

Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG
Faculdade de Educação - FaE

CECIMIG

**Formação de Docentes: Analisando a proposição de
atividades investigativas a partir de roteiros de experimentos
publicados no portal pontociência.**

Leandro Henrique Fantini

Belo Horizonte
2012

LEANDRO HENRIQUE FANTINI

Formação de Docentes: Analisando a proposição de atividades investigativas a partir de roteiros de experimentos publicados no portal pontociência.

Monografia apresentada ao Curso de Especialização ENCI-UAB do CECIMIG FaE/UFMG como requisito parcial para obtenção de título de Especialista em Ensino de Ciências por Investigação.

Orientador: Prof. Dr. Alfredo Luis Mateus.

Professor do Colégio Técnico da UFMG (COLTEC).

RESUMO

Neste trabalho, buscamos investigar se os critérios utilizados na proposição de atividades investigativas em um grupo de dezesseis estudantes da UFMG, graduandos em química, se aproximam dos critérios utilizados na literatura pertinente a atividades investigativas. Esses estudantes fazem parte do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (Pibid). A análise das atividades investigativas entregues pelos bolsistas foi realizada utilizando-se os critérios mencionados por Munford (2008). Nosso interesse foi refletir sobre o que estes critérios revelam sobre a concepção desses sujeitos a cerca do papel de uma atividade investigativa.

Durante a realização do projeto e nas discussões em sala de aula, percebemos nas propostas das atividades diferentes formas de incorporação de características desejáveis em uma abordagem investigativa.

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO	5
2. O PORTAL PONTOCIÊNCIA.....	6
3. O PIBID.....	8
4. CONTEXTO DA PESQUISA	10
5. JUSTIFICATIVA.....	12
6. METODOLOGIA	15
7. DISCUSSÕES E RESULTADOS	19
7.1. CAMADA SOBRE CAMADA	19
7.2. JOGO DO DISCO APOLAR.....	21
7.3. JARDIM DE SILICATOS	22
7.4. BIOPLÁSTICO.....	22
7.5. 1 + 1 É SEMPRE 2.....	24
8. O QUESTIONÁRIO	26
8.1. RESPOSTAS À PRIMEIRA PERGUNTA	26
8.2. RESPOSTAS À SEGUNDA PERGUNTA	27
8.3. RESPOSTAS À TERCEIRA PERGUNTA.....	27
8.4. RESPOSTAS À QUARTA PERGUNTA.....	28
9. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	29
9.1 BIBLIOGRAFIAS CONSULTADAS	33
10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31
11. APÊNDICE	35

1. APRESENTAÇÃO

O presente trabalho investigou se os critérios utilizados na proposição de atividades investigativas por alunos de graduação, licenciandos em química, bolsistas do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (Pibid), se aproximam dos critérios utilizados na literatura pertinente a atividades investigativas. O interesse foi refletir sobre o que estes critérios revelam sobre a concepção desses sujeitos a cerca do papel de uma atividade investigativa.

Tive como motivações para a realização desta pesquisa, a experiência como bolsista de Iniciação Científica no projeto pontociência e a própria pós-graduação em ensino de ciências por investigação. No projeto pontociência, pude desenvolver e realizar vários roteiros de atividades experimentais nas áreas de química e física - foram mais de noventa atividades que estão registradas no portal (www.pontociencia.org.br). Durante o curso de especialização em Ensino de Ciências por Investigação - ENCI, pude aprofundar meus conhecimentos na área de ensino de ciências e me identifiquei com a mesma, ampliando meu desejo de produzir algo diretamente relacionado a atividades investigativas.

O ENCI é um curso de especialização oferecido pelo CECIMIG, que é um órgão complementar da Faculdade de Educação da UFMG, e desde o ano de 2005, está envolvido na produção e divulgação de conhecimento pedagógico sobre ensino de ciências por investigação (MUNFORD e LIMA, 2007).

2. O PORTAL PONTOCIÊNCIA

O pontociência é um portal na internet lançado em julho de 2008 com uma proposta pioneira na criação de uma comunidade virtual de professores, alunos e entusiastas da ciência. O pontociência permite a seus usuários o acesso a muitos tipos de recursos, tais como roteiros de experimentos práticos, imagens e vídeos educativos. Com a internet e o surgimento de novas tecnologias, as informações estão mais acessíveis e rápidas. Precisamos acompanhar esta evolução imediatamente, sob o risco de perder oportunidades de sucesso e de realizar trabalhos interessantes que transcendam o campus das universidades. Faz-se necessário abrir o horizonte uma vez que a internet trouxe dinamismo e coletividade aos nossos dias. Utilizando-se desses recursos o pontociência busca socializar atividades experimentais, disponibilizando-as gratuitamente a todos os usuários.

Dentro do portal encontramos instruções passo a passo, com fotos e vídeos, de experimentos de Química, Física e Biologia. O pontociência foi criado dentro da premissa de que experimentos e outras atividades práticas não são amplamente usados como recursos educacionais nas aulas de ciências no Brasil.

Como relatado por Santos (2010), existem vários motivos que sugerem o baixo uso de atividades práticas em sala de aula. Alguns desses motivos são:

- a falta de laboratório nas escolas;
- a deficiência dos laboratórios, traduzida na ausência de matérias;
- a escassez de roteiros que contemplem explicitamente a relação teoria-experimento;
- a falta de literatura especializada na experimentação em língua portuguesa.

Atualmente o governo busca incentivar a utilização dos recursos educacionais digitais através da criação de *sites* como o portal do professor ou através de apoio e financiamentos de projetos ligados a essa área, como o portal pontociência que recebe recursos do MEC. Porém, ainda encontram desafios à implementação e plena utilização desses recursos em sala de aula. Valente (1999) aponta como desafios para a utilização da informática na educação quatro fatores, a saber: “o computador, o software educativo, o professor capacitado a usar o computador como ferramenta educacional e o aluno”. Um aspecto fundamental é a formação de professores capacitados a trabalhar com recursos educacionais digitais, como vídeos e simulações.

O projeto pontociência busca estimular o uso desses recursos durante as aulas através de experimentos didáticos e vídeos educativos, oferecendo mais de oitocentos roteiros de experimentos (pontociência, 2012). Há também uma preocupação de que a ciência por trás dos fenômenos seja explicada em uma linguagem simples e com grande cuidado e precisão nas informações fornecidas. Atualmente o portal proporciona o encontro de pessoas e permite a discussão, criação e utilização de experimentos no ensino e na divulgação da ciência, bem como, tirar dúvidas a respeito de um determinado experimento ou mesmo e de como usá-lo em sala de aula.

O portal é coordenado pelo Prof. Dr. Alfredo Luis Mateus do setor de Química do Colégio Técnico da UFMG e tem diversos colaboradores do próprio Colégio Técnico e de outras unidades acadêmicas, como é o caso do Departamento de Morfologia do Instituto de Ciências Biológicas da UFMG.

A partir da escolha do acervo do pontociência como ponto de partida, selecionamos o projeto Pibid para verificar como futuros professores poderiam propor atividades investigativas, articulando o conhecimento teórico com os roteiros de atividades do portal.

3. O PIBID

Um dos objetivos do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência, Pibid, é a elevação da qualidade das ações acadêmicas voltadas à formação inicial de professores nos cursos de licenciatura das instituições de educação superior (BRASIL/CAPES). Espera-se que os atuais bolsistas integrantes do projeto tornem-se professores mais preparados, capazes de contribuir para a melhoria na educação básica.

Sabemos que a formação de professores para a educação em nosso país é de grande responsabilidade e importância. Como apontado em uma pesquisa realizada pela Fundação Carlos Chagas em 2008, há um déficit em relação ao número de professores no Brasil. Atualmente não há muitos incentivos à carreira de docente, o que causa uma baixa procura nas universidades por cursos de licenciatura. Essa mesma pesquisa mostrou que há um grande desinteresse dos jovens pelos cursos de licenciatura no Brasil (FCC, 2008).

Existem diversos aspectos que afastam possíveis futuros docentes da carreira, como baixos salários, violência nas escolas, profissão pouco valorizada na sociedade e problemas na infraestrutura das escolas. Para estimular mais pessoas a tentarem a carreira do magistério, o Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência – Pibid vem se tornando um importante componente das políticas públicas. Dentre outras finalidades, o Pibid busca estimular o licenciando a conhecer a realidade da escola e as possibilidades concretas de exercer a docência. O Programa é coordenado pelo Ministério da Educação e disponibiliza bolsas de iniciação à docência aos alunos de cursos presenciais que se dediquem ao estágio nas escolas públicas, e que se comprometam com o exercício da docência nas mesmas. O Pibid pretende criar um vínculo antecipado entre os licenciandos e as salas de aula da rede pública, promovendo uma articulação entre a educação superior, por meio das licenciaturas, a escola e os sistemas estaduais e municipais (BRASIL/MEC/PIBID).

Apesar das dificuldades apontadas acima, percebemos que alguns professores de escolas públicas conseguem desenvolver um trabalho diferenciado. Quando os alunos do Pibid trabalham em escolas em que este tipo de docente está presente, existe uma possibilidade real de um estímulo à entrada na carreira. Existe também a possibilidade de o contato com a realidade da escola pública acabar por afastar o bolsista da carreira.

Dar aulas exige que o professor tenha formação inicial adequada para atender as demandas do processo ensino-aprendizagem, aperfeiçoando os procedimentos teórico-metodológicos, e como relata Gil-Perez, de forma a "*romper com a inércia de uma tradição assumida acriticamente*" (GIL-PEREZ, 1994).

O Pibid certamente se insere como uma das alternativas potenciais para fortalecer e enriquecer a formação inicial dos licenciandos, uma vez que esses entram em contato direto com a realidade vivenciada diariamente pelos professores de ensino fundamental e de ensino médio.

Atualmente, participam do Pibid 195 (cento e noventa e cinco) instituições de educação superior de todo o país que desenvolvem 288 (duzentos e oitenta e oito) projetos de iniciação à docência em aproximadamente 4000 (quatro mil) escolas públicas de educação básica. Apenas no ano de 2012, o número de bolsas concedidas atingiu 49.321 (quarenta e nove mil trezentas e vinte e uma), sendo 468 (quatrocentas e sessenta e oito) bolsas só na UFMG. Das bolsas destinadas à UFMG, 15 (quinze) são para licenciatura em química. Esses bolsistas têm que cumprir 12 (doze) horas na escola onde são orientados pelo professor titular, 4 (quatro) horas de estudos e outras 4 (quatro) horas em um encontro semanal que acontece dentro da UFMG com os coordenadores do projeto (BRASIL/CAPES).

Durante o tempo que ficam por conta do Pibid, esses bolsistas desenvolvem trabalhos junto às escolas, fazem pesquisas, planejam e realizam atividades escolares.

O presente trabalho se mostrou para esses bolsistas como algo diferente, apresentando-se para alguns como uma novidade. Isso porque, embora os bolsistas sejam instruídos a produzirem atividades didáticas, eles ainda não haviam feito explicitamente sob a perspectiva investigativa como foi proposto aqui. Sabemos que não basta a esses futuros docentes vivenciarem a realidade das escolas públicas, desejamos que eles tenham um senso crítico para perceberem que é possível melhorar essa realidade. Logo, é preciso mostrar possibilidades de mudanças a esses futuros docentes.

A seção seguinte traz de que forma foi trabalhada essa atividade, abrindo-se assim a oportunidade para se pensar em mudanças.

4. CONTEXTO DA PESQUISA

Os bolsistas que participaram dessa atividade, ao todo dezesseis estudantes de licenciatura em química, analisaram o portal pontociência para selecionarem alguns experimentos para propor a atividade. Esta atividade foi sugerida, pois, embora haja muitos experimentos dentro do pontociência, eles são, na sua grande maioria, orientados para que o professor consiga reproduzir o experimento proposto em sua própria sala de aula.

O formato padrão do portal é estruturado de acordo com a tabela a seguir:

Partes de um roteiro experimental no pontociência	Descrição
Introdução	Apresentação de uma problematização, que recorta uma questão a ser investigada buscando despertar no leitor o interesse pelo experimento.
Procedimentos passo a passo	Apresentam, passo a passo, como montar ou utilizar materiais para produzir um dado fenômeno. Tanto a construção ou utilização de materiais e equipamentos, quanto os próprios fenômenos produzidos são apresentados em fotos e vídeos.
O que acontece	São apresentadas explicações simplificadas para os fenômenos observados.
Veja também ou para saber mais	Apresenta um link para outro experimento ou site que contemple o mesmo assunto.

Devido a esse formato, aquele que acessa o portal, geralmente, tem acesso ao procedimento do experimento, bem como às explicações para os fenômenos.

Sendo assim, os experimentos propostos no pontociência podem dar origem a atividades investigativas, mas não são apresentados explicitamente sob essa orientação.

Informei isso aos bolsistas que concordaram quando eu lhes disse que os roteiros do portal poderiam ser mais eficazes se, além da descrição da parte prática, contivessem

sugestões de uso em sala de aula, especialmente se apontassem maneiras de usar o recurso com uma abordagem investigativa.

Outro ponto que merece ser destacado refere-se à boa receptividade desses sujeitos e dos professores coordenadores à atividade proposta durante a execução do deste TCC. Essa receptividade foi percebida imediatamente, quando levei a proposta para a professora coordenadora do Pibid de química, e da mesma forma foi com os alunos, pois eles logo perceberam que era possível ir além das atividades rotineiras de simples repasse de conhecimentos e viram a possibilidade de construir uma série de ações que ajudaria os alunos de suas escolas a compreenderem conceitos muitas vezes impostos, ignorando todo o potencial investigativo por trás de um tema que é abordado em sala.

Por isso, durante a apresentação desse projeto à professora coordenadora, ela sugeriu a ideia de fazer dessa atividade uma experiência que deveria ser compartilhada com muitos, dando origem a um projeto dentro da UFMG jovem. Essa proposta foi levada aos bolsistas que imediatamente se entusiasmaram e concordaram em fazer dessa experiência a base de projetos que serão expostos durante a UFMG jovem a realizar-se durante os dias 17 a 21 de outubro de 2012.

5. JUSTIFICATIVA

Uma atividade investigativa se configura como uma importante estratégia no ensino de ciências em geral e não precisa ser necessariamente uma atividade de laboratório. Como sugere Carvalho (1995), é importante realizar diferentes atividades que contenham situações problematizadoras, questionadoras e de diálogo, que contemplem a resolução de problemas que levem à introdução de conceitos para que os alunos possam construir seu conhecimento (CARVALHO et al., 1995).

Os trabalhos de pesquisa em ensino revelam um aumento na aprendizagem de ciências e um melhor desenvolvimento nos conhecimentos conceituais por parte dos alunos, quando esses, participam de investigações científicas, semelhantes às realizadas nos laboratórios (Hudson, 1992, p. 549).

No entanto, como menciona Gomes e colaboradores (2008), ao propor que estudantes devam realizar atividades investigativas não estamos propondo considerá-los como jovens cientistas. Existem diferenças entre estudantes e cientistas em termos de seus conhecimentos específicos, de envolvimento afetivo, e quanto aos seus propósitos enquanto realizam atividades investigativas. Esses autores ainda mencionam a pesquisa de Klahr e Dunbar (1988), que identificam dois campos distintos, porém relacionados, que são: o campo das hipóteses e o campo da experimentação. Segundo Klahr e Dunbar, o primeiro passo para qualquer processo de investigação é a busca por uma hipótese. A hipótese inicial é baseada, geralmente, no conhecimento prévio do indivíduo sobre os temas envolvidos no problema e no seu entendimento acerca de qual é o problema. Ou pode ainda ser formulada a partir de resultados de experimentos exploratórios.

Conforme Moreira (1983), *apud* Azevedo (2004), a resolução de problema que leva a uma investigação deve estar fundamentada na ação do aluno. Uma atividade investigativa não pode se reduzir a uma mera observação ou manipulação de dados, mas antes, deve levar o aluno a refletir, a discutir, a explicar, a relatar seu trabalho aos colegas e participar com mais ou menos intensidade das etapas de um processo que leve à resolução do problema proposto.

Por outro lado, o professor precisa estar atento a sua postura em sala, deixando de agir como transmissor do conhecimento, passando a agir como um guia (CARVALHO et al. 2004).

Um fator que leva o aluno a participar das etapas do processo de resolução do problema, é a base nos conhecimentos que ele já possui do seu contato cotidiano com o mundo. E a partir desse contato, pode se pensar atividades que venham despertar o interesse do aluno, apresentando uma questão que possa ser o ponto de partida para a construção do conhecimento, estimulando sua participação e gerando discussões que levem os alunos a participarem do processo de resolução do problema (AZEVEDO, 2008 p.22).

A utilização de aulas investigativas, sejam elas em laboratórios ou não, é uma estratégia de ensino e aprendizagem diferente das que têm sido mais frequentemente exploradas nas escolas, e vêm sendo foco de muitos trabalhos de pesquisa em ensino (MUNFORD, et al., 2008; GUIMARÃES, 2009).

Os professores reconhecem que a experimentação desperta um forte interesse entre alunos de diversos níveis de escolarização. Os próprios estudantes, em seus depoimentos, quase sempre atribuem à experimentação um caráter motivador, lúdico, essencialmente vinculado aos processos cognitivos de sua aprendizagem. Por outro lado, não é incomum ouvir de professores a afirmativa de que a investigação aumenta a capacidade de aprendizado, pois funciona como meio de envolver o aluno nos temas de pauta (GIORDAN,1999, p. 43). Os fatos relatados aqui sugerem reflexões e intervenções no sentido de rever a prática pedagógica dos professores de ciências, de modo a contribuir para a melhoria do processo ensino-aprendizagem e o despertar do interesse dos estudantes pelas aulas de Ciências.

Embora toda essa descrição teórica pareça distante e ainda não seja amplamente aplicada nas aulas, não se trata de nenhuma novidade. Pesquisas iniciadas a partir da década de 1970 identificaram as concepções dos estudantes sobre o mundo natural e a influência das mesmas na aprendizagem das ciências. Os resultados dessas pesquisas contribuíram para o surgimento de novas perspectivas de ensino das ciências, tais como o construtivismo educacional que ganhou força nessa época (SCHNETZLER, 2002, p.14).

Em seu artigo, Munford e Lima (2007) mencionam a importância de se pensar aulas investigativas, uma vez que o diagnóstico do ensino de ciências é de que este tem se realizado por meio de proposições e definições científicas, apresentando aos estudantes, leis e princípios tomados como verdades de fato, sem maior problematização e sem que se promova um diálogo mais estreito entre teorias e evidências, do que é chamado por elas de mundo real. Mais adiante elas mencionam que:

Em tal modelo de ensino, poucas são as oportunidades de se realizar investigações e de argumentar acerca dos temas e fenômenos em estudo. O resultado é que estudantes não aprendem conteúdos das Ciências e constroem representações inadequadas sobre a ciência como empreendimento cultural e social (MUNFORD E LIMA 2007).

Tendo em vista a relevância da proposição de atividades investigativas em aulas de Ciências, consideramos que é muito importante que alunos de licenciatura tenham a oportunidade de exercitar a criação deste tipo de atividade. Neste exercício, podem ficar explícitas as diferenças entre o tipo de ensino tradicional, a que a maioria dos futuros professores foi exposta, e o ensino que se pretende conseguir. Na próxima seção, iremos descrever como foi realizado este tipo de exercício junto aos alunos do grupo Pibid da UFMG.

6. METODOLOGIA

Como relatado , decidimos propor aos alunos de licenciatura em Química, bolsistas do Pibid, um exercício na concepção de uma aula investigativa, baseada nos roteiros de experimentos disponíveis no portal pontociência. Como mencionado, os experimentos propostos no pontociência não são apresentados diretamente sob uma orientação investigativa, mas podem dar origem a tais atividades.

As etapas deste trabalho podem então ser divididas em:

- planejamento inicial;
- encontro com os bolsistas;
- proposição de atividades pelos bolsistas;
- análise preliminar das atividades;
- segundo encontro com os bolsistas e questionário de avaliação.

Inicialmente, concebemos um modelo para a adaptação de roteiros de experimentos disponíveis no portal pontociência, a fim de convertê-los em atividades com uma perspectiva investigativa dentro do contexto do ensino médio para uso em sala de aula. Este modelo foi baseado em alguns pontos considerados consensuais e que devem estar presentes em uma atividade investigativa (MUNFORD, 2008). Planejamos então um encontro com os bolsistas no qual este modelo pudesse ser apresentado e o exercício proposto.

O encontro foi realizado com grupos de alunos do Pibid de Biologia e de Química. Para introduzir o tema das atividades investigativas, foram mostradas duas abordagens para um mesmo roteiro de experimento publicado no portal pontociência. A atividade chama-se, *Investigando os halogênios* e se encontra no apêndice deste trabalho. O objetivo dessa atividade é permitir ao aluno descobrir que existe uma ordem na tendência de uma substância ganhar ou perder elétrons. O experimento consiste em misturar alguns halogênios (cloro, bromo e iodo) com os haletos (cloreto, brometo e iodeto) aos pares para investigar qual dentre eles possui maior tendência a oxidar ou a reduzir.

Apresentei dois modelos de aulas demonstrando como seria, caso o professor abordasse o tema de uma forma tradicional e como seria se o professor apresentasse a mesma aula

sob a perspectiva investigativa. Durante a apresentação, não revelei qual abordagem seria a tradicional ou a investigativa, deixei essa tarefa para eles perceberem. Os exemplos foram apresentados trazendo os títulos; *Abordagem 1 e Abordagem 2*.

Para a *Abordagem 1* foi posto que o professor introduz o assunto reações de óxido-redução, fala que existem diferentes tendências para os elementos trocarem elétrons, mostra a tabela de potenciais de redução e, por fim, apresenta o vídeo de um experimento. Em seguida apresentei o vídeo do experimento que fizemos sob a perspectiva tradicional. Este vídeo apresenta as equações das reações que ocorrem em cada caso. Além disso, neste caso apenas as misturas em que reações realmente ocorrem são apresentadas.

Na *Abordagem 2* foi posto que o professor introduz a atividade com uma pergunta, os alunos realizam o experimento ou assistem ao vídeo, em seguida os alunos preenchem a tabela com resultados e o professor discute os resultados com alunos. Na sequência os alunos fazem questões para discussão e o professor discute as respostas com alunos e encerra a aula. Após essa breve introdução, apresentei a eles o vídeo do mesmo experimento sob a perspectiva investigativa. Neste vídeo as equações das reações não são colocadas. Todas as possibilidades de misturas são apresentadas, com as legendas "sistema inicial" e "sistema final" inseridas antes de depois da adição dos reagentes.

Como citado, em momento algum foi dito qual das abordagens e vídeos se tratava de uma atividade investigativa. Mas, como era esperado, não houve nenhuma dificuldade por parte dos alunos em identificar qual vídeo contemplava a abordagem investigativa. Na intervenção, dei destaque às alterações que foram realizadas nos roteiros originais para a proposição de atividades investigativas e contrastei as duas versões das atividades.

A partir do modelo, propomos aos bolsistas que elaborassem uma proposta de atividade investigativa. Para isso, eles deveriam escolher um experimento do portal pontociência e modificar o roteiro daquele experimento em uma atividade investigativa. Além disso, sugeri aos estudantes a leitura de um artigo que caracteriza as atividades investigativas (MUNFORD e LIMA, 2007). Em seguida, propus que os alunos fossem divididos em grupos e incumbi cada grupo de selecionar dois experimentos do portal pontociência e transformar o roteiro do experimento publicado originalmente em uma atividade de caráter investigativo. A turma já estava dividida em grupos, e por sugestão deles mesmos os grupos foram mantidos.

A execução dessa atividade foi muito proveitosa, pois, embora esses estudantes já tivessem sido solicitados a elaborar planos de aulas e atividades práticas, eles ainda não haviam realizado essas tarefas com a preocupação explícita de conceber atividades investigativas. Por outro lado, eles já conheciam alguma literatura sobre o tema com a qual tiveram contato em aulas ministradas pelos coordenadores do Pibid.

Sugeri aos estudantes a leitura de um artigo escrito por Munford e Lima, 2007 intitulado, "*Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo?*" que apresenta características das atividades investigativas. Disse que com esta atividade, não se pretendia defender uma visão única e fechada desse tipo de ensino (investigativo). Mas antes, apresentar estratégias de ensino e aprendizagem diferentes das que são comumente aplicadas em salas de aula.

Após a demonstração, cada grupo ficou incumbido de selecionar dois experimentos do portal pontociência e transformar os roteiros dos experimentos publicados originalmente em atividades de caráter investigativo. Foi dado um prazo para os grupos entregarem as atividades, que podiam ser entregues impressas ou através de mensagens eletrônicas. Foram recebidas sete atividades investigativas baseadas em roteiros de experimentos.

Para realizar a análise destas atividades, foi feita uma revisão da literatura relativa a atividades investigativas. Com esta leitura, ficou claro que não há um consenso sobre quais características ou critérios uma atividade precisa conter para ser classificada como investigativa. Mas, como sugere Munford (2008), algumas características mais comuns encontradas na literatura para uma atividade investigativa são:

- conter um problema;
- sempre que possível devem desencadear debates;
- propiciar o desenvolvimento de argumentos;
- considerar a multiplicidade de pontos de vista;
- motivar e mobilizar os estudantes, promover o engajamento destes com o tema em investigação;

A análise das atividades entregues foi realizada utilizando-se os cinco critérios mencionados acima. Para isso, selecionei trechos que estavam de acordo com os critérios apresentados na literatura e trechos que não estavam.

Agendei um segundo encontro com os bolsistas, com o objetivo de dar um retorno sobre as atividades e propor um questionário que os ajudassem a refletir sobre o exercício efetuado. Preparei uma apresentação em *Power Point* com comentários e sugestões e apresentei sob a forma expositiva dialógica. Para não constrangê-los durante a apresentação dos *slides*, não mencionei os nomes dos participantes dos grupos, mas prontamente os próprios integrantes identificaram os trechos aos quais lhes pertenciam.

Após esse retorno e uma breve discussão para socializar o que foi feito, as atividades foram devolvidas a cada grupo. Junto com elas, foi entregue um questionário.

7. DISCUSSÕES E RESULTADOS

Tomando como parâmetro de avaliação, adotei como referência os critérios apresentados por Munford (2008) para caracterizar e identificar aspectos de uma atividade investigativa dentro dos trabalhos que me foram entregues. Embora já tenha mencionado esses critérios, achei pertinente reapresentá-los aqui. São eles: conter um problema, sempre que possível devem desencadear debates, devem propiciar o desenvolvimento de argumentos, considerar a multiplicidade de pontos de vista, motivar e mobilizar os estudantes, promovendo o engajamento destes com o tema em investigação.

Embora sete trabalhos tenham sido entregues, no dia em que apliquei o questionário, apenas três grupos estavam presentes a aula. Logo, recebi três questionários preenchidos. A fim de preservar a identidade dos participantes e facilitar o entendimento, vou identificar os grupos por números.

Grupo 1; composto por quatro bolsistas. Entregaram-me duas atividades investigativas e participaram do questionário.

Grupo 2; composto por três bolsistas. Entregaram-me duas atividades investigativas e participaram do questionário.

Grupo 3; composto por seis bolsistas. Entregaram-me uma atividade investigativa e participaram do questionário.

Grupo 4; composto por três bolsistas. Entregaram-me duas atividades investigativas e não participaram do questionário.

A partir de agora, apresentarei uma análise de trechos retirados das propostas feitas pelos grupos 1, 2 e 3, pois, esses produziram e responderam ao questionário. As atividades feitas por esses grupos estão integralmente apresentadas no apêndice deste trabalho.

Grupo 1.

Esse grupo me entregou as seguintes propostas de atividades didáticas:

- *Camada sobre camada e Jogo do disco apolar.*

7.1. CAMADA SOBRE CAMADA

Na atividade intitulada *Camada sobre Camada*, me chamou a atenção logo na introdução a ausência de uma problematização. A introdução está transcrita abaixo.

"Introdução

A capacidade de solubilidade de uma substância em outra está relacionada com a capacidade de interação intermolecular entre estes compostos. Baseado neste conceito e no que estudamos sobre interações intermoleculares faremos um experimento para discussão desta questão: a solubilidade de diferentes compostos."

Embora não se possa afirmar, pois para isso seria necessário um retorno do grupo sobre o que propuseram, e devido às limitações de tempo durante a execução deste TCC, isso não foi possível, o trecho em destaque sugere que os autores dessa atividade já trabalharam esse conteúdo. Se esse for o caso, podemos nos perguntar, qual é o papel desse experimento se os alunos já viram o conteúdo? Dentro de uma atividade investigativa o experimento não deve ter a função de comprovar a teoria (GIORDAN, 1999).

Outro ponto que me chamou a atenção é no procedimento, que está transcrito abaixo.

"Procedimento Experimental

- *Adicionar ao tubo de ensaio uma camada de glicerina, seguida por uma de água com corante e outra de óleo de cozinha e observar a separação entre as camadas;*
- *Agitar o tubo até que as camadas de glicerina e água com corante se misturem, mas continuem separadas da camada de óleo;*
- *Adicionar detergente líquido e agitar novamente o tubo, até que reste apenas uma camada."*

Pode-se perceber que nos trechos em destaque os autores revelam o que vai acontecer antes do aluno executar a atividade, desvinculando-se do propósito original que é criar uma atividade investigativa.

Algumas perguntas feitas pelo grupo podem sugerir um caráter investigativo à atividade. Contudo estas perguntas não deixam claras como seriam obtidas estas respostas. As perguntas são transcritas a seguir.

"Pesquise a estrutura da água, da glicerina e do óleo e elabore uma explicação baseada na estrutura dessas moléculas.

Pesquise a estrutura do detergente e explique por que o mesmo é utilizado em nossas casas para lavar louças."

Fazer uma pesquisa pode ser proveitoso para a construção do conhecimento. Porém, não ficou claro como seria essa pesquisa. Em casa? Na sala de aula? Qual a fonte a ser

consultada? Se a fonte de consulta normalmente é o livro didático, na maioria dos casos a pesquisa se restringe a transcrição do que está exposto no livro, comprometendo o caráter investigativo da atividade.

7.2. JOGO DO DISCO APOLAR

A atividade intitulada *Jogo do disco apolar*, apresentou as mesmas características da atividade anterior. Por se tratar do mesmo grupo, era de se esperar semelhanças entre elas.

Logo na introdução, mais uma vez, percebe-se a ausência da problematização. Veja abaixo a introdução completa.

"Introdução

As moléculas possuem uma propriedade chamada polaridade, essa propriedade das moléculas influi em uma série de propriedades físicas e químicas como tensão superficial, solubilidade, ponto de fusão e ponto de ebulição.

Faremos um experimento para podermos discutir esta propriedade das moléculas."

Podemos perceber nessa introdução que os autores revelam boa parte, *do que* acontece, e do *porque* que acontece. Quando o professor aplica uma atividade em sala de aula ele deve ter bem claro consigo o que quer com aquela atividade. E lendo essa introdução, não há clareza quanto ao objetivo do experimento, o que se pretende desenvolver no aluno (MALDANER, 2003, p.105).

Em outro trecho da atividade encontramos elementos desejáveis para investigação. Veja o trecho transcrito abaixo.

"Expliquem o fenômeno observado, considerando a polaridade das moléculas e a maneira como elas interagem com as outras substâncias."

Nesse trecho é sugerido aos participantes observarem o fenômeno, mas não diz o que ocorre no experimento, dessa forma o aluno precisará manter-se atento à atividade para posteriormente propor sua explicação. Algo desejável para uma atividade investigativa.

Grupo 2.

Esse grupo me entregou as seguintes propostas de atividades didáticas:

- *Jardim de silicatos e Bioplástico.*

7.3. JARDIM DE SILICATOS

Mais uma vez a introdução chama a atenção. Basta que o aluno a leia e ele saberá o que investigar, ou o que não investigar. Segue abaixo a introdução transcrita.

"Introdução

Veja crescer filamentos de sais de silicato formando precipitados de várias cores, fazendo da solução um curioso objeto decorativo."

Essa introdução deixa claro o que será observado no experimento. Isso evidencia uma proposta de uso do experimento mais como algo lúdico e motivador do que o seu papel investigativo.

Este grupo optou por dividir essa atividade em três aulas de cinquenta minutos cada. E para a terceira aula, pela primeira vez, mencionaram que se fizesse uma socialização dos resultados. O que se enquadra perfeitamente dentro das características de uma atividade investigativa. Veja o trecho a seguir.

"• 3ª aula"

"Discuta com os alunos o resultado do experimento e introduza algumas perguntas: Qual a importância da osmose para os sistemas biológicos? Como se explica a formação das estruturas observadas e de onde elas vieram? Esta atividade deve ser realizada sempre com foco na discussão para que os resultados obtidos sejam interpretados e favoreçam a construção do conhecimento. Promova um debate para socializar as conclusões dos alunos e explique:"

7.4. BIOPLÁSTICO

Para essa atividade os bolsistas colocaram um texto na introdução, que chama a atenção do aluno para o que será investigado, sem dizer o que será feito. Isso é desejável para a investigação. Diferente dos outros grupos, aqui a introdução traz informações que procuram despertar no aluno o interesse pelo tema e coloca o plástico derivado de petróleo como um

problema a ser resolvido sugerindo novas fontes para a produção do plástico. Leia abaixo a introdução transcrita.

"Introdução"

"Os plásticos são materiais orgânicos poliméricos sintéticos, de constituição macromolecular, dotada de grande maleabilidade, facilmente transformável mediante o emprego de calor e pressão, e que serve de matéria-prima para a fabricação dos mais variados objetos de amplo uso pela sociedade. De modo geral, a matéria-prima utilizada na produção do plástico é o petróleo, um recurso natural não renovável."

"Nos últimos tempos criou-se uma consciência sustentável que tem sido amplamente difundida. Por ser abusivamente utilizado e se tratar de uma fonte não renovável, muitas são as discussões que visam encontrar um material que seja capaz de substituir o petróleo na produção do plástico."

"Uma possível solução para este problema seria o uso do Bioplástico, este material é feito de amido encontrado em milhos, batatas e outros vegetais, produzindo assim, um polímero capaz de diminuir a dependência que existe quanto ao petróleo."

Nos procedimentos, fala-se como fazer, mas não apresenta nenhuma informação sobre os resultados, sendo necessário ao aluno a execução e investigação atenta da atividade para socializar os resultados como sugere a atividade. O trecho está transcrito abaixo.

"Procedimentos"

"Coloque o amido dentro de um copo e adicione os 25mL de água. Mantenha o sistema sob agitação. Adicione os 3,0mL de HCl e logo em seguida, os 2,0mL de glicerina. Deixe ferver, e após ferver mantenha sob aquecimento brando por 15 minutos. Não deixe secar muito."

"Logo após esse tempo, retire a mistura do aquecimento e pingue algumas gotas de NaOH até neutralizar o pH. Verifique isso com um papel indicador."

"Derrame o bioplástico sobre uma superfície lisa e plana (placa de vidro) e deixe por 24 horas. Após este tempo, seu bioplástico estará pronto."

A seguir o grupo, a exemplo do experimento anterior, sugere que se faça a socialização dos resultados. Este grupo foi o único que de forma explícita menciona a socialização entre a turma. Certamente algo muito importante dentro de uma atividade investigativa que deveria acontecer em todos os casos.

Grupo 3.

Esse grupo me entregou o seguinte experimento adaptado:

- $1 + 1$ é sempre 2.

7.5. 1 + 1 É SEMPRE 2

A atividade intitulada 1 + 1 é sempre 2, propõe misturar 50mL de água e 50mL de álcool e observar o que acontece com o volume final. Na introdução dessa atividade, os bolsistas deram dicas sobre o que está por trás do experimento, o que em minha opinião, minimiza o caráter investigativo da atividade. Leia abaixo um trecho da introdução.

"Introdução"

"As propriedades físicas de líquidos e sólidos moleculares são relativas em grande parte às forças ou interações intermoleculares, forças que existem entre as moléculas. Apesar de as moléculas serem formadas pela união de átomos por ligações covalentes, não é o modelo de ligação covalente que explica suas propriedades físicas. As substâncias moleculares apresentam temperaturas de fusão e ebulição relativamente baixas e solúveis em solventes polares ou apolares, dependendo da natureza da substância."

No primeiro trecho em destaque, há a ideia de que existem forças diferentes provenientes das interações intermoleculares, e já diz o que são essas forças. No segundo trecho em destaque o aluno ao ler a introdução começará a atividade sabendo o que esperar dela, o que a descaracteriza como investigativa.

Mais adiante na atividade os bolsistas criaram uma seção intitulada *Questões para discussão* que segue transcrita a seguir.

"Questões para discussão:"

- 1) *"Sabendo-se que a densidade do álcool é 0.789g/cm^3 e a densidade da água é de 1.00 g/cm^3 , qual seria a densidade da mistura resultante? A densidade medida na prática confere com a densidade teórica?"*
- 2) *"Sobre o volume resultante, está dentro do que se esperava ao início do procedimento? "*
- 3) *"Proponha uma explicação para o que aconteceu."*

A primeira pergunta pede ao aluno para calcular a densidade usando os volumes iniciais de líquido e suas densidades. Em seguida, pede que ele compare esse valor com o obtido

no experimento. Desta forma, o aluno poderá contrastar os valores e perceber que a densidade da mistura final é maior do que a prevista. Esse aumento na densidade está conectado à diminuição do volume final da mistura. A questão está coerente com a proposta, pois o professor poderá discutir com os alunos sobre o experimento e leva-los até o modelo de ligações intermoleculares que explica o fenômeno.

A segunda pergunta está coerente com a proposta investigativa, pois, não há nenhuma informação sobre o volume final até agora.

Na terceira questão se espera que o aluno proponha uma explicação sobre o ocorrido. A resposta esperada vai depender de que momento no curso o aluno está e seus conhecimentos sobre o assunto. A pergunta pode contribuir na discussão com os alunos, favorecendo a socialização da produção dos alunos.

8. O QUESTIONÁRIO

Após a análise dos trabalhos recebidos, notamos que seria apropriado um segundo encontro com os bolsistas, onde seria dado um retorno aos alunos sobre essas atividades e para aplicação do questionário, como mencionado anteriormente.

No questionário havia um campo para o preenchimento dos nomes dos integrantes e quatro questões abertas, a saber:

1. Qual o papel da introdução em uma atividade investigativa? Você acha que sua introdução atende os requisitos para uma atividade investigativa?

2. Nos textos referentes a atividades investigativas, algumas características são consideradas importantes, como: conter um problema; desencadear debates; propiciar o desenvolvimento de argumentos e motivar os estudantes. A atividade que você e seu grupo propuseram contempla alguma dessas características? Qual(is)? Justifique.

3. Cite pelo menos três habilidades que sua atividade investigativa pretende desenvolver nos alunos.

4. Qual seria o seu papel, enquanto professor, ao trabalhar em sala de aula a atividade que propuseram?

Com a identificação dos nomes dos integrantes no questionário, pude comparar as respostas com as atividades de cada grupo. Seguem transcritas as respostas que cada grupo deu ao preencher o questionário.

8.1. RESPOSTAS À PRIMEIRA PERGUNTA

1. Qual o papel da introdução em uma atividade investigativa? Você acha que sua introdução atende os requisitos para uma atividade investigativa?

Grupo 1.

"Contextualizar e problematizar."

"A introdução da nossa atividade não atendeu os requisitos acima [de uma atividade investigativa]."

Grupo 2.

"Abordar o conteúdo a ser trabalhado, sem informar o que será feito ou observado."

"Não,[atende aos requisitos]apenas uma parte."

Grupo3.

"O papel da introdução é geral uma problematização sobre aquilo que vai ser investigado."

"Não achamos que nossa introdução atendeu a esse propósito."

8.2. RESPOSTAS À SEGUNDA PERGUNTA

2. Nos textos referentes a atividades investigativas, algumas características são consideradas importantes, como: conter um problema; desencadear debates; propiciar o desenvolvimento de argumentos e motivar os estudantes. A atividade que você e seu grupo propuseram contempla alguma dessas características? Qual(is)? Justifique.

Grupo 1.

"Não [contempla]."

"A introdução da nossa atividade, já explicava o que o aluno deveria observar e as perguntas também já induziam às respostas."

Grupo2.

"Sim [contempla]."

"Problematização, discussão e debate. Apesar da problematização, foi dada a solução ao problema apresentado. Ao longo do roteiro, foram sugeridas discussões e debates."

Grupo 3.

"[Sim]contém um problema, motiva os estudantes e propicia o desenvolvimento de argumentos."

"Propõe-se um experimento e este experimento questiona o senso comum dos aluno. Nas questões propostas pedimos aos aluno que desenvolvessem argumentos de modo a explicar o que ocorreu. Acreditamos que isso motivaria os alunos."

8.3. RESPOSTAS À TERCEIRA PERGUNTA

3. Cite pelo menos três habilidades que sua atividade investigativa pretende desenvolver nos alunos.

Grupo 1.

"Após a correção da atividade, percebemos que iríamos desenvolver nos alunos apenas a verificação dos conceitos previamente estudados."

Grupo 2.

"Senso crítico, análise de dados e solução de problemas."

Grupo 3.

"Argumentação, trabalho em grupo e leitura."

8.4. RESPOSTAS À QUARTA PERGUNTA

4. Qual seria o seu papel, enquanto professor, ao trabalhar em sala de aula a atividade que propuseram?

Grupo 1.

"Papel de mediador."

Grupo 2.

"Mediador entre o problema apresentado e as soluções propostas."

Grupo 3.

"O papel varia de criar um papel adequado para a atividade, auxiliar os alunos na execução do experimento e ser mediador nas discussões."

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Chamou-nos a atenção o fato de que esses sujeitos participantes dessa pesquisa, embora conhecessem a teoria de uma atividade investigativa, quando foram postos a aplicar essa teoria, durante a elaboração das atividades já mencionadas, apresentaram certo grau de dificuldade, evidenciado pelo distanciamento de suas propostas em relação ao que é considerado como importante em uma atividade investigativa. Contudo, durante a aplicação do questionário, todos os grupos perceberam alguma incoerência nos seus trabalhos, assumindo que suas atividades não estavam de acordo com uma perspectiva investigativa e que poderiam melhorar. Esse comportamento sugere um reflexo do que esses sujeitos passaram como discentes ao longo de muitos anos em escolas com ensino predominantemente tradicional.

Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002) salientam que, ao preparar a sua aula, o professor tradicional preocupa-se em rever o conteúdo; organizar uma sequência de explicações, partindo do mais simples para o mais complexo; buscar exemplos práticos para os conceitos que vai apresentar e selecionar exercícios para os estudantes fazerem em sala de aula e em casa.

Essas ações do professor dito tradicional não contemplam a efetiva participação do estudante no processo de ensino-aprendizagem, ao contrário, revelam um estudante passivo, pronto a receber os conceitos transmitidos. Isso evidencia falta de compreensão do docente acerca de como os conhecimentos científicos são construídos.

Pesquisas como as realizadas por Schnetzler (2002), no Ensino de Ciências, mostram que a formação docente permanece ancorada no paradigma da racionalidade técnica, que serviu de referência para a educação ao longo de todo o século XX, não atendendo à complexidade do século XXI.

Durante a realização do projeto e nas discussões em sala de aula, percebemos nas propostas das atividades diferentes formas de incorporação de características desejáveis em uma abordagem investigativa. Seria possível investigar esse comportamento dos alunos participantes mais a fundo, com a realização de entrevistas, onde as respostas ao questionário poderiam ser melhores compreendidas. Outra possibilidade seria pedir aos alunos, após o segundo encontro, que eles reescrevessem a atividade proposta. Esta produção, feita depois do momento de reflexão sobre a atividade, poderia mostrar como os alunos puderam assimilar os conceitos relativos às atividades investigativas na prática. Uma vez que a atividade seja reescrita, ela poderia

ser aplicada nas escolas que os bolsistas acompanham, de modo que eles possam ver os resultados da sua proposta na prática. Infelizmente, não houve tempo hábil para a realização dessas atividades para este trabalho, que podem ser realizadas em edições futuras do Pibid na UFMG.

Dessa forma, percebemos que este tipo de exercício pode ter um impacto positivo na formação inicial de licenciandos, sendo necessário um acompanhamento para que eles possam refletir sobre a prática docente.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL/CAPES. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. <http://www.capes.gov.br/educacao-basica/capespibid>. Acessado em 27/11/2012.

BRASIL/MEC/SEMTEC, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Linguagens, códigos e suas tecnologias. Brasília: Ministério da Educação/Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 2002. 244p.

BRASIL/MEC/PIBID. Ministério da Educação. Educação/Pibid. http://portal.mec.gov.br/index.php?Itemid=467&id=233&option=com_content&view=article. Acessado em 22/08/2012.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNANBUCO, M. M. Ensino de ciências: fundamentos e métodos. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2007.

FCC - Fundação Carlos Chagas. <http://www.fvc.org.br/pdf/Formacao%20de%20Professores%20no%20Brasil.pdf>. Acessado em 08/09/2012.

FINEP - http://www.finep.gov.br/o_que_e_a_finep/a_empresa.asp. Acessado em 15/07/2012.

GIL-PEREZ, D. Diezaños de investigación en didáctica de las ciencias: realizaciones y perspectivas. *Enseñanza de las Ciencias* 12(2):154-164, 1994.

GIORDAN, Marcelo. O Papel da Experimentação e Ensino de Ciências. *Química Nova na Escola*. N° 10, NOVEMBRO 1999.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa. *Química Nova na Escola*. V. 31, N. 3, p. 198-202,

2009

GOMES, A. D.T; BORGES, A. T; JUSTI, R. Processos e Conhecimentos Envolvidos na Realização de Atividades Práticas: Revisão da Literatura e Implicações para a Pesquisa. *Investigações em Ensino de Ciências* – v.13n.2, p.187-207, 2008.

KLAHR, D.; DUNBAR, K. Dual Space Search During Scientific Reasoning. *Cognitive Science*, v.12, n.1, p.1-48, 1988.

LIMA, C. C. M. E; CASTRO, S. R; DAVID, A. M; JÚLIO, J; MARTINS, C. C. Ensino de ciência na abordagem ciência tecnologia e sociedade I. ENCI. Belo Horizonte: CECIMIG, 2008.

MALDANER, O. A. A formação inicial e continuada de professores de Química: Professor/Pesquisador. 2ª ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2003.

MUNFORD, *Danusa*; LIMA, *Maria E. C. C.* Ensinar ciências por investigação: em que estamos de acordo? *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, Vol. 9, No 1, 2007.

MUNFORD, D.; MAUÉS, E. R. C.; SÁ, E. F. Ensino de Ciência com caráter investigativo I. ENCI. Belo Horizonte: CECIMIG. – v.1 p.86, 2008.

SCHNETZLER - Roseli P. SCHNETZLER. *Quim. Nova*, Vol. 25, Supl. 1, 14-24, 2002. A Pesquisa Em Ensino De Química No Brasil: Conquistas E Perspectivas.

SCHNETZLER, R. P. Prática de ensino nas ciências naturais: desafios atuais e contribuições de pesquisa. In: ROSA, D. E. G.; SOUZA, V. C. de (Orgs.). *Didática e práticas de ensino: interfaces com diferentes saberes e lugares formativos*. Rio de Janeiro: DP&A, 2002, p. 205-222.

VALENTE, J. A. O computador na sociedade do conhecimento. Campinas:

NIED/UNICAMP, 1999. Disponível em:

<http://ged.feevale.br/bibvirtual/Diversos/0000001A.pdf>. Acessado em 27/11/12

9.1 BIBLIOGRAFIAS CONSULTADAS

ALLCHIN, D. Pseudohistory and Pseudoscience. *Science&Education* v.13, p. 179 – 195, 2004.

CACHAPUZ, A.; Praia, J.; Gil-Pérez, D.; Carrascos, J.; Terrades, F. M.; *Rev.Portuguêsa de Educação* 2001, 14, 157.

CHASSOT, Attico. Catalisando transformações na educação. Ijuí: Unijuí, 1993.

Gérard Fourez *Investigações em Ensino de Ciências – V8(2)*, pp. 109-123, 2003

109CRISE NO ENSINO DE CIÊNCIAS?(Crisis in scienceteaching?). Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID99/v8_n2_a2003.pdf. Acessado em 25/08/2012

HODSON, D. In search of a meaningful relationship: an exploration of some issues relating to integration in science and science education. *International Journal of Science Education*,v.14, n.5, p.541-562, 1992.

LOPES, Alice Ribeiro Casimiro. *Conhecimento escolar: ciência e cotidiano*. Rio de Janeiro:Ed.UERJ, 1999.

MARQUES, Adílio Jorge ; SILVA, Claudio Elias da - *Ciências e Interdisciplinaridade na Educação: uma questão sócio-política*. Disponível em <http://www.debatesculturais.com.br/ciencias-e-interdisciplinaridade-na-educacao-uma-questao-socio-politica>. Acessado em 20/07/2012.

MATTHEWS, M.R. (1992). Constructivism and empiricism: an incomplete divorce. *Review of Educational Research*, 22: 299-307.

MELLO, I.C; O Ensino de Química em Ambientes Virtuais. Cuiabá: EDUFMT, 2009.

MORTIMER, Eduardo Fleury. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? *Investigações em Ensino de Ciências*.1996.

NOGUEIRA, Maria Alice; NOGUEIRA, Cláudio M. *Bourdieu e a Educação*. São Paulo: Autêntica Editora, 2004. Coleção Pensadores e Educação.

OLIVEIRA - Oliveira, J. R.; *A Escola e o Ensino de Ciências*, ed. Unisinos: São Leopoldo, 2000.

PCNEM <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>. Acessado em 15/06/2011

SANTOS, W. L. P. DOS; MALDANER, O. A. Ensino de química em foco. IJUÍ: editora Unijuí, 2010, 159p.

SERPRO – Serviço Federal de Processamento de Dados.

<http://serpro.gov.br/noticiasSERPRO/2010/setembro/cresce-o-acesso-a-internet-no-brasil>. Acessado em 06/06/2012

VIDAL, Bernard. História da Química. Edições 70 Ltda, Lisboa- Portugal, 1986. Distribuído no Brasil por Livraria Martins Fontes/SP.

11. APÊNDICE

Exemplo de atividade utilizado na aula demonstrativa

ponto:ciência
viva as experiências, um só lugar

Investigando os halogênios

Experimento cadastrado por **Alfredo Mateus** em 03/07/2012

Classificação ●●●●● (baseado em 3 avaliações)

Total de exibições: 628 (até 12/11/2012)

Palavras-chave: oxidação, redução, halogênios, cloro, bromo, iodo, evidências, potencial

Onde encontrar o material?
em laboratórios e lojas especializadas

Quanto custa o material?
entre 10 e 25 reais

Tempo de apresentação
até 30 minutos

Dificuldade
intermediário

Segurança
requer cuidados básicos

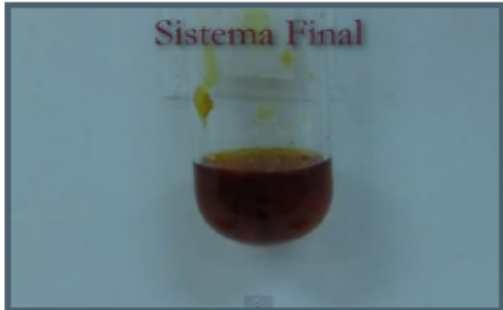
Introdução

Neste experimento vamos propor, além do procedimento para se observar os fenômenos, uma atividade completa, com sugestões de questões para discussão com os alunos.

O objetivo da aula é permitir ao aluno descobrir que existe uma ordem na tendência de uma substância ganhar ou perder elétrons.

Por meio desta atividade o aluno irá investigar qual dos halogênios é o melhor agente oxidante, será capaz de descrever os sistemas inicial e final após observar diversas misturas e perceber em quais casos houve uma transformação química. Além disso, ele irá escrever as equações químicas das reações que ocorreram e interpretar os resultados de modo a perceber que existem diferentes potenciais de oxidação para os elementos, correlacionando o resultado com a sua posição na tabela periódica.

Reações química de oxirredução ocorrem o tempo todo e possuem grande importância. Algumas reações são desejáveis, como as que ocorrem nas pilhas. Já outras nós preferimos evitar, como a formação de ferrugem. Apesar de associarmos a troca de elétrons muitas vezes com os metais, este é um fenômeno mais amplo e envolve também os não-metals. Nesta atividade vamos investigar os halogênios.



Materiais necessários

- tubos de ensaio
- cloreto de sódio
- brometo de sódio

© 2012 [ponto:ciência](http://ponto.ciencia.org.br) / www.pontociencia.org.br

1

Investigando os halogênios

- iodeto de potássio
- tintura de iodo
- água sanitária (hipoclorito de sódio)
- ácido clorídrico
- conta-gotas

Passo 1

Mãos à obra

Você pode realizar o experimento com os alunos ou utilizar o vídeo que disponibilizamos no próximo passo. O vídeo mostra o sistema inicial e final para cada par halogênio – haleto.

Dois dos halogênios (cloro e bromo) são muito perigosos e difíceis de se manipular. Por isso, ao invés de usar os elementos na sua forma pura, iremos preparar pequenas quantidades dos elementos em solução. Ao misturarmos a água sanitária com o ácido clorídrico, o íon hipoclorito reage com o íon cloreto, produzindo cloro. Usamos uma solução de ácido clorídrico 1 mol/L e água sanitária comercial (solução de hipoclorito de sódio).



Então, as reações envolvendo cloro foram realizadas com uma mistura de água sanitária e ácido clorídrico.

Precauções de segurança: A água sanitária é corrosiva e alcalina. A solução de ácido clorídrico 1 mol/L pode irritar a pele. Lave bem as mãos após o uso e evite contato com a pele. Use apenas quantidades pequenas dos reagentes.

Para produzir bromo elementar (Br_2), utilizamos a solução de cloro preparada como descrito acima e a reagimos com brometo de potássio. A água de bromo assim produzida foi usada nas reações envolvendo bromo.

Precauções de segurança: O bromo é um elemento altamente tóxico. Evite respirar os vapores e o contato com a pele. Faça a reação com quantidades pequenas e em local ventilado. O uso de luvas e óculos de segurança é recomendado.

Você pode usar uma solução de amido para ajudar os alunos a identificar as reações em que iodo é formado.

Prepare as soluções dos sais (cloreto de sódio, brometo de potássio e iodeto de potássio) dissolvendo cerca de 1 g em 10 mL de água.

Brometo + cloro

Em um tubo de ensaio coloque 1 ou 2 mL da solução de brometo (pode ser brometo de potássio ou de sódio). Em outro tubo de ensaio, misture 2 mL de água sanitária com 2 mL de ácido clorídrico 1 mol/L. Acrescente a mistura de água sanitária e ácido no tubo de ensaio contendo a solução de brometo gota a gota até observar a mudança de cor.

Iodeto + cloro

Em um tubo de ensaio coloque 1 ou 2 mL da solução de iodeto de potássio. Em outro tubo de ensaio, misture 2 mL de água sanitária com 2 mL de ácido clorídrico 1 mol/L. Acrescente a mistura de água sanitária e ácido no tubo de ensaio contendo a solução de iodeto gota a gota até observar a mudança de cor.

Cloreto + bromo

Prepare a solução de água de bromo misturando a solução de brometo de sódio ou de potássio com a mistura de água sanitária e ácido clorídrico, como foi feito na reação de brometo com cloro, acima. Coloque 1 ou 2 mL da solução de cloreto de sódio em um tubo de ensaio. Adicione a água de bromo gota a gota e observe se houve alguma mudança.

Iodeto + bromo

Repita o procedimento acima, substituindo a solução de cloreto de sódio pela solução de iodeto de potássio.

Bromo + Iodo

Investigando os halogênios

Em um tubo de ensaio coloque a solução de brometo de potássio. Acrescente a tintura de iodo gota a gota. Observe se houve alguma mudança.

Cloreto + iodo

Em um tubo de ensaio coloque a solução de cloreto de sódio. Acrescente a tintura de iodo gota a gota. Observe se houve alguma mudança.



Passo 2

Assista ao vídeo

Os alunos podem assistir ao vídeo por meio de um projetor multimídia ou em uma sala de Informática com Internet.

Passo o vídeo mais de uma vez, fazendo pausas de modo a garantir que todos conseguiram observar o sistema inicial e final de cada mistura.

Clique para assistir ao vídeo

<http://www.youtube.com/watch?v=26gRtNGw-w>

Passo 3

Preenchendo a tabela

Após assistirem o vídeo ou realizarem o experimento, os alunos irão preencher uma tabela com suas observações sobre o sistema inicial e o sistema final, após a mistura.

Investigando os halogênios

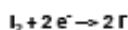
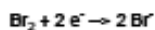
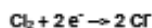
Tabela de resultados dos experimentos

	Cloro (Cl ₂)	Bromo (Br ₂)	Iodo (I ₂)
Cloro (Cl ⁻)		sist. inicial: sist. final:	sist. inicial: sist. final:
Bromo (Br ⁻)	sist. inicial: sist. final:		sist. inicial: sist. final:
Iodo (I ⁻)	sist. inicial: sist. final:	sist. inicial: sist. final:	

Passo 4

Questões para discussão

1. Como você percebeu que houve reação química em alguns dos tubos?
2. Escreva as equações químicas que representam o que ocorreu nos tubos em que uma mudança foi percebida.
3. Coloque os três elementos em ordem da sua capacidade de transformar os ânions em espécies neutras.
4. Consulte uma tabela periódica e localize os elementos com os quais estamos trabalhando. O que você acha que aconteceria se fizéssemos a reação do flúor (F₂) com os ânions dos outros halogênios? Como poderíamos explicar o comportamento dos halogênios em relação à sua posição na tabela periódica?
5. Observe as semi-reações abaixo:



O elemento que possui maior tendência para ganhar um elétron e se transformar no ânion é o melhor agente oxidante. O ânion que possui maior tendência para perder um elétron e se transformar no átomo neutro é o melhor agente redutor. Qual dos elementos acima é o melhor agente oxidante e qual é o melhor agente redutor?

Investigando os halogênios

IIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VI
5 B Boro 10,811	6 C Carbono 12,011	7 N Nitrogênio 14,0074	8 O Oxigênio 16,0004	9 F Fluor 18,9984032	10 Ne Neônio 20,1797
13 Al Alumínio 26,9815386	14 Si Silício 28,0855	15 P Fósforo 30,973761	16 S Enxofre 32,06	17 Cl Cloro 35,453	18 Ar Argônio 39,948
31 Ga Gálio 69,723	32 Ge Germânio 72,64	33 As Arsênio 74,921595	34 Se Selênio 78,96	35 Br Bromo 79,904	36 Kr Criptônio 83,798
49 In Índio 114,818	50 Sn Estanho 118,710	51 Sb Antimônio 121,760	52 Te Telúrio 127,6	53 I Iodo 126,90447	54 Xe Xenônio 131,29
81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn

Passo 5

O que acontece

Apenas três das seis misturas possíveis resultaram em reação química. Foram elas:

A reação entre o cloro e o ion brometo - $\text{Cl}_2 + 2 \text{Br}^- \rightarrow \text{Br}_2 + 2 \text{Cl}^-$

A reação entre o cloro e o ion iodeto - $\text{Cl}_2 + 2 \text{I}^- \rightarrow \text{I}_2 + 2 \text{Cl}^-$

A reação entre o bromo e o ion iodeto - $\text{Br}_2 + 2 \text{I}^- \rightarrow \text{I}_2 + 2 \text{Br}^-$

Isso ocorre pois existe uma ordem na tendência em ganhar elétrons dos halogênios. Átomos menores, com maior relação entre a carga do núcleo (número de prótons) e o raio atômico) tem mais facilidade para atrair elétrons. Sendo assim, o átomo que tem a maior afinidade por elétrons dos halogênios é o flúor (F), seguido pelo cloro (Cl), bromo (Br) e iodo (I). O elemento flúor (F₂) é tão reativo que consegue reagir com praticamente todos os outros elementos da tabela periódica.

O cloro consegue oxidar (retirar elétrons) o ion brometo e o ion iodeto. Já o iodo não consegue oxidar nem o brometo nem o cloreto.

Chamamos de agente oxidante uma substância que consegue oxidar outras. No nosso caso, o melhor agente oxidante foi o cloro (Cl₂). O cloro é usado como oxidante no branqueamento de polpa de celulose, por exemplo, na fabricação de papel. Já um agente redutor é aquele que consegue reduzir (fornecer elétrons) outra substância. O melhor agente redutor foi o ion iodeto, já que ele forneceu elétrons tanto para o cloro quanto o bromo.



A seguir seguem de forma integral as cinco atividades desenvolvidas pelos bolsistas.

Camada sobre camada

Introdução

A capacidade de solubilidade de uma substância em outra está relacionada com a capacidade de interação intermolecular entre estes compostos. Baseado neste conceito e no que estudamos sobre interações intermoleculares faremos um experimento para discussão desta questão: a solubilidade de diferentes compostos.

Materiais e Reagentes

- Tubo de ensaio;
- Água com corante;
- Glicerina;
- Óleo de cozinha;
- Detergente.

Procedimento Experimental

- Adicionar ao tubo de ensaio uma camada de glicerina, seguida por uma de água **com** corante e outra de óleo de cozinha e observar a separação entre as camadas;
- Agitar o tubo até que as camadas de glicerina e água com corante se misturem, mas continuem separadas da camada de óleo;
- Adicionar detergente líquido e agitar novamente o tubo, até que reste apenas uma camada.

Refletindo sobre o experimento

- Explique com suas palavras por que água e glicerina são solúveis e por que o mesmo não ocorre com a água e o óleo.
- Pesquise a estrutura da água, da glicerina e do óleo e elabore uma explicação baseada na estrutura dessas moléculas.
- Por que ao adicionarmos detergente formamos uma única camada contendo água, glicerina, óleo e detergente?
- Pesquise a estrutura do detergente e explique por que o mesmo é utilizado em nossas casas para lavar louças.

Jogo do disco apolar

Introdução

As moléculas possuem uma propriedade chamada polaridade, essa propriedade das moléculas influi em uma série de propriedades físicas e químicas como tensão superficial, solubilidade, ponto de fusão e ponto de ebulição.

Faremos um experimento para podermos discutir esta propriedade das moléculas.

Materiais e Reagentes

- 100 mL de água;
- 50 mL de aguarrás;
- 1 pinça de 15 cm;
- 1 compasso ou 1 moeda de 1 centavo;
- 1 tesoura;
- 1 folha papel (de preferência fino);
- 1 lápis (de preferência macio);
- 1 béquer de 400 mL.

Procedimento Experimental

- Na folha de papel fazer pequenos círculos com a ajuda da moeda ou do compasso;
- Colorir bem forte as bolinhas feitas anteriormente com o lápis;
- Com a tesoura cortar os círculos feitos na folha de papel;
- Adicionar 100 mL de água no béquer, neste béquer com água adicionar 50 mL de aguarrás;
- Cuidadosamente, com a pinça, colocar os círculos cortados no béquer;
- Utilizando a ponta da pinça, afundar os círculos até o fundo;
- Observar o fenômeno.

Refletindo sobre o experimento

- Qual é a polaridade das moléculas do grafite, aguarrás, água, e do papel, explique considerando as ligações químicas e o arranjo molecular?
- Expliquem o fenômeno observado, considerando a polaridade das moléculas e a maneira como elas interagem com as outras substâncias?

Preparando um Jardim de Silicatos

Introdução

As membranas biológicas desempenham papel crucial em quase todos os fenômenos celulares. A hipótese de que a membrana é uma solução viscosa, orientada e bidimensional de proteínas e lipídeos em equilíbrio termodinâmico, leva a previsões específicas sobre as suas funções" (Adaptado de SINGER e NICOLSON, 1972). Entre as funções desempenhadas pela membrana plasmática, destaca-se o intercâmbio de substâncias entre a célula e o meio, cujo controle determina as condições fisiológicas indispensáveis ao desenvolvimento das atividades celulares.

A pressão osmótica é a pressão que deve ser exercida sobre a solução para evitar a entrada do solvente. Quanto maior a pressão osmótica maior será a tendência do solvente para entrar na solução. Pode ser medida aplicando-se uma pressão externa que bloqueie a osmose. A pressão osmótica $\{n\}$ depende da concentração da solução (M), em mol/l, e da temperatura (T) da solução, em Kelvin. A pressão osmótica é dada por: $n = M \times R \times T$; em que R é a constante universal dos gases. Através dessa propriedade pode-se estudar o papel das membranas no controle da entrada e saída de substâncias através da sua estrutura.

Objetivos

- Interpretar resultados experimentais relativos ao trânsito de substâncias através da membrana plasmática.
- Relacionar os resultados obtidos no experimento ao modelo do mosaico fluido.
- Aplicar, a novas situações, os conhecimentos obtidos com o estudo da difusão.

Materiais necessários

- Água
- Um frasco de vidro ou acrílico de boca larga
- Cristais de Sulfato de Cobalto, Sulfato de Ferro II, Sulfato de Cobre
- Solução de silicato de sódio (encontrada em lojas especializadas)

Metodologia

- Coloque a solução de silicato de sódio até a metade do frasco e complete o volume com água. Misture a solução.

- Coloque, cuidadosamente, cristais dos sais citados na relação de materiais. Observe o que acontece. É possível usar sais diferentes com os mesmos cátions, desde que sejam solúveis em água.

O que acontece?

- O silicato presente na solução reage com os cátions dos cristais, formando precipitados gelatinosos ao redor dos cristais, que se comportam como membranas semipermeáveis. Durante o processo, a concentração de sal dentro da membrana, entre o precipitado e o cristal, fica mais alta que no restante da

solução, e, então ocorre a osmose, a passagem de solvente do meio menos concentrado para o mais concentrado. A entrada de água provoca o estiramento da membrana e, em seguida o seu rompimento. O cristal volta a ter contato com a solução e o processo se repete. As sequências de filamentos formados dão origem ao jardim de sais de silicatos.

Para saber mais:

- Qual a importância da osmose para os sistemas biológicos?
- Proponha um experimento onde se possa comprovar que a osmose ocorre através de uma membrana semipermeável.

Bioplástico

Os plásticos são materiais orgânicos poliméricos sintéticos, de constituição macromolecular, dotada de grande maleabilidade, facilmente transformável mediante o emprego de calor e pressão, e que serve de matéria-prima para a fabricação dos mais variados objetos de amplo uso pela sociedade. De modo geral, a matéria-prima utilizada na produção do plástico é o petróleo, um recurso natural não renovável.

Nos últimos tempos criou-se uma consciência sustentável que tem sido amplamente difundida. Por ser abusivamente utilizado e se tratar de uma fonte não renovável, muitas são as discussões que visam encontrar um material que seja capaz de substituir o petróleo na produção do plástico.

Uma possível solução para este problema seria o uso do Bioplástico, este material é feito de amido encontrado em milho, batatas e outros vegetais, produzindo assim, um polímero capaz de diminuir a dependência que existe quanto ao petróleo.

Materiais

- 2,5g de amido de batata ou de milho (Maizena)
- 25mL de água
- 3,0mL de HCl 0,1 mol/L
- 2,0mL de glicerina
- Solução de NaOH 0,1 mol/L
- Papel indicador

Procedimentos

Coloque o amido dentro de um copo e adicione os 25mL de água. Mantenha o sistema sob agitação. Adicione os 3,0mL de HCl e logo em seguida, os 2,0mL de glicerina. Deixe ferver, e após ferver mantenha sob aquecimento brando por 15 minutos. Não deixe secar muito.

Logo após esse tempo, retire a mistura do aquecimento e pingue algumas gotas de NaOH até neutralizar o pH. Verifique isso com um papel indicador.

Derrame o bioplástico sobre uma superfície lisa e plana (placa de vidro) e deixe por 24 horas. Após este tempo, seu bioplástico estará pronto.

OBS: Tenha cuidado ao manusear o HCl e o NaOH. Evite contato com a pele, olhos e boca. Não cheire o produto. Caso haja o contato, lave imediatamente a região com água corrente.

Neste momento indica-se a discussão com os alunos a respeito do que eles esperam com este polímero que será encontrado. Suas características e possíveis usos.

O que acontece

O amido é um polímero natural constituído de muitas moléculas de glicose juntas, formando uma grande cadeia.

Basicamente, encontramos dois tipos de amido, a amilopectina, que é ramificada, e a amilose que é linear. Quando secamos a solução de amido forma-se uma película devido às ligações de hidrogênio entre as cadeias. Por ser ramificada as cadeias da amilopectina não interagem tão bem quanto as da amilose para a formação dessa película. Por isso faz-se necessário o ácido clorídrico na reação. Ele quebrará as ligações da amilopectina, transformando-a parcialmente em amilose e facilitando a formação do filme. Você pode repetir o experimento sem usar a glicerina. Neste caso, observamos que esta película torna-se muito frágil e quebradiça. Com o uso da glicerina a película assumirá as propriedades de um plástico convencional como maior

maleabilidade e elasticidade. A glicerina pode atuar como um agente plasticizante, separando as cadeias e reduzindo as interações entre elas.

Recomenda-se que agora os resultados sejam debatidos. Deve ser comentado a respeito das expectativas quanto ao projeto e o que foi observado no experimento

1 + 1 é sempre 2

Introdução

As propriedades físicas de líquidos e sólidos moleculares são relativas em grande parte às forças ou interações intermoleculares, forças que existem entre as moléculas. Apesar de as moléculas serem formadas pela união de átomos por ligações covalentes, não é o modelo de ligação covalente que explica suas propriedades físicas. As substâncias moleculares apresentam temperaturas de fusão e ebulição relativamente baixas e solúveis em solventes polares ou apolares, dependendo da natureza da substância. Assim, para as substâncias moleculares, é preciso introduzir a distinção entre ligações interatômicas, responsáveis pela formação da menor partícula da substância (a molécula), e interações intermoleculares, responsáveis pela agregação dessas partículas em conjuntos macroscópicos (as próprias substâncias moleculares, como as que conhecemos e manipulamos).

Nesta atividade, iremos investigar sobre as forças das interações intermoleculares presentes no sistema etanol-água.

Questão inicial:

O que acontece com o volume se misturar 50 mL de água e 50 mL de álcool?

Materiais:

- ✓ Água
- ✓ Álcool absoluto
- ✓ Garrafa de pet
- ✓ 15 cm de mangueira de aquário
- ✓ Um densímetro
- ✓ Um recipiente para medir o volume dos líquidos
- ✓ Um conta gotas
- ✓ Corante para água
- ✓ Uma caneta

Procedimentos:

- ✓ Adapte a mangueira de aquário à tampa da garrafa de pet de maneira que ela se encaixe com pressão. Meça o volume total da garrafa com a mangueira de aquário, e divida o valor por 2 para saber o volume de cada líquido a ser utilizado. Nós utilizamos um corante para água para melhor visualização das fases. Coloquem em diferentes recipientes os volumes de água e de álcool encontrados.
- ✓ Despeje o volume total de água dentro da garrafa de pet, em seguida acrescente cuidadosamente o álcool até que a garrafa esteja completamente cheia, tampe a garrafa de pet. Evite movimentos bruscos na garrafa de pet para que a água e o álcool não se misturem.
- ✓ Com o auxílio do conta gotas, complete o volume com o álcool até quase completar a mangueira e marque o nível com a caneta.
- ✓ Tampe com o dedo a extremidade da mangueira e homogenize o sistema e verifique o novo volume.
- ✓ Verificar o valor da densidade da mistura formada.

Questões para discussão:

- 4) Sabendo-se que a densidade do álcool é $0,789\text{g/cm}^3$ e a densidade da água é de $1,00\text{g/cm}^3$, qual seria a densidade da mistura resultante? A densidade medida na prática confere com a densidade teórica?
- 5) Sobre o volume resultante, está dentro do que se esperava ao início do procedimento?
- 6) Proponha uma explicação para o que aconteceu

Discussão após as questões serem respondidas.

Ao misturarmos 50,0mL de água com 50,0mL de álcool obteríamos 100,0mL. Certo? Errado! Como demonstrado no experimento, misturando-se volumes aproximadamente iguais de água e álcool, o volume final não será igual à soma dos volumes iniciais. Mas porque isso acontece?

A água e o álcool apresentam densidades diferentes, $1,000\text{g/cm}^3$ e $0,789\text{g/cm}^3$ respectivamente. Sendo assim, é de se esperar que ao misturarmos os mesmos volumes de água e álcool, a densidade seja intermediária entre os líquidos. Por exemplo: Se em uma mistura contendo 100,0mL com 50% de água e 50% de álcool era de se esperar uma densidade igual a $0,895\text{g/cm}^3$, contudo, a densidade final foi superior. Como mostrado no vídeo, a densidade da mistura foi de $0,920\text{g/cm}^3$.

Pelo princípio de conservação das massas, não há como a massa ter se alterado, e sabendo-se que a densidade é uma relação entre massa e volume, pode-se concluir que foi o volume que diminuiu. O que está acontecendo para haver estas irregularidades no sistema?

Nessa mistura, além da existência das interações entre as moléculas de água e as interações entre as moléculas de álcool, ocorre interações entre as moléculas do etanol com as da água. A intensidade com que as moléculas de etanol e água se atraem é maior que as interações existentes entre etanol-etanol ou água-água. A interação é tão intensa que a mistura desses dois líquidos gera calor perceptível pelo tato, elevando a temperatura para qualquer mistura de proporções próximas. Esta geração de calor, e a redução de volume, só não serão perceptíveis para proporções extremadas, como por exemplo: algumas gotas em um litro. O surgimento desta nova interação intermolecular por ser mais intensa, contribui para a contração do volume do sistema.