

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Instituto de Ciências Biológicas

Instituto de Física

Instituto de Química

Faculdade UnB Planaltina

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS

MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS

Experimentação no Ensino de Ciências no nível fundamental II:
atividades problematizadas e interações dialógicas para os conteúdos
de ar e de água

Suzana de Souza Guedes

Proposta de Ação Profissional realizada sob orientação da Prof.^a D.^a Joice de Aguiar Baptista e apresentada à banca examinadora como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências – Área de Concentração “Ensino de Química”, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília.

Brasília – DF
2010

SUMÁRIO

1. Apresentação da proposta	3
2. Concepções acerca da natureza da ciência	4
3. Concepções acerca do ensino experimental: reflexão na ação	7
4. Concepções sobre educação problematizadora	12
5. A estrutura da proposta	14
5.1 Contexto em que se deu esta proposta.....	14
5.2 A metodologia usada na proposta.....	15
5.3 Elaboração de um instrumento para análise das aulas.....	16
5.4 Apresentação dos planos de aulas	20
6. Descrição da aplicação de uma das atividades	36
7. Análise do diálogo estabelecido nas atividades	41
8. Comentários finais	44
9. Bibliografia	45

1. Apresentação da proposta

Este trabalho apresenta um material pedagógico resultante de uma pesquisa realizada no Mestrado Profissional em Ensino de Ciências, reunindo uma trajetória da atividade docente que envolve aulas de laboratório de Ciências para o Ensino Fundamental II. A partir de uma reflexão sobre dificuldades presentes na prática docente, apresentam-se formas de atuação que permitem superá-las.

Tem por objetivo expor concepções que devem ser superadas acerca da natureza da ciência e do papel do ensino experimental, apontando para um processo de mudança de postura docente em contexto e condições reais do ensino de Ciências, culminando com uma proposta de experimentação que valorize a curiosidade, o diálogo e a aplicação do conhecimento como fatores indispensáveis à aprendizagem.

O material pedagógico apresentado, por si só, não transforma a prática docente, mais pode tornar-se um instrumento importante para os professores que procuram inovar sua prática pedagógica, buscando uma educação comprometida com o desenvolvimento intelectual e emocional dos estudantes.

O texto é constituído de duas partes. A primeira explicita concepção de atividade experimental e descreve as características de um ensino problematizado, baseado nas concepções de Freire. A segunda parte disponibiliza orientações para o desenvolvimento de alguns conceitos, abordados no sexto ano do Ensino Fundamental II, relativos aos temas água e ar por meio de atividades práticas problematizadas.

2. Concepções acerca da natureza da ciência

Harres (1999) reúne vários trabalhos que relacionam o processo de ensino-aprendizagem com as concepções dos professores sobre a natureza da ciência. De acordo com sua revisão, muitos professores mantêm a concepção de uma imagem empirista da ciência, apoiada no papel da observação e na produção de conhecimentos através do método científico.

O trabalho de Harres (1999) também traz a reflexão se essas concepções influenciam na atividade docente. Por ser um tema ainda pouco conclusivo, o posicionamento de Porlán e Rivero¹ (1998) apud Harres (1999), parece ser mais abrangente, por considerar que as concepções dos professores e suas condutas são influenciadas por fatores de ordem organizacional, motivacional, institucional e experiencial.

Para entender melhor esse posicionamento, recorreremos à filosofia da ciência, buscando nas concepções de Bachelard subsídios para compreensão dos processos de evolução conceitual, tão necessários ao Ensino de Ciências.

Bachelard (1996) usa o termo “alma professoral” para caracterizar o estado em que o ser zela pelo dogmatismo, repetindo ano após ano o seu saber. Para ele, de nada serve a experiência que é monotonamente verdadeira ou isenta de erros. Portanto, para Bachelard (1996), a cultura científica deve começar por uma purificação intelectual e afetiva e posteriormente colocada em estado de mobilização permanente, substituindo o saber fechado e estático por um conhecimento aberto e dinâmico.

¹ Porlán, R. & Rivero, A. (1998). *El conocimiento de los profesores: una proposta em el área de ciencias*. Sevilla: Diáda.

Mesmo quando o conhecimento empírico se racionaliza, não se tem a garantia de que os valores primitivos não estejam interferindo nos argumentos. Dessa forma, a ideia científica reúne inúmeras analogias, imagens e metáforas que dificultam a abstração.

Quanto à dimensão empírica, Bachelard (1996) ressalta que as observações são inculcadas de fatores subjetivos relacionados a nossa experiência, pois no próprio ato de conhecer, o sujeito coloca muito de si, impregnando o conhecimento científico de traços subjetivos, imaginários e de foro afetivo. Estes são, para ele, causas da estagnação e até regressão do pensamento científico a que ele chamou de obstáculos epistemológicos.

O primeiro obstáculo epistemológico a ser superado é o conhecimento baseado na opinião. A ciência por princípio opõe-se a ela, mas destruí-la não é tarefa fácil, pois segundo Bachelard (1996), há entre nós um instinto conservativo em que o espírito prefere, o que confirma o seu saber ao que o contradiz, gosta mais de respostas do que de perguntas.

Porém, o homem é uma espécie que tem necessidade de mudanças. Precisar, retificar, diversificar são pensamentos dinâmicos que fogem da certeza e da unidade, senão encontra mais obstáculos do que estímulos. Nos dizeres de Bachelard (1996): “o homem movido pelo espírito científico deseja saber, mas para, imediatamente, melhor questionar” (p. 21).

Enfim, para Bachelard (1996), a evolução do espírito científico se mostra fecunda quando sobre qualquer fenômeno se avança da imagem para a forma geométrica, em que há conciliação entre a matemática, a experiência, as leis e os fatos, e, depois da forma geométrica para a forma abstrata.

Somente com a abstração é que se superam obstáculos. Na educação, por exemplo, Bachelard (1996) alerta que essa noção de obstáculos é desconhecida e se surpreende com o fato de que os professores de ciências não compreendem que os alunos não compreendam. Para ele, isso se deve ao fato de que os professores não levam em conta que os alunos entram em sala de aula com conhecimentos empíricos já constituídos e insistem em se fazerem

entender pela repetição, ao invés de tentar derrubar os obstáculos já sedimentados pela vida cotidiana.

Acolhida a perspectiva apontada por Bachelard, o professor deve fazer uma reflexão acerca dos saberes científicos, crenças, hábitos e heranças culturais que entram o progresso do saber, ou seja, detectar os obstáculos epistemológicos para fundamentalmente racionalizar o ensino.

3. Concepções acerca do ensino experimental: reflexão na ação

Ainda na perspectiva das concepções, abordaremos a necessidade de se romper com uma visão de ciência neutra, indutivista, e se evitar reducionismos e deformações acerca dos objetivos da experimentação no ensino de ciências. Esse processo de rompimento se deu após um processo, denominado por Schön (1992), de “reflexão na ação”, que consiste em refletir sobre a própria prática confrontando os esquemas teóricos com as concepções implícitas.

Na perspectiva da reflexão na ação, estava implícita a concepção de que a experimentação é uma estratégia de ensino complementar usada para comprovação e validação de teorias que potencialmente motivava os alunos e desenvolvia habilidades técnicas. Para confrontar essa visão com os esquemas teóricos, as concepções implícitas foram separadas em três categorias: a) experimentação para comprovação de teorias; b) experimentação como instrumento motivador para a aprendizagem e c) experimentação para promoção de habilidades.

Essas categorias serão analisadas a seguir.

a) Experimentação para comprovação de teorias

Normalmente depois de expor a teoria, conduzia os estudantes à bancada do laboratório para que os alunos pudessem confirmar na prática a verdade daquilo que lhes havia dito, reforçando a convicção quanto à plausibilidade daqueles acontecimentos. Dessa forma, separava a atividade experimental da atividade teórica, tornando a prática uma condição final para validação da teoria.

Essa categoria permite identificar a atividade experimental como uma estratégia didática que auxilia na compreensão dos conhecimentos teóricos, em que os estudantes, diante das observações e procedimentos, chegam a aprendizagens. É como se o aprender se fizesse pela prática e pelas observações empíricas, desconsiderando os conhecimentos que os

indivíduos já possuem. Ao condicionar as atividades experimentais a demonstrações e ou a comprovações de teorias e de fatos, dissemina-se uma visão estereotipada de que existe uma única explicação, certa ou errada, para os problemas abordados.

Na visão de Moura e Chaves (2009), a justificativa de que o experimento serve de comprovação para o conhecimento ministrado nas aulas teóricas evidencia a separação, a hierarquização e a complementaridade entre teoria e prática, além de reforçar a concepção de que a prática favorece o “aparecimento de algo” que não aconteceria se as aulas fossem tipicamente teóricas.

Outro equívoco associado é acreditar que bastava usar o concreto para que os conceitos se tornassem compreensíveis, e que a ciência está escondida por dentro de fenômenos à espera de ser descoberta. Contrapondo essa ideia, Baratieri e colaboradores (2008) nos fazem lembrar que “as teorias são produções humanas, portanto históricas, e fazem parte de um processo de construção. Não são simplesmente, encontradas ou descobertas a partir da realidade empírica” (p. 25).

Se fosse verdade que a realidade pudesse ser “descoberta” pelos sentidos e pela observação, não precisaríamos do professor. Além disso, Bizzo (1998) alerta que não se pode esperar que a simples realização de um experimento seja suficiente para modificar a forma de pensar dos estudantes: eles tenderão a encontrar explicações para o ocorrido que diferem do que o professor esperaria. Isso significa que a realização de experimentos é uma tarefa importante, mas que não dispensa o acompanhamento constante do professor, que deve pesquisar quais são as explicações apresentadas pelos alunos para os resultados encontrados e conduzi-los de alguma forma à aprendizagem desejada.

Além dos motivos apresentados, que contribuem para sustentar que a experimentação não tem a função de comprovação de teorias, Galiuzzi e Gonçalves (2004) acrescentam que os experimentos são dependentes de alguma teoria, considerando que é ela que possibilita uma

interpretação das observações e não o contrário. Os autores advertem que o professor deve romper com uma visão dogmática de ciência a fim de não fomentar a apropriação dessa visão pelo aluno.

b) Experimentação como instrumento motivador para aprendizagem

Quanto à motivação, segunda categoria, considere que o público infantil é especialmente interessado quando o assunto é experimentação. A curiosidade e o interesse em investigar diversos aspectos da natureza são características inerentes às crianças. Segundo Hodson (1994), os estudantes se sentem atraídos pelo laboratório porque colocam em prática métodos de aprendizagem mais ativos e em que há maior interação entre professor e alunos. Além de considerarem interessantes, os estudantes manifestam-se positivamente em relação às aulas de laboratório por vivenciarem situações diferentes daquelas impostas em sala de aula, tornando-se prazerosas simplesmente por “quebrar” a rotina do cotidiano. Mas, o ideal é que essa motivação apareça e se mantenha em razão das situações instigantes, desafiadoras que despertem o intelecto e não por ser descontraída e livre de tensões.

Alguns estudos, apontados por Galiazzi e Gonçalves (2004), mostram que muitos professores consideram a experimentação um fator motivador para a aprendizagem. Esse pensamento dos professores, segundo estes autores, está associado às ideias empíricas de que a motivação é resultado inerente da observação, uma vez que os alunos observam “algo” diferente ou fantástico. A mágica e o show, segundo Galiazzi e Gonçalves (2004), são sempre salientados, mas advertem que “a componente estética pode ser incorporada às atividades experimentais não por sua beleza e mágica somente, mas por configurar-se um conhecimento tácito que precisa ser problematizado” (p. 324).

Moura e Chaves (2009) associam a crença de que as práticas experimentais motivam o interesse dos alunos por influência dos grandes projetos educacionais implantados no Brasil nas décadas de 60 e 70, cujo foco era a experimentação e o objetivo era formar cientistas.

Inspirados em Hodson (1994), aqueles autores relembram que a motivação não ocorre de forma homogênea entre os alunos e complementam afirmando que as práticas experimentais podem motivar em situações específicas e não generalizadas. Lançam, então, suposições de que o interesse ou não dos alunos pode estar associado à afetividade que se estabelece entre professor e aluno.

Nesse aspecto, Galiuzzi e Gonçalves (2004) acreditam que a maneira como um professor apresenta um assunto influencia o aluno a gostar e aceitar ou não o que está sendo apresentado.

c) Experimentação para promoção de habilidades

Uma intenção que se destaca para justificar o uso de aulas experimentais é a aquisição de habilidades em decorrência do manuseio de equipamentos e do treinamento de técnicas de laboratório. Hodson (1994) critica essa finalidade considerando-a de pouca relevância e sem aplicabilidade fora do contexto de laboratório, uma vez que poucos estudantes ingressam nas áreas das ciências nas universidades ou mesmo seguem uma vida profissional trabalhando em laboratórios.

Bizzo (1998) comenta que é uma expectativa frequente e muito exagerada a ideia de que as aulas de ciências são desenvolvidas em laboratórios iguais aos dos cientistas. Essa situação é reforçada quando propõe-se aos estudantes roteiros lineares, que seguem a etapas rígidas (observar, formular hipóteses, verificar, comprovar ou recusar e concluir) como se simulassem uma suposta metodologia científica. Moreira e Ostermann (1993) tecem rigorosas críticas a respeito do método científico tal como é apresentado nos livros didáticos e abordado nas aulas de ciência, pois, podem levar as várias concepções errôneas sobre o trabalho científico. O laboratório de ensino não reproduz o laboratório de pesquisa, uma vez que o método científico não começa na observação e que nem o mais puro, ou o mais ingênuo

cientista, observa algo sem ter a cabeça cheia de conceitos, princípios, teorias, os quais direcionam o trabalho.

Barberá² (1996) apud Silva e Zanon (2000), diz que o conhecimento de procedimentos é ainda considerado como aspecto fundamental do ensino experimental de ciências, em detrimento da reflexividade e ao conhecimento de conceitos.

Em pesquisa desenvolvida por Moura e Chaves (2009), aparece, entre os professores pesquisados, a concepção de que na experimentação se aprende por meio da manipulação de instrumentos. Da compreensão da experimentação como forma de aprender fazendo, os autores realizam inferências, a partir da fala de um dos professores pesquisados, que as informações adquiridas nas aulas experimentais não resultam necessariamente na compreensão dos fenômenos de maneira integral e que a experimentação por si só não contempla em termos de explicações.

Assim, diante das reflexões guiadas pelos pressupostos teóricos, concluí-se que apenas as aulas experimentais não garantem um bom aprendizado, não asseguram a inter-relação teoria e prática, que a ciência não resulta de descobertas, que não há neutralidade do sujeito que observa e que as observações devem ser guiadas por teorias.

A superação dos princípios e conceitos inadequados do que seja ensino experimental e das concepções errôneas sobre a natureza da ciência, favoreceu o desenvolvimento de ações educativas que proporcionaram aos estudantes atividades relevantes para o seu contexto social.

² Barberá, O. (1996). *Investigación y Experiências didácticas*: el trabalho práctico em la enseñanza de las ciencias: una revisión. *Enseñanza de las ciencias*, v.14, n. 3.

4. Concepções sobre educação problematizadora

As mudanças alcançadas na prática docente foram influenciadas pela pedagogia crítica de Paulo Freire.

Freire (1996) defende a educação a partir de uma concepção problematizadora, pois para ele, a educação é um ato de conhecimento, não existindo um que educa e outro que é educado, o professor que sabe tudo e o aluno que é totalmente ignorante. Dessa forma, tanto o educador como o educando procuram conhecer, incidindo a própria ação no mesmo objeto cognoscível e por meio de suas relações dialógicas, co-intencionados, aprofunda o próprio conhecimento.

A proposta do ensino problematizado, na visão de Freire (1987), é apresentar uma situação concreta na forma de problema, que desafia a resposta, não só a nível intelectual, mas no nível de ação. Pois para ele, ação e a reflexão são dimensões que interagem, através da dinâmica entre o fazer e o pensar sobre o fazer.

Portanto, se o objeto a ser conhecido for apresentado na forma de um problema a ser resolvido, pode-se tornar um atrativo aos estudantes por instigar a curiosidade. Segundo Freire (1996) é tarefa da prática educativa progressista o desenvolvimento da curiosidade. Para ele

A curiosidade como inquietação indagadora, como inclinação ao desvelamento de algo, como pergunta verbalizada ou não, como procura de esclarecimento, como sinal de atenção que sugere alerta, faz parte integrante do fenômeno vital (p. 32).

Nessa perspectiva, o objeto cognoscível deixa de ser o término do ato cognoscente, para ser o mediador da reflexão crítica entre educador e educando. Neste tipo de concepção, o diálogo é considerado uma relação indispensável ao ato de conhecer e seu caráter é autenticamente reflexivo.

Por isso, o diálogo e a argumentação são a tônica das atividades que compõem este trabalho. Considera-se que não existe um ser isolado, mas indivíduos com suas experiências prévias que interagem entre si, através da linguagem. Portanto, as atividades propostas foram elaboradas para que os estudantes vivenciem o processo de troca de ideias, participem de diálogos, modifiquem ou reelaborem ideias e pontos de vistas e estabeleçam conexões entre os saberes cotidianos e científicos.

Para tanto, incorporou-se as intenções que Mortimer e Scott (2002) apontam como primordiais no planejamento do professor que pretende interagir com seus alunos na apreensão de significados. São elas: criação de um problema para engajar os estudantes intelectual e emocionalmente, exploração da visão dos estudantes durante a atividade, disponibilização das ideias científicas (incluindo temas conceituais, epistemológicos, tecnológicos e ambientais) no plano social de sala de aula e criação de momentos em que os estudantes falem e pensem dando suporte ao processo de internalização das ideias.

Na elaboração dos problemas foram seguidas as orientações dos autores Henning (1994) e Silva e Núñez (2002), enfatizando os seguintes pontos:

- o nível de dificuldade. O problema não pode ser tão fácil que não provoque dificuldades e nem tão difícil que fique fora do alcance cognitivo;
- o poder desafiador que deve provocar o interesse e a curiosidade dos estudantes a nível de ação;
- as relações causais entre os processos estudados;
- a contradição entre o conhecido e não conhecido, que pode orientar o aluno a sair dos limites dos conhecimentos já assimilados;
- os aspectos relacionados à ciência, à tecnologia e à sociedade.

5. A estrutura da proposta

5.1 Contexto em que se deu esta proposta

Atuo exclusivamente com a experimentação no ensino de ciências e tenho como papel, na instituição particular em que trabalho, ministrar aulas práticas para alunos do Ensino Fundamental II. Os alunos apresentam idade compatível com as séries e são na sua maioria de classe média alta. As condições para desenvolver rotineiramente atividades experimentais são muito boas, o que torna o contexto desse trabalho um diferencial se comparado a muitas escolas locais, principalmente as que compõem a rede pública. As dificuldades normalmente apontadas pelos professores para justificar a ausência ou a baixa frequência do uso da experimentação não são encontradas nesse contexto, pois a instituição oferece tempo, espaço adequado, materiais, equipamentos, aulas previamente preparadas por uma assistente e turmas com o número reduzido de alunos.

Com o intuito de melhorar o uso do laboratório, a escola adotou a estratégia de contratar dois professores para ministrar a disciplina de ciências, sendo um professor responsável por desenvolver o conteúdo programático e o outro professor responsável por desenvolver alguns tópicos desse conteúdo por meio de atividades experimentais no laboratório. A carga horária de ciências é de três aulas semanais sendo que uma dessas aulas é destinada as atividades experimentais no laboratório. No dia da aula de laboratório, a turma é dividida em dois grupos. Inicia-se o experimento com o primeiro grupo, média de quinze estudantes, guiados pela professora de laboratório. Enquanto isso, os outros quinze estudantes ficam em sala de aula realizando as atividades propostas pela professora titular da disciplina. Na semana seguinte, invertem-se os grupos, tornando-se assim, as aulas de laboratório quinzenais para cada estudante.

O laboratório possui equipamentos que recebem manutenção constante e materiais que são repostos conforme exigência da atividade. Todos os materiais necessários para os experimentos são providenciados com antecedência por uma auxiliar de laboratório, que prepara a aula disponibilizando os recursos necessários, além de auxiliar na orientação e disciplina dos estudantes durante a execução da atividade.

Com essas características o laboratório contribui para a imagem de uma escola que possui uma boa infraestrutura para o desenvolvimento das atividades, tornando-a bem conceituada entre os pais e os alunos. Porém, a existência de um laboratório bem equipado não garante, por si só, que a atividade prática seja um diferencial para a aprendizagem.

A ausência de laboratório não pode ser um fator limitante para realização dos experimentos. Pensando nisso, foram escolhidas atividades simples, com materiais de baixo custo e de fácil aquisição, que podem ser executadas em ambientes diferentes do laboratório e adaptados a diferentes contextos.

5.2 A metodologia usada na proposta

Ao apresentar a metodologia adotada nas aulas de laboratório, ressalta-se que ela foi centrada no objetivo de estimular a curiosidade de forma que, por meio de propostas problematizadas, os educandos desenvolvessem as habilidades para observar, agir e argumentar.

Para alcançar estes objetivos utilizou-se um percurso que seguiu as etapas: 1) a professora apresentou um problema aos estudantes; 2) os estudantes, organizados em grupo, realizaram atividades em busca de respostas para o problema; 3) as respostas foram negociadas entre os integrantes do grupo, que posteriormente apresentaram para toda a turma; 4) professora e estudantes relacionaram as atividades realizadas ao cotidiano dando aplicação

e sentido ao conhecimento adquirido; e 5) os estudantes fizeram o registro dos resultados por meio da escrita.

Para apresentação das atividades, preparou-se um plano de aula, baseado no modelo proposto por Silva e colaboradores³ (2009). O quadro a seguir apresenta os tópicos que constam nesses planos de aulas.

Quadro 1- Descrição dos tópicos que compõem o plano de aula	
Tópico	Breve descrição
Título	Elaborado na forma de uma pergunta e que deve ser respondida após realização e discussão do experimento.
Contexto	Relação entre o tema estudado e as situações observadas no cotidiano.
Materiais	Lista dos materiais necessários a execução da atividade.
Procedimentos	Descrição sucinta de como realizar o experimento.
Observações macroscópicas	As observações em nível de fenômeno observado.
Como a ciência explica	A explicação do fenômeno através de modelos teóricos da ciência.
Interface ciência-tecnologia-sociedade	Implicações sociais, culturais, políticas, econômicas, tecnológicas que podem estar relacionadas ao fenômeno abordado.
Conteúdo abordado	Conceitos que o professor deseja enfatizar.

5.3 Elaboração de um instrumento para análise das aulas.

³ Silva, R. R.; Baptista, J. A.; Ferreira, G. A. L. *Roteiro de plano de aula*. Instituto de Química, Universidade de Brasília. Mimeo, 2009.

Para análise das aulas tomou-se como referências os trabalhos de Mortimer e Scott (2000) e Monteiro e Teixeira (2004) para idealizar um instrumento de avaliação das interações discursivas ocorridas em aula, categorizando a intervenção docente e a atuação discente.

Monteiro e Teixeira (2004) analisaram os impactos dos discursos de professoras conduzindo uma atividade para estudantes de ensino fundamental e chegaram à conclusão de que quando o professor mescla diferentes recursos discursivos, contribui mais significativamente para o processo de formação de argumentos por parte dos seus estudantes. Dos vários tipos de argumentos apresentados, vale destacar o argumento dialógico. Nesse tipo de argumentação, o professor incentiva e regula o compartilhamento de ideias envolvidas no processo de ensino e aprendizagem, a partir da confrontação de opiniões expostas pelos envolvidos. Cabe ao professor dar espaço e ênfase às falas, as ideias e as conclusões dos estudantes, garantido voz a todos, ajudando-os a perceber as virtudes e as falhas das hipóteses levantadas.

Na ferramenta analítica de Mortimer e Scott (2002) o foco também é o papel do professor na condução das atividades. Eles consideram que há uma interligação entre as intenções do ensino, a abordagem e as ações. A parte central da estrutura analítica é a abordagem comunicativa, por fornecer perspectiva sobre como o professor trabalha as intenções pedagógicas que resultam em diferentes padrões de interações. Esses padrões de interações, por sua vez, surgem na medida em que professor e alunos alternam turnos de fala na sala de aula. O padrão mais comum é a tríade IRA (professor inicia, o aluno responde e o professor avalia), mas há outros padrões, como a que o professor apenas sustenta a elaboração de um enunciado pelos alunos ou fornece um opinião (*feedback*) para que haja uma reelaboração das falas.

Outro aspecto da análise de Mortimer e Scott (2002) especifica as formas de intervenções pedagógicas do professor na valorização dos significados que aparecem no contexto. Os autores destacam que o professor pode estar intervindo de várias formas: dando forma aos significados (introduzindo termos, parafraseando uma resposta e mostrando a diferença entre dois significados), selecionando (considerando ou ignorando a fala de um estudante), marcando significados chaves (repetindo falas, confirmando uma ideia ou realçando partes de um enunciado), checando o entendimento (solicitando melhor explicação por parte do estudante) e revendo (recapitulando ou sintetizando significados).

Assim, destacando que as atividades foram apresentadas de maneira problematizada e que se manteve a intenção de incentivar e explorar as opiniões dos alunos, foram criadas as Tabelas 1 e 2, respectivamente, para decompor as transcrições das aulas. Apontou-se na Tabela 1 as intervenções da professora, a saber: apresentou o problema, introduziu termos, questionou, parafraseou, contrapôs, organizou ou recapitulou, deu ênfase as ideias e concluiu. A Tabela 2 categorizou a atuação discente na apresentação de hipóteses, exposições de ideias, respostas diretas a questões, dados lembrados, explicações e associações com base em conceitos conhecidos.

Tabela 1. Atuação docente na condução das atividades propostas

Categorização da atuação docente	
Intervenções	Falas retiradas da aula transcrita
Instigou (criando problema e introduzindo termos)	
Questionou ou solicitou melhor explicação	
Parafraseou a resposta	
Contrapôs	
Organizou ou recapitulou	
Deu ênfase a fala e as ideias	
Concluiu	

Tabela 2. Atuação discente

Categorização da atuação discente	
Ações	Falas retiradas da aula transcrita
Levantam hipóteses ou apresentam proposta de intervenção	
Expõem ideias	
Respondem a questão proposta	
Expõem um dado lembrado	
Explicam utilizando conceitos	
Fazem associações	

5.4 Apresentação dos planos de aulas

ATIVIDADE

Investigar e determinar a densidade dos sólidos

TÍTULO

Vai afundar ou vai flutuar?

CONTEXTO

Por que alguns tipos de madeira afundam e outros flutuam? Por que uma bola de futebol cheia de ar flutua e uma bola de chumbo afunda? Como é possível um balão flutuar no ar ao invés de cair? Estes questionamentos podem ser respondidos através do conceito de densidade.

A densidade é uma propriedade do material que pode ser usada para identificá-lo ou separá-lo e por isto, usado em diversas situações do cotidiano. A decantação, por exemplo, é um processo de tratamento da água em que as impurezas mais densas se depositam no fundo do tanque facilitando a sua separação.

MATERIAIS

Um aquário grande com água, um cubo de madeira pintado e revestido com fita isolante, um pedaço de vela, uma bola de gude, uma placa pequena de cobre, um tomate, uma lata de refrigerante guaraná normal, uma lata de refrigerante guaraná light, balança, réguas e béqueres de 500 mL.

PROCEDIMENTO

Encha o aquário com água e coloque dentro dele o pedaço de vela e a bola de gude.

Observe o comportamento destes materiais.

Pese na balança a massa: do tomate, de uma pequena placa de cobre e das latas de refrigerantes light e normal.

Após a pesagem coloque esses materiais no aquário e observe se eles bóiam ou flutuam na água.

Discuta o conceito de densidade a partir dos materiais usados.

Mostre o cubo coberto com a fita isolante e proponha a situação problema: É possível prever se esse material vai afundar ou não sem jogá-lo na água?

OBSERVAÇÃO MACROSCÓPICA

Dos materiais colocados na água observamos que a vela, o tomate, e a lata de refrigerante light bóiam, enquanto que a bola de gude, a placa de cobre e a lata de refrigerante normal afundam.

Em relação ao cubo determinamos, através de cálculos matemáticos, que ele tem uma densidade menor que a densidade da água, e, portanto, bóia. Podemos constatar essa previsão colocando o cubo dentro do aquário com água.

COMO A CIÊNCIA EXPLICA

A densidade é definida como a razão entre a massa de uma amostra de material e o volume ocupado por esta. Para medir a densidade considera-se um centímetro cúbico (1cm^3) do material e verifica-se qual a massa desse volume. A água, por exemplo, em condições normais de temperatura e pressão, possui densidade é igual a 1g/cm^3 , ou seja, 1g de água vai ocupar um volume de 1cm^3 . Para prever ou explicar o comportamento dos materiais quando o meio em que eles se encontram é a água, consideramos os valores da suas densidades comparando-as com a densidade da água. Desta forma, os materiais que flutuam na água apresentam densidade menor que 1g/cm^3 , enquanto que os materiais que afundam apresentam valores maiores que 1g/cm^3 .

INTERFACE CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE

O densímetro é um instrumento muito usado em postos de gasolina para verificar por meio da densidade o grau de pureza do álcool, indicando se esses combustíveis estão de acordo com os padrões estabelecidos por lei.

CONCEITOS ABORDADOS

- Determinação da massa e do volume dos sólidos.
- Estudo do comportamento dos sólidos na água.
- Conceito de densidade.

ATIVIDADES 1, 2 e 3

TÍTULO

Que força é essa que não sinto?

CONTEXTO

A existência e a manutenção da vida na Terra são consequências de diversas condições encontradas somente nesse planeta. Entre essas condições, destaca-se a presença da atmosfera, que além de conter os gases essenciais à sobrevivência, nos oferece proteção contra radiações nocivas à nossa forma de vida.

Apesar da sua importância, a atmosfera nem sempre é percebida, especialmente se tratando dos efeitos a que estamos sujeitos devido a sua existência, como por exemplo, a pressão gerada pelos gases que a compõe.

ATIVIDADE 1

O experimento da régua

MATERIAIS

Uma régua, um tubo de cola bastão e uma folha sulfite.

PROCEDIMENTO

Posicione a régua sobre a mesa, de forma que, metade dela se encontre apoiada e a outra metade fique suspensa no ar.

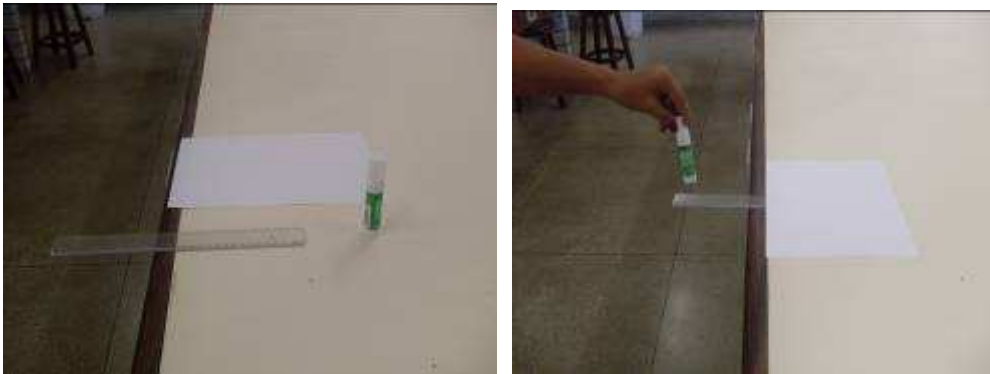
Após essa preparação, lance por cima da extremidade da régua que está suspensa no ar, um tubo de cola bastão. Observe o que acontece com a régua.

Posicione novamente a régua sobre a mesa, conforme realizado anteriormente (metade dela apoiada na mesa e a outra metade suspensa no ar).

Coloque uma folha sulfite por cima da extremidade da régua que está apoiada sobre a mesa.

Faça novamente o lançamento da cola bastão por cima da extremidade da régua suspensa no ar e observe o que acontece.

Ilustração



OBSERVAÇÕES MACROSCÓPICAS

Observamos a queda da régua após o primeiro lançamento do tubo de cola.

Ao colocar a folha sulfite por cima da régua, o mesmo não é verificado, pois ela se mantém fixa na mesa, mesmo após o lançamento do tubo de cola.

COMO A CIÊNCIA EXPLICA

A atmosfera exerce uma força sobre a superfície do papel e da régua impedindo a sua queda.

ATIVIDADE 2

O experimento do copo

MATERIAIS

Uma régua, um copo de vidro, um pedaço de papel cartão.

PROCEDIMENTO

Encha o copo com água (pode ser até a borda ou menos, a quantidade é aleatória).

Coloque o pedaço de papel cartão tampando o copo.

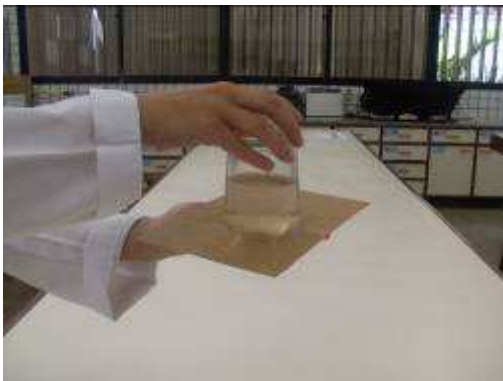
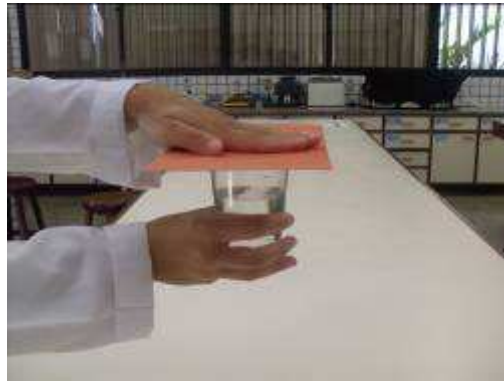
Prenda o papel cartão com a mão para que não haja passagem de ar de fora para dentro.

Espera um pouco para que a borda do copo absorva a água.

Mantenha o papel cartão nesta posição e gire o copo de cabeça para baixo.

Retire devagar a mão do papel cartão e observe o que acontece.

Ilustração



OBSERVAÇÕES MACROSCÓPICAS

O papel cartão e a água se mantêm presos ao copo mesmo ele estando virado com a abertura para baixo.

COMO A CIÊNCIA EXPLICA

O ar e a água contidos no interior do copo exercem uma pressão inferior a pressão atmosférica. Desta forma, a pressão atmosférica por ser maior impede a descida do papel e da água, estabelecendo assim o equilíbrio entre as pressões interna e externa.

ATIVIDADE 3

O experimento da garrafa com água

MATERIAIS

(Parte 1): Uma bacia plástica, uma garrafa de 600 mL de plástico transparente e água.

(Parte 2): Uma bacia plástica, uma garrafa de 600 mL de plástico transparente, uma mangueira plástica flexível de aproximadamente 50 cm, um pedaço de arame fino e maleável de aproximadamente 60 cm, água e massinha de modelar.

PROCEDIMENTO

(Parte 1)

Coloque água na bacia até um pouco mais da metade.

Encha a garrafa com água e, tampando-a com o dedo, vire-a de cabeça para baixo.

Coloque a boca da garrafa um pouco abaixo da superfície da água contida na bacia.

Destampe-a e segure-a mantendo a sua abertura imersa na água.

Observe o resultado e proponha a situação problema: Por que a água não escoou para a bacia?



Para facilitar a visualização o líquido usado foi a mistura de água com anilina vermelha.

(Parte 2)

Prepare a mangueira para o experimento, colocando o pedaço de arame no seu interior e cobrindo uma das suas aberturas com a massinha de modelar.

Repita todo o procedimento da parte 1.

Insira a mangueira no interior da garrafa mergulhada na bacia. Cuidado para a massinha não sair da mangueira e a abertura da garrafa não sair de dentro da água da bacia.

Com o auxílio do arame empurre a massinha que está na ponta da mangueira e observe o que acontece com a água.

Ilustrações



Para facilitar a visualização o líquido usado foi a mistura de água com anilina vermelha.

OBSERVAÇÕES MACROSCÓPICAS

(Parte 1)

Observamos que a água contida na garrafa não escoava para a bacia.

(Parte 2)

Após a retirada da massinha, observamos a descida da água para a bacia.

COMO A CIÊNCIA EXPLICA

(Parte 1)

A pressão do ar, atuando de cima para baixo sobre a água contida na bacia, impede a descida da água.

(Parte 2)

O ar entra na garrafa, através da mangueira, e exerce uma pressão sobre a água, fazendo-a descer para a bacia.

INTERFACE CIÊNCIA-TECNOLOGIA - SOCIEDADE

Uma das formas de condicionamento de alimentos industrializados são as embalagens “fechadas a vácuo”. Estas embalagens possuem normalmente um anel de borracha preso as suas tampas e as suas aberturas se dão após a retirada deste lacre. Trata-se de uma situação de desequilíbrio entre as pressões interna e externa, sendo a pressão no interior da lata menor que a pressão atmosférica. As pressões se igualam depois que o anel da tampa é retirado, pois o ar entra no interior da lata promovendo a sua abertura.

CONTEÚDOS ABORDADOS

- Equilíbrios entre as pressões.
- Pressão atmosférica.

ATIVIDADE

Como construir um sifão.

TÍTULO

Como transferir o líquido de um recipiente para o outro, sem incliná-lo e usando uma mangueira?

CONTEXTO

Os lençóis freáticos são verdadeiros rios subterrâneos. Dependendo do tipo e da inclinação do terreno, podem se formar lençóis de água situados em diferentes níveis, mas tendo o lençol freático como uma base comum desse sistema. Se um poço for cavado em um ponto mais baixo deste sistema, a água vai jorrar para a superfície com pressão, mas se o poço for cavado em um nível mais alto, a água não jorra precisando ser retirada com auxílio da bomba. O que explica essa diferença?

MATERIAIS

Duas provetas de 50 mL, água e uma mangueira de aquário.

PROCEDIMENTO

Encher uma das provetas com água.

Apresentar os materiais e propor o problema: Como transferir o líquido de um recipiente para o outro, sem incliná-lo e usando uma mangueira?

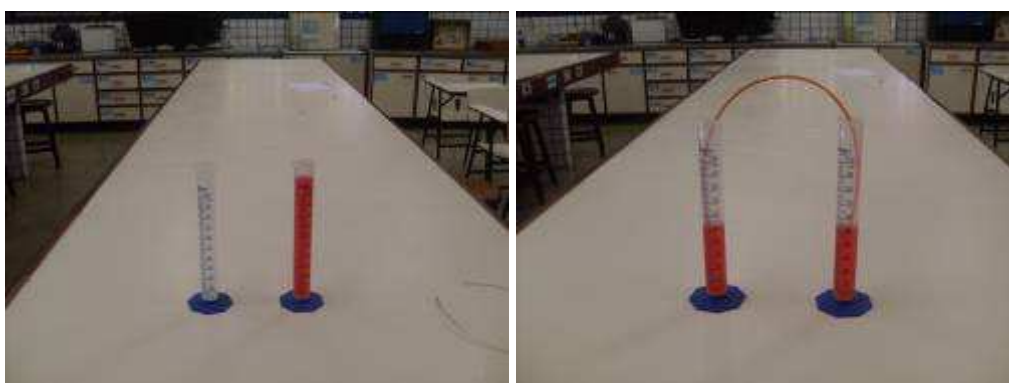
Procedimentos que podem solucionar o problema:

Solução 1: tampe com um dedo uma das extremidades da mangueira, mantendo a outra extremidade aberta para cima. Peça alguém para colocar água até encher completamente a mangueira. Tampe com o dedo e mergulhe-a na água contida no recipiente. Retire o dedo e recolha a água no recipiente vazio.

Solução 2: colocar uma das pontas da mangueira no recipiente contendo água e com a outra ponta abaixada, sugar o ar do seu interior. Recolher a água em outro recipiente vazio depois que ela começar a escorrer pela mangueira.

Apesar de ser uma resposta para o problema proposto, a solução 2 não deve ser executada pelos alunos. Seguindo as normas de segurança, deve-se evitar o contato da boca com os materiais usados nos laboratórios. Dessa forma, os alunos deverão ser orientados, antes da tentativa de solução para o problema, que não se pode fazer a sucção na mangueira.

Ilustração



Para facilitar a visualização o líquido usado foi a mistura de água com anilina vermelha.

OBSERVAÇÕES MACROSCÓPICAS

Depois de retirar o ar do interior da mangueira, observamos que a água começa a escoar. Se os dois recipientes ficarem numa mesma altura, observamos que a água deixa de escoar quando atingir o mesmo nível nos dois recipientes. Porém se os dois recipientes ficarem em alturas diferentes, a água continuará escoando até que atinja um novo equilíbrio.

COMO A CIÊNCIA EXPLICA

O ar foi retirado da mangueira de duas formas: na solução 1 pela introdução de água na mangueira e na solução 2 (não recomendável) por sucção. Essa retirada do ar da mangueira provoca à diminuição na pressão interna, conseqüentemente, a pressão atmosférica empurra a água do recipiente para do interior da mangueira.

Os dois recipientes e a mangueira formam um conjunto de vasos comunicantes, portanto se os dois recipientes forem mantidos num mesmo nível, a água escoar de um recipiente para outro até que se atinja o mesmo nível nos dois lados. Isto porque num líquido em repouso todos os pontos da superfície estão sob uma mesma pressão atmosférica.

Porém, se os dois recipientes estiverem em alturas diferentes, a pressão da água será maior no recipiente que está em um nível mais alto, promovendo o escoamento da água para o outro recipiente mais baixo até que seja atingido o equilíbrio.

INTERFACE CIÊNCIA-TECNOLOGIA – SOCIEDADE

Depois de passar por uma estação de tratamento, a água que chega a nossas casas é transportada por canos até os reservatórios da cidade. Todo esse sistema forma um conjunto de vasos comunicantes.

Os reservatórios funcionam como o recipiente mais alto do conjunto e por isso ficam sempre num ponto mais alto da cidade. A água é distribuída sem precisar de bombas porque num sistema de vasos comunicantes a água tende a ficar sempre no mesmo nível.

O Princípio dos Vasos Comunicantes também pode ser encontrado em pias, ralos e vasos sanitários através de um tubo em forma de S conhecido como sifão, que acumula água para impedir a entrada de gases malcheirosos que vêm dos encanamentos.

Além disso, um sistema simples de vasos comunicantes, uma mangueira dobrada em U, pode ser usado para nivelar muros e paredes de uma construção.

CONCEITOS ABORDADOS

- Pressão atmosférica
- Princípio dos vasos comunicantes
- Aplicação dos vasos comunicantes

ATIVIDADE

Estudo do comportamento do ar e da água em uma seringa.

CONTEXTO

Como ocorre com os materiais no estado gasoso, uma massa de ar pode ser comprimida e expandida com relativa facilidade. Os balões de festa junina, por exemplo, para subir e flutuar precisa manter o ar do seu interior expandido através do aquecimento, para tornar-se rarefeito e menos denso que o ar. As armas de paintball por sua vez, funcionam com o ar comprimido armazenado em um recipiente até que se puxe o gatilho. Quando isto acontece, o recipiente é aberto e o gás percorre o cano até o projétil. Visto que está mais comprimido, o gás atrás do projétil é empurrado para fora com força maior do que a pressão atmosférica, levando o projétil com velocidade.

TÍTULO

Podemos alterar o volume do ar ou da água que se encontra dentro de uma seringa fechada?

PARTE 1

MATERIAIS

Uma seringa de 50 mL, béquer e água.

PROCEDIMENTO

Tampe com o dedo a extremidade da seringa. Com a outra mão, empurre o êmbolo para frente. Até o ponto que conseguir. Solte o êmbolo e observe-o.

Coloque, agora, água no interior da seringa, não deixe formar bolhas. Tente comprimir a água, do mesmo modo que você comprimiu o ar. Observe o resultado.

Ilustração



Para facilitar a visualização o líquido usado foi a mistura de água com anilina vermelha.

OBSERVAÇÕES MACROSCÓPICAS

Com o ar no interior da seringa conseguimos empurrar o êmbolo e ao soltá-lo observamos que ele rapidamente volta a sua posição inicial. O mesmo não acontece quando usamos a água no interior da seringa. A água não pode ser comprimida e o êmbolo não sai da sua posição inicial.

COMO A CIÊNCIA EXPLICA

A amostra de ar pode ser facilmente comprimida, alterando seu volume no interior da seringa a partir do aumento da pressão exercida sobre ele. Como a água é menos compressível que o ar, o seu volume é praticamente invariável com a variação de pressão.

O que explica o retorno do êmbolo depois de empurrado para frente é o equilíbrio entre a pressão no interior da seringa e a pressão atmosférica. Quando comprimimos o ar, seu volume é reduzido aumentando a pressão no interior da seringa. A pressão do ar no interior da seringa será, nesse caso, igual à pressão que fazemos no êmbolo mais a pressão atmosférica. Por isso, quando soltamos o êmbolo, o ar no interior da seringa empurra o êmbolo para trás até que as pressões interna e externa novamente se igualem.

PARTE 2

MATERIAIS

Uma seringa de 50 mL, água, béquer e um balão de borracha nº 03.

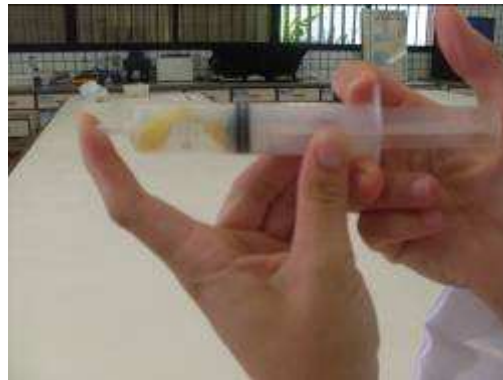
PROCEDIMENTO

Encha o balãozinho com um pouco de ar e amarre-o. O balãozinho precisa ter um tamanho adequado para caber com folga dentro da seringa.

Coloque o balãozinho no interior da seringa mantendo o êmbolo na parte superior.

Tampe a ponta da seringa com um dedo e comprima o êmbolo com a outra mão. Observe o que acontece com o balãozinho.

Repita os procedimentos acima substituindo o ar pela água.



OBSERVAÇÕES MACROSCÓPICAS

Observamos que o balãozinho fica achatado em todas as direções nas duas situações, usando o ar ou a água no interior da seringa.

COMO A CIÊNCIA EXPLICA

De acordo com o Princípio de Pascal, em fluidos, como o ar e a água, as pressões são transmitidas integralmente, agindo em todas as direções e por toda a superfície do material nele imerso. Embora a água não seja compressível, ela transmite a pressão de modo análogo ao ar.

INTERFACE CIÊNCIA – TECNOLOGIA

Baseados na propriedade de transmissão de pressão sem perdas, vários equipamentos funcionam com ar ou óleo comprimido, como freios hidráulicos e prensas hidráulicas.

Além disso, a propriedade do ar de se comprimir pode ser usada para encher bolas, pneus de bicicletas, compressores de ar para encher pneus, entre outros exemplos.

CONCEITOS ABORDADOS

- Propriedades do ar
- Princípio de Pascal
- Equilíbrio entre as pressões
- Pressão atmosférica.

6. Descrição da aplicação de uma das atividades

As atividades foram ministradas em seis turmas de sexto ano (5ª série) e avaliadas após as gravações das aulas em áudio. Procurou-se envolver os alunos em busca de soluções para as situações problemas propostas, a partir da manipulação dos materiais, estabelecendo relações entre as causas e os efeitos dos fenômenos e pelas interações discursivas, oportunizando a exposição de ideias e a formação de argumentos.

Para exemplificar o processo de condução das aulas foi transcrita a aula envolvendo o conceito de pressão atmosférica. O desafio da atividade esteve em instigar os alunos a se conscientizarem dos efeitos provocados pela pressão atmosférica e atribuírem os fenômenos observados a ação que ela produz. Em seguida será apresentada a análise das interações dialógicas ocorridas durante essa aula.

Transcrição

O experimento da régua

(1) P: De onde vocês estão, conseguem ver a régua? Observem que metade dela está apoiada na mesa e a outra metade está suspensa no ar. Vou pegar essa cola bastão e vou jogar nessa ponta. O que vai acontecer?

(2) A1: Vai voar!

(3) P: Vai voar?

(4) A2: Vai!

(5) P: Vou jogar.

A professora jogou a cola sobre a região suspensa no ar e a régua caiu no chão.

(6) P: Agora vou colocar essa folha em cima da parte apoiada na mesa e jogar novamente a cola bastão. E agora será que cai?

(7) A3: Cai.

(8) A4: Cai não.

(9) A5: A folha cai.

(10) A6: A folha e a régua caem.

A professora arremessou a cola bastão na extremidade oposta a da folha e a régua não caiu.

Essa primeira atividade, “o experimento da régua”, permitiu que os alunos levantassem suposições que, por não terem sido confirmadas, deixou-os intrigados e curiosos.

(11)A7: Num falei.

(12) A8: É o vento que tá impedindo que a folha voe.

(13) P: Vento? Mas aqui dentro está sem vento. Além disso, se tivesse vento a folha não ficaria parada, ela iria voar. Qual a explicação?

(14) A9: Pra mim foi o papel que prensou na régua, o papel fez uma força pra não cair.

Foco da explicação estava no objeto (papel) e não na ação da atmosfera sobre o papel.

(15) A10: Eu acredito que, por exemplo, tá aqui a régua, como o papel é muito grande, a força feita pela cola não foi suficiente. Essa força que estava nos lados (*apontando para a folha de papel*) por ser grande segurou a régua.

Apesar de a aluna, nesta atividade, não ter dado uma explicação que mencionasse o ar ou a pressão, ela tinha noção de que existiam forças atuando no experimento.

(16) P: O A9 acha que o papel é que prensou a régua para ela não cair, a A10 considera que existem duas forças, a força aplicada na ponta da régua, através da cola bastão, e uma outra força do outro lado da régua, contrária, que é maior, que não deixa a régua cair.

(17) A11: Professora joga mais com mais força.

(18) P: Vou jogar.

A cola bastão foi jogada com mais força e a régua não caiu. Os estudantes se mostraram empolgados e impressionados.

(19) P: E aí, temos duas explicações. Alguém tem alguma outra explicação?

(20) A12: Eu tenho. Se tiver um vento muito forte e a folha vai indo pra cima e o negócio (*referindo-se a cola bastão*) vai bater e aí não cai.

(21) P: Vocês acham que o A12 pode estar certo?

(22) A13: Eu não entendi nada. Eu acho que a força vem do papel.

(23) P: Bom gente, existem forças atuando nessa experiência, quanto a isso vocês têm razão. O problema é que vocês estão com o foco no papel e não perceberam que o ar também participa da experiência. O que aplica uma força contrária na área do papel que impede a régua de cair é o ar atmosférico. O que é força aplicada numa área?

(24) A14: Pressão.

(25) P: Isso mesmo, pressão. O que não deixa a régua cair é a pressão atmosférica. Olha agora, o que tenho aqui? Um molho de pizza. Aqui na lata está escrito: embalagem a vácuo. O que isso quer dizer?

(26) A15: Que não tem ar.

(27) P: É isso mesmo, lá dentro só tem o molho porque antes dessa embalagem ser fechada é retirado praticamente todo ar de dentro dela, e sabem por que se faz isso?

(28) A16: Para caber mais.

(29) P: Não. Na verdade é uma forma de conservar melhor o alimento. Depois de tirar o ar coloca a tampa e o lacre. Aí fica difícil de abrir a lata. Por quê?

(30) A17: Por que essa tampinha de borracha não está deixando abrir.

Esta fala demonstra que a explicação do aluno ainda estava focada em objetos, impedindo a abstração necessária para atribuir o fenômeno a “impalpável” e “invisível” atmosfera. Houve necessidade de uma nova intervenção para desviar a atenção de observações macroscópicas.

(31) P: Novamente o foco não é a tampa.

(32) A18: O ar pressiona o negocinho de borracha.

(33) P: Isso. Mas o ar pressiona só o lacre de borracha?

(34) A20: Não, ele pressiona toda a tampa.

(35) P: Só a tampa?

(36) A21: Não a lata toda!

(37) P: Isso mesmo, o ar exerce pressão por todos os lados da lata. E quando eu tiro o lacre, gente?

(38) A22: Aí professora, o ar vai entrar dentro da lata e vai deixar abrir.

(39) A23: A pressão vai entrar.

(40) P: Legal, isso mesmo. Só tem um detalhe A22, a pressão não tem como entrar ou sair. Pressão é uma força aplicada em uma área. Quem entra ou sai é o ar e é o ar que faz pressão aonde ele estiver presente.

(41) A24: Na verdade tem, por exemplo, quando a gente entra na água.

(42) P: Como assim?

(43) A25: A água tem uma pressão forte.

(44) P: O que você está falando é verdade, o ar exerce pressão e a água também. Quando a gente entra numa piscina muito funda a gente pode perceber a pressão da água, mas a gente não consegue sentir a pressão do ar. Por quê?

Silêncio.

(45) P: Porque nós temos uma pressão interna contrária que se iguala a pressão atmosférica. O peixe tem uma pressão interna também que iguala a pressão que a água faz no corpo dele. Agora, aqui nessa embalagem, a pressão interna está menor que a pressão externa. Lembra? Essa lata não tem ar dentro dela. Quando eu tenho diferença de pressão entre o recipiente e a pressão atmosférica, essas pressões tenderão ao equilíbrio. Esse equilíbrio vai acontecer com a entrada do ar. Entendido?

O experimento do copo

(46) Vamos para a outra experiência de hoje. Vocês irão pegar o copo que está na bancada, irão colocar água, depois pegarão esse pedaço de papel e irão cobrir a boca do copo. Segura o papel até vocês virarem o copo de cabeça para baixo e depois tirem a mão do papel.

Os estudantes fizeram conforme solicitado. Tiveram dificuldade no início, mas a professora fez uma demonstração e eles, impressionados e empolgados, repetiram em suas bancadas.

(47) P: E aí, gente. Vocês no início acharam que não era possível. Como explicar o fato da água não cair depois de virar o copo de cabeça para baixo?

(48) A26: É porque o ar não entra professora.

(49) A27: O ar faz pressão no papel e não deixa a água cair.

(50) P: É semelhante ao exemplo que nós já vimos da régua e da lata. A explicação é a mesma, o ar quer entrar para igualar a pressão, mas como o copo está tampado, o ar não entra e a pressão externa no papel impede a água de cair.

O termo “o ar quer entrar” é inadequado e dificulta o entendimento do conceito, pois atribui característica humana a seres inanimados. Bachelard (1996) caracteriza como sendo um obstáculo animista e, portanto, essa fala deve ser evitada.

O experimento da garrafa com água

(51) P: Vamos para a última experiência. Chega todo mundo pra cá. Algum de vocês cria passarinho?

(52) Coro: Não.

(53) P: Mas vocês já viram aqueles bebedouros de água que ficam nas gaiolas?

(54) A28: Eu sei qual é professora.

(55) P: O esquema do bebedouro é semelhante a essa experiência aqui. No bebedouro a gente tem uma coluna de plástico e uma bacia pequena em baixo, aqui nós temos uma garrafa com uma coluna de água e uma bacia contendo água. Na nossa experiência e no nosso bebedouro de aves a água não escoar. Por quê?

(56) A29: Porque é assim, a pressão do ar tá fazendo pressão por aqui (*mostrando a água da bacia*) e aí essa pressão dentro da água não deixa a água da bacia cair.

(57) P: Todos entendem assim?

Silêncio entre os alunos e gestos de afirmação com a cabeça.

(58) P: Bom, a explicação de todas essas experiências de hoje estão relacionadas à pressão atmosférica. A água e o ar que estão dentro da garrafa fazem pressão, mas não podemos esquecer que o ar externo também faz pressão. Novamente temos a ação do ar atmosférico. A pressão externa é maior que a pressão interna, para chegar ao equilíbrio o ar tende a entrar, mas o ar não tem como entrar porque a garrafa está dentro da bacia com água. Aí o que acontece? O ar empurra a água da bacia para dentro da garrafa não deixando a água da garrafa descer. Deu pra entender?

(59) P: Agora, o que eu preciso fazer para que a água da garrafa escoar?

(60) A30: É só levantar.

(61) P: Ok, espertinho, não pode levantar a garrafa. O que eu poderia fazer?

(62) A31: É só fazer um furo aqui (*Apontando para a parte de cima da garrafa*).

(63) P: Que ideia interessante. Será que dá certo?

(64) A32: Dá.

(65) P: Se eu fizer um furo na garrafa o que vai acontecer?

(66) A33: A água vai cair, o ar vai entrar.

(67) P: Como na lata de pomarola? Legal. Nós não vamos fazer o furo, mas quem tiver curiosidade em saber se essa ideia funciona, é só fazer depois em casa. Nós iremos fazer diferente, vou colocar uma mangueira dentro da garrafa. Do jeito que está aqui (*mostrou a mangueira sem tampar uma das extremidades*). Vai dar certo?

(68) A34: Não.

(69) P: Por que não?

(70) A35: Vai entrar água.

(71) P: Então o que vou ter que fazer?

(72) A36: Bota uma tampinha professora.

(73) P: Ah! É o que eu pretendo fazer. Vou colocar essa massinha aqui na ponta. Ta vendo esse arame que está dentro da mangueira? Vai servir para eu empurrar a massinha depois que a mangueira estiver dentro da garrafa. Vamos tentar? Observem.

O procedimento foi realizado e assim que a massinha caiu, foram observadas bolhas e a descida da água para a bacia.

(74) A37: Que legal! Faz de novo professora.

(75) P: Tentem vocês uma vez, depois que terminar pega a ficha e comecem a responder.

Os materiais estavam dispostos em todas as bancadas e o experimento foi feito pelos alunos.

7. Análise do diálogo estabelecido nas atividades

A partir da transcrição da aula e utilizando as Tabelas 1 e 2 procurou-se categorizar a atuação docente e discente.

Tabela 1. Atuação docente

Categorização da atuação docente	
Intervenções	Falas retiradas da aula transcrita
Instigou (criando problema e introduzindo termos)	(1) (6) (23) (25) (27) (29) (44) (46) (51) (55) (58) (65) (67)
Questionou ou solicitou melhor explicação	(13) (21) (33) (35) (42) (47) (53) (63) (69) (71)
Parafraseou a resposta	(23) (37) (44) (73)
Contrapôs	(13) (21) (31)
Organizou ou recapitulou	(19) (23) (40) (50) (55) (67)
Deu ênfase a fala e as ideias	(16) (18) (37) (63)
Concluiu	(25) (45) (50) (58)

Tabela 2. Atuação discente

Categorização da atuação discente	
Ações	Falas retiradas da aula transcrita
Levantam hipóteses ou apresentam proposta de intervenção	(8) (14) (15) (22) (38) (48) (60) (62) (72)
Expõem ideias	(11) (12) (20) (30)
Respondem a questão proposta	(2) (4) (7) (8) (9) (10) (22) (28) (52) (54) (64) (68) (70)
Expõem um dado lembrado	(24)
Explicam utilizando conceitos	(15) (26) (30) (32) (34) (36) (39) (49) (56) (66)
Fazem associações	(20) (41) (43)

Essa atividade possibilitou uma constante interação entre os alunos, que se mantiveram o tempo todo envolvidos e dispostos a expor seus argumentos. Vários pontos de vista foram ouvidos e confrontados, tanto que as falas da professora contabilizam um total de 33 e as falas dos alunos um total de 35, caracterizando a interação como dialógica. Observando a tabela 2 percebe-se que as ações que mais apareceram entre os alunos foram responder as questões solicitadas e dar explicações utilizando os conceitos. Analisando-se as intervenções docentes, predominavam perguntas apontando que a atuação dos alunos se mostra dependente da postura discursiva do professor. Por meio da Tabela 2, também é possível identificar que os alunos conseguem transpor o discurso dialógico para o discurso de autoridade, apresentando explicações utilizando os conceitos abordados.

As intervenções foram realizadas no intuito de dar suporte à fala dos alunos, ajudando-os a perceber as similaridades e as contradições de suas falas, ideias e conclusões a partir do confronto das ideias cotidianas com o saber científico. Ao final de cada discussão, foram feitas sistematizações enfatizando a versão científica.

Na visão de Azevedo (2003) estas três atividades podem caracterizar-se como uma atividade de investigação, pois a ação do aluno não estava limitada à observação e à manipulação. Ela também promoveu a reflexão, a discussão e a explicação, em que o aluno deixou de ser apenas um observador.

Durante a aula os estudantes agiram sobre o objeto de estudo e tiveram o interesse de repetir os procedimentos que foram inicialmente realizados de forma demonstrativa. As demonstrações, por sua vez, permitiram uma investigação acerca dos fenômenos demonstrados. Contrariando a antiga prática, a explicação teórica surgiu como forma de interpretação das observações, desfazendo o equívoco de usar a prática como comprovação de teoria. Além disso, usou-se a linguagem na compreensão do fenômeno e não somente a observação.

Em meio a explicação dos fenômenos observados foi possível extrapolar o ensino para outras situações ligadas ao cotidiano. Na aula transcrita, falou-se dos enlatados embalados a vácuo e do funcionamento dos bebedouros das aves.

8. Comentários finais

Usando a experimentação de forma rotineira, concepções equivocadas estavam presentes na prática docente determinando o modelo didático pessoal. No decorrer do trabalho, influenciado pelos referenciais, surgiu à necessidade de enriquecer as teorias pessoais e as ações sobre a experimentação no ensino de Ciências a partir das reflexões sobre: a própria prática, a natureza epistemológica da ciência e da experimentação no ensino.

Segundo Moura e Chaves (2009) e Galiuzzi e Gonçalves (2004) a experimentação não deve ser entendida como uma estratégia de ensino complementar a teoria, pontuada como elemento motivador de aprendizagem e legitimador de teorias. Em contraposição, defendem que a experimentação deve ser uma abordagem de ensino condicionada mais a natureza da ciência apontando para relações sociais, culturais, econômicas e políticas.

Dessa forma, incorporaram-se nas atividades experimentais, situações problematizadas como modalidade de experimentação, inserindo o diálogo como forma de explicitação e confronto entre os conhecimentos prévios e científicos na apreensão dos significados. Com isso, os alunos ao invés de estarem passivos no processo de aprendizagem, trocaram ideias, encontraram respostas, desenvolveram o raciocínio e elaboraram argumentos e a professora, por sua vez, assumiu uma postura mais aberta, dialógica, curiosa, valorizando e questionando o posicionamento dos alunos sem abrir mão de sua condição docente.

9. Bibliografia

AZEVEDO, Maria Cristina P. Stella. *Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula*. In: Anna Maria Pessoa de Carvalho. *Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática*. São Paulo: Pioneira Thomson, 2003.

BACHELARD, Gaston. *A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento*. Tradução Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BARATIERI, Stela Mari; BASSO, Nara R. Souza.; BORGES, Regina Maria Rabello; ROCHA FILHO, João Bernardes da Rocha. *Opinião dos estudantes sobre a experimentação em química no ensino médio*. *Experiências em ensino de ciências*, v. 3, n. 3, 2008.

BIZZO, Nélio. *Ciências: fácil ou difícil?* São Paulo: Ática, 1998.

FREIRE, Paulo. *Pedagogia da autonomia – Saberes Necessários à Prática Educativa*. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREIRE, Paulo. *Pedagogia do oprimido*, 17ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

GALIAZZI, Maria do Carmo; GONÇALVES, Fábio Peres. *A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na licenciatura em química*. *Química Nova*, v. 27, n. 2, 2004.

HARRES, João Batista Siqueira. *Uma revisão de pesquisas nas concepções de professores sobre a natureza da ciência e suas implicações para o ensino*. *Investigações no Ensino de Ciências*, v. 4, n. 3, 1999.

HENNING, George J. *Metodologia do ensino de ciências*. 2ª ed. Porto Alegre: Mercado aberto, 1994.

HODSON, D. *Investigacion y Experiências didácticas*. *Enseñanza de las ciencias*, v. 12, 1994.

MONTEIRO, Marco Aurélio Alvarenga; TEIXEIRA, Odete Pacubi B. *Uma análise das interações dialógicas em aulas de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental*. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 9, n. 3, 2004.

MOREIRA, Marco Antônio; OSTERMANN, Fernanda. *Sobre o ensino do método científico*. *Caderno Brasileiro de Física*, v. 10, n. 2, 1993.

MORTIMER, Eduardo F.; SCOTT, Phil. *Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino*. Investigações em Ensino de Ciências, v. 7, n. 3, 2002.

MOURA, Gesiel Nascimento; CHAVES, Silvia Nogueira. *Visões e virtudes pedagógicas do ensino experimental da química*. In: VII Enpec, Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Anais do VII Enpec. Florianópolis: UFSC, 2009.

SHÖN, Donald. *Formar professores como profissionais reflexivos*. In: Antônio Nóvoa. Os professores e a sua formação. Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1992.

SILVA, Lenice Heloísa de Arruda; ZANON, Lenir Basso. *A experimentação no ensino de ciências*. In: R. P. Schneltzer, R. P., M R Aragão. Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens. Campinas: UNIMEP/CAPES, 2000.

SILVA, Sebastião Franco; NÚÑEZ, Isauro Beltrán. *O ensino por problemas e trabalho experimental dos estudantes: reflexões teóricas-metodológicas*. Química Nova, v. 25, n. 6B, 2002.