

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

(A theoretical-experimental proposal, in teaching sequences about intermolecular interactions on teaching chemistry using variations of the test of adulteration in gasoline and urucum dyes)

Ademir de Souza Pereira [spademir@msn.com]

Universidade Federal do Oeste do Pará – Programa de Biologia e Química
Av. Marechal Rondon, s/nº, Caranazal, CEP 68040 070
Santarém – PA

Dario Xavier Pires [daxpires@yahoo.com.br]

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – Departamento de Química
Cidade Universitária - Caixa postal 549- CEP 79070 900
Campo Grande - MS

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. A sequência didática, foi desenvolvida com a participação de 44 alunos do terceiro ano do 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. The teaching sequence was developed with 44 students of the last year of the high school, with the duration of 9 classes of 50 minutes. The methodology presents the characteristics of the qualitative research, being based on 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 comunly used through the region the research was done. The instruments used to collect the information was through the use of questionnaires and observations of the classes. At the end 32 students presented arguments, developing in each stage, as well as in participation, as in classroom discussion, evidencing the evolution conceptual on the process of significant learning.

Keywords: intermolecular interactions; urucum; teaching sequence; meaningful learning.

Introdução

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio foram elaborados para notar as metodologias de aplicação dos conteúdos programáticos na educação básica. Uma oportunidade de colocar em prática tais conteúdos é trabalhar com diferentes estratégias de ensino, proporcionando situações problemáticas reais e que busque o conhecimento necessário para entendê-las e procurar solucioná-las (Brasil, 2002).

Conforme Leach *et al* (2005), as atividades que são planejadas de maneiras sequenciais podem contribuir para a aprendizagem de diversos conteúdos em ciências. Méheut (2005) sugere que na elaboração de tais atividades, se atente ao conteúdo a ser ensinado, as características cognitivas dos alunos, a dimensão didática relativa à instituição de ensino, motivação para a aprendizagem, significância do conhecimento a ser ensinado e planejamento da execução da atividade.

No planejamento de uma sequência didática, pode ser intercalados diversas estratégias e recursos didáticos, tais como, aulas expositivas, demonstrações, sessões de questionamento, solução de problemas, experimentos em laboratório, jogos de simulação, atividades, textos, dinâmicas, fóruns e debates, entre outros.

Neste enfoque, atualmente pesquisadores (Batista & Lucas, 2011; Cachapuz, 1999; Estevam, 2011; Teixeira & Sobral, 2010) da área de ensino de ciências, tem utilizado desse método para inserir o caráter investigado, proporcionando maneiras de interpretar as concepções dos alunos.

A teoria da aprendizagem significativa norteou o desenvolvimento, a organização desta pesquisa. Essa teoria 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. Conhecer a estrutura cognitiva do aluno, ou seja aquilo que o aluno já sabe, é fundamental para organizar uma determinada sequência didática:

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 subsunçor) que pode ser, por exemplo, uma imagem, um símbolo, um conceito ou uma proposição já significativos. (Ausubel, Novak & Hanesian, 1980, p. 41).

Neste trabalho é apresentado uma sequência didática com a utilização de experimentos e conforme Guimarães (2009), a realização desta atividade 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.

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.

Um tema em potencial para aplicar o conteúdo de interações intermoleculares é corantes e pigmentos, pois quando estas substâncias entram em contato com outras, podem ocorrer diversos tipos de interações. 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. Segundo Araújo e Castro (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. Já pigmentos são substâncias insolúveis em água. São aplicados na superfície da fibra e fixados mediante resinas sintéticas.

É importante o tema ser largamente discutido no ensino médio, pois o conhecimento de como se dá as interações intermoleculares auxilia a 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. A partir disso surge indagações que motivaram a realização desta pesquisa: Uma sequência didática, que utiliza variações do teste de adulteração da gasolina, pode auxiliar na construção do conhecimento, a partir do conteúdo de interações intermoleculares, utilizando como tema, corantes de urucum?

Este artigo apresenta o resultado de uma pesquisa desenvolvida, com alunos do terceiro ano do ensino médio, de uma escola da rede pública de ensino, da cidade de Dourados-MS. A pesquisa utiliza uma sequência didática e apresenta estratégias teóricas e experimentais para desenvolver o conteúdo de interações intermoleculares em sala de aula. A atividade experimental utilizada é o teste de adulteração da gasolina, conhecida como “teste da proveta” e variações deste teste. O tema corante de urucum foi utilizado como suporte teórico para contextualizar a teoria científica e os conceitos trabalhados em toda a sequência didática.

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 1-B).

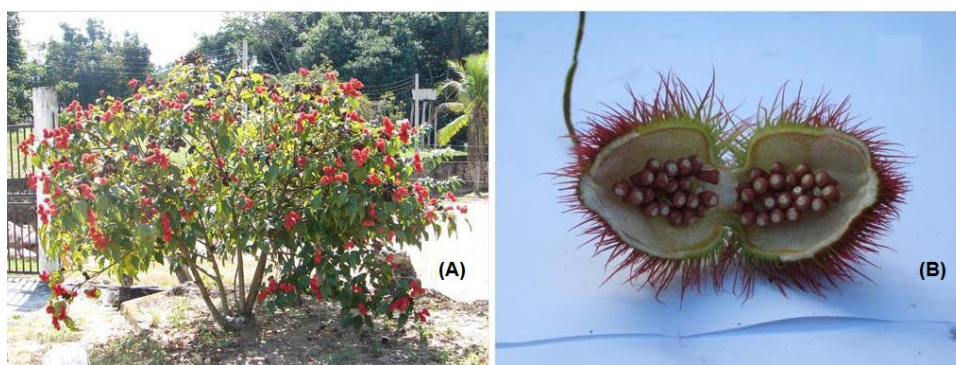


Figura 1: (A) urucuzero (B) cápsula aberta com sementes.

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 & Hein, 1989). Neste trabalho a árvore será denominada por urucuzero 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 bronzadores 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 (Baliane, 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).

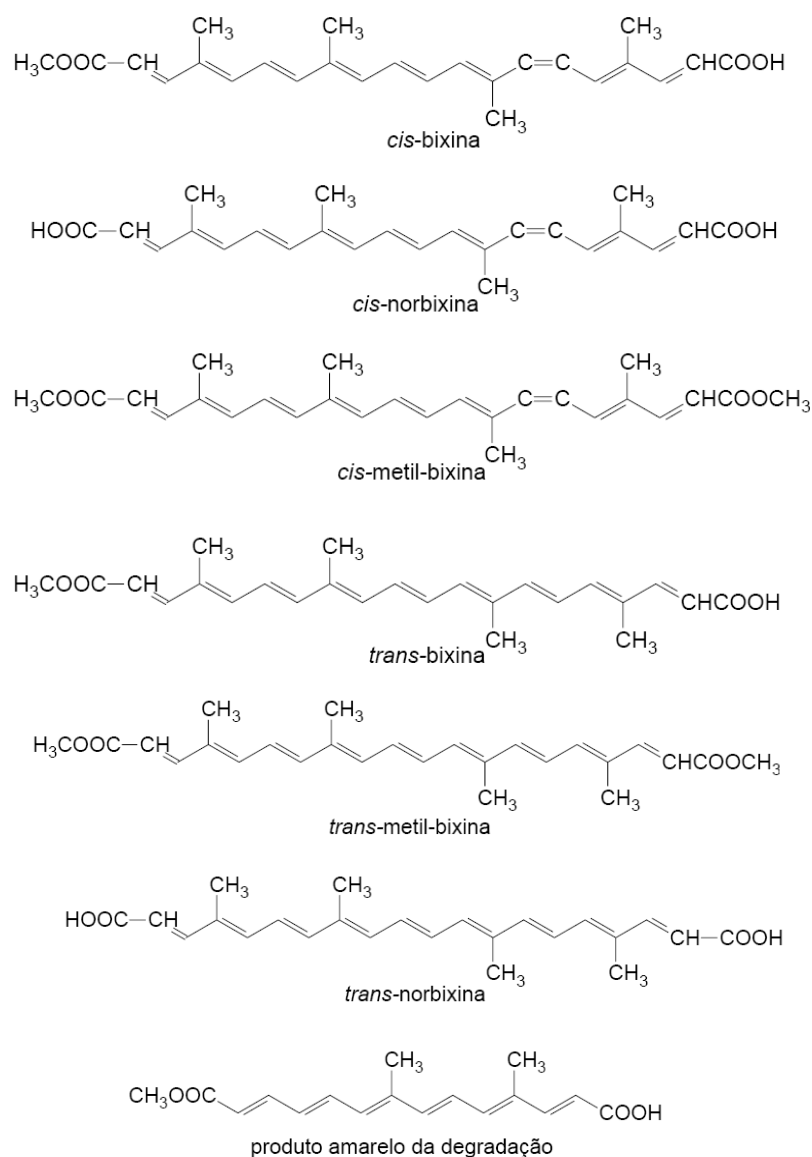


Figura 2: Estruturas Químicas dos Pigmentos do Urucum (ALVES, 2005)

Conforme Oliveira (2005) a solubilidade da bixina e da norbixina em Etanol anidro, ou seja, solvente com característica polar, é respectivamente de 0,18 mg/mL e 1,82 mg/L a 25° C. Já em solvente com característica apolar, encontra-se, respectivamente os valores de 3,7 mg/mL e 0,29 mg/L a 25° C.

Tendo em vista o exposto logo acima o presente trabalho tem o objetivo de tentar encontrar respostas às seguinte questão: *Uma seqüência didática teórico-experimental articulada para as aulas*

de química do utilizando variações do teste da adulteração da gasolina com corantes de urucum pode auxiliar na aprendizagem do tema interações intermoleculares?

Aspectos metodológicos

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.

Bogdan e Biklen (1994) 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 & Biklen, 1994, p. 49).

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.

A pesquisa proposta 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.

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 revisada 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.

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 e Galiuzzi, 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 & Galiuzzi, 2006).

Qualquer que seja a origem, os materiais são transformados em documentos escritos para então serem submetidos à análise. De acordo com Moraes e Galiuzzi (2003). o conjunto de textos submetidos à análise costuma ser denominado de *corpus*.

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 & Galiuzzi, 2003).

Segundo Moraes e Galiuzzi (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.

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 & Mortimer, 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.

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. 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 (1990) 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 seqüência 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 seqüência 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, porem, 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, proveta, bastão de vidro, erlenmeyer). Solicitou-se, também, que essas propostas viessem encaminhadas de justificativas que se encontram incluídas na descrição destes procedimentos experimentais.

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).

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.

Apresentação dos resultados e discussão

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 & Hanesian, 1980).

O professor deve verificar qual a concepção atual do aluno e propor alternativas de ensino para, promover alterações em suas concepções espontâneas. Essa mudança conceitual, é um processo em que a concepção alternativa do aluno perde *status* e a concepção científica apresentada pelo professor ganha *status* (Hewson & Thorley, 1989), ou seja, para que isto ocorra, será necessário criar situações em que o aluno entre em conflito com suas concepções atuais e passe a valorizar os conceitos que são apresentados pelo professor.

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. Foi formuladas as seguintes questões:

Questão 1: O que acontece quando se adiciona óleo de cozinha a água? Dissolvem-se? Proponha uma explicação. *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? *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? *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? *Questão 5:* O que são moléculas polares e moléculas apolares? *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).

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 e Jones (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, Martins e Andrade (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 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.

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 subsunçor 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.

Análise das Respostas - 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. 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 grupo, 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. (Aluno 20).

- tem alguma coisa diferente.... parece que tem mais água do que antes.(Aluno 34).

- já sei... a parte do álcool que estava na gasolina passou para a água. (Aluno 13)

- Então quer dizer que o álcool que estava na gasolina passou para a água, pois ele [o álcool] sentiu atraído pela água?(Aluno 37).

- já sei tem haver com polar e apolar... a parte polar da água atraiu a parte polar o álcool, seria isso professor?(Aluno 15).

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

Após a utilização do organizador prévio foi realizado a leitura da reportagem fictícia preparada pelo professor-pesquisador (5ª etapa da metodologia), os alunos responderam ao questionário ao final da leitura.

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.

As respostas dos alunos foram comparadas com a teoria de interações intermoleculares e classificadas em corretas, parcialmente corretas e incorretas, conforme descrito no Quadro 1. Como exemplo é apresentado, sobre o motivo do álcool ser extraído pela gasolina, quando entra em contato com a água.

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.

Foi possível notar a importância do estudo de caso na dinâmica em sala de aula, pois estimula o aluno a assumir a responsabilidade de um determinado assunto e por meio da mediação do professor ele é estimulado a propor hipóteses para tentar relacionar os conceitos aprendidos em sala com o exposto na dinâmica. Além disso, o método possibilita a diversidade de elementos

conceituais para estudos, pois diversos temas podem ser abordados para o estudo e aprendizagem de química.

Quadro 1: 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: <i>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.</i>
Parcialmente correta	Respostas ou argumentações com nível intermediário de organização hierárquica, que apresentam conceitos incoerentes, mas que não invalida a resposta. Exemplo: <i>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.</i>
Incorreta	Respostas ou argumentações sem organização, incoerentes, mencionando conceitos assimilados de forma errônea e /ou frases que invalidam a resposta. Exemplo: <i>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</i>

Como era esperado pela teoria de Ausubel, notou-se, nessa e nas etapas subsequentes, que em torno de 8,1% 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. A apresentação dos resultados são demonstradas no Quadro 2.

O resultados dos questionamentos apresentados no Quadro 2 referem-se ao seguintes questionamentos: 1 - Por que o álcool foi extraído pela água? 2 – Qual tipo de mistura se formará, se colocarmos em uma proveta, querosene + gasolina + água? 3 – Em uma mistura homogênea de duas substâncias, A (polar) e B (polar), o que aconteceria se adicionarmos uma substância C (apolar) e em seguida uma substância D (polar). 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)?

Quadro 2: Porcentagem das respostas dos alunos ao questionário aplicado

Questão	Corretas	Parciais	Incorretas	Não responderam
1	62,2 %	13,5 %	27,0 %	-
2	62,1 %	2,7 %	24,3 %	8,1 %
3	48,6 %	32,5 %	18,9 %	-
4	62,2 %	18,9 %	18,9 %	-

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.

Com base nesse diagnóstico, o professor-pesquisador e a partir das posições apresentadas quanto à origem e significado do estudo de caso, destacou-se a importância de estudar um caso de

forma contextualizada inserindo conceitos científicos previamente apresentados aos alunos, pois assim explora-se a potencialidade didática de um determinado tema em questão.

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 3. Foram adicionado 5 mL de cada solvente, em cada tubo de ensaio.

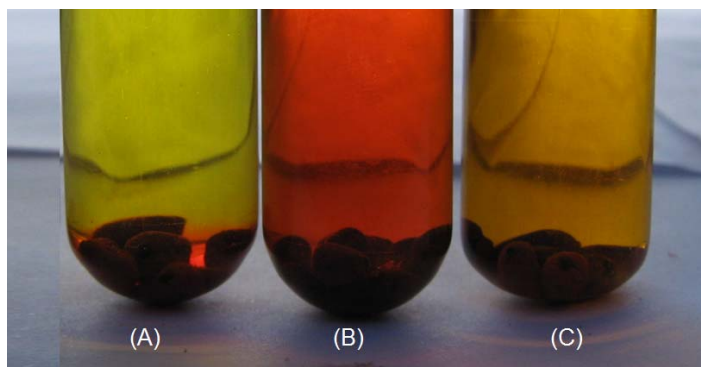


Figura 3: Sementes de Urucum imersas em (A) solução de NaCl; (B) Álcool anidro e (C) Gasolina sem a percentagem de álcool.

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 contem água não está colorido. (Aluno 3)

- o álcool ficou menos colorido (não é o que mostra a figura) que a gasolina. (Aluno 4)

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.

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.

Então 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 4).

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 & Jones, 2006), devido a maior presença de hidroxilas em suas extremidades (Figura 2), o que a torna álcool-hidrossolúvel. No entanto, devido a extensa cadeia hidrocarbônica que apresentam, tanto a bixina como a norbixina são lipossolúveis.



Figura 4: Proveta com o resultado do experimento; na camada superior, coloração alaranjada (fase orgânica - gasolina) e na camada inferior (fase aquosa), coloração amarela.

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:

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.

As hipóteses formuladas pelos alunos a primeira questão apresenta os seguintes resultados: 11,6 % Bixina; Corretas e imcompletas 14,1 %; Lipo e Hidrossolúvel 6,9%; Hidroxilas 27,9%; Ligações de Hidrogênio 30,2% e Polaridade 9,3 %. Como resultado a primeira questão, as hipóteses formuladas

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.(Aluno 15)

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 alteração 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. (Aluno 28).

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. (Aluno 12).

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. (Aluno 23).

- A água mudou de cor porque ela passou pelo urucum. A norbixina. (Aluno 39).

- Por causa da água, norbixina. (Aluno 36).

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 oito 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 oito alunos, ao longo da sequência didática até aqui apresentada.

O aluno 31, 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. (Aluno 31).

O aluno 27 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.(Aluno 27)

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 posterior 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 3, não é participativo e 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*” (Aluno 3).

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”.(Aluno 3).

O aluno 33 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*”. (Aluno 33). 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”. (Aluno 33).

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 33, o aluno 10 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”. (Aluno 10)

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”. (Aluno 10).

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 18, 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”. (Aluno 18).

- "... 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". (Aluno 18).

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". (Aluno 18).

O aluno 7, 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". (Aluno 7).

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". (Aluno 7).

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". (Aluno 7).

O aluno 42, 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”*. (Aluno 42).

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.

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 5-A); frasco contendo a gasolina isenta de álcool etílico (Figura 5-B); um outro frasco contendo solução aquosa de cloreto de sódio que não dispõe de figura ilustrativa.



(A)



(B)

Figura 5: (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. 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 6).



Figura 6: Mistura heterogenea das soluções e solução aquosa de NaCl 10 %.

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.

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, 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”*. (Aluno 6).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 superodernada, 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 & 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 & Jones, 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 flúor, oxigênio e nitrogênio.

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 responsáveis 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 *et al* (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 H₂O”* (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.

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.

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.

Segundo Mortimer (1995) a evolução conceitual não se dá pela mudança de todos os conceitos existente na estrutura cognitiva dos alunos, mas acontece quando uma teoria antiga é abandonada dando lugar a uma nova teoria. Dessa maneira a mudança acontece quando novos conceitos são incorporados criando um do perfil conceitual.

Considerações finais

Por meio da pesquisa realizada, foi possível verificar, que a abordagem de temas regionais em sala de aula, pode despertar no aluno o interesse pela disciplina, pois geralmente os livros didáticos apresentam temas que não são contextualizados com a região em que muitos alunos estão inseridos. Então cabe aos pesquisadores da área propor alternativas de ensino com temas regionais e disponibilizar os resultados desta pesquisa e disponibilizar as metodologias e temas em potencial para se trabalhar conceitos químicos em sala de aula.

Neste contexto, também foi possível verificar a importância de inserir nas sequências didáticas, o caráter investigativo, pois o professor é um pesquisador em potencial e as situações vivenciadas diariamente, geram problemas de pesquisa que podem ser investigadas e proposto soluções. Assim, o professor também pode propor situações de aprendizagem baseado no diagnóstico diário que é verificado no âmbito da sala de aula.

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 conceitos, que mediadas pelo professor, levaram a uma maior organização conceituais. Então o papel do professor neste momento é fazer as devidas conexões entre o material explorado, os alunos e os argumentos por eles apresentados.

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 (1980) 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.

Durante a abordagem do experimento procuramos problematiza-lo perante os alunos, utilizando como suporte as teorias apresentadas em sala de aula. Foi obtido 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 atividades contribuiu para a compreensão de interações e reações químicas que estão presentes a todo momento.

Além disso o aprendizado é o principal objetivo, pois uma serie 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.

A respeito do experimento utilizado, é interessante notar que, embora a utilização do teste de adulteração da gasolina já tenha sido utilizado como material didático, a utilização de corantes de urucum amplia a discussão de conceitos envolvendo propriedades físicas e químicas das substâncias orgânicas.

No ensino médio, as vezes o professor se encontra em uma situação inviável de trabalhar grande quantidade de conceitos, pois, na rede estadual de ensino, normalmente o professor de química tem duas ou três aulas em cada série do ensino médio. 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.

Referências

- Almeida Jr., J. B. (1980). A evolução do ensino de Física no Brasil. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 2 (1), 55-73.
- Alves, R. W. (2005). *Extração de Corantes de Urucum Por Processos Adsorptivos Utilizando Argilas Comerciais e Colloidal Gas Aphrons*. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina . Florianópolis, SC, Brasil.
- Araújo, M., & Castro, E. M. M. (1987). *Manual de engenharia têxtil*. 3ª ed. Fundação Calouste Gulbenkian. Lisboa, Portugal.
- Atkins, P., & Jones, L. (2006). *Princípios de Química: Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente*. Tradução Ricardo Bicca de Alencastro. 3ª ed. Porto Alegre: Bookman.
- Ausubel, D. P.; Novak, J. D., & Hanesian, H. (1980). *Psicologia Educacional*. 2ª ed. Rio de Janeiro: Editora Interamericana.
- Ausubel, D. P. (2000) *The Acquisition and Retention of Knowledge: A Cognitive View*. 1st ed. Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Baliane, A. (1992). *Cultura do urucueiro*. [Manual]. v.2 Empresa de Assistência e Extensão Rural do Estado do Rio de Janeiro, Niterói, RJ. Brasil.
- Bogdan, R. C., & Biklen, S. K. (1994). *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teroai e aos métodos*. Porto: Porto Editora.
- Brasil. (2002) Ministério da Educação. *PCN+ Ensino Médio: Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais*. Brasília: Secretaria de Educação Básica.
- Cachapuz, A. F. (1999) Epistemologia e ensino de ciências no Pós Mudança Conceptual: análise de um percurso de pesquisa. *Atas do II Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. ENPEC. São Paulo. SP, Brasil.
- Carvalho, P. R. N. (1990). *Extração e Utilização do Corante de Urucum*. [Manual]. Universidade Estadual da Bahia. Vitória da Conquista, BA. Brasil.
- Dazzani, M.; Correia, P. R. M.; Oliveira, P. V., & Marcondes, M. E. R. (2003). Explorando a química na determinação do teor de álcool na gasolina. *Química Nova na Escola*, 17, (11), 42-35.
- Delizoicov, D; Angotti, J. A., & Pernambuco, M. (2002). *Ensino de Ciências: fundamentos e métodos*. 2ª ed. São Paulo: Cortez.
- Driver, R., & Newton, P. Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84 (3), 287-312.
- Estevam, E. J. G (2011). (Res)significando a educação estatística no ensino fundamental: análise de uma sequência didática apoiada nas tecnologias de informação e comunicação. *Nuances: estudos sobre educação*. Ano XVII, v. 18, n. 19, p. 163-164.
- Falesi, I C. (1987). *Urucuzeiro: Recomendações básicas para seu cultivo*. [Manual]. 2ª Ed. Belém: Embrapa.
- Feltre, R. (2007). *Química - Componente Curricular*. Vol. 3. São Paulo: Editora Moderna.
- Franco, C. F. O. (2008). *O agronegócio do urucum em Minas Gerais*. [Manual]. Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG. Brasil.

Garcez, P. M. (2006). A organização da fala-em-interação na sala de aula: controle social, reprodução de conhecimento, construção conjunta de conhecimento. *Revista Calidoscópico*, 4 (1), 66-80.

Gómez-Granell, C. (1998) *Rumo a uma epistemologia do conhecimento escolar: o caso da educação matemática*. 1ª Ed. São Paulo: Ática, 1998.

Gonçalves, F. P., & Marques, C. A. (2006). Contribuições pedagógicas e epistemológicas em textos de experimentação no ensino de química. *Investigações em Ensino de Ciências*. 11(2), 219-238.

Guimarães, C. C. (2009). Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. *Química Nova na Escola*, 31 (3), 198-202.

Hewson, P.W., & Thorley, N. R. (1999). The conditions of conceptual change in the classroom. *International Journal of Science Education*, v.11, sp.iss., 541-553.

Izquierdo, M.; Sanmartí, N., & Espinet, M. (1999). Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (1), 45-60.

Leach, J.; Ametller, J.; Hind, A.; Lewis, J., & Scott, P. (2005). *Designing and evaluating short science teaching sequences: improving student learning*. Research and Quality of Science Education (Eds. Kerst Boersma) Holanda: Springer.209-220.

Lopes, A. R. C. (1999). *Conhecimento escolar: ciência e cotidiano*. 2ª Ed. Rio de Janeiro: Editora UERJ.

Lucas, L. B., & Batista, I. L.; (2011) Contribuições axiológicas e epistemológicas ao ensino da teoria da evolução de Darwin. *Revista Investigações em Ensino de Ciências*. 16 (2), 245-273.

Méheut, M. (2005) *Teaching-learning sequences tools for learning and/or research*. In Research and Quality of Science Education (Eds. Kerst Boersma). Holanda: Springer.195-207.

Moraes, R., & Galiuzzi, M. C. (2003). Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. *Ciência & Educação*, 9 (2), 91-211.

_____.(2006). Análise textual discursiva: Processo reconstrutivo de múltiplas faces. *Ciência & Educação*, 12 (1), 117-128.

Moreira, M. A. (1999). *Teorias de aprendizagem*. São Paulo: EPU.

Mortimer, E. F., & Machado A. H. (1997). *Múltiplos olhares sobre um episódio de ensino: porque o gelo flutua na água?* In: encontro sobre teoria e pesquisa em Ensino de Ciências; Linguagem, cultura e cognição-reflexos para o ensino de ciências. Belo Horizonte, MG, p 139- 162.

Mortimer, E. F. (1995.) Conceptual change or conceptual profile change? *Science & Education*, 4(3), 265-287.

Oliveira, J. S. (2005). *Caracterização, extração e purificação por cromatografia de compostos de urucum (bixa orellana l.)*. Tese (Doutorado em Engenharia Química). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC. Brasil.

Richmond, G., & Striley, J. (1996). Making meaning in classrooms: Social processes in small group discourse and scientific knowledge building. *Journal of Research in Science Teaching*, 33 (8), 839 - 858.

Rocha, W. R. (2001). Interações intermoleculares. Em: Amaral, L.O.F. & Almeida, W.B. (Eds.). *Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola*, n. 4, 31-36.

Santos, W. L. P., & Mortimer, E. F. (2002). Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência Tecnologia Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências*, 2 (2), 1-23.

Silva, L. A. S.; Martins, C. R., & Andrade, J. B. (2004). Por que todos os nitratos são solúveis? *Química Nova*, 27 (6), 1016-1020.

Silva, R. R., & Machado, P. F. L. (2008). 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*, 14, (2), 233-249.

Teixeira, F. M., & Sobral, A. C. M. B. (2010). Como novos conhecimentos podem ser construídos a partir dos conhecimentos prévios: um estudo de caso. *Ciência & Educação*. 16 (3) 667-677.

Zilbersztajn, A. (1983). Concepções espontâneas em física: Exemplos em dinâmica e implicações para o ensino. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 5 (2), 3-16.

Recebido em: 02.05.2011

Aceito em: 21.08.2012

APENDICE A

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?

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)?

APENDICE B

URUCUM

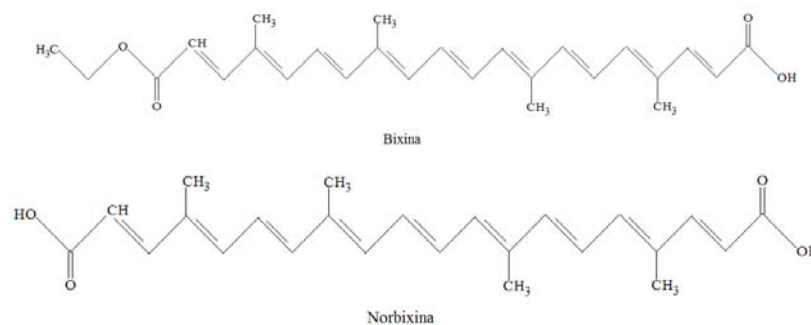
Quando os conquistadores espanhóis chegaram ao Novo Mundo, por volta do século XVI, muitas plantas eram empregadas pelos habitantes locais: os Maias e Aztecas. Uma destas plantas, o urucum - *Bixa orellana* L. - existente ao longo da América tropical, era utilizada, pelos índios, como matéria prima de 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.