, utilizando uma nova seringa, aspirou 10 mL de solução aquosa de cloreto de sódio 10 % (p/v). Em seguida foi solicitado que todos os grupos transferissem, cuidadosamente, para uma proveta, inicialmente a gasolina, contida na primeira seringa, e logo após, a solução aquosa de cloreto de sódio, contida na outra seringa e agitassem cuidadosamente a mistura, com auxílio de um bastão de vidro. Após a agitação, a proveta foi tampada com uma rolha de cortiça permanecendo o sistema em repouso. Durante este período, no qual se verificou a separação das fases: a) fase superior, contendo a gasolina e b) fase inferior, formada pela solução aquosa de cloreto de sódio e álcool etílico, o professor-pesquisador explora este momento, solicitando que os alunos analisem, formulem hipóteses e discutam o fenômeno que ocorre no interior da proveta, esperando que eles relacionem as suas observações com os conceitos abordados na primeira aula da 4ª etapa da metodologia.

Mortimer e Machado (1997), Richmond e Striley (1996) e Driver e Newton (2000) falam da importância desse momento para a aprendizagem de ciências, tanto do ponto de vista conceitual, a partir do domínio da linguagem científica, quanto do ponto de vista epistemológico, compreendendo sua construção social, a partir das argumentações dos alunos que geram discussões e conflitos de ideias, mediadas pelo professor.

Abaixo transcrevemos alguns relatos dos alunos:

*-Professor, não vejo nada de diferente, a água e a gasolina continuam aqui da mesma cor.*

*- tem alguma coisa diferente.... parece que tem mais água do que antes.*

*- já sei... a parte do álcool que estava na gasolina passou para a água.*

*- Então quer dizer que o álcool que estava na gasolina passou para a água, pois ele [o álcool] sentiu atraído pela água?*

*- já sei tem haver com polar e apolar... a parte polar da água atraiu a parte polar o álcool, seria isso professor?*

Em seguida foi solicitado que calculassem a percentagem do álcool contido na gasolina, obtendo como resultado o valor aproximado do teor de álcool que corresponde ao determinado pela ANP.



Figura 10: Materiais e reagentes utilizados no experimento

Após a utilização do organizador prévio foi realizada a leitura da reportagem fictícia (transcrita abaixo) preparada pelo professor-pesquisador (5ª etapa da metodologia), os alunos responderam ao questionário ao final da leitura. O título do texto deve-se pelo fato da adulteração da gasolina, ser o ponto inicial para discussão dos conceitos apresentados ao final a leitura.

### ***Adulteração da gasolina***

*Seu Carlos é um senhor de 52 anos, e todo dia pela manhã lê o jornal impresso que recebe em sua casa. Na primeira folha do jornal lê a seguinte manchete: “Aumento da mistura de álcool na gasolina”. A reportagem chama a sua atenção e ele, então, folheia o jornal até a página que comenta sobre a manchete inicial. Durante essa leitura, observa que o governo autorizou o aumento de 23% para 25% de álcool etílico anidro na gasolina distribuída no mercado nacional. Na mesma reportagem, o autor da matéria relata os possíveis danos que um carro, com a gasolina acima desses percentuais, pode apresentar. Justamente, o carro de seu Carlos, anda apresentando as mesmas alterações que consta da reportagem, ou seja, rendimento insatisfatório do veículo, com perda de potência do motor, e aumento do consumo de combustível.*

*Como sempre abastece no mesmo posto de combustível, o Sr. Carlos procura o frentista para conferir a qualidade da gasolina. Solicita, então, que*

o frentista realize o “teste da proveta”, que é indicado pela Agência Nacional de Petróleo (ANP) para determinar o teor de álcool presente na gasolina.

Durante o teste, o Sr. Carlos fica surpreso de como o volume da fase aquosa (água + álcool) aumentou quando entrou em contato com a gasolina. Entusiasmado, ele vai logo perguntando, ao frentista, o motivo do aumento desse volume, no entanto, o frentista não consegue explicar a razão para o que foi observado.

Após realizar o teste e calcular os valores, percebem que a porcentagem é de 23 %, estando dentro, portanto, dos limites permitidos pela ANP.

Curioso, como sempre, o Sr. Carlos vai até a casa de um amigo, químico, e solicita que o amigo lhe explique o teste. Após as devidas explicações, nas quais apresenta as razões para o álcool ter sido extraído pela água, o amigo procurando verificar se o Sr. Carlos realmente conseguiu assimilar o que acabara de ouvir; lhe faz o seguinte questionamento:

1 - Por que o álcool foi extraído pela água?

2 - Se colocasse em uma proveta, querosene + gasolina + água:

a) essa mistura de substâncias formaria um sistema heterogêneo ou homogêneo?

b) a água poderia extrair o querosene (que estava, inicialmente, dissolvido na gasolina)? Por quê?

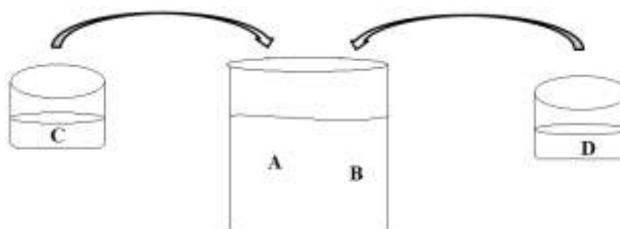
Obs. O querosene e a gasolina pura são constituídos de moléculas de hidrocarbonetos que são apolares, já a água é constituída de moléculas polares.

3 – Em uma mistura homogênea de duas substâncias, A (polar) e B (polar), responda:

a) O que acontece se for adicionado a esta mistura uma substância C (apolar)? Por quê?

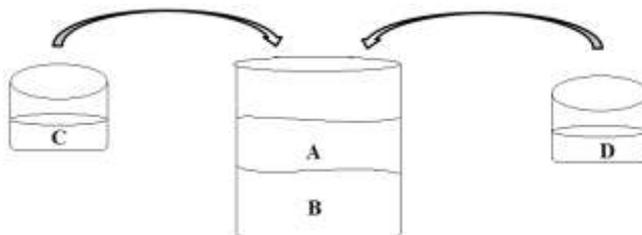
b) O que acontece se for adicionado a esta mistura uma substância D (polar)? Por quê?

Veja o esquema para essa questão



4 – Em uma mistura heterogênea de duas substâncias, A (polar) e B (apolar), o que acontece se for adicionado ao mesmo tempo uma substância C (apolar) e uma substância D (polar)?

Veja o esquema para essa questão



Pelo que consta na reportagem os alunos devem responder as perguntas que o profissional de química faz para o senhor Carlos.

A análise do questionário foi permeada pela teoria de Ausubel, considerando a organização conceitual da estrutura cognitiva, bem como os argumentos que apresentam reconciliação integrativa e diferenciação progressiva. A partir disto foram elaborados os critérios descritos no Quadro 3:

Quadro 3: Critério para classificação das respostas do questionário aplicado após o procedimento experimental – organizador prévio

Correta	Respostas ou argumentações com organização hierárquica e coerente com os conceitos científicos apresentados em sala de aula. Foram consideradas, também como corretas, as respostas que não comprometeram o conceito destacado. Exemplo: utilização de conceitos de polaridade e abandono da explicação em torno da densidade das substâncias envolvidas.
Parcialmente correta	Respostas ou argumentações com nível intermediário de organização hierárquica, que apresentam conceitos incoerentes, mas que não invalida a resposta.
Incorreta	Respostas ou argumentações sem organização, incoerentes, mencionando conceitos assimilados de forma errônea e /ou frases que invalidam a resposta.

Aproximadamente 62 % dos alunos que responderam a primeira questão do questionário: “Por que o álcool foi extraído pela água?”, mostraram ter assimilado o conceito de polaridade e organizado as suas respostas apresentando argumentos coerentes com nível de organização relevante. Não foi observada a utilização do conceito de densidade em suas respostas,

conceito que foi amplamente utilizado nas respostas às questões do primeiro questionário (1ª etapa).

Como os estudos sobre a aquisição e retenção do conhecimento não se restringem somente aos contextos da instrução formal, pois a discussão das questões sociais reveste-se de fundamental importância para uma eficiente aprendizagem significativa (AUSUBEL, 2000), o professor-pesquisador utilizou este momento para uma ampla discussão sobre os aspectos sociais envolvidos na utilização da gasolina.

Comparando as respostas dos questionários (1ª e 4ª etapas): “Na gasolina atual, existe uma porcentagem de álcool etílico dissolvido. É possível separar essa quantidade de álcool da gasolina? Como você acha que é possível essa separação?” (1ª etapa) e “Por que o álcool foi extraído pela água?” (4ª etapa), verificamos que o mesmo aluno que anteriormente tinha utilizado o conceito de destilação: *Sim, a separação é feita pelo processo de destilação ou quando fervemos, pois o álcool evapora e a gasolina fica pura*, após a aplicação do organizador prévio, passou a utilizar os argumentos de polaridade: *Porque a água é polar e o álcool pode ser polar ou apolar, o álcool devido a isso foi extraído pela água pois polar atrai polar*.

A Figura 11 apresenta as porcentagens referentes a primeira questão do questionário aplicado:

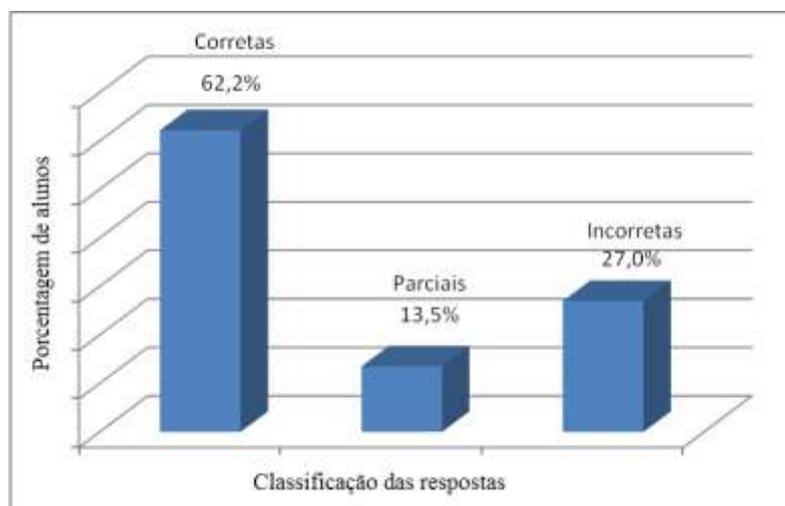


Figura 11: Respostas à primeira questão do questionário adulteração da gasolina (4ª etapa). Porcentagem de alunos x classificação das respostas.

Algumas respostas que foram classificadas como parcialmente corretas (13,5 %) apresentaram alguns equívocos provenientes da nomenclatura por eles empregada (polar e apolar), como podemos observar no argumento de um dos alunos abaixo:

- Vejamos bem, *POLAR* dissolve *POLAR* e *APOLAR* dissolve *APOLAR*, portanto a água Apolar e o álcool é *APOLAR/POLAR*, a gasolina é *APOLAR*.

Nesta colocação nota-se que o equívoco ocorreu, no momento de responder sobre a polaridade da água, respondendo que a água era apolar, porém em todo o discurso em sala de aula, esse aluno demonstrou ter o conhecimento de que a água é uma substância com características polares.

Mesmo nas respostas incorretas, muito embora não se perceba uma completa assimilação ou mesmo retenção dos conceitos apresentados, verifica-se um abandono dos conceitos – densidade, mistura homogênea ou heterogênea – empregados nas respostas ao questionário da 1ª etapa, o que pode ser notado por meio do argumento de dois alunos:

- *Por que o álcool e a água são substâncias apolares e se juntam*

- *Porque a água tem bastante força polar e a gasolina tem parte de sua estrutura polar e a regra básica diz que semelhante se misturam.*

Assim, no que se refere a teoria de Ausubel, verifica-se que não houve retenção dos conceitos apropriados, pois eles não conseguiram organizar suficientemente as respostas.

Na segunda questão, criamos uma situação hipotética na qual o querosene estaria inicialmente miscibilizado na gasolina. - Se colocasse em uma proveta, querosene + gasolina + água: a) essa mistura de substancias formaria um sistema heterogêneo ou homogêneo? b) a água poderá extrair o querosene? Por quê?

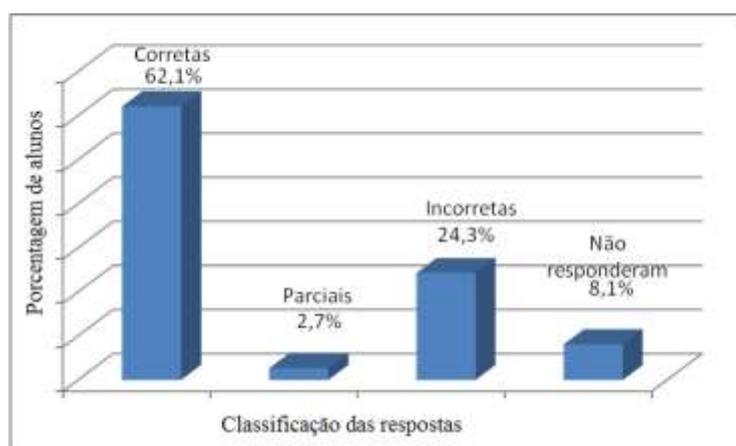


Figura 12: Respostas à segunda questão do questionário adulteração da gasolina (4ª etapa). Porcentagem de alunos x classificação das respostas.

O item “a” solicitava que o aluno respondesse se formaria um sistema homogêneo ou heterogêneo, já o item “b” procurou explorar um fato semelhante ao realizado no experimento

organizador prévio, ou seja, a possibilidade da água e o querosene interagirem entre si, onde este último estava, inicialmente, miscibilizado na gasolina.

Conforme a Figura 12 observa-se um valor de 62,1% de respostas corretas, o que reforça a organização conceitual por parte dos alunos, como exemplificam as transcrições abaixo:

*- a) heterogênea; b) Não, pois o querosene é apolar e a água é polar.*

*- a) heterogênea; b) Não pois a querosene é apolar e a água é polar, não se atraem.*

Durante as discussões na sala de aula, alguns alunos mencionaram que “a água não possui força suficiente para retirar o querosene da gasolina” ou mesmo “como o querosene é apolar este fica junto com a gasolina”.

Tais afirmações, a princípio, podem indicar que esses alunos reconhecem, intuitivamente, a existência de algum tipo de força ou mesmo uma espécie de interação responsável pelo fato do querosene não poder ser extraído pela água, fato já mencionado na análise da 1ª etapa da metodologia (metatexto). No entanto, até agora seus argumentos referem-se basicamente ao simples fato de que um composto é polar e o outro é apolar.

Quanto as respostas incorretas, essas apresentaram equívocos quanto a polaridade das moléculas:

*- a) heterogênea; b) Sim, pois o querosene tem parte polar em sua estrutura.*

*- a) heterogênea; b) Pode, porque dependendo do composto químico, polar e apolar podem se misturar, sendo o caso da água e do querosene.*

Nestes casos, como em 24,3%, das respostas incorretas apresentadas, percebe-se que esses alunos, embora tenham assimilado o conceito de polar e apolar, não o associaram com a estrutura da molécula.

Menos do que 10 % dos alunos (8,1 %), não responderam ao questionamento. Questionados sobre o motivo, alguns responderam que necessitavam de um maior tempo para assimilar as novas informações e só, então, depois aplicá-las. É interessante notar essa diferença no comportamento dos alunos, pois enquanto uns assimilam e retêm uma informação para poder aplicá-las logo em seguida, em outros não se observa esse processo, necessitando de um tempo maior para que ocorra a assimilação, retenção e aplicação dos conceitos abordados. Ausubel, Novak e Hanesian, (1980) relatam que a diferença na capacidade de assimilação e

retenção de informações pode variar de um indivíduo para o outro, conforme as influências sobre a aquisição de conceito, experiências de anos anteriores, nível de Q.I., disponibilidade da experiência empírico-concreta e principalmente na disposição para aprendizagem.

Na terceira questão - Em uma mistura homogênea de duas substâncias, A (polar) e B (polar), responda: a) O que acontece se for adicionado a esta mistura uma substância C (apolar)? Por quê? b) O que acontece se for adicionado a esta mistura uma substância D (polar)? Por quê? -, foi apresentada uma mistura composta por uma substância A com caráter polar e uma substância B, com caráter apolar. Foi solicitado aos alunos que explicassem o que aconteceria se fosse adicionado separadamente a essa mistura: uma substância C apolar e uma substância D polar.

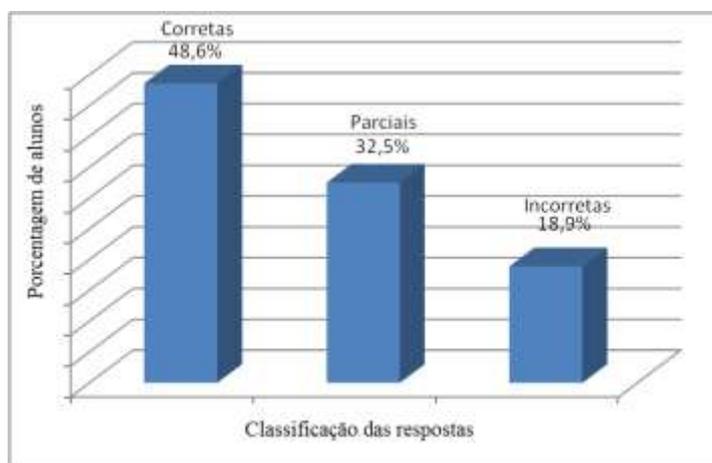


Figura 13: Respostas à terceira questão do questionário adulteração da gasolina (4ª etapa). Porcentagem de alunos x classificação das respostas.

As respostas corretas deste item foram as que obtiveram a menor porcentagem em comparação com as demais questões, com um percentual de 48,6%, (Figura 13), neste sentido acredita-se que a questão exigiu dos alunos uma organização conceitual diferente das apresentadas até o momento. Entre as respostas parciais, essa foi a que obteve um índice maior – 32,5%, o que indica baixa assimilação e organização de conceitos, como nas seguintes exposições:

- a) a polaridade será menor, porque polar + apolar não se misturam; b) a polaridade será maior, porque polar + polar se dissolve e aumentará o volume.

- a) se misturará com a substância B e ficará heterogênea. b) se dissolve, pois semelhantes como no caso A (Polar) + D (Polar) se misturam e camadas de heterogêneas surgem.

Respostas consideradas incorretas totalizaram 18,9 %.

- *As misturas irão se misturas, pois é uma mistura homogênea onde não há separação de fases.*

A quarta questão - Em uma mistura heterogênea de duas substâncias, A (polar) e B (apolar), o que acontece se forem adicionadas ao mesmo tempo, uma substância C (apolar) e uma substância D (polar)? – que foi similar a questão anterior, propôs que o aluno imaginasse que tipo de sistema seria formado ao se adicionar uma mistura de duas substâncias C e D, de polaridades diferentes, a um sistema heterogêneo que possua um composto A polar e B polar.

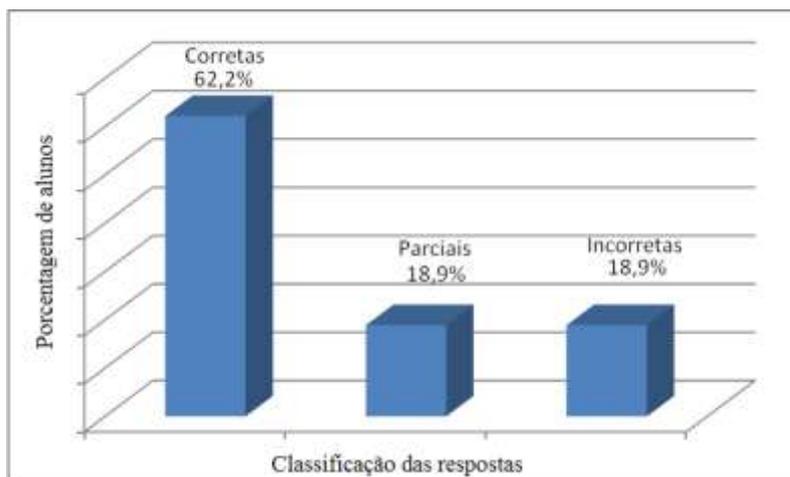


Figura 14: Respostas à quarta questão do questionário adulteração da gasolina (4ª etapa). Porcentagem de alunos x classificação das respostas.

As respostas corretas totalizaram 62,2 % (Figura 14).

- *A substância A (polar) se misturaria com a substância D (polar), a substância B (Apolar) se misturaria com a substância C (apolar), formando duas fases.*

As respostas parcialmente corretas totalizaram 18,9%, o que demonstra que os alunos entenderam o conteúdo, não conseguindo, entretanto formular a resposta corretamente na resolução de problemas, permanecendo, conforme as transcrições abaixo, intensa confusão dos termos “misturar” e “dissolver”.

- *Vão almentando na mesma proporção que as substâncias forem sendo colocados. Polares e Apolares.*

- *A mistura D se misturaria com a substância A. E a substância Apolar (C) se diluiria na substância B.*

- *A substância polar se mistura a substância polar, e a mistura apolar se mistura com a substância apolar. Mas como a mistura é heterogênea ela não se mistura.*

Respostas incorretas totalizaram 18,9 %, comprovando que o aluno não consegue visualizar situações do seu cotidiano e relacioná-los aos conceitos de polaridade, conforme solicitado:

- *Acho que a mistura A não se mistura com a D, e a mistura B, não se mistura com a C, pois é uma mistura heterogênea onde há separação de fases.*
- *Ocorre uma mistura de quatro fases, porque polar se dissolve em apolar.*

## 7.5 ANÁLISE DAS RESPOSTAS AO QUESTIONÁRIO APÓS TEXTO

Após o experimento que envolveu o “teste da proveta” como organizador prévio iniciou-se a 6ª etapa da metodologia, revisando inicialmente os conceitos: eletronegatividade, ligação covalente polar, ligação covalente apolar e geometria molecular, utilizando modelos moleculares confeccionados com bolas de isopor e varetas de madeiras. Para demonstrar alguns tipos de interações, que podem ser visualizadas por meio da coloração, foram preparados os sistemas: tubo de ensaio A: urucum + solução NaCl; tubo de ensaio B: urucum + álcool; tubo de ensaio C: urucum + gasolina, conforme a Figura 15.

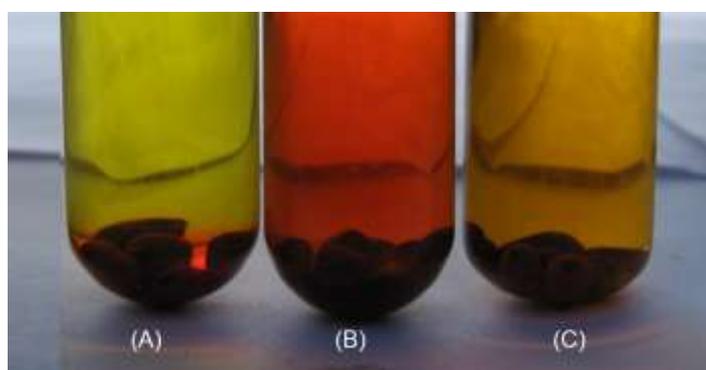


Figura 15: Sementes de Urucum imersas em (A) solução de NaCl; (B) Álcool anidro e (C) Gasolina sem a percentagem de álcool.

Os alunos foram também informados sobre a toxicidade e inflamabilidade do álcool etílico e da gasolina. Durante esse experimento eles foram questionados sobre a extração dos corantes pelos diferentes solventes.

- *...no tubo de ensaio que contém água não está colorido.*
- *o álcool ficou menos colorido (não é o que mostra a figura) que a gasolina.*

Neste espaço o professor-pesquisador abriu discussão para os alunos exporem seus argumentos, chamando a atenção para as diferentes colorações das soluções.

Em seguida, foi repetido o procedimento utilizado como organizador prévio, agora adaptado pela presença dos corantes de urucum previamente solubilizados na gasolina, contendo os teores recomendados de álcool etílico (Figura 16).

Assim, a sala foi dividida em grupos de 5 componentes. Em seguida o professor solicitou que cada grupo aspirasse com uma seringa, o conteúdo de 10 mL de gasolina com corante de urucum e transferissem para uma proveta, Figura 16:



Figura 16: Mistura homogênea composta por gasolina e corante de urucum.

Em seguida foram solicitados a aspirar 10 mL de solução de cloreto de sódio com auxílio da seringa e transferir para a mesma proveta. Como resultado, observou-se o aumento do volume da fase aquosa (camada inferior), que assumiu uma coloração amarela (Figura 17).



Figura 17: Proveta com o resultado do experimento; na camada superior, coloração alaranjada (fase orgânica - gasolina) e na camada inferior (fase aquosa), coloração amarela.

Foi solicitado aos alunos que calculassem o teor de álcool etílico extraído pela água, bem como indicassem quais dos componentes (Bixina e Norbixina) estariam presentes nas fases, orgânica e aquosa.

Observando as estruturas dos dois compostos majorantes presentes na semente do urucum, verifica-se que a norbixina, em relação a bixina, possui maior possibilidade de realizar interação via ligações de hidrogênio (ATKINS, 2006), devido a maior presença de hidroxilas em suas extremidades (Figura 18), o que a torna álcool-hidrossolúvel. No entanto, devido a extensa cadeia hidrocarbônica que apresentam, tanto a bixina como a norbixina são lipossolúveis.

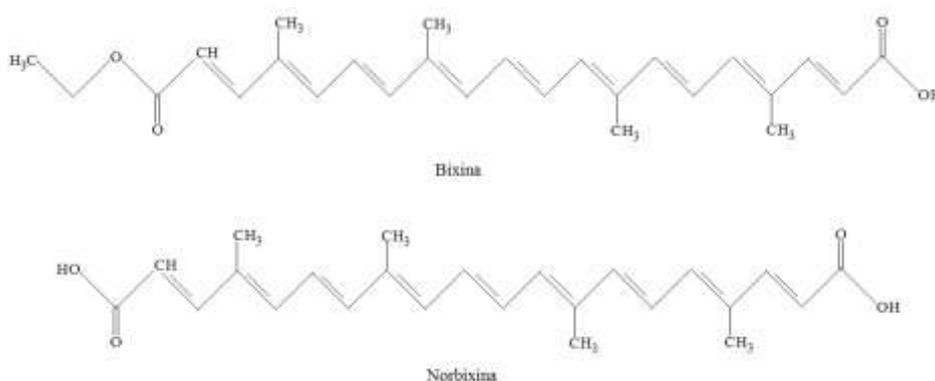


Figura 18: Estruturas químicas da Bixina e Norbixina (ALVES, 2005).

Após a atividade experimental e a discussão em torno dos conceitos, os alunos fizeram a leitura do texto adaptado de Franco (2008) pelo professor-pesquisador:

#### URUCUM

*Quando os conquistadores espanhóis chegaram ao Novo Mundo, por volta do século XVI, muitas plantas eram empregadas pelos habitantes locais: os Maias e Aztecas. Uma destas plantas, o urucum - *Bixa orellana* L. - existente ao longo da América tropical, era utilizada, pelos índios, como matéria prima de onde extraíam o corante para tingir tecidos e pintar o corpo. Atualmente esta planta existe em várias regiões do Brasil.*

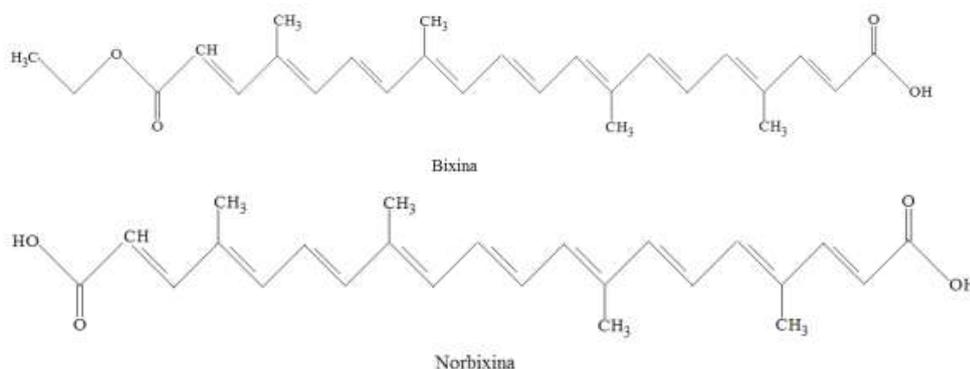
*Dessa planta podem ser extraídos corantes, que apresentam ampla aplicação em diversos ramos industriais, tais como:*

- *Cosméticos: na formulação de bronzeadores, maquiagem, batons, pós-faciais, tintura para cabelos, delineadores líquidos, esmaltes, e xampus e sabonetes, rímel, lápis olho, etc.*

- *Indústria têxtil: no tingimento de algodão, lã e especialmente a seda, conferindo a esta um efeito especial difuso, amarelo-laranja.*
- *Farmacêutica: na fabricação de remédios contra febres e gripes, queimaduras, tosses e asma, e clareamento dental.*
- *Alimentos: na produção de margarinas, lingüiças, salsichas, manteigas, queijos, sorvetes, doces, recheios, molhos, sopas, temperos, bombons, salames, recheios de biscoitos, etc.*

*Na estrutura química dos corantes, além da cadeia carbônica, existe a presença de grupos funcionais (hidroxila, carbonila, éter) responsáveis pela sua extração por solventes como a água, álcool etílico e hidrocarbonetos presentes na gasolina e no querosene, via interações intermoleculares.*

*No corante extraído da semente do urucum podemos encontrar duas substâncias principais: A Bixina que é lipossolúvel (solúvel em gorduras e hidrocarbonetos) e a Norbixina que é álcool-hidrossolúvel (solúvel no álcool e na água). Essas substâncias estão representadas na figura abaixo:*



*Fonte: adaptado de Franco (2008)*

### **QUESTIONÁRIO**

*1 - Explique por que a fase aquosa mudou de cor? Baseando-se nas estruturas da molécula da Bixina e da Norbixina, responda qual substância apresenta maior chance de ficar na fase aquosa? Por quê?*

*2 - Qual das duas estruturas pode realizar interações intermoleculares via ligação de hidrogênio com maior intensidade?*

3 – Proponha uma nova variação do experimento, utilizando os mesmos solventes e vidraria utilizados nessa atividade experimental. Demonstre os resultados esperados.

Analisando as explicações dos alunos sobre o experimento, a primeira pergunta solicitava que explicassem por que a fase aquosa mudou de cor e qual composto, Bixina ou Norbixina, teria maior possibilidade de ter sido extraído por essa fase.

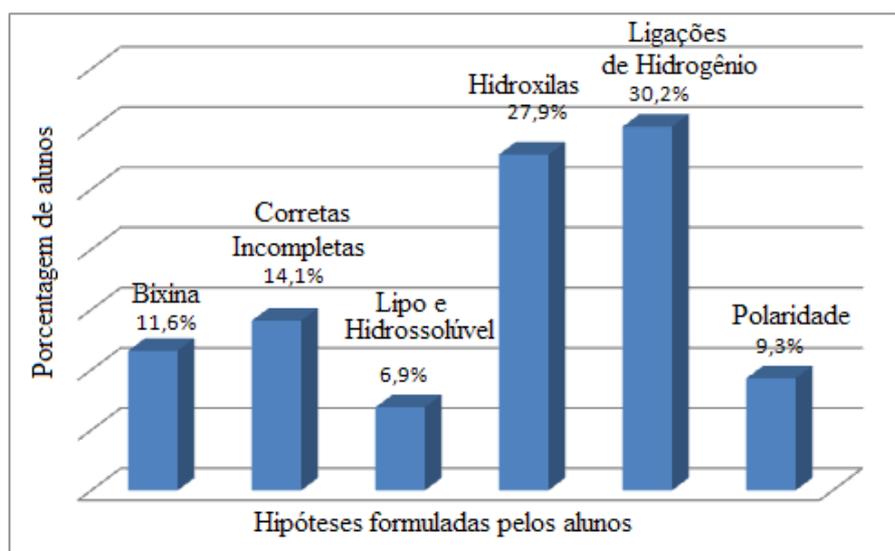


Figura 19: Respostas à primeira questão do texto sobre urucum. Porcentagem de alunos x hipóteses formuladas pelos alunos

A Figura 19 representa um quantitativo onde somente 11,6% - 5 alunos – não identificaram a norbixina como sendo a molécula extraída pela fase aquosa. Ponha, troca por quantos identificaram a norbixina.

Acompanhando a sequência didática, 30,2% e 27,9% dos alunos relataram que as razões para a norbixina ter sido extraída pela fase aquosa estavam relacionadas a interações via ligação de hidrogênio, pois esta molécula possuía uma quantidade maior de hidroxilas em sua estrutura, o que demonstra um bom nível de organização hierárquica em suas respostas, pois foram tais conceitos os apresentados na teoria.

Analisando o discurso de um dos alunos, verifica-se que este considera que o motivo da mudança de cor da fase aquosa reside no fato da norbixina ser hidrossolúvel e conter um grupo carboxila em cada extremidade da cadeia, sendo a atração provocada pelas ligações de hidrogênio, entre as moléculas da norbixina e dos solventes (água e álcool etílico) presentes na fase aquosa, o motivo principal da mudança de coloração:

*- Mudou de cor, por causa da atração dos pólos negativos e positivos, da água e do álcool presente na gasolina. A norbixina por que ela é hidrossolúvel e contém uma carboxila na extremidade da cadeia.*

Esta resposta demonstra que este aluno entende que a simples “*atração dos pólos negativos e positivos*” das moléculas do solvente e da norbixina foi a responsável pela mudança de cor verificada na fase aquosa, não atentando que essa mudança de cor deveu-se ao fato da norbixina, de coloração amarela, ter sido extraída pela fase aquosa, permanecendo a bixina, de coloração vermelho-alaranjada, lipossolúvel, solubilizada na gasolina.

Quanto ao discurso de outro aluno, este relata que a substância que tem maior chance de ficar na fase da gasolina é a bixina, e na fase inferior a norbixina, sendo que o motivo principal é pelo fato de possuir maior quantidade de hidroxilas que ligadas com a água formam a interação do tipo ligação de hidrogênio.

*- ... isso formando a bixina em cima e a norbixina em baixo. E a que tem maior chance é a norbixina porque ela tem mais hidroxilas que ligarão com a água formando ligações de hidrogênio.*

O conceito de polaridade também foi bem explorado pelos alunos – 9,3 %:

*Foram utilizados gasolina, urucum e água. A fase aquosa mudou de cor devido à mistura do urucum com a gasolina. A norbixina tem maior chance de ficar na fase aquosa por causa da polaridade.*

Quanto as respostas incorretas (14,1%), acredita-se que estes números sejam justificados pelo fato de muitos desses alunos não terem participado da etapa anterior, o que pode ter influenciado as suas respostas, como demonstra algumas transcrições abaixo:

*- Porque aconteceu a atração entre os compostos opostos entre moléculas apolares.*

*- A água mudou de cor porque ela passou pelo urucum. A norbixina.*

*- Por causa da água, norbixina.*

Suas respostas apresentam-se superficiais, não utilizando os conceitos trabalhados nas etapas anteriores da sequência de atividades. Entretanto, alguns alunos que também participaram das etapas anteriores, responderam corretamente, mas também, de maneira superficial, sem explorar os conceitos e os dados disponíveis para resolução do problema. Isso leva a acreditar que não houve retenção das informações em sua estrutura cognitiva, por parte desses alunos.

A segunda questão abordava a estrutura química das moléculas dos corantes presentes na semente de urucum, onde era questionada qual estrutura tem maior possibilidade de realizar interação intermolecular via ligação de hidrogênio. Nesta questão 95,5% dos alunos responderam ser a Norbixina.

Na química orgânica alguns conceitos iniciais podem soar para o aluno como uma pura memorização, como no caso particular de nomenclatura de compostos orgânicos. As estruturas orgânicas adquirem o caráter representacional simbólico ao representarem uma determinada substância química. Nesta perspectiva, a aprendizagem representacional ocorre quando se estabelece um significado entre os símbolos. Nesta sequência didática, entretanto, por meio das estruturas químicas, os alunos puderam perceber qual dos compostos, bixina ou norbixina, poderia solubilizar na água e qual solubilizaria na gasolina, utilizando a análise simbólica.

A terceira questão - *Utilizando os mesmos reagentes, solventes e vidraria da atividade experimental realizada agora a pouco. Proponha um novo experimento. Demonstre os resultados esperados* – foi formulada no sentido de avaliar se os alunos eram capazes de organizar os conceitos, apresentados e discutidos até o presente momento, necessários para proporem um novo procedimento experimental.

Na busca pela especificidade dos conceitos, é importante perceber que o conteúdo total de ideias – estrutura cognitiva – possui níveis de organização que variam para cada indivíduo. Sendo assim, as atividades propostas nesta pesquisa foram organizadas para auxiliar o aluno a não assimilar somente palavras isoladas, tais como densidade e solubilidade, mas aprender a combinar todos esses conceitos científicos para resolução de algum problema ou situação.

Na resolução dessa terceira questão, somente 8 alunos expressaram relações de acordo com o solicitado, demonstrando assim a ocorrência da aprendizagem superordenada, com a incorporação de novas ideias para resolução da atividade proposta, ocorrendo, segundo a teoria de Ausubel a aprendizagem significativa em muitos deles.

Passamos a apresentar o desenvolvimento desses 8 alunos, ao longo da sequência didática até aqui apresentada.

O aluno I participou de todas as etapas da pesquisa, demonstrando-se ativo nas discussões em sala de aula. No primeiro questionário, indicou por meio de sua concepção espontânea, que o óleo não se dissolve na água pelo motivo de terem diferentes polaridades. Quando apresentado a situação de como seria possível separar o álcool da gasolina, este respondeu que poderia ser pelo processo de destilação. Neste caso percebe-se ativa, em seu cognitivo, a percepção de que diferentes substâncias apresentam características distintas, fato esse que pode

ser utilizado no processo de separação por destilação. Quando questionado se a água pode limpar um pincel sujo de tinta óleo, respondeu que não seria possível, pois ambos possuem polaridade diferente. Essas respostas indicam que esse aluno já possuía os conceitos de polaridade, e mais, que novos conceitos foram sendo progressivamente assimilados e organizados durante a sequência didática.

Ao longo dos demais questionamentos, respondeu que o álcool foi extraído pela gasolina, devido a interação da parte polar da molécula da água com a parte polar da molécula do álcool que apresenta uma “força” maior do que o caráter apolar da gasolina. O fato interessante é que neste momento da sequência didática ainda não haviam sido trabalhados os tipos de interações intermoleculares, e percebe-se que esse aluno já possuía a noção de que existem intensidades de atração entre as moléculas.

No terceiro questionário, após a realização do experimento do urucum, gasolina e água – etapa atual -, o argumento desse aluno foi de que a água mudou de cor porque as moléculas de norbixina fizeram uma ligação de hidrogênio com as moléculas de água, atraindo-as. E ainda reforçou que a norbixina é hidrossolúvel, ou seja, solúvel em água, já a bixina é lipossolúvel, e se dissolve em gordura.

Quando solicitado a propor um experimento, propôs um exemplo interessante onde utilizou o corante, água e gasolina, assemelhando-se a próxima fase dessa sequência didática:

*- Misturando-se primeiro a água e o urucum, assim formará apenas uma fase, logo após acrescenta-se a gasolina, a bixina se separaria da água, formando duas fases, uma com gasolina e bixina e a outra com água e norbixina.*

O aluno II participou apenas do terceiro questionário da pesquisa, mostrando-se interessado e entusiasmado com a experimentação. Justificou que a norbixina passou para a fase aquosa, pela presença de uma maior quantidade de hidroxilas, o que a levou a ser extraída pela água com a consequente mudança de cor da solução aquosa.

A partir da organização dos dados que estavam disponíveis, conseguiu expressar-se propondo esse experimento:

*Poderemos ter colocado primeiramente a gasolina e depois a água e depois o pó ou urucum demoraria um pouco mais para ocorrer a reação colocando álcool a reação aconteceria mais rapidamente e a água [fase aquosa] aumentaria ainda mais seu volume.*

Posteriormente questionado pelo professor pesquisador, organizou melhor as suas ideias, dizendo que poderia colocar a gasolina seguida da água e do pó de urucum com poste-

rior agitação com bastão de vidro, ocorrendo a mudança de cor da solução aquosa, pelo fato de que a norbixina possui maior quantidade de hidroxila que o urucum.

Sua resposta evidencia a percepção de que pelo fato da gasolina e da água formarem uma mistura de duas fases, a solubilização (reação para ele) seria mais demorada. Porém, a adição do álcool etílico facilitaria a solubilização do corante, isto é, para ele, a “reação” ocorreria mais rápido.

O aluno III, não é participativo e é pouco assíduo as aulas, porém, quando presente, mantém-se atento as explicações dos professores. Entretanto, participou de todas as etapas da sequência didática.

No primeiro questionário, respondeu que a água e o óleo não se dissolvem pelo fato de apresentarem diferentes densidades, e que o álcool etílico se separa da gasolina por meio da destilação. Quanto a possibilidade do pincel sujo por tinta a óleo ser limpo com água, ele se expressa negativamente, pois a tinta a óleo é uma substância forte e não solúvel em água. Somente outra substância tão forte quanto o “thinner” poderia removê-la. Aqui se percebe a percepção de que o thinner e a tinta óleo têm características semelhantes que permitem a sua interação e conseqüente remoção dessa última. Essa característica de força é substituída pelo conceito de polaridade ao explicar a extração do álcool etílico inicialmente presente na gasolina.

Em sua opinião a molécula do álcool etílico possui uma parte polar e outra apolar, como a molécula da água é polar, essa apresenta maior tendência de interagir (*atrair-se*) com a parte polar da do álcool etílico.

Quando solicitado a responder quais dos corantes do urucum, bixina ou norbixina, inicialmente presentes na gasolina, seria extraído pela água, assim responde: *“A norbixina pois ela tem em sua formulas os terminais em álcool e hidroxila que se dissolve mais facilmente na água e dá aquela coloração amarela alaranjada”*.

Ao estabelecer a proposta de um novo experimento, propôs um procedimento simples, utilizando óleo, ao invés dos corantes, conforme solicitado, fato que foi observado nas respostas de muitos alunos.

- *“A gasolina juntamente com o óleo, os dois são apolares e parte deles de misturam, com isso os dois vão ficar dissolvido em uma só fase”*.

O aluno IV participou de todas as etapas da sequência didática. No primeiro questionário, utilizou uma linguagem correta para responder que o óleo é insolúvel em água, justificando que o processo de dissolução se verifica quando as substâncias apresentam características

semelhantes, ou seja, apolares se dissolvem em apolares e polares em polares. Também mencionou o processo de destilação, fazendo referência ao processo de refino do petróleo, para separar o álcool etílico da gasolina.

Utilizou os conceitos de polaridade para explicar a possibilidade da água limpar o pincel sujo com tinta a óleo, invertendo, entretanto, a polaridade das substâncias envolvidas: *“Não porque a tinta óleo é polar e a água apolar sendo assim dificilmente iria conseguir limpar o pincel”*. Essa inversão de polaridades é ainda mantida ao explicar a extração do álcool etílico, inicialmente presente na gasolina adquirida dos postos de combustíveis, pela solução aquosa, pois, segundo ele, água e álcool são apolares. No entanto, ao avaliar a situação da mistura água, querosene e gasolina, informa que o querosene se miscibilizaria com a gasolina e não com água *“... porque a água é polar e a querosene é apolar”*, ou seja, percebe-se que há entendimento dos conceitos envolvidos, confundindo-se somente no momento de expressar quanto as características polares ou apolares de uma substância.

Esse mesmo aluno assim explicou a alteração de coloração da fase aquosa no processo de extração dos corantes da semente de urucum: *“Porque a parte que estava com o urucum passou para a água deixando com um novo tom de cor. A norbixina tem mais chance de passar para a água”*; sendo o único aluno a afirmar que *“...todos eles podem fazer ligações de hidrogênio”*.

Propôs como procedimento experimental, colocar em um mesmo recipiente: água, gasolina, urucum e álcool. Como resultado dessa mistura, a norbixina se dissolveria no sistema inicialmente formado: álcool e água, sendo que a bixina se dissolveria na gasolina.

Como o aluno IV, o aluno V participou de todas as etapas da sequência didática, respondendo a todos os questionários avaliativos.

Quando questionado a respeito da não dissolução do óleo na água, alegou como motivo as diferentes densidades dos dois líquidos, e que era necessário um produto específico para retirar a tinta a óleo do pincel. Nessa primeira parte da sequência didática, a aluna utilizou conceitos errôneos e mesmo ingênuos, não aprofundando as suas respostas e não entendendo as questões formuladas.

Após o desenvolvimento do experimento utilizado, assim explicou a extração do álcool etílico pela fase aquosa: *“Porque o álcool é apolar e polar e a água é polar...”* e *“apolar que não sobra elétrons e polar sobra elétrons”*.

Ao explicar a extração da norbixina pela fase aquosa, percebe-se uma evolução na assimilação e organização dos novos conceitos em sua estrutura cognitiva, já utilizando, embora muito precariamente, tais conceitos:

- *“Por causa da água é polar e a gasolina é apolar, quando a parte negativa atrai a parte positiva da outra molécula. Por que o álcool que contém na gasolina misturou com a água. Norbixina por causa da hidroxila e ela é mais polar”*.

Em sua proposta de experimento, utilizou o sistema composto por água e óleo, no qual posteriormente deveria ser adicionado urucum. Como resultado esperado, a bixina permanece solubilizada no óleo enquanto a norbixina é extraída pela água.

A evolução cognitiva desse aluno pode ser observada ao se comparar os conceitos utilizados para resolver situações problemas e ao propor um novo experimento.

O aluno VI, bastante participativo, demonstra interesse em fazer o vestibular e cursar química.

São essas as suas explicações quanto as situações: separação água-óleo e extração do álcool etílico pela solução aquosa, respectivamente:

- *“Pode se misturar mas não forma uma coisa só, ou seja, podemos ver o óleo e a água, eles não formam 1 coisa só, o óleo fica em cima e a água embaixo, devido a densidade do óleo”*.

- *“... polar dissolve polar e apolar dissolve apolar, portanto a água polar e o álcool é apolar/polar, a gasolina é apolar. Dessa maneira a parte polar do álcool se dissolve na água que é polar”*.

Embora tenha sido o único aluno que respondeu que óleo e água se misturam, mas não formam uma só fase, quando questionado sobre o sistema querosene, álcool e gasolina, disse que haveria uma distinção entre as fases, com formação de três fases.

Indicou o processo de destilação para a separação de álcool etílico e gasolina; não especificou o motivo por que a água não possa retirar a tinta a óleo do pincel; e que na separação dos corantes, a norbixina tem maior chance de ficar na fase aquosa, pois possui maior quantidade de hidroxilas e por isso é atraída pela água, conferindo à fase aquosa uma coloração.

Seguindo a proposta dos colegas já relatadas, optou pela utilização de gordura ao invés dos corantes como solicitado:

- *“Se colocarmos gordura junto no experimento, a Bixina da estrutura do urucum se misturaria com elas, a norbixina já estaria com a água. A gordura se misturaria com a gasolina, por eles serem apolares dessa maneira teríamos uma mistura heterogênea de duas fases”*.

O aluno VII, embora não tenha participação integral, demonstrou clareza ao formular as suas respostas.

No primeiro questionário, respondeu que o motivo do óleo e a água não se dissolverem está relacionado a densidade de cada substância: *“...a água é mais densa que o óleo, mantendo-se embaixo do óleo, sendo dividida em contrastes visíveis”*, e indicou a destilação como meio de separar o álcool etílico da gasolina.

Quanto a mudança de coloração da água, por ocasião da extração da norbixina:

- *“A água mudou de cor devido a norbixina ter diluído na água, e deixando com uma coloração vermelha-amarelada. A norbixina tem maior possibilidade de se diluir em água, porque suas ligações são formadas pelo hidrogênio com o oxigênio”*.

Percebe-se, nesse aluno, um maior grau de assimilação dos conceitos trabalhados em sala de aula, ao organizar as informações relevantes e ao responder com clareza e corretamente as questões.

Utilizou uma mistura de vinagre e gasolina em seu procedimento experimental; o vinagre sendo utilizado como a solução aquosa na extração da norbixina e a gasolina para extração da bixina: *“Eu colocaria vinagre e gasolina. O vinagre sendo polar seria a solução aquosa para a norbixina e a gasolina sendo apolar atrairia a bixina”*.

Como o vinagre é uma solução ácida, essa proposta poderia ser utilizada como passo inicial de uma nova sequência didática, agora explorando as características ácido-base dos corantes.

Continuando a análise da separação da norbixina e bixina, agora utilizando as diferentes solubilidades dos corantes, esse aluno propôs a adição de álcool etílico ao sistema: *“Se colocasse álcool a Norbixina iria se diluir na água e no álcool. Se colocasse Bixina e álcool ela não iria se diluir, pois a bixina só se dilui em gasolina”*.

O aluno VIII, somente não participou da primeira etapa que foi a análise da concepção dos alunos.

No segundo questionário quando solicitado para responder o motivo pelo qual o álcool foi extraído da gasolina, respondeu:

- *“Porque o álcool é polar/apolar e a água é polar, a parte polar “atrai” a parte polar do álcool, pois a parte polar é mais forte que a apolar por isso a água consegue se misturar com álcool”*.

Neste discurso percebe-se a noção de que o álcool é atraído pela água, pela maior força de atração exercida pela parte polar das moléculas, em oposição a parte apolar, o que pode explicar a mudança da coloração da fase aquosa na extração da norbixina pela água devido a formação de ligação de hidrogênio.

Propôs como procedimento experimental, colocar em uma proveta, gasolina, álcool, norbixina, bixina e água. Ao entrarem em contato, o álcool e a norbixina seriam atraídas pelas ligação de hidrogênio realizadas com as moléculas da água, formando duas fases; uma contendo gasolina e bixina e a outra, norbixina, álcool etílico e água.

## 7.6 ANÁLISE DOS TEXTOS PRODUZIDOS APÓS O EXPERIMENTO FINAL

A sétima etapa da metodologia foi desenvolvida para averiguar se os alunos acomodaram as novas informações em sua estrutura cognitiva, ao avaliarem uma nova situação problema, discutindo-a e expressando os seus resultados na produção de um texto de forma a relacionar seus argumentos com os conceitos apresentados até o momento. O professor-pesquisador solicitou que anotassem cada passo do procedimento.

Dando início ao experimento o professor-pesquisador solicitou que cada grupo de alunos operasse os seguintes materiais contidos em três frascos de vidro: um frasco contendo solução alcoólica de álcool etílico e sementes de urucum (Figura 20-A); frasco contendo a gasolina isenta de álcool etílico (Figura 20-B); um outro frasco contendo solução aquosa de cloreto de sódio que não dispõe de figura ilustrativa. O procedimento utilizado para a purificação da gasolina encontra-se descrito no apêndice A.



(A)



(B)

Figura 20: (A) Solução de álcool etílico, contendo sementes de urucum. (B) Gasolina isenta de álcool etílico.

Utilizando diferentes seringas, cada grupo de alunos aspirou 2 mL de A, 10 mL da solução aquosa de cloreto de sódio 10% e 10 mL de B. Primeiramente os conteúdos das duas primeiras seringas foram transferidos para uma proveta, obtendo-se uma mistura homogênea

(Figura 21). Para essa mistura homogênea, foi adicionado o conteúdo de B, obtendo-se como resultante uma mistura heterogênea que foi agitada por bastão de vidro e deixada em repouso (Figura 22).



Figura 21: Mistura homogênea das soluções A e solução aquosa de NaCl 10 %.

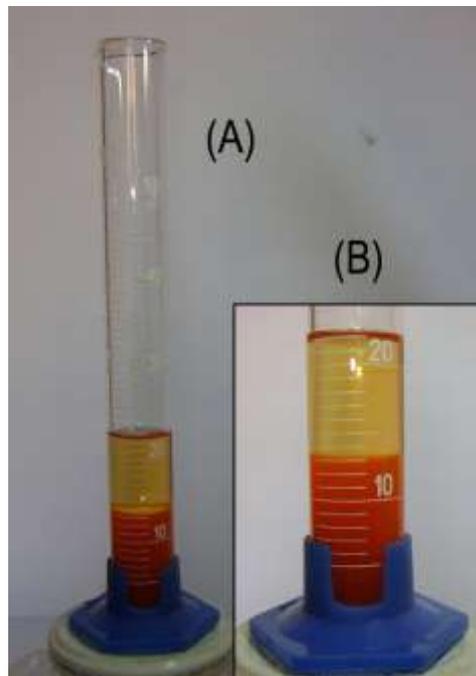


Figura 22: Mistura heterogênea das soluções A, B e solução aquosa de NaCl 10 %, com detalhe ampliado.

Foram disponibilizados 25 minutos para análise, discussão e construção de um texto para que os alunos expressassem suas opiniões, sendo facultada a consulta as anotações das aulas anteriores para a resolução deste “experimento problema”.

Acredita-se que este tipo de situação, na qual os alunos foram envolvidos, auxilia na organização, acomodação e retenção de informações na estrutura cognitiva, garantindo assim, a diferenciação progressiva e reconciliação integrativa.

Como, segundo Garcez (2006), a interação na sala de aula pode ser instrumento de controle social, de reprodução ou de construção conjunta de conhecimento, os alunos nessa etapa, ao interagirem entre si e ao explicarem conjuntamente os procedimentos, organizaram melhor as suas respostas, desenvolvendo esse olhar crítico que Garcez refere ser parte de um processo de formação de “cidadãos participantes e críticos”.

Nessa etapa, sete grupos, num total de 30 alunos, organizaram as respostas apresentando descrições relevantes, sendo que somente dois grupos (10 alunos) não utilizaram os conceitos sobre interações intermoleculares.

No procedimento, agora relatado, os alunos deveriam ter observado que a gasolina não alteraria a sua cor, já que somente a norbixina seria extraída das sementes por ser álcool-hidrossolúvel (Fig. 16 A), participando do processo. No entanto a análise das explicações formuladas descortinou as falhas conceituais existentes, apontando novos caminhos para futuras seqüências didáticas.

Entretanto, quatro grupo de alunos (18) perceberam a importância dessa etapa para a compreensão de todo o processo e assim explicaram o fenômeno: - *“O álcool se dissolveu com a água e a Norbixina uma estrutura do urucum, passou para a água e álcool”* (grupo 2); - *“A gasolina não mudou de cor, por isso não passou nenhum composto para ela”*(grupo 5).

Alguns alunos (11) explicaram que o fato da gasolina não ter alterado sua coloração, apresentando-se com a sua cor amarela característica, é uma indicação de que ela não interagiu com a bixina via formação de ligação de hidrogênio. Concluíram daí, que a gasolina não tinha as características necessárias para interagir com bixina ou mesmo a norbixina, pois *“...a água e o álcool sendo polares não se uniram com a gasolina não realizando ligação de hidrogênio por isso que a gasolina não mudou de cor”*. Este mesmo grupo comparou o experimento com o anterior, referenciando a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa: *“Diferente aconteceu no experimento anterior, a mistura de álcool e gasolina ficou com uma coloração amarelada, devido aos compostos do urucum, principalmente a norbixina e devido essa ter realizado ligação de hidrogênio”*.

Como durante as aulas foram abordadas as maneiras de identificar a polaridade das moléculas e quais fenômenos acontecem quando essas moléculas interagem entre si, alguns alunos (13) utilizaram esses procedimentos para explicarem o experimento. Isso pode indicar

um processo de aprendizagem superordenada, pois a partir de conceitos já existentes, foi possível organizar novas informações e ordená-las para resolução de situações problemas:

“A teoria da assimilação enfatiza a importância de conceitos superordenados para facilitar o novo aprendizado através da subsunção de informação ou conceitos novos e relevantes” (AUSUBEL, NOVAK e HANESIAN, 1980, p. 303).

Para Rocha (2001), uma interação química é um fenômeno no qual as moléculas se atraem ou se repelem entre si, sem que ocorra a quebra ou formação de novas ligações químicas. Estas interações são frequentemente chamadas de interações não covalentes ou interações intermoleculares. Segundo os livros didáticos do ensino médio (FELTRE, 2007) e superior, para que haja interação via ligação de hidrogênio ou ligações de hidrogênio é necessário que exista um átomo de hidrogênio ligado a átomos altamente eletronegativos, como Flúor, Oxigênio e Nitrogênio (ATKINS, 2006). Quando essa ligação se dá, ocorre uma distribuição de densidade de cargas entre esses átomos, originando um dipolo. A interação via ligação de hidrogênio ocorre quando há atração entre essas diferentes densidades de cargas; densidade de carga positiva localizada no átomo de hidrogênio, interagindo com aqueles átomos eletronegativos (F, Cl, O).

Utilizando esses conceitos, assim os alunos explicaram o fenômeno no qual a gasolina não apresentou mudança de cor.

- *“Isso aconteceu devido as ligações de hidrogênio (acontece apenas no Flúor, Oxigênio e Nitrogênio), a parte negativa [densidade negativa] de uma molécula atrai a parte positiva de outra”.* (Grupo 2)

- *“Por isso a bixina e a norbixina podem até se dissolver no álcool mas não passará para a gasolina que não possui F,O,N e não faz ligação de hidrogênio”.*(Grupo 4)

- *“... isso pelo fato deles terem hidroxilas em suas estruturas e por isso os compostos que tem F.O.N., fazer ligação de hidrogênio e por isso se dissolveram”.* (Grupo 8)

Analisando as respostas dos alunos (*grupo 8*), o fato de argumentarem que as estruturas da norbixina e da bixina possuem grupamentos hidroxilas em sua estrutura, reforça o que Ausubel chama de aprendizagem representacional, na qual é atribuído conceitos a um determinado símbolo (estrutura da bixina e norbixina).

Ainda no que se refere a interações intermoleculares, segundo Rocha (2001), moléculas apolares interagem, por meio de uma força atrativa muito fraca, conhecida como força de dispersão de London, o que levou os alunos a argumentarem que são essas as forças respon-

sáveis pela interação existente entre os hidrocarbonetos presentes na gasolina, comparando-a com as interações via ligação de hidrogênio, no processo de extração dos corantes.

- *“A força que ocorre na gasolina é força de london”*.

- *“... a interação da gasolina, força de london é mais fraca que a de hidrogênio e só acontece com moléculas apolares”*.

- *“entre as moléculas de gasolina forma uma força de london, por isso não foi atraída pela ligação de hidrogênio”*

Considerando as diferentes estruturas das moléculas envolvidas nesse processo: hidrocarbonetos (gasolina), álcool etílico, água, bixina e norbixina, Dazzani (2003) afirma que as interpretações dos fenômenos que ocorrem durante o experimento, podem ser exploradas para permitir ao aluno estabelecer relações entre as propriedades físicas e químicas das substâncias.

Deste modo, seis grupos concluíram, com base na estrutura das moléculas presentes, que a gasolina é apolar, até mesmo pelo motivo desta não ter se dissolvido na solução aquosa de cloreto de sódio, afirmando que: *“...não se dissolveram [gasolina e solução aquosa] porque a gasolina é apolar e não possui hidroxila como o álcool para se atrair com a H<sub>2</sub>O”* (grupo 6). Já outro grupo assim se expressou: *“... pois a gasolina não contém álcool ela se torna apolar...”* (grupo 7).

Por meio do relato deste último grupo, o uso da gasolina isenta de álcool etílico, permitiu observar a presença de falhas na assimilação do conceito de polaridade e da real natureza da gasolina, o que levou o professor-pesquisador a solicitar que esses alunos explicitassem melhor as suas colocações, para uma maior discussão dos conceitos envolvidos. *“Então professor, como o senhor tirou o álcool da gasolina, agora ela não tem mais nenhum composto que seja polar e apolar ao mesmo tempo dentro dela, então só tem compostos apolar”* (grupo 7).

Uma das mudanças conceituais ocorridas refere-se ao fato da utilização do termo dissolução - *“não se dissolveu com o álcool...”* (grupo 8) – frequentemente utilizada conjuntamente com o termo relacionado a misturar, embora três grupos ainda a tenham utilizado: *“.. na proveta foi colocado 10 mL de água, seguido de 2 mL de álcool com urucum que se misturaram”*.

O uso adequado desses termos pela maioria dos alunos, segundo Ausubel, é uma indicação de aprendizagem conceitual que é reforçada pela inexistência do conceito de densidade nessas explicações, contrariamente ao que ocorreu na primeira etapa dessa sequência didática.

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O levantamento realizado das condições para realização de atividades experimentais nas aulas de química no ensino médio, em Dourados/MS, demonstrou a existência de uma deficiência quanto a falta de materiais, reagentes e de local apropriado para o desenvolvimento de aulas experimentais. Ainda como resultado da pesquisa concluiu-se que o conteúdo de interações intermoleculares era pouco trabalhado, e as justificativas giravam em torno da falta de material e por trata-se de um conteúdo com representações em nível fortemente microscópico. Neste sentido, a elaboração de uma sequência didática teórica experimental sobre interações intermoleculares torna-se viável.

Essa sequência didática foi elaborada e avaliada utilizando o referencial teórico de David Ausubel. Os experimentos foram preparados para serem realizados em micro escala, oferecendo maior segurança no manuseio dos alunos, menor custo operacional e menor geração de resíduos, constituindo um material de apoio para contribuir no atendimento das necessidades e diretrizes dos programas educacionais propostos oficialmente para essa etapa da educação básica.

No desenvolvimento da experimentação utilizaram-se as sementes de urucum (*Bixa orellana L.*), a qual possui duas substâncias majorante em sua composição, a Bixina – coloração avermelhada, lipossolúvel - e a norbixina – coloração amarelada, álcool-hidrossolúvel.

Além de ser uma planta conhecida pelos alunos, pois é comumente utilizada pela população nos processos caseiros de tingimento de tecidos, na região de Dourados, o emprego desses corantes permitiu uma melhor visualização dos experimentos quando feitos em sala de aula e no material a ser disponibilizado em CD – ROOM.

A sequência didática foi iniciada, segundo o referencial teórico estabelecido, investigando os conceitos sobre interações intermoleculares que os alunos possuem na sua estrutura cognitiva, e seguiu-se adotando uma postura que priorizasse a socialização em sala de aula, incentivando a discussão em grupos, sendo as conclusões posteriormente apresentadas para o restante da sala de aula (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002).

Como ferramenta para coletar as informações foram utilizados os questionários, que apesar de possuírem limitações, desempenharam um papel importante nesse processo, principalmente no que se refere as questões abertas, que abrem espaço para o alunado formular hipóteses, a partir dos dados coletados dos experimentos, organizá-los e concluir a partir das suas argumentações.

O questionário inicial aplicado teve como objetivo averiguar as concepções dos alunos acerca dos conceitos de mistura, solubilidade, métodos de separação, extração, polaridade e tipos de corantes conhecidos. Os argumentos foram analisados, a partir da análise textual discursiva, e feito um diagnóstico das concepções levantadas, que constituíram o alicerce para se iniciar um estudo de como conduzir a sequência didática.

Em relação a solubilidade ou miscibilidade, os conceitos de densidade e mistura heterogênea foram principalmente empregados para explicar a imiscibilidade do sistema óleo-água. Já com relação a densidade foram verificados os conceitos errôneos de peso e viscosidade de um líquido, para explicar a posição das fases superior ou inferior em um sistema heterogêneo.

Tais percepções podem estar relacionadas ao uso do livro didático que, como diz Rossi (2008), pois estes utilizam em excesso cálculos matemáticos para discutir separações de líquidos não explorando o aspecto conceitual.

Durante as discussões em sala de aula, foram gerados conflitos em torno da palavra mistura, pois muitos alunos argumentaram que água e óleo não se misturam. Acreditamos que os alunos se referem a semântica da palavra, pois misturar não significa dissolver e está relacionada ao fato de duas substâncias entrarem em contato, sem necessariamente interagirem, como é o caso de óleo e água que ao serem agitados, formam uma emulsão que com o repouso restabelecido voltam a se separar.

Com relação aos obstáculos para aprendizagem, foi verificada a presença de animismo, com a atribuição de forças a determinadas substâncias, como a aguarás, utilizado por uma parcela dos alunos, como tentativa de memorização de conceitos.

Nessa etapa, notou-se o emprego dos conceitos de reações químicas e do processo de fusão, quando ocorre a extração da cafeína do pó de café pela água quente. Aqui se nota que há uma concepção correta do significado de fusão (mudança do estado sólido para o líquido), no entanto, a aplicação deste conceito, nesse contexto, foi errônea.

Mencionaram a técnica da destilação fracionada na separação da gasolina e do álcool etílico, percebendo que os dois líquidos têm pontos de ebulição diferentes. Somente três alunos fizeram proposições relacionadas ao conceito de polaridade para a separação desses líquidos.

Baseado nessas concepções prévias detectadas, foi utilizado um organizador prévio para organizar as ideias já existentes, corrigir conceitos errôneos e introduzir em seus cognitivos, conceitos necessários a serem utilizados como subsunçores para as próximas etapas.

Utilizamos como organizador prévio o experimento para determinação do teor de álcool na gasolina, adquirida nos postos de combustíveis, que segundo Rossi (2008), permite estabelecer relações entre as propriedades físicas e químicas dos materiais trabalhando com os conceitos apresentados pelos alunos.

No decorrer do experimento, foi de suma importância a postura do professor-pesquisador em instigar os alunos a formular hipóteses, pois as argumentações geraram discussões e conflitos de ideias, que mediadas pelo professor, levaram a uma maior organização dessas ideias.

Durante toda a sequência didática, a abordagem foi no sentido de induzir os alunos a refletirem sobre as suas próprias concepções iniciais e os conceitos científicos ministrados, pois as concepções espontâneas trazidas pelos alunos, muitas vezes afetam a apreensão do saber científico, segundo Nussbaum (1981):

“... alunos, do mesmo modo que cientistas trazem para as aulas de ciências algumas ideias ou crenças já formuladas. Estas crenças afetam as observações que eles fazem bem como as inferências daí derivadas. Alunos, do mesmo modo que cientistas constroem uma visão do mundo que os capacita a lidarem com situações. Transformar esta visão não é tão simples quanto fornecer aos alunos experiências adicionais ou dados sensoriais. Envolve também ajudá-los a reconstruir suas teorias ou crenças, a experimentar, por assim dizer, as evoluções paradigmáticas que ocorreram na história da ciência” (NUSSBAUM, 1981, p. 221).

Segundo Lopes (1999), dentre esses diferentes saberes sociais ou mesmo crenças, tem-se o conhecimento cotidiano e os conhecimentos científicos, que se configuram em dois campos que mantêm uma inter-relação direta com o conhecimento escolar nas ciências físicas, com algumas contradições, pois as ideias formadas pelos alunos no seu cotidiano nem sempre são adequadas ao conhecimento científico.

A aplicação do experimento utilizado como organizador prévio, seguido dos questionamentos inseridos ao final da leitura do texto, especialmente preparado para essa etapa (A-dulteração da gasolina), permitiu verificar a mudança na argumentação dos alunos, pois, se anteriormente sugeriam a utilização da destilação fracionada como técnica para separar o álcool etílico da gasolina, passaram após o experimento, a perceber que a polaridade é um conceito fundamental para viabilizar o processo de separação do álcool etílico por meio da sua extração pela água.

A aplicação do organizador prévio, além de proporcionar uma organização hierárquica dos conceitos na estrutura cognitiva da maioria dos alunos, permitiu uma melhor abordagem dos sistemas homogêneos e heterogêneos, das diferenças existentes entre mistura e dissolução e desmistificação do conceito de densidade.

Questões envolvendo a presença de um quarto componente, o querosene, além da água, álcool etílico e gasolina, em um primeiro momento, suscitaram índices elevados de erros, por exigir um maior nível de organização conceitual, muito embora o querosene apresente características semelhantes a gasolina. Somente após a intervenção do professor essas questões foram parcialmente solucionadas, porém permanecendo intocáveis as questões relacionadas ao animismo, nas quais as razões para a extração do álcool etílico pela água devem-se ao fato do álcool ser *atraído* pela água.

Como era esperado pela teoria de Ausubel, notou-se, nessa e nas etapas subsequentes, que em torno de 8,0% dos alunos não responderam aos questionamentos propostos, fato esse motivado por uma série de fatores externos, tais como a afetividade, base conceitual e principalmente a pré-disposição para a aprendizagem.

Com base nesse diagnóstico, o professor-pesquisador passou a utilizar recursos que facilitaram a ampliação da estrutura conceitual ensinada, utilizando os mecanismos de diferenciação progressiva e de reconciliação integrativa em experimentos com os corantes de urucum.

Inicialmente os alunos estudaram o comportamento dos corantes bixina, lipossolúvel, e norbixina, álcool e hidrossolúvel, nos solventes, água, gasolina isenta de álcool etílico e gasolina. Em seguida foram desenvolvidas variações do experimento utilizado como organizador prévio, primeiramente partindo da utilização da gasolina, adquirida nos postos de combustíveis, contendo os corantes e, em uma segunda variação, partindo do álcool etílico contendo somente a norbixina.

Então, conforme os conceitos foram apresentados durante as aulas, notou-se a ocorrência da assimilação e retenção dessas informações, pois foi possível verificar que esses alunos puderam aplicar os conceitos de ligação de hidrogênio e a estrutura dos compostos orgânicos, para a resolução do exercício apresentado. E ainda demonstraram que a atração da norbixina ocorreu devido a interação entre os pólos positivos e negativos.

Assim podemos verificar a ocorrência da aprendizagem superordenada, sendo que essa combinação de conceitos que os alunos utilizaram para responder aos questionamentos propostos é conhecida, também, como reconciliação integrativa.

Em todo esse processo o professor atuou como orientador, encorajando os alunos a discutirem e a formularem hipóteses, e instigando-os, de forma respeitosa, a entrarem em contradição com a sua concepção espontânea inicial frente as novas informações relevantes presentes na sua estrutural cognitiva, como na etapa de formulação de novos experimentos.

Atividades assim desenvolvidas podem, segundo Zylbersztajn (1983), tornar os alunos mais confiantes quanto ao uso da linguagem e quanto a sua capacidade como elaboradores de conhecimento. Além do mais, Ausubel (1978) afirma que os alunos possuem diferentes níveis de amadurecimento cognitivo, fato que deve ser levado em consideração pelo professor no planejamento e execução de alguma atividade em sala de aula.

Os alunos que propuseram os novos experimentos deixaram evidente que houve aprendizagem significativa de maneira superordenada, pois conseguiram organizar hierárquica e conceitualmente as informações e aplicá-las na formulação das suas propostas. Nesta etapa somente um aluno utilizou o conceito de densidade.

Por fim, a última etapa da sequência teve como objetivo averiguar se houve acomodação das informações bem como a retenção frente as situações propostas.

Como a sala foi dividida em grupos, foi perceptível ao professor-pesquisador como os alunos desenvolveram suas respostas nas discussões em grupo, onde um corrigia o outro, com todos adicionando ou removendo palavras ou frases do texto final solicitado, desenvolvendo dessa maneira um olhar crítico.

Nessa etapa, a gasolina necessariamente não deveria mudar de coloração, pois o álcool etílico, o material de partida do experimento, extraiu somente o corante norbixina, álcool-hidrossolúvel.

Dezoito alunos perceberam essa particularidade do experimento, pois a análise dos seus textos mostrou respostas semelhantes: *“o álcool se dissolveu com a água e a norbixina”* e *“... já a gasolina não mudou de cor por isso não passou nenhum composto para ela”*.

No que se refere aos diversos tipos de interações intermoleculares existentes, 18 alunos expuseram que as interações verificadas na gasolina, isenta de álcool etílico, é do tipo força de London, fato que levou os alunos a argumentarem que tais interações ocorrem entre moléculas de hidrocarbonetos. Outras menções referem-se à solução aquosa de cloreto de sódio é usada no lugar da água, onde ocorre uma interação do tipo íon-dipolo polarizando mais ainda a solução.

A utilização dos termos científicos corretos, as mudanças e o abandono de conceitos errôneos no decorrer de toda a sequência didática, indicam a ocorrência de aprendizagem conceitual. Até a passagem da 6<sup>a</sup> para 7<sup>a</sup> etapa, verificou-se que 58,1% dos alunos demonstraram, em seus argumentos, assimilação das informações, aplicando-as na resolução de problemas e durante as discussões realizadas em sala de aula. Já um percentual em torno de 16% demonstrou um nível conceitual intermediário, o que leva a acreditar que houve aprendizagem conceitual, necessitando, entretanto, uma maior organização de conceitos, que se reflete na

forma de expressar seu diálogo, o que leva a depoimentos, embora não tão coerentes, mas não errôneos. As respostas com pouco nível de organização e incompletas alcançaram o índice de 11%.

Ao final da 7ª etapa percebeu-se que 2 grupos (12 alunos) não conseguiram organizar suas respostas expressando-se de maneira superficial e com conceitos ainda imaturos, não apresentando características de uma aprendizagem significativa.

Dessa forma 32 alunos apresentaram argumentos, evoluindo a cada etapa, tanto em participação, como na discussão em sala, evidenciando a evolução conceitual condizente com o processo de aprendizagem significativa.

Segundo Andrade (2006), no ensino de química, percebe-se a opção do professor pela utilização de termos personificadores, levando a um conhecimento incompleto ou falho sobre o assunto em questão.

Neste trabalho durante a elaboração das perguntas que compõe os questionários optou-se inicialmente em utilizar termos corriqueiramente adotados pelos alunos como forma de obter, por parte dos alunos, uma maior compreensão quanto às questões, minorando a relação professor-aluno durante a resposta aos questionários propostos, e impedindo que a influencia do professor, mesmo que inadvertidamente, prejudicasse a coleta e a análise das concepções prévias dos alunos.

Durante a pesquisa a simplificação da fala do professor esteve presente em vários momentos, principalmente no que se diz respeito a terminologia e a semântica das palavras, encontrando-se de certa maneira uma resistência ao uso dos termos científico, mas não dos conceitos.

Desta maneira ao final do trabalho percebeu-se que a experimentação favoreceu a apropriação efetiva de alguns conceitos. Isto se deve também a postura motivadora assumida pelo professor e a mediação por meio dos argumentos e a linguagem química utilizada.

Durante a abordagem do experimento procurou-se problematiza-lo perante os alunos, utilizando como suporte as teorias apresentadas em sala de aula. Obtiveram-se resultados positivos quanto a este procedimento, pois foi possível verificar a evolução conceitual dos alunos, haja vista que durante a aula houve diversas manifestações de argumentos formulando hipóteses sobre as situações problemas que lhes eram colocadas em cada etapa.

A experimentação trabalhada da maneira proposta não diz respeito ao método tradicional de ensino de bancadas, onde o aluno segue um roteiro como se fosse “receita”. Neste caso a sequência de experimentos contribuiu para a caracterização do método investigativo da ciência e relevante no auxílio da compreensão de interações e reações químicas que estão pre-

sentas a todo momento em nossas vidas. Assim para que a teoria da aprendizagem significativa ocorra, deve ficar claro que deve haver uma pré-disposição para aprendizagem e conceitos subsunçores existente na estrutura cognitiva do aluno.

Além disso aprender significativamente é o principal objetivo, pois uma série de padrões dogmáticos são quebrados. A relação professor e aluno transformou-se em uma relação mais estreita considerando a relação mestre e aprendiz com uma abordagem e discussão que o tema não propiciava. Assim há flexibilização dos papéis dos atuantes neste processo, pois ora o mestre é mestre ora o mestre é aprendiz e vice-versa.

Embora a utilização do teste de adulteração da gasolina já tenha sido utilizado como material didático, esse experimento com a utilização de corantes de urucum amplia a discussão de conceitos envolvendo propriedades físicas e químicas das substâncias orgânicas. No ensino médio, torna-se inviável trabalhar tantos conceitos (além dos já trabalhados), pois, na rede estadual de ensino de Mato Grosso do Sul, a carga horária destinada para o professor ministrar aulas de química em cada série do ensino médio são somente duas aulas semanais. Mas no que se concerne ao nível superior de ensino, pode-se explorar toda a potencialidade do experimento que podem ser vinculados às disciplinas experimentais dos cursos de química e áreas afins, inclusive com a utilização de outras plantas da região.

## 9 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS – ANP. **Resolução ANP nº 9, de 7.3.2007.** Disponível no site: <[http://nxt.anp.gov.br/NXT/gateway.dll/leg/resolucoes\\_anp/2007/mar%C3%A7o/ranp%209%20-%202007.xml?f=templates\\$fn=document-frame.htm\\$3.0\\$q=\\$x=\\$nc=9747](http://nxt.anp.gov.br/NXT/gateway.dll/leg/resolucoes_anp/2007/mar%C3%A7o/ranp%209%20-%202007.xml?f=templates$fn=document-frame.htm$3.0$q=$x=$nc=9747)>. Acesso dia 10 de set. 2009.

ALMEIDA JR., J. B. de. **A evolução do ensino de Física no Brasil.** Revista de Ensino de Física, v.2, n.1, p. 55-73, fev. 1980.

ALVES, R. W. **Extração de Corantes de Urucum Por Processos Adsorptivos Utilizando Argilas Comerciais e Coloidal Gas Aphrons.** Florianópolis-SC, 2005, 173 p. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, 2005. Disponível em: <<http://www2.enq.ufsc.br/teses/d020.pdf>> Acesso em 15 de mai 2009.

ANDRADE, L. M. de. **Uso de termos personificadores por professores de química: uma análise qualitativa.** 2006. 178 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências, Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. São Paulo. 2006.

ANTONIO, J. C. **Laboratório na sala de aula.** Cia da Escola, 2002. Disponível em: <<http://www.ciadaescola.com.br/zoom/materia.asp?materia=99>>. Acesso em 23 de mai 2009.

ARAÚJO, M.; CASTRO, E. M. M. **Manual de Engenharia Têxtil.** Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1987.

ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de Química: Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente.** Tradução Ricardo Bicca de Alencastro - 3ª Edição. Porto Alegre: Bookman, 2006. 965 p.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional.** 2ª Edição. Rio de Janeiro: Editora Interamericana, 1978, 626 p.

AUSUBEL, D. P. "The Acquisition and Retention of Knowledge: A Cognitive View" - Kluwer Academic Publishers, 2000. Disponível em: <<http://www.wkap.nl/>>. Acesso em 12 de abr. 2009.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996

BALIANE, A. **Cultura do urucueiro**. Empresa de Assistência e Extensão Rural do Estado do Rio de Janeiro, Niterói, v.2, p. 5-16, 1982.

BIANCHI, J. C. A.; ALBRECHT, C.H.; MAIA, D.J. **Universo da Química**. 1ª ed. São Paulo: FTD, 2005, 680p.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Características da investigação qualitativa**. In: Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos. Porto, Porto Editora, 1994.

BRAGA, M.; GUERRA, A.; REIS, J. C. **Breve História da Ciência Moderna: das máquinas do mundo ao universo-máquina**. Rio de Janeiro. V. 2, Jorge Zahar Editora: 2004. 135 p.

CARVALHO, P. R. & HEIN, M. **Urucum- Uma Fonte de Corante Natural**. Coletânea I-TAL, Campinas, v.1, p. 25-33, 1989.

CARVALHO, P. R. N. **Extração e Utilização do Corante de Urucum**. Manual da Universidade Estadual da Bahia (UESBA). Vitória da Conquista-BA-Brasil, p. 69-76, 1990.

CONSTANTINO, E. S. C. L.; BORGES, I. C.; BARROS, M. A. de M.; DIAS, M. C. L. **Uso de simulação e experimentação no ensino de ciências**. Anais do IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), 2007. Disponível em: <<http://users.hotlink.com.br/abinfo/simulacao.pdf>>. Acesso em 10 de set. 2009.

COUTO, A. B.; RAMOS, I. A.; CAVALHEIRO, E. T. G. Aplicação de pigmentos de flores no ensino de química. **Química nova**, n.21, p. 221-227, 1998.

CURI, D.; BOGGIO, S. A. **Tingimento de tecidos e o ensino de interações intermoleculares**. Anais XIV Encontro Nacional de Ensino de Química (XIV ENEQ)- Universidade Federal do Paraná - Curitiba: 2008. Disponível em: <<http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/resumos/R0391-1.pdf>> Acesso em 10 abr 2009.

DAZZANI, M.; CORREIA, P. R. M.; OLIVEIRA, P. V.; MARCONDES, M. E. R. Explorando a Química na Determinação do Teor de Álcool na Gasolina. **Química Nova na Escola**, n. 17, p. 42-35, maio, 2003.

DELIZOICOV, D; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. 2ª edição. São Paulo: Cortez, 2002, 368 p.

DIAS, M. V; GUIMARÃES, P. I. C; MERÇON, F. Corantes Naturais: Extração e emprego como indicador de pH. **Química nova na escola**, n.17, p. 27-31, maio, 2003.

DRIVER, R.; NEWTON, P. **Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms**. Science Education, vol. 84, n. 3, p.287-312, abr 2000.

FALESI, I C. **Urucuzeiro: Recomendações básicas para seu cultivo.**, Belém: EMBRAPA:UEPAE de Belém, 1987. 27 p.

FARIAS, R. F. de; GÓES, M. C. de C; BEZERRA, C. W. B; LIMA, B. V. de; NASCIMENTO, L. A.; SILVA, F. R. G. E; NEVES, L. S. das. Polaridade molecular: Erros conceituais nos livros didáticos do ensino médio. **Revista Brasileira de Ensino de Química**, vol. 1, n. 2 p. 43-53, jul/dez, 2006.

FELTRE, R. **Química - Componente Curricular**. Vol. 3. São Paulo: Editora Moderna, 2007. 427p.

FONSECA, F.S.; GONÇALVES, C. C. S. Extração de Pigmentos do espinafre e separação em coluna de açúcar comercial. **Química Nova na escola**, n. 20, p.55-58, nov.2004.

FRANCO, C. F. O. **O agronegócio do urucum em Minas Gerais**. Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) - 2008. Disponível em: <[http://www.epamig.br/index.php?option=com\\_content&task=view&id=362&Itemid=68](http://www.epamig.br/index.php?option=com_content&task=view&id=362&Itemid=68)> Acesso em 28 maio 2009.

FRANCISCO JR; W. E. Uma Abordagem Problematizadora para o Ensino de Interações Intermoleculares e Conceitos Afins. **Química Nova na Escola**, n. 29, p.20-23, agosto, 2008.

GARCEZ, Pedro M. A organização da fala-em-interação na sala de aula: controle social, reprodução de conhecimento, construção conjunta de conhecimento. **Revista Calidoscópico**, vol. 4, n. 1, p. 66-80, jan./abr. 2006.

GARNICA, A. V. M. **História Oral e educação Matemática**. In: BORBA, M. C.; ARAÚJO, J. L. (Org.) Pesquisa Qualitativa em Educação Matemática. Belo Horizonte: Autêntica, 2004.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Química Nova na Escola**, n. 10, p. 43-49, nov. 1999.

\_\_\_\_\_. **Experimentação por simulação**. Textos LAPEQ. São Paulo: Fe/USP, n.8, jun. 2003. Disponível em < <http://quimica.fe.usp.br/textos/educ/pdf/experimentacao.pdf>>. Acesso em 20 de maio de 2009.

GÓMEZ-GRANELL, C. **Rumo a uma epistemologia do conhecimento escolar: o caso da educação matemática**. In RODRIGO, M. J. e ARNAY, J. (org.) Domínios do conhecimento, prática educativa e formação de professores. São Paulo: Ática, 1998.

GONÇALVES, F. P.; MARQUES, C. A. Contribuições pedagógicas e epistemológicas em textos de experimentação no ensino de química. **Investigações em Ensino de Ciências** – vol. 11, n.2, p. 219-238, ago. 2006

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. **Química Nova na Escola**, vol. 31, n. 3, p. 198-202, ago. 2009.

HENDERLEITER, J.; SMART, R.; ANDERSON, J. ELIAN. O. How do organic chemistry students understand and apply hydrogen bonding? **Journal of Chemical Education**, vol. 78, p. 1126-1130, jun 2001.

IZQUIERDO, M.; SANMARTÍ, N. e ESPINET, M. Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 17, n. 1, p. 45-60, 1999.

LABURÚ, C. E.; BARROS, M. A.; KANBACH, B. G. A relação com o saber profissional do professor de física e o fracasso da implementação de atividades experimentais no ensino médio. **Investigações em ensino de ciência**, Vol. 12, n.3. p 305 – 320. dez, 2007.

LOPES, A. R. C. **Conhecimento escolar: ciência e cotidiano**. Rio de Janeiro: Editora UERJ, 1999, 236 p.

MATOS, J. A. M. G. Mudanças nas cores dos extratos de flores e de repolho Roxo. **Química Nova na escola**. n.10, p. 6 -10, nov. 1999.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 9, n. 2, p. 191-211, 2003.

\_\_\_\_\_. Análise textual discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. **Ciência & Educação**, v. 12, n. 1, p. 117-128, 2006.

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999. 195 p.

\_\_\_\_\_. **Mapas conceituais no ensino de Física**. Texto de apoio ao professor de Física. NE3. Porto Alegre: Instituto de Física- UFRGS, 1992.

\_\_\_\_\_.; MANSINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa: a teoria de aprendizagem de David Ausubel**. 2ª edição, São Paulo: Centauro Editora, 2006. 112 p.

MOREIA, K. C; BUENO, L; SOARES, M; et al. **O Desenvolvimento de aulas práticas por meio da montagem de kits experimentais**. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”- UNESP. Disponível em: <[www.unesp.br/prograd/ENNEP/Trabalhos%20em%20pdf%20%20Encontro%20de%20Ensino/T3.pdf](http://www.unesp.br/prograd/ENNEP/Trabalhos%20em%20pdf%20%20Encontro%20de%20Ensino/T3.pdf)> Acesso 12 de jun. 2008.

MORTIMER, E. F. e MACHADO, A. H. **Múltiplos olhares sobre um episódio de ensino: “Por que o gelo flutua na água?”**. Encontro sobre Teoria e Pesquisa em Ensino de Ciências, Belo Horizonte, 1997.

NÓBREGA, O. S.; SILVA, E. R.; SILVA, R. H. **Química-Volume Único - 1º Ed**, São Paulo: Editora Ática, 2005, 592 p.

NUSSBAUM, N.; NOVICK, S. **“Creting cognitive dissonance between students’ preconceptions to encourage individual cognitive accommodation and a group cooperative construction of a scientific model”**, Trabalho apresentado na Conferência Anual da AERA, Los Angeles, 1981.

OKUMURA, F; SOARES, M. H. F. B; CAVALHEIRO, E. T. G. Identificação de pigmentos naturais de espécies vegetais utilizando-se cromatografia em papel. **Revista Química nova**, vol. 25, n. 4, p. 680-683. 2002.

PEREIRA, C. L. N. **História da ciência e a experimentação no ensino de química orgânica**. Brasília-DF, 2008, 125 p. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília – UnB,

2008. Disponível em: [http://bdtd.bce.unb.br/tedesimplificado/tde\\_busca/arquivo.php?codArquivo=3709](http://bdtd.bce.unb.br/tedesimplificado/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=3709) Acesso em 14 mar 2009.

PERUZZO, F. M.; CANTO, E. L. Química – Na Abordagem do Cotidiano. 3ª edição. São Paulo: Moderna, 2007, 344 p.

PETERSON-CHIN, L. Looking at density from different perspectives. *Science Scope*, v. 27, n. 4, p. 16-20, 2004.

PETERSON, R.; TREAGUST, D. F. Grade-12 students' misconceptions of covalent bonding and structure. *Journal of Chemical Education*. vol. 66, n.6, p. 459-60, Jun 1989.

RICHMOND, G.; STRILEY, J. Making meaning in classrooms: Social processes in small group discourse and scientific knowledge building. *Journal of Research in Science Teaching*, vol.33, n. 8, p. 839 - 858, mai 1996

ROCHA, W. R. Interações intermoleculares. *Cadernos Temáticos Química Nova na Escola*, n. 4, p. 31-36, mai. 2001.

ROSA, P. R. S.; **A teoria cognitivista de David Ausubel**. Instrumentação para o ensino de ciência. Disponível em: < [http://www.dfi.ufms.br/prrosa/instrumentacao/Capitulo\\_4.pdf](http://www.dfi.ufms.br/prrosa/instrumentacao/Capitulo_4.pdf)>. Acesso em 12 de maio de 2008.

ROSSI, A. V.; MASSAROTTO, A. M.; GARCIA, F. B. T.; ANSELMO, G. T.; MARCO, I. L. G. de, CURRALERO, I. C.; TERRA, J.; CORREA, S. Z. Reflexões sobre o que se ensina e o que se aprende sobre densidade a partir da escolarização. *Química Nova na Escola*, n. 30, p. 55-60, Nov. 2008.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência Tecnologia Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 2, p. 1-23, dez. 2002.

SCHMIDT, H. G.; MOUST, J. H. C., **Factors affecting small-group tutorial learning: A review of research**. Problem-based learning (p. 19–52). Mahwah, NJ: Erlbaum, 2000.

SCHNETZLER, R. e ARAGÃO, R. de. **Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens**. 1ª ed. São Paulo: UNIMEP. 2000. 182p.

SILVA, L. A. S.; MARTINS, C. R.; ANDRADE, J. B. Por que todos os nitratos são solúveis? **Química Nova**, vol. 27, n. 6, p. 1016-1020, 2004.

SILVA, F. M.; WOUTERS, A. D. CAMILLO, S. B. A. Visualização Prática da Química Envolvida nas Cores e sua Relação com a Estrutura de Corantes. **Química Nova na Escola**, n. 29, p. 46-48, ago 2008.

SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L. Experimentação no Ensino de Médio de Química: A necessária busca da consciência ético-ambiental no uso e descarte de produtos químicos – um estudo de caso. **Ciência e Educação** v.14, n.2, p. 233-249, 2008.

TABER, K. S., **Development of student understanding: A case study of stability and lability in cognitive structure**. Research in Science and Technological Education, vol. 13, p. 87–97, mai 1995.

TAVARES, R.; LUNA, G. Mapas conceituais: uma ferramenta pedagógica na consecução do currículo. **Revista Principia** n. 15, dez, 2007. Disponível em: <[http://www.nce.ufrj.br/ginape/iga502/Material\\_aulas/Mapas%20Conceituais%20-%20uma%20ferramenta%20pedag%C3%B3gica.pdf](http://www.nce.ufrj.br/ginape/iga502/Material_aulas/Mapas%20Conceituais%20-%20uma%20ferramenta%20pedag%C3%B3gica.pdf)> Acesso em 20 de set. 2009.

TERCI, D. B. L; ROSSI, A. V. Indicadores Naturais de pH: Usar papel ou solução? **Química Nova**, vol. 25, n.4, p. 684-688, Jul, 2002.

VASCONCELOS, W.; YDI, S. J. **Utilização da extração dos corantes do urucum como estratégia para o ensino de química**. Anais XIV Encontro Nacional de Ensino de Química (XIV ENEQ)- Universidade Federal do Paraná - Curitiba: 2008. Disponível em: <<http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/resumos/R0875-1.pdf>> Acesso em 10 abr 2009.

ZILBERSZTAJN, A. Concepções espontâneas em física: exemplos em dinâmica e implicações para o ensino. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 5, n. 2, p. 3-16, 1983.

## **ANEXOS**

## **ANEXO A – CARTA DE APROVAÇÃO**

**ANEXO A – Carta de Aprovação do projeto**

**Universidade Federal de Mato Grosso do Sul**  
**Comitê de Ética em Pesquisa /CEP/UFMS**

*Carta de Aprovação*

*A minha assinatura neste documento, atesta que o protocolo nº 1411 do Pesquisador Ademir de Souza Pereira intitulado “Aprendizagem significativa de polaridade das moléculas utilizando corantes e pigmentos”, e o seu Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, foram revisados por este comitê e aprovados em reunião ordinária no dia 25 de junho de 2009, encontrando-se de acordo com as resoluções normativas do Ministério da Saúde.*

*Prof. Paulo Roberto Haidamus de Oliveira Bastos*

*Coordenador em exercício do Comitê de Ética em Pesquisa da UFMS*

*Campo Grande, 26 de junho de 2009.*

**ANEXO B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E  
ESCLARECIDO**

## ANEXO B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Universidade Federal do Mato Grosso do Sul  
Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – 2 (professores)

Você está sendo convidado para participar da pesquisa "Aprendizagem significativa de polaridade das moléculas utilizando corantes e pigmentos". Esta pesquisa objetiva cumprir os requisitos necessários para o desenvolvimento de dissertação no curso de mestrado junto ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências (PPEC), da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS).

Os dados colhidos servirão de base para construção de um material didático na forma de um CD-ROOM que aborda a experimentação sobre corantes e pigmentos material visa exclusivamente o aprendizado significativo dos alunos. Serão utilizadas tão somente para esse fim.

Por princípio ético, as identidades dos sujeitos que participarem e colaborarem com o presente trabalho serão resguardadas, suas respostas ficarão anônimas.

Os dados obtidos a partir dos formulários de pesquisa e as falas gravadas serão reproduzidas apenas em publicações científicas, respeitando-se o sigilo em relação a nomes de alunos e da escola. Todo material gravado ficará sob a guarda do pesquisador principal. Ao final de 4 anos, os registros dessas entrevistas serão destruídos.

O benefício relacionado a sua participação é contribuir para a implementação de novas ferramentas potencialmente didáticas que servirão de apoio instrucional para o professor no âmbito escolar. Poderão participar desta pesquisa professores do ensino médio de disciplinas de Química.

Não haverá nenhuma compensação financeira / pagamento pelo fornecimento destas informações e pela participação. Assim, poderá solicitar para ser excluído da pesquisa, se desejar, sendo destruído todo o material relacionado a sua pessoa.

O presente trabalho objetiva determinar as concepções dos alunos e professores frente aos assuntos polaridade e interações intermoleculares, bem como os conceitos acerca dos temas.

Os resultados obtidos na pesquisa serão divulgados aos participantes na forma de uma palestra e/ou relatório escrito.

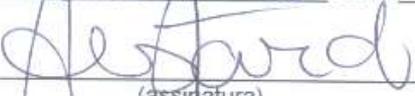
Uma cópia deste termo de compromisso, constando telefone e endereço do pesquisador principal, está sendo entregue para você, podendo tirar dúvidas sobre este projeto e sua participação. A qualquer momento você também poderá solicitar informações ao Comitê de ética em pesquisa - CEP/UFMS, pelo telefone (67) 3345-7187.

Ademir de Souza Pereira  
Pesquisador - PPEC/UFMS  
Cidade Universitária s/n CG/MS  
Tel: (67) 3426-7890  
Cel: (67) 9918-6029  
[spademir@msn.com](mailto:spademir@msn.com)

Dario Xavier Pires  
Pesquisador - DQI / UFMS  
Cidade Universitária s/n CG/MS  
Tel: (67) 3345-3545  
Cel: (67) 9264-4905  
[daxpires@yahoo.com.br](mailto:daxpires@yahoo.com.br)

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar.

Nome: Anestardo de Paula Deus Data: 30/03/09



(assinatura)

Anestardo de Paula Deus

Diretor

Resol. Pº SED nº 1412/08 de 01/07/08

ESCOLA ESTADUAL  
Ministro João Paulo dos Reis Velloso  
Rua São Vicente Ferreira, 743 - Bairro Vila Mato  
Fone: 3426-2076 Cep 79821-010 - Dourados - M.

**ANEXO C – SOLICITAÇÃO DE PERMISSÃO DE COLETA DE DADOS NO LOCAL DE PESQUISA: ESCOLA**

## ANEXO C – Solicitação de permissão de coleta de dados no local de pesquisa: escola

Universidade Federal do Mato Grosso do Sul  
Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências

### SOLICITAÇÃO DE PERMISSÃO PARA COLETA DE DADOS NO LOCAL DE PESQUISA: ESCOLA

Você está sendo convidado para participar da pesquisa "Aprendizagem significativa de polaridade das moléculas utilizando corantes e pigmentos", como representante legal da escola Ministro João Paulo dos Reis Veloso, autorizando a observação e gravação em áudio e vídeo, de aulas de química e desenvolvimento de atividades experimentais de química em classes do ensino médio. Esta pesquisa objetiva cumprir os requisitos necessários para o desenvolvimento de dissertação no curso de mestrado junto ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências (PPEC), da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS).

Os dados colhidos servirão de base para construção de um material didático na forma de um objeto de aprendizagem digital com suporte na internet. Este material visa exclusivamente o aprendizado significativo dos alunos. Serão utilizadas tão somente para esse fim. Por princípio ético, as identidades das escolas envolvidas, dos sujeitos que participarem e colaborarem com o presente trabalho serão resguardadas, suas respostas ficarão anônimas. Poderá participar qualquer escola de ensino médio.

Os dados obtidos a partir dos formulários de pesquisa e as falas e imagens gravadas serão reproduzidas apenas em publicações científicas, respeitando-se o sigilo em relação a nomes de alunos e da escola. Todo material gravado ficará sob a guarda do pesquisador principal. Ao final de 4 anos, estes registros serão destruídos.

O benefício relacionado a participação da sua escola é contribuir para a implementação de novas ferramentas potencialmente didáticas que servirão de apoio instrucional para o professor no âmbito escolar.

Não haverá nenhuma compensação financeira / pagamento pelo fornecimento destas informações e pela participação. Assim, poderá solicitar para ser excluído da pesquisa, se desejar, sendo destruído todo o material relacionado a sua pessoa.

O presente trabalho objetiva determinar as concepções dos alunos e professores frente polaridade e interações intermoleculares, bem como os conceitos acerca dos temas.

Os resultados obtidos na pesquisa serão divulgados aos participantes na forma de uma palestra e/ou relatório escrito.

Uma cópia desta solicitação, constando telefone e endereço do pesquisador principal, lhe será entregue, podendo tirar dúvidas sobre este projeto e sua participação. A qualquer momento você também poderá solicitar informações ao Comitê de Ética em pesquisa - CEP/UFMS, pelo telefone (0XX67) 33 45 – 7187 .

Ademir de Souza Pereira  
Pesquisador - PPEC/UFMS  
Cidade Universitária s/n CG/MS  
Tel: (67) 3426-7890  
Cel: (67) 9918-6029  
[spademir@msn.com](mailto:spademir@msn.com)

Dario Xavier Pires  
Pesquisador - DQI / UFMS  
Cidade Universitária s/n CG/MS  
Tel: (67) 3345-3545  
Cel: (67) 9264-4905  
[daxpires@yahoo.com.br](mailto:daxpires@yahoo.com.br)

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação como representante legal da escola Ministro João Paulo dos Reis Veloso, na pesquisa e concordo em participar.

Nome: Anestandro de Paula Deus Data: 30/03/09

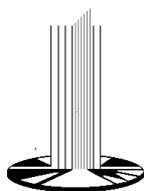
(assinatura)  
Anestandro de Paula Deus  
Diretor

Resol. "P" SED nº 1.412/08 de 01/07/08

**ESCOLA ESTADUAL**  
**Ministro João Paulo dos Reis Veloso**  
Rua João Vicente Ferreira, 743 - Bairro: Vila Mato  
Fone: 3426-2076 - Cep 79823-010 - Dourados - MS

## **APÊNDICES**

**APÊNDICE A – Relatório diário das atividades desenvolvidas na  
aplicação do projeto em sala de aula**



**Universidade Federal de Mato Grosso do Sul**  
**Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências**  
**Área de concentração de Ensino de Química**



Mestrando: Ademir de Souza Pereira

Orientador: Prof. Dr. Dario Pires

**Relatório diário das atividades desenvolvidas**  
**na aplicação do projeto**

**1ª Etapa:** Aplicação do questionário para verificar a concepção prévia dos alunos

Data: 31/08/09

Tempo: 50 minutos

Os questionários foram aplicados aos alunos do terceiro ano, do ensino médio, totalizando 44 alunos com idade entre 16 e 20 anos, da Escola Estadual Ministro João Paulo dos Reis Veloso da cidade de Dourados (MS).

Os alunos foram conscientizados da realização do questionário, que foi respondido individualmente, sem nenhuma consulta ao professor ou aos colegas de sala. Naquele momento o professor-pesquisador leu as questões junto aos alunos, esclarecendo possíveis dúvidas e solicitou que em todas as questões relacionassem cada pergunta com os conhecimentos adquiridos ao longo dos anos, para assim, formular e apresentar as respostas que julgarem plausíveis. Foram incentivados a demonstrar suas habilidades de interpretação, análise e compreensão.

Durante a atividade os alunos entusiasmaram-se com a possibilidade de formular hipóteses, conforme o relato de um dos alunos:

*“Professor esta questão eu posso colocar com as minhas palavras? Você vai entender se eu colocar dessa maneira?”*

Alguns alunos insistiram para que o professor-pesquisador orientasse com alguma informação, principalmente no que se refere a questões relacionadas a conceitos mais específicos, como por exemplo, moléculas polares e moléculas apolares.

Muitos queriam entregar o questionário relatando que não sabiam nada sobre o assunto, no entanto, o professor incentivou-os a esforçarem-se para responder as questões.

Em algumas perguntas a postura do professor era a de pedir que, a partir da semântica e com os conteúdos estudados no primeiro ano do ensino médio (atomística, ligações químicas), pudessem formular hipóteses sobre o significado de alguns conceitos.

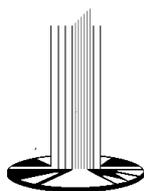
Até mesmo em relação a assuntos que envolvem a própria região eles perguntavam:

*“Professor como é o nome daquela planta que utilizamos para fazer o colorau?”*

Sem a intenção de interferir nos resultados, o professor-pesquisador solicitava que relatassem com suas próprias palavras.

Passados 40 minutos de aula, 60 % dos alunos haviam terminado de responder o questionário e, ao término da aula, somente dois alunos continuaram a responder.

Ao entregar os questionários muitos alunos queriam as respostas, e disseram que as procurariam nos livros e internet.



**Universidade Federal de Mato Grosso do Sul**  
**Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências**  
**Área de concentração de Ensino de Química**



Mestrando: Ademir de Souza Pereira

Orientador: Prof. Dr. Dario Pires

**Relatório diário das atividades desenvolvidas**  
**na aplicação do projeto**

**4ª Etapa:** Aula expositiva, aula experimental

Data: 01/09/09

Tempo: Duas aulas de 50 minutos.

Nesta etapa foi possível chegar aos conhecimentos prévios dos alunos, por meio do questionário aplicado na etapa anterior, que foi avaliado pela técnica de análise textual discursiva. A partir disso, verificou-se que os alunos tinham alguns conceitos relevantes, mas que precisariam de uma organização conceitual.

Na aula expositiva realizada, com a utilização do quadro negro, foram abordados os conceitos de mistura, miscibilidade dos líquidos, sistema homogêneo, sistema heterogêneo, fases de um sistema e densidade.

No que se refere a mistura, foi apresentado o conceito, no quadro negro, que uma mistura é constituída por duas ou mais substâncias puras, podendo ser substâncias simples ou compostas. Em seguida, foi esclarecida a diferença entre sistema homogêneo e sistema heterogêneo aplicado a soluções aquosas, que foi o caso do sistema composto por água e óleo (questionário inicial).

O momento em que os alunos demonstraram grande interesse foi quando esclarecido que as substâncias que estão contidas em um mesmo sistema constituem uma mistura. Esta dúvida foi esclarecida, pois houve dúvidas, por parte dos alunos, ao responderem o questionário inicial, pois muitos confundiram os conceitos de misturar com o próprio fato de dissolver, o que não deve ser confundido.

Foi resgatado o exemplo da própria água e óleo, pois ambos misturam-se, mas não se dissolvem. Isso torna o sistema água e óleo uma mistura, mas não uma solução homogênea.

Para abordar os conceitos de polaridade, revisou-se o conceito de ligação covalente: constituição básica de um átomo, formação da ligação, forças de atração e repulsão. Em seguida, o conceito de ligação covalente polar e apolar, foi abordado de forma demonstrativa,

utilizando o quadro negro. Alguns exemplos foram utilizados com a molécula de  $\text{CH}_4$ , que não possui elétrons disponíveis (apolar) e, no caso da molécula de  $\text{CH}_3\text{Cl}$ , que possui elétrons disponíveis (polar), e no caso da molécula de  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$ , que possui uma parte polar e uma parte apolar. Este foi o primeiro conceito abordado em sala de aula sobre polaridade.

Em seguida, os conceitos de eletronegatividade (tabela periódica), vetor e geometria das moléculas foram introduzidos, com auxílio do *data-show* e com modelos de bolinhas de isopor (diferentes cores e tamanho).

Para realização da atividade com modelos de bolinha de isopor a sala foi dividida em grupos de 5 integrantes. A atividade proposta, distinta para os grupos, foi a de prever a geometria e a polaridade de uma molécula. As moléculas utilizadas como exemplo foram representadas como:  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CCl}_4$ ,  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$ , entre outras.

Houve participação de toda a sala, tanto na atividade em grupo quanto na exposição didática do professor-pesquisador.

Na aula experimental foi realizado o experimento proposto. Utilizou-se os seguintes materiais e reagente: 20 Seringas de 10 mL, 10 provetas de plástico de 50 mL, bastão de vidro e 100 mL de Solução aquosa de Cloreto de Sódio 10% (p/v).

Com o professor-pesquisador ficou o seguinte reagente: 100 mL de gasolina comum.

A sala foi dividida em 10 grupos, com cerca de 4 alunos por grupo. O professor-pesquisador abordou em sala os cuidados e precauções que deveriam ser tomados durante a realização dos experimentos. A escola não dispõe de laboratório de química, por este motivo foi escolhida uma sala de aula bem arejada, com janelas largas e com sistema de ventilação. Como a gasolina é volátil e tóxica, a mesma estava contida em um recipiente com tampa.

Após a distribuição do material, o professor-pesquisador solicitou aos alunos que aspirassem, com auxílio da seringa, 10 mL de gasolina e a transferissem para a proveta. Neste momento o recipiente que estava com a gasolina foi destampado e um aluno por grupo aspirou 10 mL de gasolina. Após o procedimento, o recipiente foi tampado até o próximo grupo preencher sua seringa, e assim se procedeu até que todos os grupos preenchessem suas seringas.

Em seguida, cada grupo utilizou uma nova seringa para aspirar 10 mL de solução de Cloreto de Sódio 10 %, sem transferir para a proveta aguardando o comando do professor-pesquisador.

Solicitou-se aos alunos que transferissem, cuidadosamente, o conteúdo da seringa para a proveta e agitassem com auxílio de um bastão de vidro. Em seguida a proveta foi tampada com uma rolha. Este momento foi o mais explorado durante o experimento. Sem dar nenhuma

dica, o professor-pesquisador solicitou que os alunos analisassem e formulassem hipóteses sobre o fenômeno ocorrido dentro da proveta. Este momento foi aberto a discussões, no qual os alunos poderiam formular hipóteses e argumentar sobre seu ponto de vista.

Durante esta atividade os alunos foram solicitados a formularem hipóteses sobre o fenômeno ocorrido dentro da proveta. Abaixo alguns relatos dos alunos:

Aluno 01: *“Professor, não vejo nada de diferente, a água e a gasolina continuam aqui da mesma cor.”*

Aluno 02: *“tem alguma coisa diferente.... parece que tem mais água do que antes.”*

Aluno 03: *“já sei... a parte do álcool que estava na gasolina passou para a água.”*

Nesta discussão foram relacionadas as hipóteses dos alunos com a teoria abordada em sala de aula, com o objetivo dos alunos formularem argumentos mais elaborados. A partir dessa discussão foram formulados alguns argumentos que são descritos a seguir:

Aluno 04: *“Então quer dizer que o álcool que estava na gasolina passou para a água, pois ele [o álcool] sentiu atraído pela água?”*

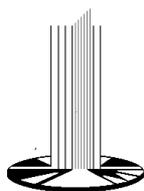
Aluno 05: *“já sei tem haver com polar e apolar... a parte polar da água atraiu a parte polar o álcool, seria isso professor?”*.

Em seguida foi solicitado que calculassem o teor de álcool contido na gasolina.

10 mL (gasolina) ----- 100 %

2 mL (álcool) ----- x

x = 20 %



**Universidade Federal de Mato Grosso do Sul**  
**Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências**  
**Área de concentração de Ensino de Química**



Mestrando: Ademir de Souza Pereira

Orientador: Prof. Dr. Dario Pires

**Relatório diário das atividades desenvolvidas**  
**na aplicação do projeto**

**5ª Etapa:** Leitura do texto e abordagem de tipos de combustíveis.

Data: 03/09/09

Tempo: 50 minutos.

Iniciou-se a quinta etapa com o objetivo de averiguar se os alunos haviam organizado os conhecimentos iniciais, além de aplicar a habilidade de resolver novos problemas. Solicitou-se que estes fizessem a leitura de um texto denominado como: Aumento da mistura de álcool na gasolina.

O texto foi elaborado de tal maneira que os alunos participassem de uma situação envolvida em um contexto, no qual eles teriam que, ao final, utilizar os conceitos apresentados em sala de aula, a fim de responderem aos questionamentos ao final do texto.

A leitura e as respostas as questões tomaram um total 25 minutos do tempo da aula. Em seguida, após todos terem entregado a folha com as respostas, foi possível explorar a potencialidade dos questionamentos que o texto abordou.

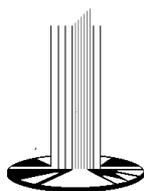
Durante a discussão do texto foi possível verificar questões do cotidiano, presentes nas perguntas dos alunos:

*“Professor, qual o tipos de combustíveis que existem e como são obtidos?”*

Este questionamento de um aluno foi o ponto de partida para o professor-pesquisador explicar sobre a destilação do petróleo e quais frações podem ser separadas desta matéria prima. Em seguida, o próximo questionamento de um aluno foi referente ao próprio texto, como relata a transcrição:

*“No texto o Sr. Carlos lê no jornal sobre a quantidade de álcool presente na gasolina, isso pode prejudicar o motor?”*

*“Qual combustível polui mais professor?”*



**Universidade Federal de Mato Grosso do Sul**  
**Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências**  
**Área de concentração de Ensino de Química**



Mestrando: Ademir de Souza Pereira

Orientador: Prof. Dr. Dario Pires

**Relatório diário das atividades desenvolvidas**  
**na aplicação do projeto**

**6ª Etapa:** Interações intermoleculares, Experimento com Urucum e gasolina e leitura do texto sobre o Urucum

Data: 10/09/09

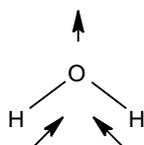
Tempo: 2 aulas de 50 minutos.

Iniciou-se a aula realizando uma revisão das aulas anteriores, utilizando os recursos didáticos disponíveis, tais como data-show, giz e quadro negro e modelos com bolinhas de isopor. Foram revistos conceitos, tais como: eletronegatividade, ligação covalente polar, ligação covalente apolar, geometria molecular.

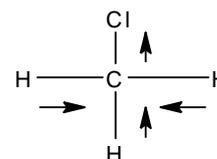
O professor-pesquisador questionou os alunos se eles lembravam quando uma molécula era ou não polar. Muitos alunos conseguiram responder, a partir das respostas, o professor-pesquisador organizou-se e iniciou a aula, seguindo a sequência descrita abaixo:

Uma molécula é considerada polar quando houver elétrons disponíveis e os vetores não se cancelarem. A soma vetorial, dos vetores de polarização é diferente de zero. Moléculas polares possuem maior concentração de carga negativa numa parte da nuvem e maior concentração positiva noutro extremo.

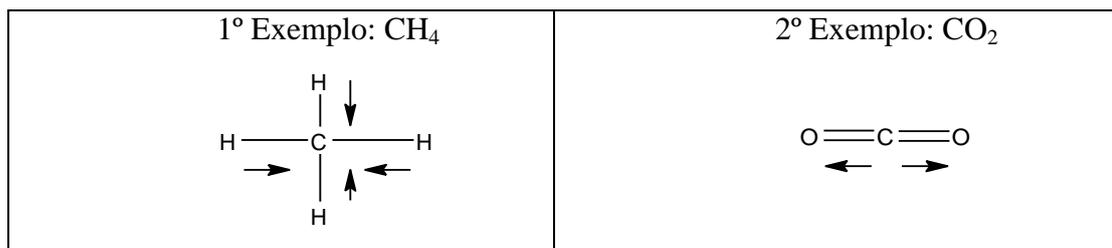
1º Exemplo: H<sub>2</sub>O



2º Exemplo: CH<sub>3</sub>Cl



**APOLAR:** Quando não houver elétrons disponíveis ou quando os vetores se cancelarem. A soma vetorial, dos vetores de polarização é nula. A carga eletrônica está uniformemente distribuída, ou seja, não há concentração.

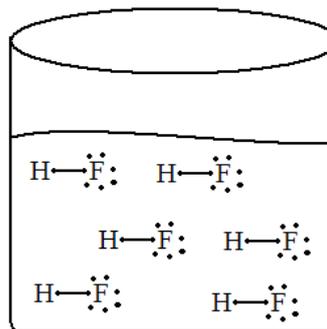
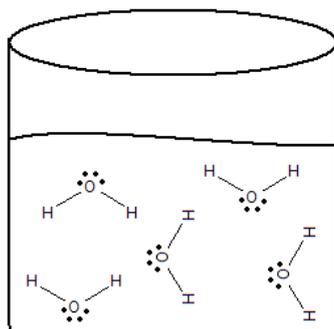


Em seguida, foi solicitado aos alunos que anotassem quaisquer conceitos que considerassem relevantes, pois tais informações poderiam lhes ser úteis ao responder o questionário ao final da aula.

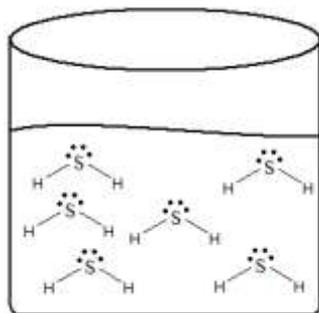
Com o auxílio do data-show foi possível ministrar o conteúdo de Interações intermoleculares: dipolo-dipolo, dipolo-induzido, ligação de hidrogênio, forças de dispersão de London. O conteúdo abordado durante a aula refere-se a:

### Interações intermoleculares

*Ligação de Hidrogênio:* Ocorre quando um átomo altamente eletronegativo (F.O.N.) está ligado ao hidrogênio. Ocorre entre o átomo eletronegativo e o átomo de Hidrogênio de outra molécula.



*Dipolo-Dipolo:* Ocorre entre moléculas polares. Desde que não seja algum átomo altamente eletronegativo (F.O.N.) ligado ao hidrogênio.



*Dipolo instantâneo (dipolo-induzido):* Ocorre quando uma molécula polar se aproxima de uma molécula apolar.



O professor-pesquisador também havia preparado em tubos de ensaio os seguintes sistemas: Tubo de ensaio 1: Urucum + água, Tubo de ensaio 2: urucum + álcool; Tubo de ensaio 3: urucum + gasolina.

Já na sala de aula, após dividir os grupos, o professor utilizou os tubos de ensaio para demonstrar a solubilidade dos compostos presentes no urucum. Neste momento, foi questionado aos alunos qual dos frascos possuía maior coloração. Houve comentários e a participação dos grupos, conforme relatos abaixo:

*“no tubo de ensaio que tem água não está colorido”.*

*“o álcool ficou menos colorido que a gasolina”.*

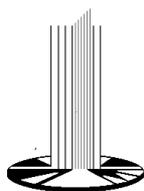
Os alunos foram orientados da toxicidade e volatilidade da gasolina, então não foi permitido que entrassem em contato e não inalassem a mesma. Cada grupo contou com um kit com os materiais necessários para desenvolver o experimento.

O professor ficou em posse da gasolina com urucum, em um recipiente de vidro fechado. Cada grupo deslocava-se até o professor e com auxílio de uma seringa aspirava cuidadosamente 10 mL da gasolina com Urucum e transferia para a proveta. Foi cedido aos alunos um pedaço de plástico para tampar a saída da proveta.

Em seguida, com auxílio da seringa cada grupo de aluno aspirou 10 mL de solução de cloreto de sódio 10% e adicionou a solução de gasolina/urucum. Agitaram cuidadosamente, com auxílio de um bastão de vidro, tampando a proveta logo em seguida.

Em seguida foram discutidos quais os possíveis compostos Bixina ou Norbixina, que poderiam estar presente na água/álcool resultante do sistema que entrou em contato com a gasolina.

Logo após solicitou-se aos alunos que retornassem a seus respectivos lugares e iniciassem a leitura do texto sobre urucum, o qual contava com questões ao final. Cada aluno poderia utilizar as anotações das aulas para responder tais questões.



**Universidade Federal de Mato Grosso do Sul**  
**Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências**  
**Área de concentração de Ensino de Química**



Mestrando: Ademir de Souza Pereira

Orientador: Prof. Dr. Dario Pires

Data: 12/09/09

**Relatório diário das atividades desenvolvidas**  
**na aplicação do projeto**

**7ª Etapa:** Atividade experimental Interações intermoleculares , Experimento com Urucum, gasolina + álcool.

Data:

Tempo: 2 aulas de 50 minutos.

Iniciou-se a aula realizando uma revisão das aulas anteriores, utilizando os recursos didáticos disponíveis, tais como data-show, giz e quadro negro e modelos com bolinhas de isopor.

Em seguida a sala foi dividida em grupos de aproximadamente 6 componentes, e cada grupo realizou a atividade experimental anterior, na qual foi colocado, em uma proveta 10 mL de gasolina com o corante de urucum solubilizado e, em seguida, foi adicionado 10 ml de solução de cloreto de sódio.

Cada grupo discutiu entre si os resultados, calculando a porcentagem de álcool dissolvido na gasolina e a mudança de coloração da solução aquosa. Após isso, os conceitos foram discutidos na sala de aula, na presença de todos os grupos junto ao professor-pesquisador. Neste momento foi relevante a participação dos grupos, pois mesmos os alunos que se expressam pouco tiveram incentivo dos colegas e também do professor, para se expressarem.

O próximo passo foi a utilização do novo experimento, para averiguar se os alunos acomodaram essas informações em sua estrutura cognitiva. O resultado esperado aqui foi que os alunos realizassem a atividade, discutissem e expressassem esses resultados no texto que o professor solicitou. O professor solicitou que anotassem cada passo do procedimento.

Então cada grupo realizou a atividade conforme esta foi proposta. O professor solicitou que cada grupo por vez fosse até a porta da sala, onde se encontrava um recipiente com solução aquosa de cloreto de sódio, outro recipiente fechado com álcool com urucum dissolvido, e outro recipiente contendo a gasolina pura, ou seja, sem a porcentagem de álcool.

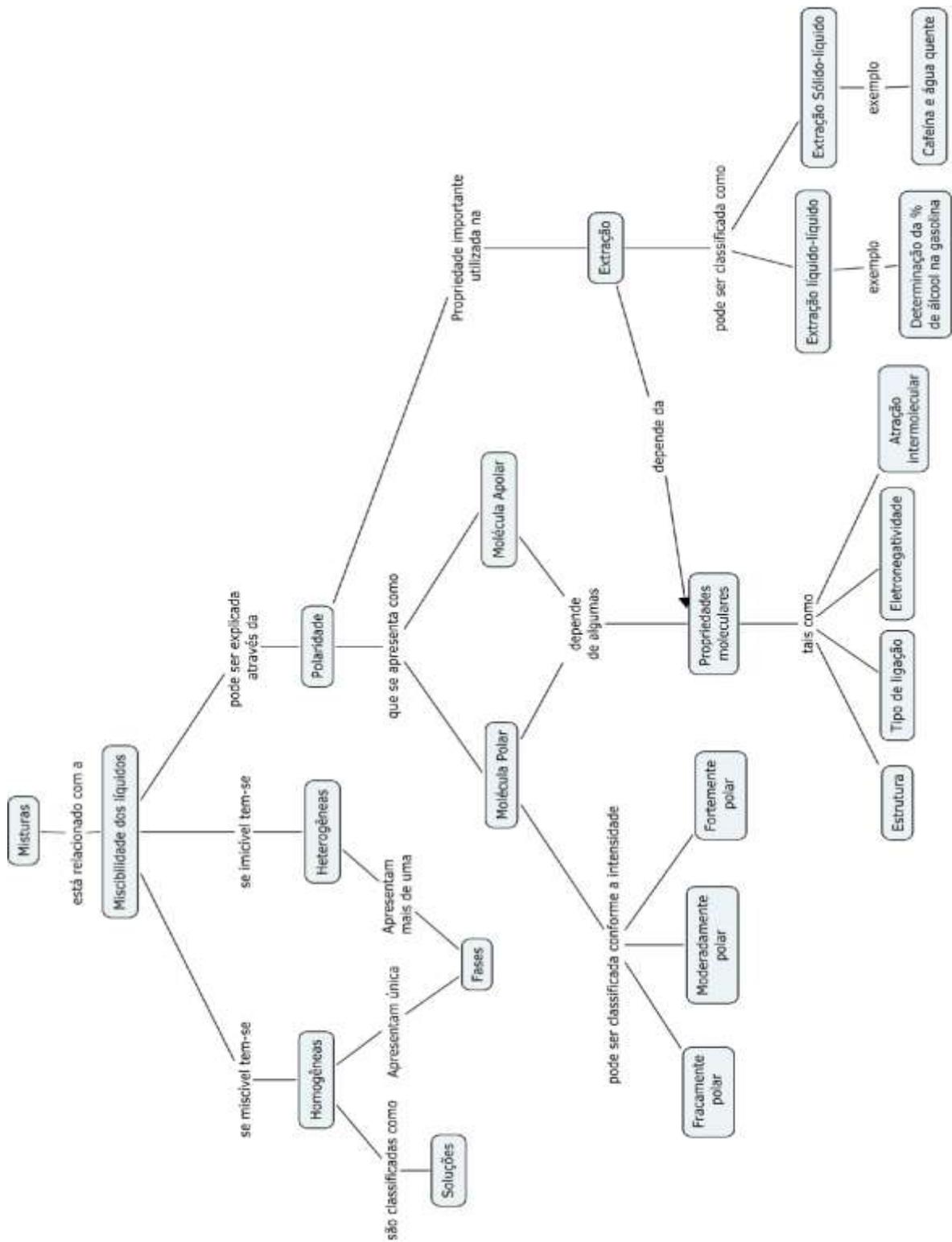
Com auxílio de uma seringa cada grupo, sob supervisão do professor, aspirou 2 mL da solução alcoólica com urucum solubilizado, 10 mL de solução de cloreto de sódio e 10 mL de gasolina pura.

Como cada grupo estava de posse das seringas com seus conteúdos, o professor-pesquisador solicitou que adicionassem na proveta, na seguinte sequência: aspirar 2 mL da solução alcoólica com urucum solubilizado, 10 mL de solução de cloreto de sódio e 10 mL de gasolina pura, em seguida de agitação moderada com bastão de vidro.

Os alunos tiveram o tempo de 20 minutos para discutirem os resultados e expressarem suas opiniões na forma de texto.

## **APÊNDICE B – Mapa Conceitual**

## Apêndice B – Mapa conceitual elaborado pelo professor-pesquisador



## **APÊNDICE C - Respostas dos alunos ao questionário inicial**

## Apêndice C - Respostas dos alunos ao questionário inicial

**1) O que acontece quando se adiciona óleo de cozinha à água? Dissolvem-se? Proponha uma explicação.**

*Aluno 01: Ao adicionar o óleo em água, o óleo menos denso flutua ou seja acontece a mistura heterogênea, ela não se mistura.*

*Aluno 02: O óleo fica em cima da água. O óleo é mais denso que a água então eles não podem se misturar, ou o óleo fica em cima ou fica embaixo. Porque o óleo não se dissolve na água.*

*Aluno 03: Ao meu ver, quando se mistura óleo e água não se ocorre nenhuma reação química, a água é mais densa e pesada. O óleo é mais áspero e possui compostos que não são solúveis, devido a isso o óleo flutua na água.*

*Aluno 04: Quando se adiciona óleo de cozinha à água os dois não se misturam, pois o óleo é mais denso e por isso a água fica normal e o óleo se desmancha em algumas bolinhas, mas não chega a virar uma mistura homogênea.*

*Aluno 05: Esses dois componentes não se misturam porque a água é mais densa do que o óleo.*

*Aluno 06: Eles não se misturam, o óleo sempre ficará na superfície quando for misturado com a água*

*Aluno 07: Ela fica uma substância pesada e impura e ela fica em cima e não se mistura.*

*Aluno 08: Não há mistura entre esses dois elementos, pois o óleo de cozinha é mais denso do que a água e não são solúveis. E com isso quando misturam esses elementos eles não se dissolvem entre si e o óleo ficará em cima.*

*Aluno 09: Se adicionado óleo de cozinha a água o óleo fica em cima porque o óleo é menos denso do que a água, exemplo: um copo de água põe óleo o óleo ficará em cima.*

*Aluno 10: O óleo é mais denso do que a água e quando ele é adicionado a água fica no fundo do copo devido a sua densidade.*

*Aluno 11: Quando colocamos o óleo em uma água fervente deixamos a água mais densa ou seja o óleo sobe e a água fica embaixo pois a água é mais leve que o óleo.*

*Aluno 12: O óleo se separa da água formando uma substância heterogênea com 2 fases, isso ocorre devido a polaridade das substâncias, a água é uma substância polar já o óleo é uma substância apolar, por isso não ocorre a dissolução do óleo em água.*

*Aluno 13: Os dois líquidos não se misturam e o óleo fica na parte de baixo, porque o óleo é mais denso e também é apolar*

*Aluno 14: O óleo fica por cima da água separado, pois é uma substância que não se dissolve na água*

*Aluno 15: Acontece que a água é mais densa e se fixa no fundo do copo, com isso o óleo ele não se mistura com a água, pois de forma que o óleo tem a sua capacidade em densidade em relação a água.*

*Aluno 16: Não. Porque o óleo é menos denso que a água, ou seja, mais leve e em contato com água não se dissolve.*

*Aluno 17: Por que o óleo é mais denso que a água por isso não se mistura*

*Aluno 18: Não, pois o óleo é mais denso que a água, por isso não se mistura.*

*Aluno 19: Não porque eles são heterogêneos por que o óleo é mais denso.*

*Aluno 20: Não, devido a densidade de cada líquido.*

*Aluno 21: Não, são misturas heterogêneas, pois o óleo é mais denso que a água.*

*Aluno 22: Não a água é mais pesada então o óleo sempre fica por cima e a água por baixo.*

*Aluno 23: Não, porque a água é mais densa.*

*Aluno 24: Não, porque a água e o óleo são heterogêneos.*

*Aluno 25: Não, por causa da sua densidade*

*Aluno 26: Não por que são heterogêneo, ou seja, por ser mais pesado do que a água, óleo fica embaixo e água por ser mais leve fica em cima.*

*Aluno 27: Não porque o óleo apresenta densidade maior que a água.*

*Aluno 28: Não porque o óleo é insolúvel em água, para podermos dissolver uma substância a outra ou misturar as duas devem ser polares ou apolares, no caso da água é apolar deveria misturar com uma substância apolar.*

*Aluno 29: Não pois são heterogênea (não se mistura) os dois tem aspectos diferentes.*

*Aluno 30: Não porque o óleo é mais concentrado que a água.*

*Aluno 31: Não, porque a água é mais densa e o óleo por sua vez é leve fica na parte superior.*

*Aluno 32: Não, porque o óleo é menos denso que a água.*

*Aluno 33: Não, porque o óleo é mais denso que a água, os dois formam uma mistura heterogênea.*

*Aluno 34: Pode se misturar mas não forma uma coisa só, ou seja, podemos ver o óleo e a água, eles não formam 1 coisa só, o óleo fica em cima e a água embaixo, devido a densidade do óleo.*

*Aluno 35: Não porque a água é mais densa que o óleo.*

*Aluno 36: Não porque óleo é mais leve do que a água e por isso que fica por cima.*

*Aluno 37: Pois o óleo é mais denso e não é solúvel em água.*

*Aluno 38: Sim, porque o óleo misturado com a água forma uma mistura homogênea por causa da densidade do óleo.*

*Aluno 39: Não. A água é mais densa que o óleo.*

*Aluno 40: Não, pois o óleo mais denso que água.*

*Aluno 41: Não, devido a densidade do óleo e muito elevada do que da água.*

*Aluno 42: Não porque a água é mais densa que o óleo, mantendo-se embaixo do óleo, sendo dividida em contrastes visíveis.*

*Aluno 43: Não porque a água é mais densa que o óleo.*

*Aluno 44: Sim, porque o óleo coloca dentro da água ele fica em cima da água porque não se mistura.*

**2) No popular café é encontrado uma substância que é chamada de cafeína. Esta substância é extraída do pó do café quando preparamos o café na cozinha de nossas casas. Em qual momento essa substância é extraída? Isso quer dizer que a cafeína é solúvel em água?**

*Aluno 01: Ao passar o café a cafeína encontrada sólida e transforma em líquido isso podemos dizer que ela passou pelo processo de fusão.*

*Aluno 02: No momento em que a água quente é colocada em contato com o pó, então quer dizer que a cafeína é solúvel em água quente. Ou a cafeína é extraída na que o café está sendo coado.*

*Aluno 03: A Cafeína é extraída quando fervemos água e dissolvemos a cafeína em água quente, acrescentando açúcar e coando. A parte coada se torna o café que bebemos. O pó fica na extremidade do coador não podendo mais ser utilizado. A cafeína é sim solúvel em água.*

*Aluno 04: No momento em que a água é fervida e passada pelo coador de café, nesse momento a água se mistura com o café e partir daí a substância é extraída e a cafeína é solúvel em água.*

*Aluno 05: Para que possamos extrair a cafeína do pó de café devemos colocar o pó de café no coador de café e adicionar água, pois depois de ser coado, estará pronto para consumir e essa substância (cafeína) estará no líquido.*

*Aluno 06: No momento em que ela é sólida e passa para o líquido, isso ocorre quando colocamos água quente, para a cafeína vai ser utilizada.*

*Aluno 07: É através da evaporação e fica líquida e solúvel é quando água esquentada e a pressão a dissolve e por vaporização e líquido.*

*Aluno 08: Ocorre o processo de fusão, que é o caso da cafeína estar em pó (sólido) e passar para o estado líquido (café), esses elementos são solúveis entre si.*

*Aluno 09: É extraída a cafeína no momento em que coamos o pó de café para se transformar em líquido. É solúvel por que quando coado o café ele se mistura com a água.*

*Aluno 10: A cafeína é extraída se faz o café no momento em que o pó vira um líquido e ela é solúvel em água porque é misturada com água para obter o café.*

*Aluno 11: Colocamos o pó de café em um coador ao colocarmos a água fervente o coador irá retirar o café na transformando o "pó" em um líquido que é o café. Ou seja, isso ocorre também por causa da água fervente.*

*Aluno 12: A substância é obtida quando misturamos a água quente ao pó de café, onde ocorre o processo de fusão. Assim podemos concluir que a cafeína também se dissolve quando misturamos água.*

*Aluno 13: É extraído quando colocamos água no pó de café e fervemos essa água. A cafeína é solúvel em água.*

*Aluno 14: É extraída na hora de coar o café, ela é solúvel em água.*

*Aluno 15: A substância extraída chamada cafeína, de forma que preparamos o café, por exemplo, uma pessoa coloca a água em um recipiente para ferver em fogo alto, depois coloca o café e açúcar em uma melita para coar este pó, depois de feito isso ele despeja de forma pouca a água fervida no pó, esta maneira a cafeína passa do sólido (pó) para o líquido, desta forma ocorre a fusão. Nesta forma depois prepararmos o café a cafeína sai do café desta forma, através da água fervida.*

*Aluno 16: No momento em que o café entra em contato com a água quente e nós sentimos aquele cheiro gostoso. Não sei porque é extraída.*

*Aluno 17: Na hora que colocamos a água quente.*

*Aluno 18: É extraída porque é solúvel em contato com a água fervendo ficando líquido.*

*Aluno 19: Ela é extraída quando colocamos o pó de café na água quente com a temperatura alta e a água é extraída a cafeína.*

*Aluno 20: Quando café já é moído e utilizado para preparar coca-cola por exemplo.*

*Aluno 21: A cafeína é extraída quando o pó de café é colocado em contato com a água quente, ou a água em temperatura elevada.*

*Aluno 22: Na hora de fazer, pois quando se faz o café a cafeína fica no líquido e o pó que fica no coador já está sem a cafeína.*

*Aluno 23: A cafeína é extraída no preparo do café quando se mistura com água, a cafeína vai ficar junto com o café. Ela é extraída porque faz parte do pó.*

*Aluno 24: É extraída do pó do café*

*Aluno 25: No momento que dissolve, é separado.*

*Aluno 26: Na hora em que a água é fervida e o pó misturado com a água.*

*Aluno 27: A cafeína é extraída no momento em que separamos o pó de café do café pronto. Ela é extraída porque nessa substância contém o sabor de café.*

*Aluno 28: Essa substância foi extraída porque o café só é solúvel quando entrar em contato com a água que deveria estar em alta temperatura, devido a isso conseguimos extrair o café líquido devido a alta temperatura.*

*Aluno 29: Ela é extraída para dar o gosto do café*

*Aluno 30: Pela alta temperatura da água e que se misturam no coador.*

*Aluno 31: No momento em que entrou em contato com a água quente. Para dar coloração, aroma e sabor.*

*Aluno 32: No momento em que colocamos água fervente porque cafeína é mais volátil que o pó de café.*

*Aluno 33: Ela é extraída no momento em que adicionamos a água.*

*Aluno 34: Ela foi extraída no instante da filtração por causa da água quente.*

*Aluno 35: É extraída através do contato com a água quente, ou seja, na passagem do sólido para o líquido.*

*Aluno 36: Em qual momento eu não sei, mas sei que é extraída para tornar o café mais forte e, a cafeína pode deixar a pessoa viciada.*

*Aluno 37: Não respondeu*

*Aluno 38: A cafeína é extraída a partir do momento que é desligada o fogão, ou seja, quando a temperatura diminui é fácil extrair-la através da peneiração.*

*Aluno 39: Não respondeu*

*Aluno 40: No momento que se filtra o café, passa de pó para líquido É extraída para dar gosto e cor ao café, eu acho.*

*Aluno 41: No momento que é colocado a água quente no coador de café e só acontece isso devido a temperatura da água.*

*Aluno 42: Ela é extraída no momento do coamento com água fervente, ela é extraída porque ocorre uma transferência de características de uma matéria com outra.*

*Aluno 43: Quando a temperatura é muito alta. É porque ela resiste menos o café é diluída e evaporada.*

*Aluno 44: Está extraído no café porquê o café é um produto químico do pó.*

**3) Na gasolina atual, existe uma porcentagem de álcool etílico dissolvido. É possível separar essa quantidade de álcool da gasolina? Como você acha que é possível efetuar essa separação?**

*Aluno 01: Sim, a separação é feita pelo processo de destilação ou quando fervemos, pois o álcool evapora e a gasolina fica pura.*

*Aluno 02: Sim, fazendo com que o álcool evapore, esquentando o líquido. Ou, em algum tipo de tratamento*

*Aluno 03: Acho que não, pois se na gasolina dissolve-se uma porcentagem de álcool na sua resolução, não pode-se separar. Existe um outro tipo de álcool que abastece os carros mas não é o mesmo dissolvido na gasolina.*

*Aluno 04: Não é possível separar essa quantidade de álcool da gasolina, pois a junção dos dois forma uma solução homogênea.*

*Aluno 05: É feito um processo de depuração tem um equipamento apropriado par essa separação.*

*Aluno 06: É possível a separação através do processo de vaporização pois o álcool evapora*

*Aluno 07: A gasolina pode separar do álcool por meio de um processo de filtração.*

*Aluno 08: É possível sim através de uma fermentação da gasolina em que esse álcool pode ser retirado através do processo de evaporação.*

*Aluno 09: Existem processos com o petróleo que extraído a gasolina e o álcool. Tem uma torre que separa o álcool da gasolina.*

*Aluno 10: Eu acho que é possível extrair o álcool da gasolina através do fervimetro, vai formar um vapor e o vapor será o álcool.*

*Aluno 11: Através de algum aparelho que possui algo muito quente e que absorve ou o álcool ou a gasolina, separando um do outro. Supomos: Se retirarmos o álcool e transformá-lo em vapor após a separação da gasolina em outro recipiente, se condensarmos o álcool ai haverá a separação.*

- Aluno 12: *Sim é possível separar, essa separação é possível por meio de destilação.*
- Aluno 13: *Sim é possível através de um processo chamado destilação, e como o álcool é mais volátil irá evaporar mais rapidamente que a gasolina.*
- Aluno 14: *Acho que é possível sim, fazendo a destilação.*
- Aluno 15: *Sim, você coloca o álcool e a gasolina em um recipiente para que ocorra a fervura, depois de ocorrido a fervura o álcool passa de líquido para o gasoso, isto está ocorrendo a evaporação, nesta forma depois de ocorrido a evaporação o álcool passa de líquido para o vapor, onde depois de evaporar ele é recolhido em um outro recipiente, sendo assim o álcool é separado da gasolina. É possível esta separação através da fervura.*
- Aluno 16: *Não sei se dá para separar.*
- Aluno 17: *Não respondeu*
- Aluno 18: *Não, pois o álcool ou suas substâncias, se misturam com a gasolina.*
- Aluno 19: *Sim, com o modo de destilação*
- Aluno 20: *Sim, através da destilação*
- Aluno 21: *Não respondeu.*
- Aluno 22: *Sim, mas não sei como não me lembro*
- Aluno 23: *Sim*
- Aluno 24: *Não*
- Aluno 25: *Não, porque está misturado*
- Aluno 26: *Existe um tipo de destilagem que durante um longo processo retira tudo o que é necessário e que utilizamos.*
- Aluno 27: *Sim, é possível por meio de um processo de separação.*
- Aluno 28: *Sim, um exemplo disso podemos visualizar quando é preparado o petróleo que é extraído gaz natural gasolina, no caso da separação deveríamos pensar que quando aquecemos o quer for mais volátil vai evaporar sendo assim, podemos separar sim.*
- Aluno 29: *É possível separar o álcool da gasolina devido a um processo químico.*
- Aluno 30: *Sim.*
- Aluno 31: *Creio eu que sim, através da destilação, aonde ocorre a separação das substâncias.*
- Aluno 32: *Sim, é só colocá-lo em altas temperaturas como a temperatura de fusão do álcool é menor do que da gasolina ele irá evaporar primeiro.*
- Aluno 33: *Acredito que sim, através da evaporação.*
- Aluno 34: *Sim. Através da destilação?*
- Aluno 35: *Sim, é possível separar álcool da gasolina através da destilação fracionada.*
- Aluno 36: *Não respondeu.*
- Aluno 37: *No momento em que colocamos a água fervendo.*
- Aluno 38: *É possível através da separação fracionada que possibilita a retirada do álcool através da elevação da temperatura que faz com que se pare um elemento do outro.*
- Aluno 39: *Não respondeu*
- Aluno 40: *Sim, através de máquinas para separar substâncias, filtros, etc.*
- Aluno 41: *Sim, é possível, só há um meio: destilação fracionada.*
- Aluno 42: *Sim, através da destilação*
- Aluno 43: *Sim, se for feito um processo de separação dos compostos que são encontrados na gasolina iremos conseguir extrair o álcool.*
- Aluno 44: *Não porque o álcool não pode misturar a gasolina porque não pega no carro porque o álcool é menos fraco e que a gasolina.*

**4) Quando um pintor terminar de pintar uma casa ou uma peça com tinta óleo, ele coloca o pincel imerso em água ráz, thinner ou querosene. Se ele lavasse com água, conseguiria remover a tinta do pincel? Sim ou não? Por quê?**

*Aluno 01: Não, porque o óleo não se dissolve em água ou seja, por mais que passamos água ou tinta não remove.*

*Aluno 02: Não porque a água não pode tem a substância necessária para remover esse tipo de substância. Como a gordura na louça, quando há gordura não conseguimos tirar só com água é preciso algum tipo de sabão.*

*Aluno 03: Ele poderia até retirar um pouco do excesso com a água, mas não retiraria o necessário, teria que usar, álcool, querosene ou qualquer outro composto para retirar a tinta depende também da qualidade e intensidade dessa tinta.*

*Aluno 04: A água não removeria, pois tinta óleo e água não se misturam assim como água e óleo, mas quando coloca o pincel no querosene, rász ou thinner a tinta fica no líquido e o pincel fica limpo. Já na água o pincel continuaria com a tinta.*

*Aluno 05: Não porque a substância da água não é tão forte para limpar o pincel com a tinta.*

*Aluno 06: Não porque óleo não mistura com água então a água não consegue remover o óleo e a querosene, é um tipo de substância que consegue dissolver o óleo.*

*Aluno 07: Não porque óleo não mistura com água então a água não consegue remover o óleo e a querosene, é um tipo de substância que consegue dissolver o óleo.*

*Aluno 08: Não, pois a tinta é a óleo e o óleo não é solúvel em água, não haveria a remoção da tinta somente com a água que é uma substância simples.*

*Aluno 09: Com água não porque a tinta teria grudado no pincel e só a água não conseguiria remover a tinta.*

*Aluno 10: Não porque esses produtos já são feitos especialmente para isso e possui álcool e outros compostos também que são próprios para tirar a tinta do pincel e a água não possui esses compostos.*

*Aluno 11: Não pois a água é uma substância pura já o thinner, querosene não é uma substância pura, há várias misturas de substâncias químicas capazes de retirar a tinta*

*Aluno 12: Ele não conseguiria pois a água é uma substância polar, já a tinta óleo é uma substância apolar logo só dissolverão substâncias apolares*

*Aluno 13: Não porque a água não penetra no óleo.*

*Aluno 14: Não se fosse outra tinta ele conseguiria, mas a tinta óleo não sai com a água.*

*Aluno 15: Em querosene, não porque é óleo e água não remove óleo de qualquer coisa que seja, pois o óleo além de ser pouco denso ele não se mistura com a água. Já o querosene ele remove de for rápida e fácil, pois a querosene remove óleo, não só óleo mas também qualquer outro tipo de tinta e etc.*

*Aluno 16: Não. Tintas a óleo já dizem: óleo não se misturam com água então a tinta não sairá do pincel.*

*Aluno 17: Não*

*Aluno 18: Não porque apenas thinner ou querosene contem fatores capazes de limpar.*

*Aluno 19: Não conseguiria porque a água não é capaz de dissolver a tinta óleo.*

*Aluno 20: Não pois a água pura não contém substâncias fortes como o thinner ou querosene capazes de remover a tinta.*

*Aluno 21: Não pois a água não é capaz de dissolver a tinta do pincel.*

*Aluno 22: Não. Porque a água é neutra e os outros produtos tem quantidades químicas e assim removem a tinta do pincel.*

*Aluno 23: Não. Porque a tinta grudaria ainda mais. A água não é solúvel.*

*Aluno 24: Não.*

*Aluno 25: Não porque a tinta ela precisa de um produto específico para ser removido do pincel.*

*Aluno 26: Não porque para remover a tinta é necessário usar a mesma substância que é usada na tinta.*

Aluno 27: Não

Aluno 28: Não porque a tinta óleo é polar e a água apolar sendo assim dificilmente iria conseguir limpar o pincel.

Aluno 29: Não, porque a água não se mistura com óleo por essa razão que o pintor deixa um pouco de molho com água raz, ou thinner ou querosene, pois eles são diluidores de tinta.

Aluno 30: Não. A tinta óleo é bastante concentrada não sai com água só com produtos específicos.

Aluno 31: Não porque a tinta é uma substância forte não solúvel em água, somente com outra substância "thinner" forte para removê-la.

Aluno 32: Não porque a água e o óleo não se misturam impedindo que a água (mais densa que o óleo) remova o óleo.

Aluno 33: Acho que não, pelo fato de que o óleo é uma substância muito difícil de ser removida.

Aluno 34: Não

Aluno 35: Não, porque a água não contém as substâncias necessárias para remover a tinta óleo.

Aluno 36: Não (por experiência própria).

Aluno 37: Não respondeu

Aluno 38: Não, pois a tinta forma uma liga com pincel impossibilitando a sua remoção. Os produtos usados são como interruptores que separam ou seja descolam a tinta trabalho que a água não consegue fazer por si só.

Aluno 39: Não. Meu pai era pintor e mesmo que ele tentasse várias vezes tira a tinta com água ela não conseguia. O óleo possui uma densidade que não se dilui em água, por isso que a água não conseguiu retirar o óleo das mãos.

Aluno 40: Não, porque a tinta óleo é denso e com água realmente não sai, por isso se usa produtos químicos fortes para remover a tinta, digamos que a querosene o thinner, são compatíveis com o óleo, etc.

Aluno 41: Não, pois a querosene, água ráz, thinner e outros são reagentes químicos que reage com a tinta no pincel, onde retira toda a tinta do pincel, só que a água não tem essa capacidade de remover tinta, devido ao grande índice de reagentes químicos e sua massa.

Aluno 42: Não pois a tinta combinada em diversas substâncias inclusive com o óleo

Aluno 43: Não.

Aluno 44: A água raz, porque não pode lavar o pincel na água porque estraga o pincel.

##### **5) O que são moléculas polares e moléculas apolares?**

Aluno 01: polares são moléculas unidas em um só recipiente, apolar mais de uma moléculas juntas.

Aluno 02: moléculas polares são moléculas finas e moléculas apolares são moléculas quentes.

Aluno 03: Célula que pode realizar ligação através da sobre de elétrons. Apolar Célula que não sobre elétrons e não consegue realizar ligação, daí o nome apolar (não pode).

Aluno 04: Polar: São substâncias que tem a mais elétrons para fazer ligação. Apolar tem elétrons a menos para fazer ligação.

Aluno 05: Não respondeu

Aluno 06: Não respondeu

Aluno 07: É a transformação da água em vaporização e liquificação

Aluno 08: Não respondeu

Aluno 09: Molécula polar: moléculas que estão juntas. Moléculas apolar: moléculas que estão separadas.

*Aluno 10: Polar é da neve e apolar eu não sei*

*Aluno 11: Não respondeu*

*Aluno 12: As moléculas polares são em boa parte bases e apolares são em sua maioria ácidas.*

*Aluno 13: Polar: se misturam com outra substância. Apolar não se misturam.*

*Aluno 14: Não respondeu*

*Aluno 15: Não respondeu*

*Aluno 16: Não respondeu*

*Aluno 17: Não respondeu*

*Aluno 18: Não respondeu*

*Aluno 19: Não respondeu*

*Aluno 20: Não respondeu*

*Aluno 21: Não respondeu*

*Aluno 22: Não respondeu.*

*Aluno 23: Molécula polar = que não se mistura. Molécula apolar = que se mistura*

*Aluno 24: Molécula polar = que não se mistura. Molécula apolar = que se mistura*

*Aluno 25: Não respondeu*

*Aluno 26: Resumindo: positivo e negativo*

*Aluno 27: Não respondeu*

*Aluno 28: Polares – são todas aquelas que tem um tipo de substâncias que se dissolve com as polares. Apolares são aquelas que se dissolve em apolares.*

*Aluno 29: Não respondeu*

*Aluno 30: Não respondeu*

*Aluno 31: Não respondeu*

*Aluno 32: Não respondeu*

*Aluno 33: Não respondeu*

*Aluno 34: Me lembro que polar, parece ter algo negativo pólo, apolar positivo e não possui pólo.*

*Aluno 35: Não respondeu*

*Aluno 36: Não respondeu*

*Aluno 37: Não respondeu*

*Aluno 38: Não respondeu*

*Aluno 39: Não respondeu*

*Aluno 40: Não respondeu*

*Aluno 41: São tipos de compostos orgânicos*

*Aluno 42: Não respondeu*

*Aluno 43: Polares são quando as substâncias são iguais e apolares são substâncias diferentes.*

*Aluno 44: São polares é pólo é ar.*

**6) Alguns tipos de corantes podem ser extraídos, de plantas, flores ou casca de árvores. Cite algum exemplo alguma maneira em que poderemos extrair um corante em um dos exemplos (de plantas, flores ou casca de árvores).**

*Aluno 01: Colorau, sangra d'água, nódia de banana, amora*

*Aluno 02: Colorau. Tira-se a semente e macera-se bem assim é extraído o corante da cor vermelha.*

*Aluno 03: Conheço um corante bem conhecido também usado pelos indígenas é o coloral, também chamado de Urucum, é retirado de uma árvore, fica em uma cápsula produzindo sementes vermelhas que amassadas ou expostas em água produzem uma tinta clara e fraca de*

*cor vermelha, usado como pintura, tinta e até mesmo para dar coloração a alguns alimentos. Basta somente molhar para surgir a cor vermelha.*

*Aluno 04: Através da fervura. Coloca as flores em um caneco com um pouco de água e espera ferver até que a cor vai soltando aos poucos.*

*Aluno 05: Colorau é um corante retirado de sementes. O processo de extrair é fácil, você pega as sementes e tritura pronto, este colorau já pode ser utilizado.*

*Aluno 06: O pau-brasil é um ótimo exemplo pois antigamente os índios perfuravam o pau-brasil para extrair a tinta e pintar suas peles e alguns tecidos.*

*Aluno 07: O colorau, Carnaúba da casca de árvores.*

*Aluno 08: Temos por exemplo a violeta que pode ser extraído o corante dessa flor.*

*Aluno 09: Das árvores e das plantas e flores são extraídos vários elementos um deles é o corante. Esse corante é usado como corante de balas, roupas, entre outros. Outro elemento extraído das árvores e flores são os perfumes.*

*Aluno 10: Eu acho que da violeta pode ser extraído um corante por que é uma cor forte.*

*Aluno 11: Através da absorção como por exemplo uma planta branca se colocarmos em um recipiente quente que haja a evaporação depois “desevapore” e obterá a tinta.*

*Aluno 12: Podemos extrair um corante do fruto do urucum que é muito usado pelos povos indígenas para adornar o corpo.*

*Aluno 13: Os corantes são retirados através de processos como fermentação ou então se esmaga algumas plantas e daí retira o corante.*

*Aluno 14: Não respondeu*

*Aluno 15: Podemos extrair o colorau*

*Aluno 16: Pau Brasil contém o corante vermelho, agora não me pergunte como se extrai porque não sei.*

*Aluno 17: Asafrão, coloral, etc. Você pega o coloral e macera bem e coloca um pouco de água, vira um corante vermelho.*

*Aluno 18: Não respondeu*

*Aluno 19: Coloral é um exemplo de corante de forma de flor.*

*Aluno 20: Coloral é um exemplo de flor.*

*Aluno 21: O coloral é extraído de uma planta.*

*Aluno 22: Tem o colorau, aquele vermelho que coloca na comida e se colocar na roupa mancha.*

*Aluno 23: O coloral pois ele pode ser usado como corante em alimentos*

*Aluno 24: O coloral.*

*Aluno 25: O coloral.*

*Aluno 26: Pode ser macerado como é feito com o colorau*

*Aluno 27: Coloral*

*Aluno 28: Podemos extrair o álcool da cana-de-açúcar, ou o óleo dos grãos de soja.*

*Aluno 29: Existe uma árvore que dá algumas sementes essas sementes tanto seve na fabricação de colorau como corante.*

*Aluno 30: Urucum, Anjico, mistura água e aguarde um certo tempo.*

*Aluno 31: Pé de coloral corante avermelhado*

*Aluno 32: Coloral, primeiro macera a semente e é só colocá-la a onde se deseja, mas se for em uma substância com alta temperatura a solubilidade será maior.*

*Aluno 33: Não sei!*

*Aluno 34: Macerando a planta ou a flor até obter uma espécie de pó.*

*Aluno 35: Pode ser extraído através da semente de URUCUM.*

*Aluno 36: Por exemplo a cor vermelha, antigamente os exploradores do Brasil, tinham o interesse no “pau-brasil” pois ele pode ser extraída a cor vermelha, que chamava muito a a-*

*tenção dos portugueses em especial, então levavam o pau-brasil e tingiam suas roupas. Colocando essa árvore em água para diluir a cor e poder tingir.*

*Aluno 37: Aumentando a superfície de contato e dissolvendo em meio líquido.*

*Aluno 38: Por exemplo, o coloral que o corante PE extraída da semente que ao amassar libera um pó avermelhado. Ou seja. É extraído através do método de socar a semente e colocar água.*

*Aluno 39: Não respondeu*

*Aluno 40: Assafrão – deixa por exemplo o arroz amarelinho.*

*Aluno 41: Coloral é um corante natural de cor alaranjada usado como tempero.*

*Aluno 42: Não respondeu*

*Aluno 43: Se alguma planta tiver uma cor por exemplo, vermelha e expremermos muito ela ira deixar um pigmento de sua própria cor.*

*Aluno 44: Pé de coloral que nós compra nos mercados que nós usa em casa.*

**APÊNDICE D - Quadro categorias e unidades para formação do  
meta-texto**



## Questão 2 – aluno 01 ao 22

Categoria	Subcategoria	Unidades de respostas	Alunos																						
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
Solubilidade	Mudança de estado físico	Fusão	X					X		X				X			X								
		Vaporização							X														X		
	Métodos físicos	Quando o café é moído																							
		Filtração		X	X	X						X		X			X								
	Solubilidade em água	Cafeína é solúvel em água		X	X	X		X		X	X	X	X	X	X	X	X			X					X
		Adicionar água					X		X										X	X		X		X	X
	Outras	Para dar gosto																							
		Não respondeu																							

## Questão 2 – aluno 23 ao 44

Categoria	Subcategoria	Unidades de respostas	Alunos																						
			23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	
Solubilidade	Mudança de estado físico	Fusão													X										
		Vaporização											X												
	Métodos físicos	Quando o café é moído		X																					
		Filtração									X		X			X			X		X	X	X		
	Solubilidade em água	Cafeína é solúvel em água	X		X		X	X																	
		Adicionar água				X					X	X	X	X	X	X			X			X	X	X	
	Outras	Para dar gosto							X								X			X					
		Não respondeu																X		X					X





## Questão 3 – aluno 01 ao 22

Categorias	Subcategorias	Unidades	Alunos																					
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Possibilidade de separar	Possibilidade de separação	Sim é possível separar	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X							X	
		Não é possível separar			X	X														X				
	Processos empregados	Destilação	X	X				X		X	X	X	X	X	X	X					X	X		
		Equipamento apropriado					X																	
		Filtração							X															
		Fermentação								X														
		Polaridade																						
		Não respondeu																	X	X				X

## Questão 3 – aluno 23 ao 44

Categorias	Subcategorias	Unidades	Alunos																						
			23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	
Possibilidade de separar	Possibilidade de separação	Sim é possível separar	X						X	X															
		Não é possível separar		X	X																			X	
	Processos empregados	Destilação				X	X	X			X	X	X	X	X			X			X	X			
		Equipamento apropriado																							
		Filtração																		X					
		Fermentação																							
		Polaridade																						X	
		Não respondeu															X	X		X					

## Questão 6 – aluno 01 ao 22

Categorias	Subcategorias	Unidades	Alunos																					
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Corantes e extração	Plantas e Árvores conhecidas	Colorau	X	X	X		X		X				X			X		X		X	X	X	X	
		Pau-Brasil						X									X							
		Árvores e Plantas									X		X		X									
		Violeta									X		X											
		Sangra d'água Carnaúba Açafrão	X							X										X				
	Método de extração	Maceração		X			X								X									
		Adicionar água quente			X	X														X				
		Não respondeu														X				X				

## Questão 6 – aluno 23 ao 44

Categorias	Subcategorias	Unidades	Alunos																					
			23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
Corantes e extração	Plantas e Árvores conhecidas	Colorau	X	X	X	X	X		X	X	X	X			X			X			X		X	
		Pau-Brasil														X								
		Árvores e Plantas												X									X	
		Violeta																						
		Açafrão e Angico									X										X			
	Método de extração	Maceração				X						X		X				X						
		Adicionar água quente														X		X						
		Não respondeu						X					X				X		X			X		





**APÊNDICE E - Respostas dos alunos as questões sobre o texto: Adulteração da Gasolina**

## **Apêndice E - Respostas dos alunos as questões sobre o texto: “Adulteração da gasolina”**

### **1) Por que o álcool foi extraído pela água?**

*Aluno 01:* Porque a água é polar e o álcool pode ser polar ou apolar, o álcool devido a isso foi extraído pela água pois polar atrai polar.

*Aluno 02:* O álcool foi extraído da água pois o teor de álcool na gasolina é polar, fazendo com que esta substância se mistura como o álcool deixando a gasolina e misturando com a água.

*Aluno 03:* Por que o álcool e a água são substâncias apolares e se juntam

*Aluno 04:* Por que os dois compostos são polares

*Aluno 05:* Porque os dois compostos são polares

*Aluno 06:* Porque a água tem bastante força polar e a gasolina tem parte de sua estrutura polar e a regra básica diz que semelhante se misturam

*Aluno 07:* Porque a polaridade da água puxou a porcentagem de álcool que estava misturado na gasolina deixando a gasolina que é apolar sozinha.

*Aluno 08:* Porque a água é polar e o álcool é polar também e os dois se atraíram

*Aluno 09:* Porque o álcool é polar/apolar e a polaridade da água é maior que a apolaridade da gasolina.

*Aluno 10:* Porque a parte polar da água se juntou com a parte polar do álcool formando uma força maior do que a apolaridade da gasolina.

*Aluno 11:* Pois o álcool é igual a água apolar.

*Aluno 12:* Porque a água é polar e a gasolina apolar quando coloca a água na gasolina o álcool como é apolar e polar desce ficando a parte polar com polar e apolar com apolar pois polar e apolar não se mistura.

*Aluno 13:* Porque o álcool tem composto químico tanto polar quanto Apolar, mas a água é polar e tem mais força pra extrair o álcool, assim, a gasolina é apolar mas não tem essa grande força.

*Aluno 14:* Porque o álcool é polar e a água também, sendo assim, os dois se unem fazendo com que o álcool saia da gasolina e se mistura com o álcool.

*Aluno 15:* Porque a água é apolar e o álcool também, devido a polaridade maior do álcool.

*Aluno 16:* Porque o álcool possui uma parte formada por substância polar, então essa substância se mistura com a água que também é uma substância polar.

*Aluno 17:* Por que o álcool é polar /apolar e a água é polar então a tendência maior é de polar juntar-se com polar devido mais intensidade.

*Aluno 18:* O álcool foi extraído pela água porque ele é polar/apolar, e a água é polar, fazendo a atração dos elétrons que sobraram do álcool.

*Aluno 19:* Porque o álcool é polar e apolar, no entanto, a água é polar o que extraiu da gasolina o álcool, ou seja, a parte polar.

*Aluno 20:* Porque a água é polar e o álcool polar/apolar. O polar dissolve polar.

*Aluno 21:* Porque o álcool é polar/apolar a água é apolar, então a água atrai o álcool devido a parte polar.

*Aluno 22:* O álcool foi extraído pela água porque é polar/apolar e a água é polar que se atraem mais facilmente do que a gasolina que é apolar.

*Aluno 23:* Vejamos bem, POLAR dissolve POLAR e APOLAR dissolve APOLAR, portanto a água Apolar e o álcool é APOLAR/POLAR, a gasolina é APOLAR. Dessa maneira a parte POLAR do álcool se dissolve na água que é POLAR.

*Aluno 24:* Porque a água é uma substância polar, e o álcool é considerado uma substância polar/apolar, por isso que o álcool foi misturado com a água, pois os dois apresentam polaridade.

*Aluno 25:* Porque o álcool é polar/apolar e a água é polar, a parte polar “atrai” a parte polar do álcool, pois a parte polar é mais forte que a apolar por isso a água consegue se misturar com álcool.

*Aluno 26:* Porque o álcool e a água são polares, ou seja, elas se misturam, por isso que o álcool foi extraído pela água.

*Aluno 27:* Porque o álcool é polar/apolar e água e polar e a interação da polaridade da água e do álcool são grandes, por isso se misturam.

*Aluno 28:* Devido a água ser polar ela se mistura com o álcool que é polar/apolar.

*Aluno 29:* Porque a água é polar e o álcool também, e a gasolina é apolar.

*Aluno 30:* Porque o álcool é apolar/polar e polar dissolve com polar por isso ele foi extraído pela água.

*Aluno 31:* Por ser apolar e polar, quando entrou em contato com a água que é polar o aumento de elétrons foi maior que os prótons misturando-o assim com a água.

*Aluno 32:* Porque a uma porcentagem de água no álcool e como a água polar se mistura com a parte de água do álcool.

*Aluno 33:* Porque o álcool é apolar e polar e a água é polar, por causa disso ocorre uma mistura de fase.

*Aluno 34:* Porque a água e o álcool são polares.

*Aluno 35:* O álcool é polar e apolar ao mesmo tempo, as substâncias polares tem mais facilidades de se atraírem do que as apolares a água é polar e a gasolina é apolar, o álcool se atrai com a água pois suas parte polares no caso da água, toda a substância, se atraem mais facilmente.

*Aluno 36:* Porque o álcool se mistura tanto com a gasolina como com a água.

*Aluno 37:* Porque o álcool mistura com a água fica separada o álcool e água.

## **2) Se colocasse em uma proveta, querosene + gasolina + água:**

**a) essa mistura de substancias formaria um sistema heterogêneo ou homogêneo?**

**b) a água poderá extrair o querosene (que estava, inicialmente, dissolvido na gasolina)? Por quê?**

*Aluno 01:* a) heterogênea b) Não. Porque a querosene que estava dissolvido na gasolina são apolares e água polar, ambos não se misturam.

*Aluno 02:* a) heterogênea, pois a gasolina e a querosene se mistura, já a água não iria se misturar, pois uma é apolar e a outra polar.

*Aluno 03:* a) heterogêneo; b) Sim, porque o álcool é uma substância apolar e se mistura com a água

*Aluno 04:* a) heterogênea; b) Não porque a água é polar e a querosene é apolar

*Aluno 05:* a) heterogênea; b) Pode, porque dependendo do composto químico, polar e apolar podem se misturar, sendo o caso da água e do querosene.

*Aluno 06:* a) heterogênea; b) Sim, pois o querosene tem parte polar em sua estrutura.

*Aluno 07:* a) heterogênea; b) Sim, porque o querosene é polar por isso se mistura com a água.

*Aluno 08:* a) formaria um sistema heterogêneo; b) Não porque o querosene se mistura com a gasolina.

*Aluno 09:* a) heterogênea; b) Não, pois o querosene é apolar e a água é polar.

*Aluno 10:* a) formaria uma heterogênea; b) Não, porque a parta apolar da gasolina se fundiria com a parte apolar do querosene formando uma força maior do que a parte polar da água.

*Aluno 11:* a) heterogênea; b) Não pois o querosene possui “praticamente” as mesmas substâncias.

*Aluno 12:* a) heterogênea; b) Não respondeu ???????

*Aluno 13:* a) heterogênea; b) Não ???????

*Aluno 14:* a) Formaram um sistema polar/apolar porque a querosene e a gasolina são apolares então elas se misturam e a água é polar então ela não se mistura com a querosene e a gasolina que são apolares; b) Não, porque semelhante dissolve no semelhante e a água é polar querosene apolar então não se dissolve pois são diferentes.

*Aluno 15:* a) heterogênea; b) Não, porque a água é polar e a querosene é apolar.

*Aluno 16:* a) heterogênea; b) Não porque a água é totalmente polar e a querosene é polar.

*Aluno 17:* a) heterogêneo, porque a água é polar e não se misturaria com os outros; b) Não porque a querosene é apolar e a água é polar.

*Aluno 18:* a) heterogênea; b) Não poderá pois a querosene é apolar e a água é polar.

*Aluno 19:* a) heterogênea; b) Não pois o querosene é apolar e a água é polar só aconteceria se ambos forem iguais.

*Aluno 20:* a) polaridade será menor, porque polar + apolar não se misturam; b) Não, porque a água é polar e o querosene e álcool são apolares.

*Aluno 21:* a) heterogênea; b) Não, porque o querosene não contém álcool.

*Aluno 22:* a) é uma mistura heterogênea; b) porque querosene e gasolina são apolares se misturam a água é polar que não mistura com querosene e gasolina pois são apolares.

*Aluno 23:* a) heterogêneo. Haverá uma distinção entre querosene, gasolina, água. b) Não, pois POLAR dissolve POLAR e APOLAR dissolve APOLAR.

*Aluno 24:* a) heterogêneo. b) Não, porque a água é polar e o querosene apolar, ou seja, essas duas substâncias não se misturam.

*Aluno 25:* a) heterogêneo. B) Não pois Polar + Apolar não se misturam, só semelhantes como Polar + Polar e Apolar + Apolar.

*Aluno 26:* a) heterogênea; b) Não, porque a querosene é apolar e a água é polar, acredito que elas não se misturam.

*Aluno 27:* a) formara um sistema heterogêneo, pois tem substâncias diferentes com fatores de polaridade; Não pode extrair, pois querosene e a gasolina são apolares e a água é polar entretanto não haverá interação.

*Aluno 28:* a) formaria uma mistura heterogênea; b) Não poderá porque o querosene é apolar e não se dissolve em água.

*Aluno 29:* a) heterogênea porque a água ia separar o álcool da gasolina; b) Não.

*Aluno 30:* a) heterogênea; b) Não porque a querosene é apolar e a água polar;

*Aluno 31:* a) Sistema heterogêneo; b) Não, pois o querosene é apolar e a água polar o que não os une, diferente do álcool que apresenta uma parcela polar facilitando a separação e a união álcool x água.

*Aluno 32:* a) heterogênea; b) Sim. Porque a parte de água que a no querosene iram se misturar.

*Aluno 33:* a) heterogênea; b) Não, porque um é apolar que não sobra elétrons e polar sobra elétrons.

*Aluno 34:* a) heterogênea; b) Não porque a água é polar e o querosene Apolar, substâncias assim não se misturam.

*Aluno 35:* a) heterogênea; b) Não pois a querosene é apolar e a água é polar, não se atraem.

*Aluno 36:* a) Formaria uma substância heterogênea, pois a gasolina não se mistura com água; b) Não porque o querosene já estava dissolvido na gasolina, ele não se mistura com água.

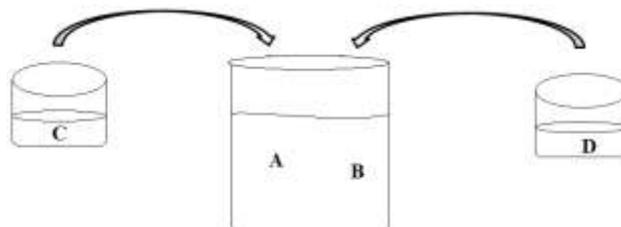
*Aluno 37:* a) heterogênea; b) Não porque água é misturada pela gasolina.

**3) Em uma mistura homogênea de duas substâncias, A (polar) e B (polar), responda:**

**a) O que acontece se for adicionado a esta mistura uma substância C (apolar)? Por que?**

**b) O que acontece se for adicionado a esta mistura uma substância D (polar)? Por que?**

**Veja o esquema para essa questão.**



*Aluno 01:* As misturas irão se misturar, pois é uma mistura homogênea onde não há separação de fases.

*Aluno 02:* a) Se transforma em uma mistura heterogênea pois apolar não se mistura com polar; b) Se transforma em uma mistura homogênea, pois as duas são polar e se misturam.

*Aluno 03:* a) A substância C vai se misturar com um pouco das substâncias A e B; b) Todos vão se misturar. Porque são polares e podem se misturar.

*Aluno 04:* a) os polar e os apolar não se misturam; b) os compostos vão se misturar.

*Aluno 05:* a) Eles não vão se misturar, porque um é polar e o outro é apolar

*Aluno 06:* a) forma-ra uma substância heterogênea; b) formará uma substância homogênea

*Aluno 07:* a) A substância C (apolar) não vai se misturar com a substância A e B. Porque polar e apolar não se misturam; b) As substâncias ABD vão se misturar porque são todas polar.

*Aluno 08:* a) não se misturaria com a substância polar, porque as duas substâncias A e B só são polar; b) Ficaria uma mistura homogênea.

*Aluno 09:* a) Essa mistura se tornará heterogênea, pois a substância polar e apolar não se juntam. b) Continuaria sendo uma mistura homogênea.

*Aluno 10:* a) Ela não se misturaria com as substâncias A e B (polar) pois é apolar, formando uma substância polar, formando um composto homogêneo; b) Ela se misturaria com A e B (polar) pois também é uma substância polar, formando um composto homogêneo.

*Aluno 11:* a) as duas não vão se unir. Pois só se “atraem” os dos mesmos tipos como “polar x polar” e “apolar x apolar”; b) irá se atrair com o outro polar

*Aluno 12:* Sim por serem moléculas diferentes pois se não elas se misturavam e não davam para ser extraído.

*Aluno 13:* a) C se juntará com B; b) A se juntará com A

*Aluno 14:* a) A substância C (apolar) não vai se misturar com A e B que são polares; b) a substância D vai se misturar com A e B porque todos são polares.

*Aluno 15:* a) Iria formar-se uma substância homogênea, porque semente semelhante dissolve semelhante; b) formará um composto homogêneo porque quando mistura AB, a substância D fica um C, então misturando a A, B, C e D ficando polar e apolar.

*Aluno 16:* a) a substância apolar não se misturaria na substância polar.

*Aluno 17:* a) Ficará separado pois a quantidade de elétrons é diferente. Polar diferente apolar (repelem); b) irão se igualar pois polar atrai polar.

*Aluno 18:* a) Se for adicionado a substância C, ela simplesmente não vai se misturar, pois substâncias polares e apolares não se misturam, formando um sistema heterogêneo; b) Se for adicionado a substância D, ela irá se misturar com a A e B, pois as três são polares, formando um sistema homogêneo.

*Aluno 19:* a) heterogênea pois apolar não se mistura com apolar; b) heterogênea pois a apolar D se juntará as outras polares.

*Aluno 20:* a) a polaridade será menor, porque polar + apolar não se misturam; b) a polaridade será maior, porque polar + polar se dissolve e aumentará o volume.

*Aluno 21:* a) ela se torna uma mistura heterogênea, porque polar só dissolve com polar; b) Ela continua heterogênea.

*Aluno 22:* a) passa a ser uma mistura heterogênea porque polar e apolar não se misturam; b) As substâncias polares se misturam mas continua sendo heterogênea.

*Aluno 23:* a) Haverá uma distinção entre POLAR e APOLAR, se tornando uma mistura heterogênea.

*Aluno 24:* a) Ocorreria uma mistura homogênea, porque as substâncias A,B e D são polares, pois polar se dissolve em polar.

*Aluno 25:* a) se misturará com a substância B e ficará heterogênea. b) se dissolve, pois semelhantes como no caso A (Polar) + D (Polar) se misturam e camadas de heterogêneas surgem.

*Aluno 26:* a) Dependendo da substância, elas não se misturam, pois falta elétrons; b) se misturam, pois são polares e sobra elétrons.

*Aluno 27:* a) Essa substância apolar (C) ficará separada das substâncias polares (A) e (B), porque não tem elétrons para ligar; b) A substância D se mistura com A e B, por serem polar e a C, ficará separado por se a única Apolar.

*Aluno 28:* a) formaria uma mistura heterogênea por que a substância C é apolar por isso não se dissolve na substância A e nem na B; b) Vai formar uma mistura homogênea porque a substância d se dissolve junto com A e B pois são polares.

*Aluno 29:* a) Ela passa a ser heterogênea Polar-Apolar; b) Continua sendo homogênea (polar – polar - polar).

*Aluno 30:* a) A substância C não vai se misturar com a substância A e B pois polar e a substância C é apolar; b) Ela se mistura, pois é polar e polar com polar se dissolve.

*Aluno 31:* a) As polares vão unir e a apolar ficará solta ocorrendo a separação pois não se une a polar; b) Vão se misturar pois são todas polares.

*Aluno 32:* a) Acontecerá uma mistura heterogênea. Porque substâncias polares não se dissolvem com substâncias apolares; b) Uma mistura homogênea. Porque todas são polares.

*Aluno 33:* a) Acontece duas fases, porque o apolar não sobra elétrons e o polar sobra elétrons. Polar se dissolve em apolar; b) Ocorrerá uma mistura, porque A, B e D é polar.

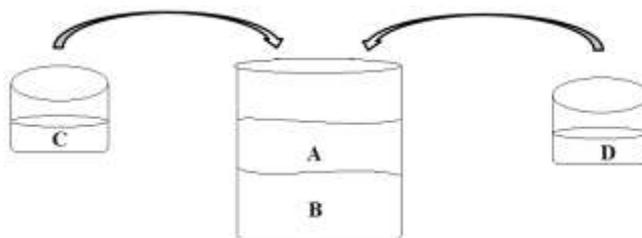
*Aluno 34:* a) Elas vão ficar separadas (divididas). Porque substâncias polares não se misturam à apolares; b) Ainda assim não vão se misturar, pois as substâncias A, B e D são polares e no meio delas há uma substância (C) apolar e isso impede que elas se misturem, então, somente as substâncias A, B e D vão se misturar pois são semelhantes.

*Aluno 35:* a) Se tornaria heterogênea, pois não ocorrerá a mistura de C em A, B, formando duas fases; b) Continuara homogênea pois a substância D é polar e se dissolve em A, B.

*Aluno 36:* a) Acredito que fica uma substância heterogênea, pois A e B são polares; b) Acredito que fica uma substância homogênea pois A, B e D são polares.

*Aluno 37:* a) Porque a mistura C e A é composto d homogêneo do calor deles; b) Porque são adicionada a mistura de outro compostos de homogêneo.

**4 – Em uma mistura heterogênea de duas substâncias, A (polar) e B (apolar), o que acontece se for adicionada ao mesmo tempo uma substância C (apolar) e uma substância D (polar)? Veja o esquema para essa questão.**



*Aluno 01:* Acho que a mistura A não se mistura com a D, e a mistura B, não se mistura com a C, pois é uma mistura heterogênea onde há separação de fases.

*Aluno 02:* Os apolares se misturam e os polares também formando assim duas misturas em um mesmo pote.

*Aluno 03:* Vão aumentando na mesma proporção que as substâncias forem sendo colocados. Polares e Apolares.

*Aluno 04:* As substâncias A e D vão se misturar pois são polar e as substâncias B e C também vão se misturar

*Aluno 05:* A substância A e D vão se misturar e a substância B e C vão se misturar, mas A,D e B,C não se misturam.

*Aluno 06:* As substâncias A e D vão se misturar e as B e C vão ficar separadas uma no fundo e outro na superfície.

*Aluno 07:* A substância C vai se misturar com a B porque são duas substâncias apolares e a substância D vai se misturar com a substância A.

*Aluno 08:* A substância que é polar vai formar uma mistura homogênea e o mesmo vai acontecer com as substâncias apolares.

*Aluno 09:* a) A substância polar vai se juntar a outra substância polar adicionada e a apolar vai se juntar com a outra apolar adicionada.

*Aluno 10:* A substância A (polar) se misturaria com a substância D (polar), a substância B(Apolar) se misturaria com a substância C(apolar), formando duas fases.

*Aluno 11:* Há apolar irá atrai se com apolar e polar com polar. Elas não se misturarão.

*Aluno 12:* Não se mistura pois apolar só se mistura com apolar. NÃO RESPONDEU

*Aluno 13:* A substância D se juntará com a A e levará a D também.

*Aluno 14:* Como A e B não estão misturados a substância C vai se misturar apenas com B pois são apolares, e a substância D se mistura apenas com A pois são polares.

*Aluno 15:* Continuará com a mesma polaridade aumentando somente a quantidade.

*Aluno 16:* A mistura D se misturaria com a substância A. E a substância Apolar (C) se diluiria na substância B.

*Aluno 17:* As substâncias A e D irão se juntar tornando uma só e a C, B que é apolar ficará separada tornando-se duas camadas.

*Aluno 18:* Elas não iram se misturar pois polar e apolar não se misturam, a substância A e C se misturam e B e D também vão se misturar, ou seja, e uma mistura heterogênea.

*Aluno 19:* As ligas polares se unirão e se separarão da apolar formando uma mistura heterogênea.

*Aluno 20:* Apolar se dissolve com apolar, a substância polar fica separada da substância apolar.

*Aluno 21:* Ela fica uma mistura heterogênea.

*Aluno 22:* Não respondeu.

*Aluno 23:* Continuará uma mistura heterogênea.

*Aluno 24:* Aconteceria uma mistura heterogênea do mesmo jeito, mas com volumes maiores, devido a adição de mais substâncias. A substância A (polar) misturaria com a D (polar) e a B (apolar) com a C (apolar), com isso aumentaria o volume das duas, mas ocorrendo um sistema heterogêneo.

*Aluno 25:* A substância C dissolve com a B e a substância D dissolve com a A.

*Aluno 26:* Acredito que haja separações, por serem substâncias diferentes, ao mesmo tempo, aumenta e diminui elétrons.

*Aluno 27:* As substâncias A e D irão se misturar e a C e B também porém as substâncias A e D ficaram separadas da C e B.

*Aluno 28:* Vai formar uma substância heterogênea porque a substância Apolar se dissolve na substância D (polar) e a B (apolar) se dissolve na substância C apolar.

*Aluno 29:* Ela fica homogênea.

*Aluno 30:* A substância polar se mistura a substância polar, e a mistura apolar se mistura com a substância apolar. Mas como a mistura é heterogênea ela não se mistura.

*Aluno 31:* A substância A irá se unir a substância B por serem apolares e se separam das substâncias A e D que são polares.

*Aluno 32:* Uma mistura heterogênea a substância A irá se dissolver na substância D e a B na C, por serem de mesma polaridade.

*Aluno 33:* Ocorre uma mistura de quatro fases, porque polar se dissolve em apolar.

*Aluno 34:* As substâncias A e D vão se misturar e B e C também, elas vão se dividir.

*Aluno 35:* Continuará heterogênea.

*Aluno 36:* Elas se misturam polar com polar e apolar com apolar, assim tornando a mistura heterogênea.

*Aluno 37:* Polar sofre uma substância de heterogênea e apolar são misturas de calor.

**APÊNDICE F - Texto aplicado aos alunos: URUCUM**

## Apêndice F - Texto aplicado aos alunos: URUCUM

### URUCUM

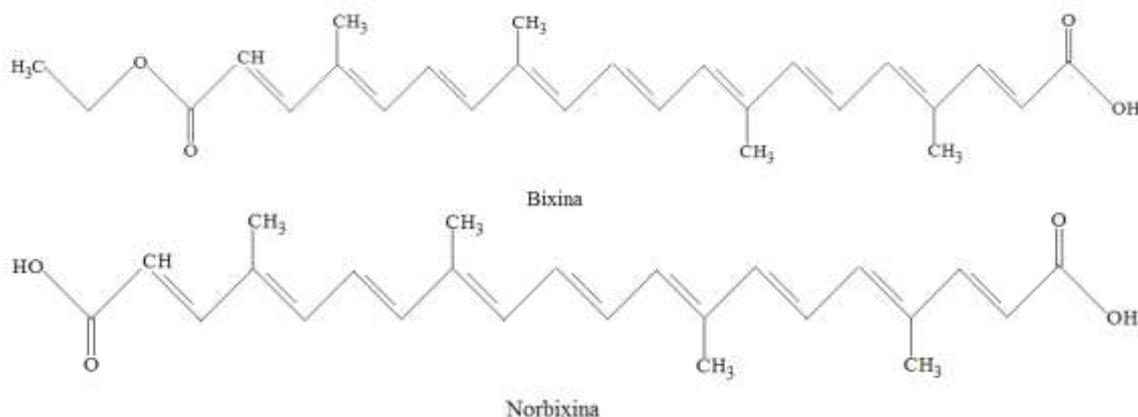
Quando os conquistadores espanhóis chegaram ao Novo Mundo, por volta do século 16, muitas plantas que eram empregadas pelos habitantes locais: os Maias e Aztecas. Uma destas plantas, o urucum - *Bixa orellana L.* - existente ao longo da América tropical, era utilizada, pelos índios, como matéria prima de onde extraíam o corante para tingir tecidos e pintar o corpo, que faz parte da cultura indígena. Atualmente esta planta existe em várias regiões do Brasil.

Dessa planta podem ser extraídos corantes, que apresentam ampla aplicação em diversos ramos industriais, tais como:

- Cosméticos: na formulação de bronzeadores, maquiagem, batons, pós-faciais, tintura para cabelos, delineadores líquidos, esmaltes, e xampus e sabonetes, rímel, lápis olho, etc.
- Indústria têxtil: no tingimento de algodão, lã e especialmente a seda, conferindo a esta um efeito especial difuso, amarelo-laranja.
- Farmacêutica: na fabricação de remédios contra febres e gripes, queimaduras, tosses e asma, e clareamento dental.
- Alimentos: na produção de margarinas, lingüiças, salsichas, manteigas, queijos, sorvetes, doces, recheios, molhos, sopas, temperos, bombons, salames, recheios de biscoitos, etc.

Na estrutura química dos corantes existe a presença de alguns grupos funcionais (hidroxila, carbonila, etc) que facilitam a extração desse compostos presente no urucum. Para realizar tal procedimento pode ser utilizados conceitos de interações intermoleculares.

No corante extraído da semente do urucum podemos encontrar duas substâncias principais: A Bixina que é lipossolúvel (solúvel em gordura) e a Norbixina que é álcool-hidrossolúvel (solúvel em álcool e água). Essas substâncias estão representadas na figura abaixo:



Fonte Adaptada: (<http://www.epamig.br>)

Após a leitura do texto acima e das anotações feitas na sala de aula responda as seguintes questões:

1 - Explique o que aconteceu no experimento anterior, ou seja, por que a fase aquosa mudou de cor? Entre a Bixina e a Norbixina qual estrutura tem maior chance de ficar na fase aquosa? Por quê?

2 - Qual das duas estruturas pode realizar interações intermoleculares via ligação de hidrogênio com maior intensidade?

3 – Utilizando os mesmos reagentes, solventes e vidraria da atividade experimental realizada agora a pouco. Proponha um novo experimento. Demonstre os resultados esperados.

**APÊNDICE G - Respostas dos alunos ao questionário referente o Texto Urucum**

## Apêndice G - Respostas dos alunos ao questionário referente o Texto aplicado

*1 - Explique o que aconteceu no experimento anterior, ou seja, por que a fase aquosa mudou de cor? Entre a Bixina e a Norbixina qual estrutura tem maior chance de ficar na fase aquosa? Por quê?*

Aluno 01: Mudou de cor pois a bixina (corante) transformou-se a cor da gasolina pois é lipossolúvel. A norbixina tem mais chance de ficar aquosa pois é hidrossolúvel (solvente em água)

Aluno 02: A água mudou de cor as moléculas de norbixina fizeram uma ligação com as moléculas de água pois a norbixina é hidrossolúvel ou seja solúvel em água, já a bixina é lipossolúvel, se dissolve em gordura.

Aluno 03: Porque a estrutura mais polar foi para a água, a norbixina porque é mais polar.

Aluno 04: É a norbixina pela maior quantidade de hidroxila (OH) tem maior atrassão pela água e a solução fica de cor diferente por causa da norbixina encontrado na Bixa orellana ou o colorau.

Aluno 05: Mudou de cor porque a parte mais polar do urucum que tem corante pasou para a água que também é polar; norbixina, porque é mais polar e a água também é polar.

Aluno 06: Por causa do urucum, e da norbixina que se atraiu com os elétrons da água. Norbixina porque ela tem as hidroxilas nas suas extremidade então ela vai atrair elétrons.

Aluno 07: Por causa do corante do urucum. A estrutura que tem maior chance de fica na água é a norbixina porque a norbixina tem 2 hidroxilas e com isso a carga positiva vai atrair a negativa com mais força (ponto de hidrogênio).

Aluno 08: Por que a norbixina introduziu-se na água pois é solúvel em água. Pois houve também uma ligação de hidrogênio.

Aluno 09: Porque a água puxou o urucum que estava na gasolina, devido a concentração de cargas. Uma carga negativa atrai a carga positiva e assim as substâncias se misturam.

Aluno 10: Mudou de cor porque a água tem mais hidroxila ligada com o álcool isso formando a BIXINA em cima e a NORBIXINA em baixo. E a que tem maior chance é a NORBIXINA porque ela tem mais hidroxilas que ligarão com a água formando ligação de hidrogênio.

Aluno 11: A água ficou amarela laranja por que passou pela gasolina, e tinha urucum. Norbixina tem mais chance de ficar aquosa pois os ácidos carboxílicos ficam na ponta e tem mais chance de se juntar com a água, por ligação de hidrogênio.

Aluno 12: Porque as substâncias de coloração na Bixa Orellana faz com que a mesmas se misture dando a ela coloração avermelhada. A norbixina, porque ela possui duas hidroxilas, transformando assim em polaridade maior.

Aluno 13: Ela mudou de cor porque a hidroxila da água juntou com a da bixina. A norbixina por causa de seus H e de sua estrutura molecular por causa que quando juntou com a água o lado negativos vão ser atraídos pelos positivos formando ma ligação de hidrogênio.

Aluno 14: Porque a norbixina é solúvel em água. A bixina pois as duas hidroxilas da norbixina atraem as moléculas da bixina para a fase aquosa.

Aluno 15: A norbixina se mistura com a água e a água muda de cor. Norbixina porque a sua estrutura tem maior número de oxigênio para fazer a ligação de hidrogênio.

Aluno 16: Foram utilizados gasolina, urucum e água. A fase aquosa mudou de cor devido à mistura do urucum com a gasolina. A norbixina tem maior chance de ficar na fase aquosa por causa da polaridade.

Aluno 17: Porque aconteceu a atração entre os compostos opostos entre moléculas apolares.

Aluno 18: A fase aquosa mudou de cor porque a norbixina fez uma ligação de hidrogênio com a água. A norbixina porque suas polaridades são característica da hidroxilas.

Aluno 19: Por efeito da norbixina. A norbixina, porque na norbixina é mais fácil de acontecer ligação de hidrogênio. É possível ocorrer nas duas partes da cadeia enquanto a bixina em uma das partes.

Aluno 20: Porque o urucum pode ser encontrar a substância norbixina que é solúvel em água.

Aluno 21: A Gasolina ou parte dela se misturou com a água devido a sua parte que contém o álcool. A norbixina pois ela tem em sua formulas os terminais em álcool e hidroxila que se dissolve mais facilmente na água e dá aquela coloração alaranjada.

Aluno 22: Porque o hidrogênio foi atraído por uma carga diferenciada da sua. Exemplo: SE a água possui carga positiva e a gasolina carga negativa eles se atraem. Norbixina pois ela possui mais polaridade.

Aluno 23: A norbixina tem maior chance de ficar na fase aquosa pois ela é solúvel em água.

Aluno 24: A norbixina devido seus pólos da norbixina serem hidroxilas eles tem mais facilidade em dissolver na água por isso uma mudança de cor.

Aluno 25: Mudou de cor, por causa da atração dos pólos negativos e positivos, da água e do álcool presente na gasolina. A norbixina por que ela é hidrossolúvel e contém uma carboxila na extremidade da cadeia.

Aluno 26: Norbixina porque possui duas ligações de OH em sua extremidade e por isso fica mais na fase aquosa

Aluno 27: A fase aquosa mudou a cor porque a substância do urucum se misturou com a água e pelo fato de ser aquela cor se misturou e separou da gasolina e a norbixina tem mais chance por que cotem mais ligação de hidrogênio.

Aluno 28: Porque a parte que estava com o urucum passou para a pagua deixando com um novo tom de cor a norbixina tem mais chance. Porque todos eles podem fazer ligações de hidrogênio.

Aluno 29: Mudou de cor porque o urucum e o álcool se misturaram com a água. A norbixina porque tem mais ligação de hidrogênio.

Aluno 30: Como água era incolor, deu para perceber que as moléculas da gasolina foram atraídos pelas moléculas da água, apresentando então uma determinada cor na água. Norbixina, a norbixina tem maior chance de atração com outras moléculas devido os hidrogênios ligados com oxigênios que estão nas extremidades das moléculas.

Aluno 31: Por causa da água é polar e a gasolina é apolar, quando a parte negativa atrae a parte positiva da outra molécula. Por que o álcool que contém na gasolina misturou com a água. Norbixina por causa da hidroxila e ela é mais polar.

Aluno 32: Mudou de cor porque a norbixina do urucum passou para a água. A norbixina tem maior chance de ficar na fase aquosa, porque ela é atraída pela água.

Aluno 33: A água mudou de cor devido a norbixina ter diluído na água, e deixando com uma coloração vermelha-amarelada. A norbixina tem maior possibilidade de se diluir em água, porque suas ligação são formadas pelo hidrogênio com o oxigênio.

Aluno 34: A água mudou de cor porque ela passou pelo urucum. A norbixina.

Aluno 35: Por causa da água, norbixina.

Aluno 36: A água mudou de cor porque o urucum se dissolveu na água, a norbixina tem maior chance de ficar na fase aquosa por que ela é solúvel em água e tem elétrons sobrando em sua estrutura.

Aluno 37: Porque o composto do coloral passou para água. A norbixina tem maior chance de passar para água porque seus pólos se atraem por ligação de hidrogênio.

Aluno 38: No experimento anterior, após a adição de água na gasolina, houve uma diminuição da gasolina, pois na tinha álcool e por isso se dissolve em água. E a fase aquosa mudou de cor devido a adição da água com álcool, ou seja, a gasolina tinha álcool.

Aluno 39: Por que o experimento em contato com a água ela se dissolve. A norbixina pois ela se dissolveu em água.

Aluno 40: Por causa da água. Norbixina

Aluno 41: A fase aquosa mudou de cor, pois foi atraída pela ligação de hidrogênio da água e a norbixina se uniu com a água.

Aluno 42: Por causa da ligação de hidrogênio, a norbixina.

Aluno 43: Pois a substância apolar se misturou com a polar passando a sua parcela de cor para a fase aquosa. A norbixina tem maior chance de passar para a fase aquosa.

***2 - Qual das duas estruturas pode realizar interações intermoleculares via ligação de hidrogênio com maior intensidade?***

Aluno 01: A norbixina

Aluno 02: A norbixina, pois ela tem maior número de hidroxilas tornando ela mais polar do que a bixina, e facilitando as interações intermoleculares via ligação de hidrogênio.

Aluno 03: Norbixina

Aluno 04: é a norbixina porque ela tem mais polaridade e OH.

Aluno 05: Norbixina

Aluno 06: A Norbixina

Aluno 07: Norbixina

Aluno 08: Norbixina

Aluno 09: Norbixina

Aluno 10: A norbixina

Aluno 11: Norbixina

Aluno 12: A norbixina, pois ela possui duas hidroxilas ligadas a um hidrogênio e ela possui maior intensidade polar, fazendo assim com que ocorra a atração entre o lado positivo de uma molécula com o lado negativo de outra e vice-versa.

Aluno 13: A norbixina

Aluno 14: A norbixina

Aluno 15: Norbixina

Aluno 16: Norbixina

Aluno 17: Norbixina

Aluno 18: A norbixina

Aluno 19: A norbixina por causa das ligações de hidrogênio a ligações no início e no final da cadeia e a bixina só no final.

Aluno 20: Norbixina

Aluno 21: A norbixina

Aluno 22: Norbixina

Aluno 23: A norbixina

Aluno 24: A norbixina por ter oxigênio em seus pólos

Aluno 25: Norbixina, por causa da carbonila na extremidade da cadeia.

Aluno 26: Norbixina

Aluno 27: Norbixina por ter mais ligações de hidrogênio.

Aluno 28: Norbixina

Aluno 29: Norbixina

Aluno 30: Norbixina por que nas extremidades da cadeia está hidrogênios facilitando a passagem das moléculas.

Aluno 31: Norbixina

Aluno 32: Norbixina. Possui mais hidroxilas do que a bixina.

Aluno 33: Norbixina.  
Aluno 34: Bixina  
Aluno 35: Norbixina  
Aluno 36: Bixina  
Aluno 37: Norbixina tem maior facilidade.  
Aluno 38: A estrutura norbixina  
Aluno 39: Norbixina  
Aluno 40: Norbixina  
Aluno 41: Norbixina  
Aluno 42: A norbixina  
Aluno 43: A norbixina

***3 - Utilizando os mesmos reagentes, solventes e vidraria da atividade experimental realizada agora a pouco. Proponha um novo experimento. Demonstre os resultados esperados.***

Aluno 01: Pode colocar o corante na água sobre a gasolina.  
Aluno 02: Misturando-se primeiro a água e o urucum, assim formará apenas uma fase, logo após acrescenta-se a gasolina, a bixina se separaria da água, formando duas fases, uma com gasolina e bixina e a outra com água e norbixina.  
Aluno 03: Se colocarmos água, gasolina e álcool, ocorreria que o álcool iria se unir como a água, tanto o álcool da gasolina quanto o álcool que colocarmos separadamente.  
Aluno 04: poderemos ter colocado primeiramente a gasolina e depois a água e depois o pó ou urucum demoraria um pouco mais para ocorrer a reação colocando álcool a reação aconteceria mais rapidamente e a água aumentaria ainda mais seu volume.  
Aluno 05: Adicionando água na gasolina pura, a concentração de água aumentará, pois o álcool existente na gasolina tem sua parte polar que será atraída por ligação de hidrogênio pela água que também é polar.  
Aluno 06: Pegando 10 mL de álcool e 10 mL de água colocarmos na proveta e esperamos reagir. Você pode perceber que a água vai aumentar o volume por causa dos pólos positivos e negativos se atraem.  
Aluno 07: Não respondeu  
Aluno 08: Colocar 10 mL de gasolina + 10 mL de água, com isso irá aumentar a quantidade do volume da água.  
Aluno 09: Não respondeu.  
Aluno 10: Quanto temos álcool misturado com a gasolina e é adicionado água junto a eles o álcool liga com a água formando uma ligação de hidrogênio ou polar.  
Aluno 11: Urucum e álcool. Vão se atrair negativo e positivo. O álcool vai atrair norbixina a parte positiva e atrai também a parte negativa.  
Aluno 12: Colocando em uma proveta de 10 mL de gasolina e logo em seguida adicionando 10 mL de água, após ocorrer a mistura vemos a proveta e a água aumentou de volume de 10 mL para 12 mL; porque? Porque a água tem maior concentração de polaridade fazendo assim com que o álcool existe na gasolina seja atraído e misture a ela, tendo assim a gasolina menor quantidade após a mistura e água maior. E transformando a mistura em heterogênea, ou seja, a mistura se transforma em duas fases.  
Aluno 13: A água com gasolina.  
Aluno 14: Se colocarmos gasolina com urucum e álcool.  
Aluno 15: Gasolina + água.  
Aluno 16: Se fosse utilizado a água a gasolina e algo que não soltasse cor, o experimento ficaria somente com cor diferente.

Aluno 17: Gasolina + álcool + urucum.

Aluno 18: Se colocássemos o óleo ele não se misturaria nem com a água nem com a gasolina porque é apolar e não tem como fazer ligação de hidrogênio.

Aluno 19: Se misturasse água e óleo não se misturaria porque a água é polar e o óleo é apolar ficaria duas fases.

Aluno 20: Se colássemos óleo no lugar de água, acho que mudaria de cor pois no urucum tem bixina que é solúvel na gordura.

Aluno 21: A gasolina juntamente com o óleo, os dois são apolares e parte deles de misturam, com isso os dois (bixina e norbixina) vão ficar dissolvido em uma só fase.

Aluno 22: Em vez de água, colocasse álcool. O álcool se misturaria (dissolveria) com a água assim fazendo com que aumentasse o seu volume.

Aluno 23: Não respondeu

Aluno 24: Em vez de ter colocado urucum poderia ter adicionado corante de roupas (tinge cor) que pode ser encontrado com mais facilidade do que o urucum como “fruto inteiro” e se fosse adicionado óleo poderia ter formado uma fase a mais.

Aluno 25: O óleo sendo apolar não misturaria com a gasolina.

Aluno 26: Não respondeu

Aluno 27: A mistura da gasolina com urucum e querosene irá misturar (dissolver) o urucum com a gasolina e querosene.

Aluno 28: Se eu colocasse água + gasolina + urucum + álcool teríamos um resultado com uma maior quantidade de água porque o álcool iria se misturar (dissolver) com a água e o urucum também mas boa parte da gasolina que contém em média 22% de álcool mas seria da cor do urucum.

Aluno 29: Se eu tivesse acrescentado óleo e água na gasolina ia ocorrer a separação entre o óleo e água e a gasolina, ou seja, a gasolina com o óleo e no fundo ficaria a água com o álcool.

Aluno 30: Se colocasse querosene e gasolina em um mesmo recipiente, gasolina e querosene, as duas se dissolveriam.

Aluno 31: Água e óleo. A água é polar o óleo apolar com isso ocorrerá uma divisão porque. Neste caso a água ficaria com a norbixina e o óleo com a bixina.

Aluno 32: Se colocarmos gordura junto no experimento, a Bixina da estrutura do urucum se misturaria com elas, a norbixina já estaria com a água. A gordura se misturaria com a gasolina, por eles serem apolares dessa maneira teríamos uma mistura heterogênea de duas fases.

Aluno 33: Eu colocaria vinagre e gasolina. O vinagre sendo polar seria a solução aquosa para a norbixina e a gasolina sendo apolar atrairia a bixina.

Aluno 34: Colocando o óleo ficaria dividida em três partes e não se misturaria.

Aluno 35: Se colocasse óleo não ia se misturar.

Aluno 36: Se colocasse a gasolina álcool e o urucum uma parte do álcool se misturaria na água, igual ao urucum.

Aluno 37: No lugar de gasolina, álcool diluído com o urucum. Iria ficar a maior parte da água bem mais vermelha e o álcool iria diminuir visivelmente.

Aluno 38: Se colocarmos o óleo que é uma substância apolar, provavelmente não iria se misturar com a gasolina, por ser uma substância mais densa.

Aluno 39: O experimento com álcool uma substância apolar ela não se mistura com a água.

Aluno 40: Se colocasse álcool a Norbixina iria se diluir na água e no álcool. Se colocasse Bixina e álcool ela não iria se diluir pois a bixina só se dilui em gasolina.

Aluno 41: Em uma proveta colocar gasolina, álcool, norbixina, bixina e água. Ao entrar em contato o álcool e a norbixina iam ser atraídas pela ligação de hidrogênio da água e ia se formar 2 fases, onde uma iria conter gasolina e bixina e a outra norbixina e água.

Aluno 42: Pode-se realizar um experimento entre a água e o óleo, pois o óleo é apolar e eles não vão se misturar.

Aluno 43: Colocando substâncias apolares como óleos ainda assim não se misturariam.

**APÊNDICE H – Respostas dos grupos de alunos frente ao  
experimento problema**

**APÊNDICE H – Respostas dos grupos de alunos frente ao experimento problema**

**GRUPO 1:** Em uma proveta colocamos 2 mL de álcool com urucum com 10 mL de água, ocorrendo uma dissolução entre esses dois compostos. Depois acrescentamos 10 mL de gasolina pura, mas não se dissolveu com os compostos já existentes dentro da proveta, isso aconteceu devido à “apolaridade” da gasolina. Pois a água e o álcool sendo polares não se uniram com a gasolina não realizando ligação de hidrogênio, por isso que a gasolina não mudou de cor. Diferente aconteceu no experimento anterior, a mistura de álcool e gasolina ficou com uma coloração amarelada, devido aos compostos do urucum, principalmente a norbixina e devido essa ter realizado ligações de hidrogênio. A força que ocorre na gasolina é força de London.

**GRUPO 2:** Na proveta foi colocado 10 mL de água, seguido de 2 mL de álcool com urucum que se misturaram e depois colocamos a gasolina (sem álcool).

O álcool se misturou com a água e a Norbixina uma estrutura do urucum, passou para a água e álcool, tornando-se amarela

Água e parte do álcool e parte da norbixina são polares (pois possuem pólos de elétrons) por isso se misturam [dissolveu].

Isso aconteceu devido as ligações de hidrogênio (acontece apenas no Flúor, Oxigênio e Nitrogênio), a parte negativa [densidade negativa] de uma molécula atrai a parte positiva de outra.

Dessa maneira a cor da gasolina não mudou, porque não aconteceu interação.

**GRUPO 3:** No urucum encontra-se das substâncias a bixina, solúvel em gordura e a norbixina em água. No experimento realizado notamos com a falta de gordura a Bixina impediu a mistura dos dois compostos formando uma espécie de lâmina milimétrica e densa.

**GRUPO 4:** Primeiramente misturou-se o álcool com urucum, sendo dissolvido com a água, após introduziu a gasolina, concluímos que a gasolina (sem álcool) não mudou de cor, e não se misturou com o álcool + urucum. Não se misturaram porque a gasolina é apolar o álcool e o urucum ser polar. Por isso a bixina e a norbixina podem até se dissolver no álcool mas não passará para a gasolina que não possui F,O,N e não faz ligação de hidrogênio.

**GRUPO 5:** Primeiro colocamos 2 mL de álcool + urucum + 10 mL de água. Descrição: a mistura fica homogênea. Não dá para saber qual é a água e qual é o álcool com urucum.

Se misturou + 10 mL de gasolina. A gasolina não mudou de cor, por isso não passou nenhum composto para ela.

**GRUPO 6:** Na proveta primeiro misturamos 2 mL de álcool com urucum junto com 10 mL de água e eles se dissolveram por serem polares, álcool e água se atraíram (ligação de hidrogênio). Depois misturamos com 10 mL e gasolina sem álcool os elementos não se dissolveram porque a gasolina é apolar e não possui hidroxila como o álcool para se atrair com a H<sub>2</sub>O.

**GRUPO 7:** Álcool com o urucum eles se dissolvem, depois acrescentou água, após adicionar também a gasolina sem álcool. Isso aconteceu porque houve uma atração entre eles, provavelmente porque ambos tem hidroxilas e com isso houve interação de hidrogênio, então eles não se dissolveram, porque a gasolina é apolar, já o álcool o urucum e a água é polar, onde faz com que se torne uma mistura heterogênea, pois a gasolina não contém álcool ela se torna apolar, por si só, transformando assim com que água, álcool e urucum se dissolvem deixando a gasolina de acima. Ocorreu uma ligação de hidrogênio entre álcool, norbixina e a água.

**GRUPO 8:** Primeiro foi colocado 2 mL de álcool com urucum em sequência misturou 10 mL de água, podemos ver que eles se dissolveram, isso pelo fato deles terem hidroxilas em suas estruturas e por isso os compostos que tem F.O.N., fazer ligação de hidrogênio e por isso se dissolveram.

Por último foi acrescentado 10 mL de gasolina sem álcool que não se dissolveu com o álcool com urucum e água porque nesta mistura os dois são polares e não se dissolveram. Com certeza era a norbixina que estava no álcool, mas mesmo se tivesse a bixina ela não teve força para ir para a gasolina, porque não alterou sua coloração, então não atraiu nenhum composto por atração.

**GRUPO 9:** Colocamos 2 mL de Álcool com urucum e 10 mL de água e 10 mL de gasolina sem álcool.

O álcool com urucum são polares pois a norbixina está dissolvida e adicionou água que também é polar. Então houve uma ligação de hidrogênio entre eles.

Depois adicionou-se a gasolina sem álcool que é Apolar e não se misturou com as outras substâncias que não são apolares. A interação da gasolina, força e london é mais fraca que a de hidrogênio e só acontece com moléculas apolares.

**GRUPO 10:** Foi colocado na proveta 2 mL de álcool com urucum e mais 10 mL de água. Depois colocamos 10 mL de gasolina sem álcool

Após misturar tudo, a gasolina não se dissolveu com o álcool e a gasolina não mudou de cor, ou seja, a bixina não estava no álcool, se não teria passado para a gasolina.

O álcool com urucum e a água se dissolvem, porque são polares, e a gasolina sem álcool não se misturou porque é apolar. O álcool e o urucum forma uma ligação de hidrogênio e entre as moléculas de gasolina forma uma força de london, por isso não foi atraída pela ligação de hidrogênio. Como a gasolina não mudou de cor, então não atraiu nenhum composto, isso porque na sua estrutura não tem hidroxilas.

**APÊNDICE I – Quadro com categorias propostas pelos alunos na  
etapa final**

**APÊNDICE I – Quadro com categorias propostas para os argumentos dos alunos na etapa final**

Categoria	Unidades de respostas	Grupos									
		Quantidade de alunos									
		7	6	6	5	6	6	3	5	5	4
Descrição do procedimento	Ótima	X	X		X		X	X	X		X
	Bom									X	
	Razoável			X		X					
Interações Intermoleculares	Ligações de hidrogênio	X	X		X		X	X	X	X	X
	Polaridade	X	X		X		X	X	X	X	X
	Gasolina, força de London	X								X	X
	Densidade de cargas (F.O.N.)		X		X				X		
Característica da gasolina	Gasolina não mudou de cor	X	X		X	X			X		X
	Gasolina apolar	X	X			X	X	X	X		
Substância do urucum	Solubilidade de Bixina ou Norbixina			X			X				
	Norbixina no álcool		X						X	X	
	Dissolução	X	X				X	X	X	X	X
	Mistura (Correta)	X			X						
	Mistura (Incorreta)		X		X			X			
	Mistura homogênea					X					
	Mistura heterogênea							X			
Outras menções	Comparação com experimento anterior	X									
	Sem contexto			X							
	Elementos						X				
	Densidade			X							

**APÊNDICE J – Quadro com categorias propostas pelos alunos na  
etapa final**

## APÊNDICE J – Pesquisa inicial: Abordagem do ensino de química na cidade de Dourados/MS.

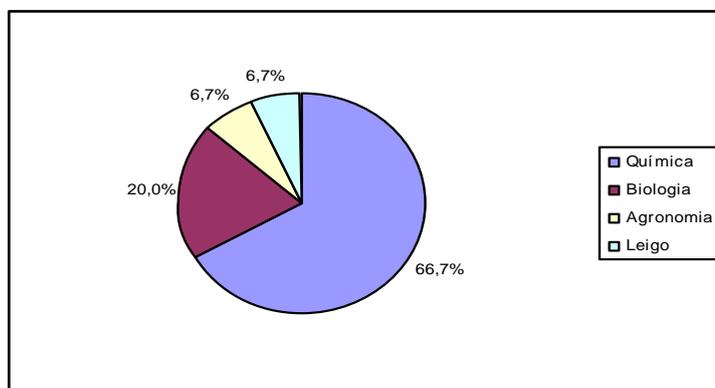
Foi realizada uma pesquisa na cidade de Dourados, para verificar alguns aspectos tais como a experimentação é abordada em sala de aula, a utilização de materiais alternativos, quais tipos de reagentes são utilizados, quais resíduos são gerados, como é feito o tratamento destes resíduos além de verificar qual a estrutura do laboratório da escola.

O questionário foi aplicado em 13 escolas da cidade, que possuem o ensino médio, tendo a participação de 80,9% dos professores que ministram as aulas de química. Muitos professores efetivos de outras disciplinas, não conseguem completar sua carga horária na sua área de formação, devido a falta de sala de aulas. Para amenizar este problema tal professor muitas vezes tem que ministrar aulas naquelas áreas que não tem muitos profissionais formados, no caso da química. Com isso há vários casos em que professores de biologia ministram aulas de química em uma ou duas salas de aula somente, como complementação de carga horária. Nesta pesquisa foi focado professores, com carga horária de mais de 20 horas semanais, pois este profissional este mais adequado e focado na área de ensino.

Alguns professores trabalham em duas ou mais escolas, sendo que as condições de trabalho diferenciam-se entre si. Dentre os professores que participaram da pesquisa elaborou-se a tabulação abaixo.

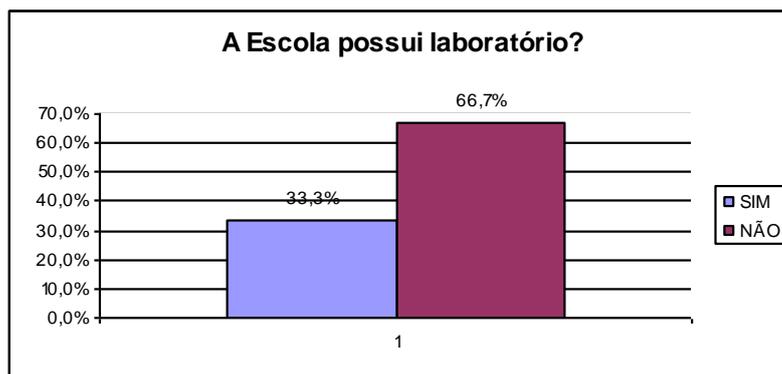
### *1. Qual a formação do professor?*

Quanto à formação dos professores que responderam o questionário, 66,7% são licenciados em Química, 20,0% são professores com licenciados em Ciências Biológicas, 6,7 % com formação em agronomia e 6,7 % são leigos que cursam Química licenciatura.



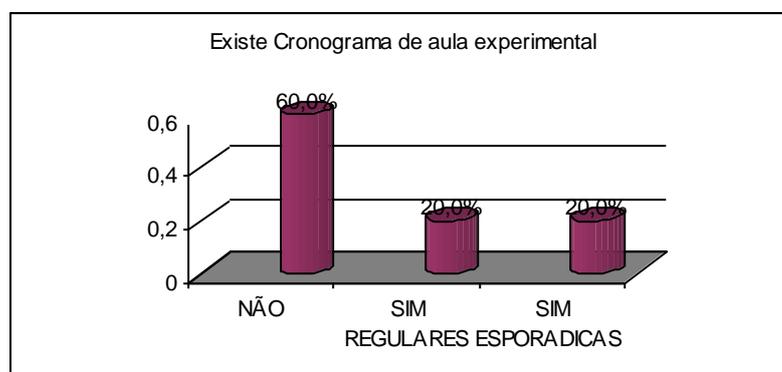
### *2. A escola possui laboratório?*

Somente 33,3% escolas possuem laboratório e 66,7%, não possuem sequer um local adequado para realização de alguma atividade. E ainda uma dessas escolas tem todo o material de um laboratório, no entanto, não tem disponível um local adequado para desenvolver a atividade. Se o professor quiser desenvolver algum tipo de trabalho diferente, deverá levar de sala em sala e o professor tem terá o trabalho percorrer corredores da escola em curto tempo entre uma aula e outra.



### ***3. Existe cronograma de aulas experimentais?***

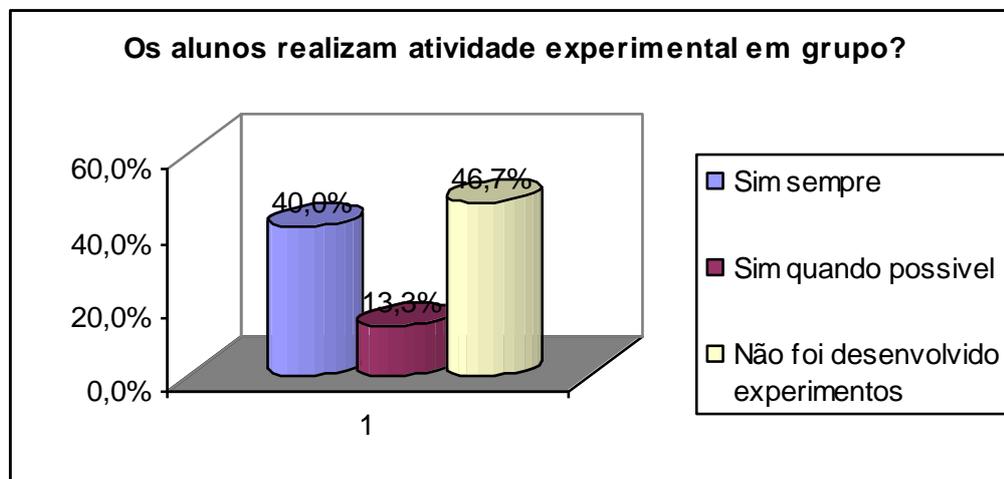
Quanto ao cronograma de atividades, 60 % relatam que não existe cronograma para atividade experimental, ou seja, não desenvolvem nenhuma atividade no laboratório ou em sala de aula. 20 % professores realizam atividade de forma regular, ou seja, praticamente 1 vez a cada duas semanas, desenvolve alguma atividade experimento em sala. 20 % professores relataram que desenvolvem atividades experimentais eventualmente, como no caso de feira de ciência onde o professor deve assumir uma sala do ensino médio e desenvolver alguma atividade para apresentar para o público visitante.



### ***4. Os alunos realizam os experimentos em grupos?***

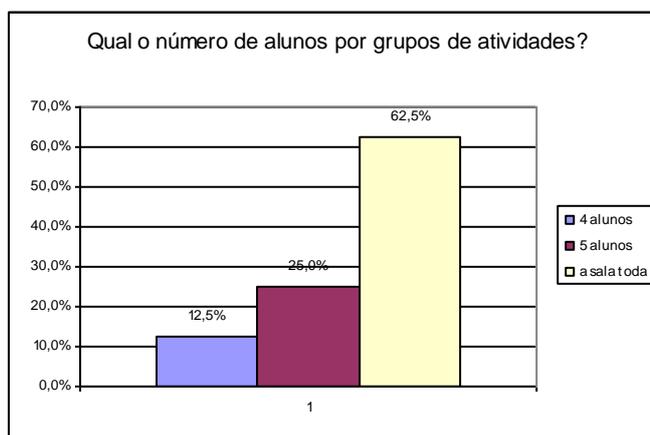
Sobre se os alunos realizam os experimentos em grupos, 40 % dos professores afirmaram positivamente, no entanto deve ficar especificado que neste caso, muitos professores somente realizam atividades pratica em eventos como Feira de Ciências, então nesse caso reali-

zam atividades em grupos. 13,3 % somente quando possível, visto que a maioria é apresentada de forma demonstrativa. 46,7 % dos professores não desenvolveram nenhum tipo de atividade experimental com os alunos no ano de 2008.



#### 5. Qual o número de alunos por grupo de atividades experimentais?

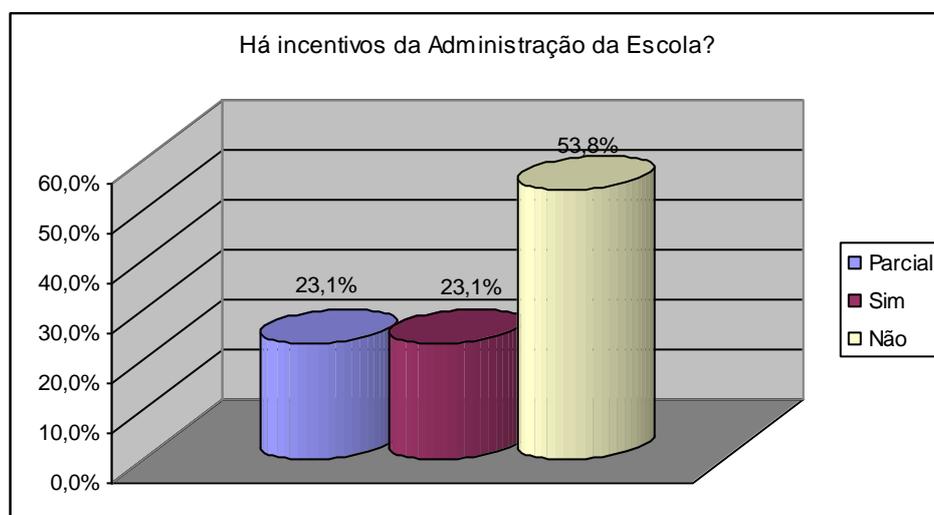
Para os professores que realizam algum tipo de atividade experimental, foi questionado quanto ao número de alunos por grupo nas atividades experimentais. Observou-se que 12,5 % professores relataram que organizam 4 alunos por grupos, 25 % professores afirmam que organizam os grupos com 5 componentes cada. 62,5 % professores relatam que não dividem os grupos, ou seja, a sala toda participa ou a experimentação tem caráter demonstrativo.



#### 6. Há incentivo da administração da escola para realização de experimentos?

53,8% dos professores queixam-se que a administração da escola não incentiva a realização de experimentos. Há uma escola onde a direção auxilia a professora com eventos, com o objetivo de comprar materiais e reagentes para a montagem de um laboratório de química. Somente 23,1% professores relataram que a administração da escola incentiva a participação, o no caso, a utilização dos laboratórios existentes. Na opinião de muitos diretores não tem como desenvolver atividade experimental se o professor não dispõe de laboratório. 23,1%

professores relatam que recebem incentivos parcialmente, ou seja, somente, quando há feira de ciências.



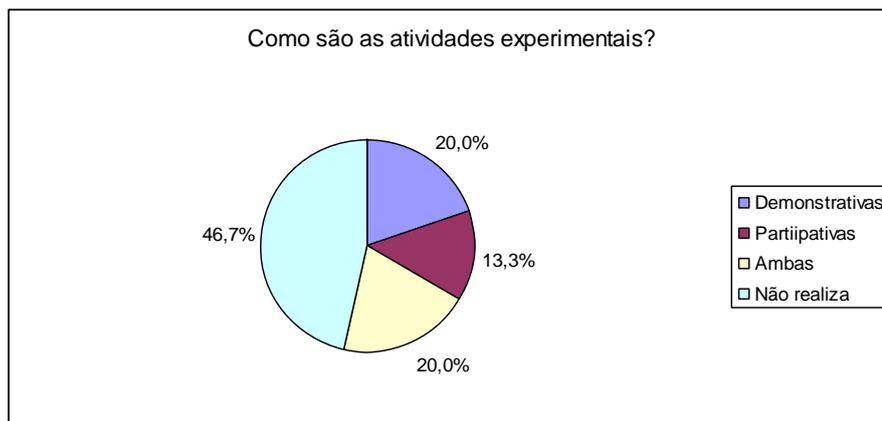
### ***7. Existe o técnico ou o professor laboratorista na escola?***

Somente 4 escolas possuem laboratório, destas somente uma possui uma professora é responsável por ficar em dois períodos na escola para organizar as práticas proposta pelos professores.

Essa professora tem formação acadêmica em ciências biológicas. Sua função no laboratório é atender os professores ajudando a organizar as atividades práticas e zelar pelas vidrarias e reagentes. Ela não tem qualquer tipo de formação específica para a função, sendo que expressa várias dúvidas quanto ao descarte e armazenamento de reagentes.

### ***8. Como são as aulas experimentais?***

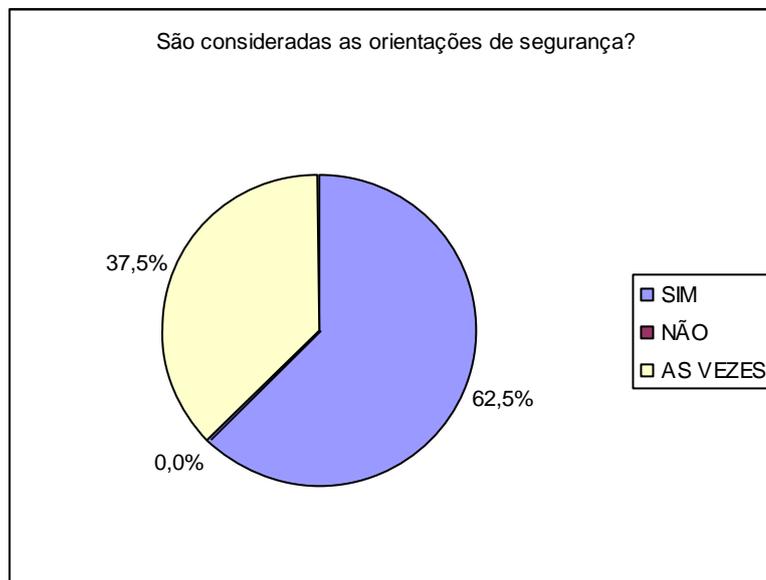
Para verificar o caráter das atividades experimentais, os professores responderam ao tópico. As atividades demonstrativa caracteriza-se por aquela em que os alunos somente observam o experimento que é realizado pelo professor. As atividades participativas são aquelas em que o aluno participa do experimento, ou seja, manipula vidrarias e reagente, segue um roteiro seguindo os passos a serem tomados para realiza determinada atividade. Verificou-se que 20,0% deles realizam as atividades de forma demonstrativa, 13,3% de forma participativa e 20,0% aborda as aulas das duas maneiras o restante, 46,7 % não desenvolveram atividades experimentais.



**9. Quais são os reagentes utilizados com maior frequência?**

NaCl, NaOH, HCl, NaHCO<sub>3</sub>, indicadores, fenolftaleína, Vinagre, sonrisal, Borax, vinagre, NaCl, cola tenaz, Coca-cola, Led's

**10. São consideradas as orientações de segurança na execução das atividades experimentais?**

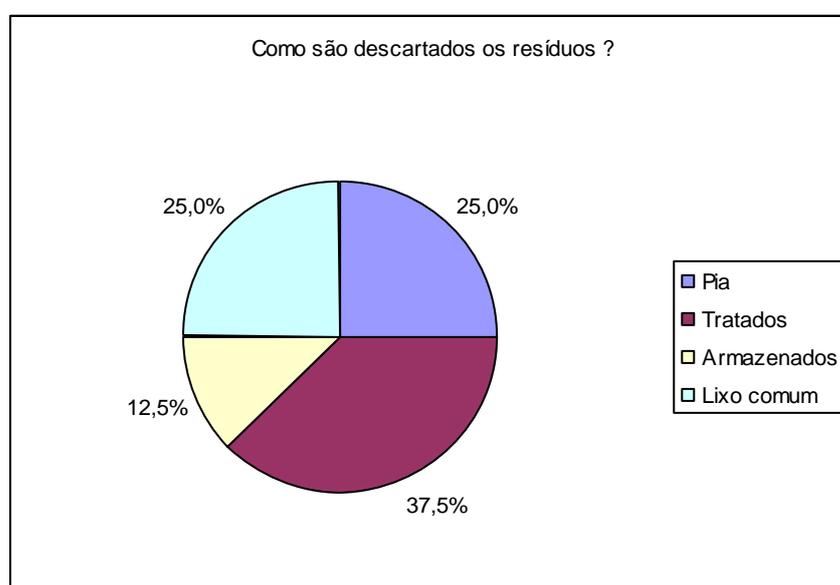


Neste tópico foi considerado, somente os professores desenvolvem atividades experimentais. 62,5 % relatam que todas as vezes que realizam atividades experimentais, orientam os alunos dos perigos a serem tomados com cada reagente, bem como as medidas de primeiro socorros que devem ser feitas em caso de algum acidente. Neste caso tais acidentes, referem-se a contato com pele e olhos. 37,5% fornecem orientações somente quando o reagente é considerado perigoso tal como NaOH e HCl.

### ***11. Como os resíduos produzidos nas atividades experimentais são descartados?***

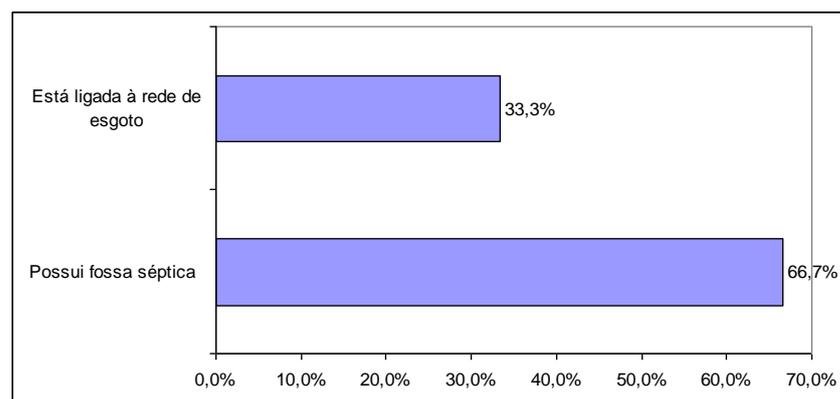
Como os resíduos a maioria são com materiais domésticos 25% professores relatam que descartam diretamente na pia e 25% professores relatam que jogam os resíduos em lixo comum, pois trata-se de composto como NaCl, NaHCO<sub>3</sub>, sal, areia, amido etc.

Em alguns casos 12,5% os laboratórios de ensino são realizados práticas com geração de pequenas quantidades de resíduos que são armazenados. 37,5% os resíduos são tratados e depois jogados em pia. No caso de ácidos e bases utilizados, são neutralizados e depois descartados em pia em água corrente após diluição considerável.



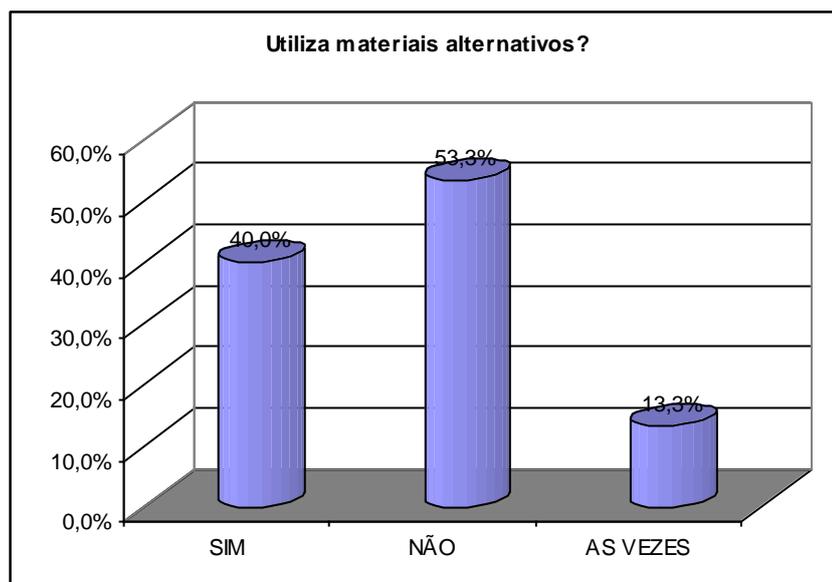
### ***12. A escola possui fossa séptica ligada a rede de esgoto?***

Dentre as escolas pesquisadas verificou-se a existência de fossa séptica. Tal questionamento torna-se viável ser feito quando há resíduos que são descartados em pias sem o devido tratamento ou mesmo os casos em que não devem ser descartados.



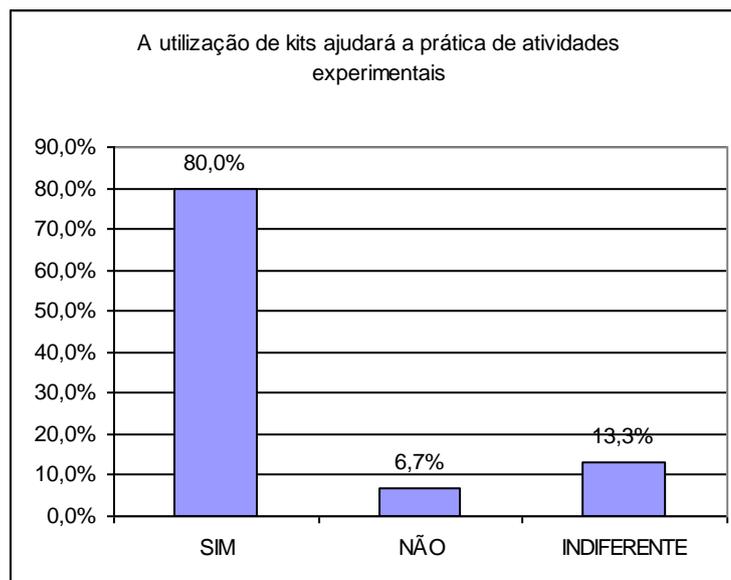
### ***13. Utiliza materiais alternativos nas aulas?***

Somente 40 % dos professores utilizam os materiais alternativos, sendo a falta de laboratório o grande motivo. Alguns professores no qual a escola possui laboratório utilizam os materiais alternativos. 53,3 % afirmam que não utilizam tais materiais. 13,3% afirmam que utiliza eventualmente.



### ***14. A utilização de um "kit de experimentos" ajudaria no desenvolvimento de atividades práticas?***

Quando questionado sobre esse tópico, 80 % afirmam que a criação de kits de ensino para atividades experimentais, ajudaria a promover e agilizar o ensino na escola em que trabalham, as quais não têm laboratório. Com isso utilizariam o kit. 6,7% pronunciaram-se negativamente, ou seja, não utilizaria o kit e 13,7 % afirma que não tal instrumento se torna indiferente, ou seja, poderia utilizar ou não, pois em alguns casos tem laboratório.



## CONCLUSÃO

A pesquisa ajudou a ter uma noção clara de como a experimentação no ensino é abordada no contexto, dos profissionais de ensino. A maioria 66,7 % dos professores pesquisados possui formação acadêmica em Licenciatura em Química.

Eles defendem os motivos de muitas vezes não utilizarem atividades experimentais: A administração da escola toma uma posição de indiferença, não apoiando a prática do professor de química. A coordenação pedagógica de algumas escolas estão mais voltadas para temas propostos pelos referenciais curriculares e utilização das Salas de Tecnologias de Informática para desenvolvimento de aula. No entanto tais professores tem a consciência de que cabe a si próprio articular maneiras de relacionar temas dos referenciais com a experimentação.

Outro motivo “clássico” é a carga horária do professor, o qual não tem tempo disponível para elaborar um experimento adequado a realidade do aluno.