

ESTUDO DE CASO NO ENSINO DE QUÍMICA: O TESTE DE ADULTERAÇÃO DA GASOLINA EM FOCO

Ademir de Souza Pereira

Mestre em Ensino de Ciências pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Doutorando em Educação para a Ciência na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

RESUMO

Este trabalho apresenta uma estratégia intitulada como estudo de caso que se refere ao teste de adulteração da gasolina realizado em postos de combustíveis. A teoria de David Ausubel foi utilizada para mediar a compreensão dos alunos em relação ao estudo feito. A pesquisa, de caráter qualitativo, contou com a participação de trinta e dois alunos do terceiro ano do Ensino Médio de uma escola da rede estadual de ensino do Mato Grosso do Sul, que analisaram um caso e expressaram seus argumentos através de um questionário. Por meio da análise, foi possível verificar uma nova organização dos conceitos utilizados pelos estudantes.

Palavras-chave: Adulteração. Ensino de Química. Estudo de caso.

ABSTRACT

This paper presents a strategy called a case study that refers to the gasoline adulteration test carried out at gas stations to investigate a potential adulteration of gasoline. David Ausubel's theory was used to mediate students' understanding. The research has a qualitative character and thirty-two students from the third year of high school participated in the research. The students analyzed a case and expressed their arguments through a questionnaire. Through the analysis it was possible to verify a new organization of the concepts used by the students.

Keywords: Adulteration. Chemistry teaching. Case study.

INTRODUÇÃO

Na área da educação, comumente se fala que a contextualização é um alicerce para edificar o ensino com eficiência, para que os alunos possam assimilar os conhecimentos transmitidos em sala de aula. Segundo o PCN+ (2002), o “contextualizar” não é somente levar em consideração o contexto onde o educando está inserido, mas também propor situações reais embasadas no conhecimento científico para que, a partir de um dado conteúdo, o aluno possa propor soluções para tentar resolver situações-problema.

Assim, Gil (1995) destaca que uma estratégia de ensino em sala de aula é o estudo de caso, que vem sendo amplamente utilizado em várias áreas do ensino, pois envolve a análise de um fato ou situação-problema e a consequente solução baseada em dados previamente elaborados envolvendo conhecimento científico. Esta técnica é aconselhável nas etapas iniciais da abordagem de temas complexos, para a formulação de hipóteses ou reestruturação do problema.

Em geral, é apresentado um problema para que seja feita a análise e demonstrado as possíveis soluções. O fato apresentado pode ser uma situação da realidade, onde o aluno possa se inserir como um sujeito ativo e responsável pelo problema abordado. O professor, ao elaborar o caso a ser estudado, deve estar atento aos detalhes e aos pontos relevantes para que a situação tenha potencialidades didáticas e, dessa maneira, possa contribuir para o processo de aprendizagem.

Segundo Hereib (1998), as metodologias de ensino que envolvem estudos de caso podem ser elaboradas e apresentadas aos alunos oralmente ou por escrito, em que o professor pode ler ou apresentar na forma de texto para o grupo de alunos uma determinada situação problema de modo que haja possibilidade de investigação, ou por meio da apresentação de um filme, reportagem, documentário ou de fotos e imagens.

A criatividade para elaboração do material deve ser livre, conforme destaca Gil (1995):

O estudo de caso não aceita um roteiro rígido para a sua delimitação, mas é possível definir quatro fases que mostram o seu delineamento: a) delimitação da unidade-caso; b) coleta de dados; c) seleção, análise e interpretação dos dados; d) elaboração do relatório (GIL, 1995, p.23).

Desta maneira, a etapa final, sugerida pelo autor acima (a elaboração de relatório), pode ser um questionário sobre as situações abordadas no caso em questão.

Nesse contexto, experimentos com gasolina têm demonstrado potencialidades didáticas, visto que está presente em vários trabalhos na área de ensino. A título de exemplificação, Dazzani (2003) relata o 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.

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, sobretudo quanto à determinação da polaridade das moléculas (FARIAS, 2006).

Para a pesquisa qualitativa que permeia este trabalho, Ludke e André (1986) descrevem que neste tipo de estudo pode ser abordadas, destacando-se, principalmente, a pesquisa etnográfica e o estudo de caso, sendo que estes dois tipos de enfoques vêm ganhando aceitação e credibilidade na área de ensino.

Desse modo, este trabalho apresenta a estratégia de ensino intitulada como estudo de caso que aborda o teste de adulteração da gasolina, no qual os alunos são convidados a responder questões que envolvem conceitos científicos, como forma de promoção de debates em sala de aula.

TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

A Teoria de Aprendizagem Significativa de David Ausubel (1980), que norteou o desenvolvimento, a organização e a avaliação deste trabalho, baseia-se no cognitivismo, que trata os processos mentais elucidando 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 à sua estrutura cognitiva (AUSUBEL, NOVAK e HANESIAN, 1980). A tarefa do aluno, nesse caso, 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 as 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.

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. O estudo de caso é um potencial material a ser adotado na prática do professor em ensino de ciências pois não exige memorização de conceitos, e sim a sua aplicação:

(...) 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, p.35).

Nesta perspectiva, espera-se que o professor elabore atividades ou testes que exijam dos alunos aplicação do conhecimento adquirido em sala de aula. Assim, 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 na medida em que a aprendizagem acontece. Durante o estudo de caso, os alunos expressam seus argumentos, sendo possível verificar a assimilação dos conceitos.

Ausubel, Novak e *Hanesian (1980)* realçam ainda 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.

ASPECTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa foi realizada com alunos do período matutino, do terceiro ano do Ensino Médio de uma escola periférica pertencente à rede estadual de ensino do estado de Mato Grosso do Sul, na cidade de Dourados. Os alunos que participaram desta pesquisa possuíam faixa etária entre 16 e 20 anos. Os alunos moravam perto da escola, na zona rural ou em reserva indígena.

A metodologia utilizada na pesquisa apresenta um caráter qualitativo (BOGDAN & BIKLEN, 1994), sendo o ambiente onde foi realizada a pesquisa a própria sala de aula, com o professor da turma na figura do pesquisador. Inicialmente, foi realizada uma investigação durante a aula expositiva e o pesquisador verificou que os alunos apresentavam muitos conceitos errôneos sobre o conteúdo de interações intermoleculares, necessitando de uma intervenção para poder organizar tais conceitos em suas estruturas cognitivas. Em uma

segunda aula, foi realizado o experimento: teste de adulteração da gasolina conhecido nos postos de combustíveis como “teste da proveta”.

Durante todo o desenvolvimento, foi dada ênfase ao processo investigativo e este se tornou o alvo principal da pesquisa, ou seja, a interação dos alunos com o caso em questão, sendo os argumentos e as respostas expressadas representando os principais dados colhidos. A análise de dados foi realizada por meio da quantificação de respostas e a classificação e coerência com relação aos conceitos científicos abordados em sala de aula.

Ludke e André (1986) se referem a sete características para este tipo de investigação qualitativa:

(1) visam à descoberta, na medida em que podem surgir, em qualquer altura, novos elementos e aspectos importantes para a investigação, além dos pressupostos do enquadramento teórico inicial; (2) enfatizam a interpretação em contexto, pois todo o estudo desta natureza tem que ter em conta as características da escola, o meio social em que está inserida, os recursos materiais e humanos, entre outros aspectos; (3) retratam a realidade de forma completa e profunda; (4) usam uma variedade de fontes de informação; (5) permitem generalizações naturalistas; (6) procuram representar as diferentes perspectivas presentes numa situação social; e (7) utilizam uma linguagem e uma forma mais acessível do que outros métodos de investigação (LUDKE & ANDRÉ, 1986, p.53).

Na abordagem metodológica, inicialmente os alunos tiveram aula expositiva com o professor-pesquisador sobre o conteúdo de interações intermoleculares e polaridade das moléculas. Em seguida, foi realizada uma atividade experimental com a utilização do teste de determinação do teor de álcool na gasolina.

Na etapa seguinte, foi apresentado aos alunos o texto sobre a adulteração da gasolina com as questões que abordaram os conceitos químicos apresentados em sala de aula.

A ESTRATÉGIA ESTUDO DE CASO

Sá e Queiroz (2009) promovem a estratégia de se trabalhar com estudos de caso no ensino de ciências como meio de proporcionar em sala de aula um ambiente no qual os alunos possam argumentar sobre um determinado conceito e relacionar este com diversos problemas existentes em uma sociedade.

Esta etapa, no presente estudo, teve duração de uma aula, na qual os alunos, individualmente, fizeram a leitura de um texto preparado pelo professor-pesquisador, que simulou uma reportagem que abordava 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, o senhor procura um profissional da área de Química, para que o mesmo 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 e após entregarem seus argumentos expressos em uma folha de resposta, foi feita uma discussão do texto, com a participação de todos os alunos, sob a orientação do professor-pesquisador que atuou como moderador.

A atividade foi disposta conforme o quadro 1.

QUADRO 1. Atividade Adulteração da gasolina

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:

- Qual o motivo do aumento desse volume?

- Meu senhor, eu não sei lhe informar, pois eu só realizo o teste e comparo com uma tabela para saber se a gasolina está ou não fora dos padrões.

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?

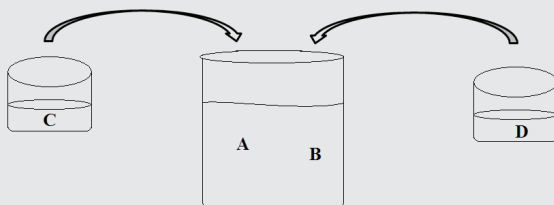
Obs. O querosene e a gasolina pura são constituídos de moléculas de hidrocarbonetos que são apolares, já a água é constituída de moléculas polares.

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?

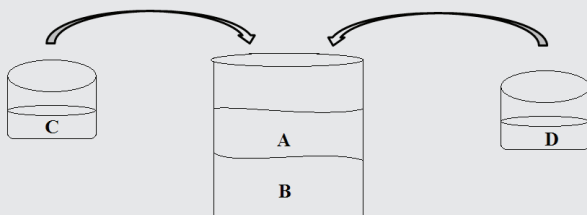
b) O que acontece se for adicionado a esta mistura uma substância D (polar)? Por quê?

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.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

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 2:

QUADRO 2. 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.

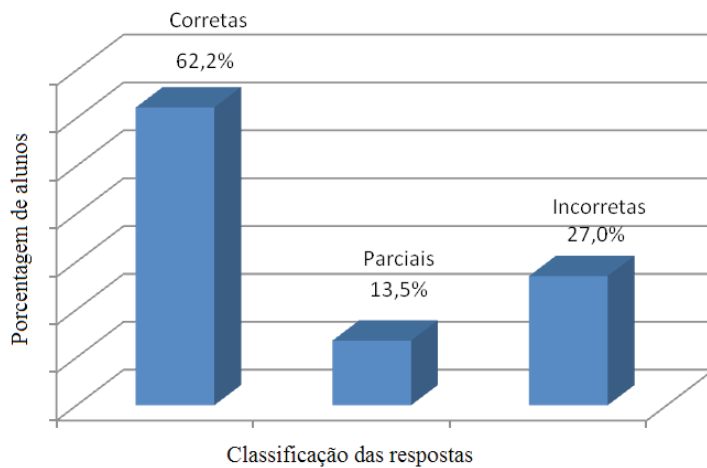
Aproximadamente 62% dos alunos que responderam à primeira questão do questionário - “Por que o álcool foi extraído pela água?” - mostraram ter assimilado o conceito de polaridade e organizado as suas respostas apresentando argumentos coerentes com nível de organização relevante. Não foi observada a utilização 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 01 apresenta as porcentagens referentes à primeira questão do questionário aplicado:

Figura 2. 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:

vejamos bem, polar dissolve polar e apolar dissolve apolar, portanto a água apolar e o álcool é apolar/polar, a gasolina é apolar (RESPOSTA ALUNO).

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.

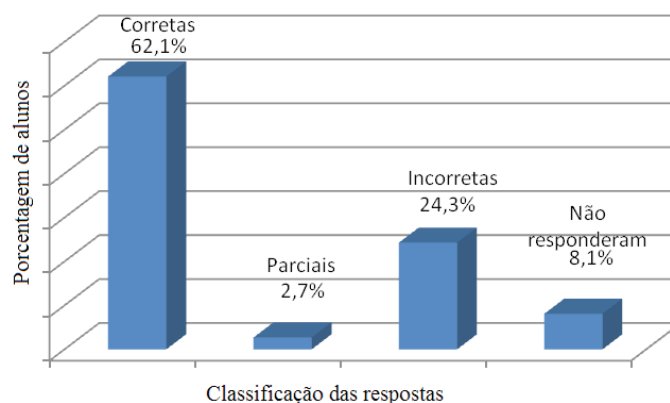
Mesmo nas respostas incorretas, muito embora não se perceba uma completa assimilação ou mesmo retenção dos conceitos apresentados, verifica-se um abandono dos conceitos – densidade, mistura homogênea ou heterogênea – empregados nas respostas ao questionário da 1ª etapa, o que pode ser notado por meio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

Porque 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 (RESPOSTAS ALUNOS).

Assim, no que se refere à 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 colocássemos em uma proveta querosene + gasolina + água: a) essa mistura de substâncias formaria um sistema heterogêneo ou homogêneo? b) a água poderá extrair o querosene? Por quê?*

Figura 3. 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 02, observa-se um índice de 62,1% de respostas corretas, o que reforça a organização conceitual por parte dos alunos, como exemplificam as transcrições a seguir:

- 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 (RESPOSTAS ALUNOS).

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

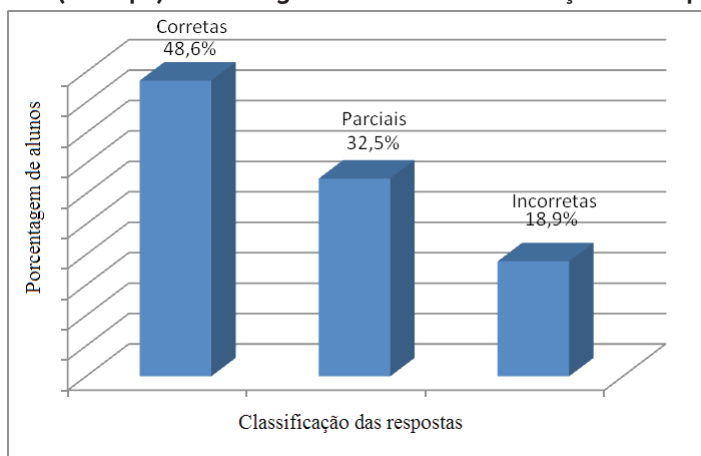
- a) heterogênea; b) Sim, pois o querosene tem parte polar em sua estrutura.
- a) heterogênea; b) Pode, porque dependendo do composto químico, polar e apolar podem se misturar, sendo o caso da água e do querosene (RESPOSTA ALUNO 7).

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 de 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 4. 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 03). 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:

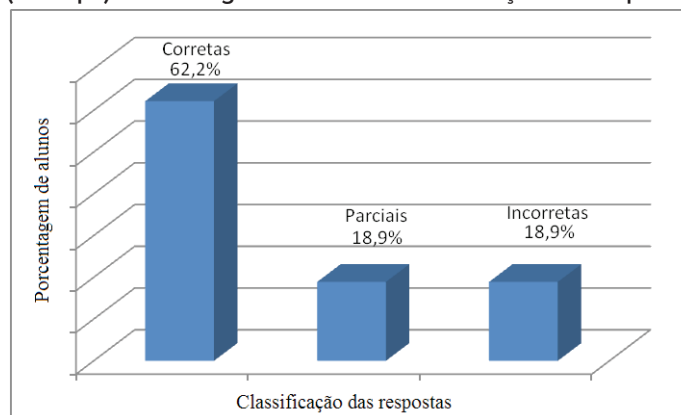
- a) a polaridade será menor, porque polar + apolar não se misturam; b) a polaridade será maior, porque polar + polar se dissolve e aumentará o volume.
- a) se misturará com a substância B e ficará heterogênea. b) se dissolve, pois semelhantes como no caso A (Polar) + D (Polar) se misturam e camadas de heterogêneas surgem (RESPOSTAS ALUNOS).

Respostas consideradas incorretas totalizaram 18,9 %.

- As misturas irão se misturas, pois é uma mistura homogênea onde não há separação de fases(RESPOSTAS ALUNOS)..

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 à 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 5. 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 04).

- 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 aumentando 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.

Respostas incorretas totalizaram 18,9%, comprovando que o aluno não consegue visualizar situações do seu cotidiano e relacioná-los aos conceitos apresentados em sala.

Em relação à solubilidade ou miscibilidade, os conceitos de densidade e mistura heterogênea foram principalmente empregados para explicar a imiscibilidade do sistema óleo-água. Já com relação à 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), 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 à 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.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

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.

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.

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, 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.

Como as situações foram produzidas a partir de fatos vivenciados experimentalmente com devida contextualização dos conceitos científicos, não conduziram os alunos a uma solução única, exigindo dos mesmos a consideração de explicações e possíveis correlações com os conceitos apresentados. Situações como essa têm sido sugeridas por pesquisadores da área de educação em ciências, conforme Duchl e Osborne (2002).

Nos questionamentos ocorridos durante o momento de interação dos grupos, foi perceptível a participação da maioria dos alunos; mesmo aqueles tidos como mais reservados expuseram suas opiniões para que os grupos pudessem formular suas considerações.

Fatores a serem considerados dizem respeito à postura dos alunos no desenvolvimento das atividades, pois puderam explorar suas habilidades de caráter

formativo, como a comunicação oral entre os colegas de grupos, e até mesmo a escrita, estimulando a tomada de decisão e o senso crítico que é tão preconizado para a formação do cidadão.

Conforme Sá e Queiroz (2009), a análise e estudo de caso pode também favorecer a incorporação de questões no âmbito ético ou ambientais ao discurso e argumento dos alunos. Tal atividade deve ser explorada no ensino de ciências, pois além da promoção da aprendizagem de conceitos científicos, cria um ambiente em sala de aula que poderá proporcionar discussões a respeito de diversos aspectos sociocientíficos. O caso da adulteração da gasolina pode ser explorado diante dos problemas existentes em diversos postos de combustíveis em relação à adulteração e aos valores de preços, que variam consideravelmente na região.

REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. *Psicologia Educacional*. 2ª Edição. Rio de Janeiro: Editora Interamericana, 1980.
- BOGDAN, R.; BIKLEN, S. (1991). **Investigação Qualitativa em Educação**. Porto: Porto Editora. 336 p.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN + Ensino Médio**: Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: Ministério da Educação, 2002.
- DAZZANI, M.; CORREIA, P. R. M.; OLIVEIRA, P. V.; MARCONDES, M. E. R. Explorando a Química na Determinação do Teor de Álcool na Gasolina. **Revista Química Nova na Escola**, n. 17, p. 42-35. São Paulo, 2003.
- DUSCHL, R.; OSBORNE, J. Supporting and promoting argumentation in science education. **Studies in Science Education**, v.81, n.1, p. 39-72. 2002.
- 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**, n. 2, p. 43-53. São Paulo, 2006
- GIL, A.C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 4ª edição. São Paulo: Atlas, 1994.
- _____. **Como elaborar projetos e pesquisa**. 3ª edição. São Paulo: Atlas, 1995.
- LUDKE, M.; ANDRÉ, E. D. A. **Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.
- MOREIRA, M. A. Teorias de aprendizagem. São Paulo: EPU, 1999.
- ROCHA, W. R. Interações intermoleculares. **Revista Química Nova na Escola**, n. 4, p. 31-36. Cadernos Temáticos. São Paulo, 2001.
- SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. **Estudos de Casos no Ensino de Química**. Campinas: Editora Átomo, 2009.