

# **As habilidades cognitivas desenvolvidas por alunos do ensino médio de química em uma atividade experimental investigativa**

## **The Cognitive Skills developed by secondary education students' in investigative experimental chemistry lessons**

**Rita de Cássia Suart<sup>1</sup>**  
**Maria Eunice Ribeiro Marcondes<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Mestranda no Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências / e-mail: rsuart@iq.usp.br

<sup>2</sup> Departamento de Química Fundamental / Instituto de Química / Universidade de São Paulo

### **RESUMO**

Algumas pesquisas em ensino de Química têm destacado a importância do uso de atividades experimentais investigativas para o desenvolvimento de habilidades cognitivas nos alunos e para sua maior participação no processo de aprendizagem. O presente trabalho apresenta a análise das respostas elaboradas por alunos quanto ao alto ou baixo nível de habilidades cognitivas desenvolvidas em uma seqüência de atividades experimentais investigativas ocorridas em um ambiente construtivista de ensino de química, a fim de verificar se a atividade experimental promove discussão, elaboração de hipóteses, interpretação dos dados e elaboração de conclusão pelos alunos, necessários para uma aprendizagem significativa.

**Palavras-chave:** experimentação, ensino de química, habilidades cognitivas.

### **ABSTRACT**

Some research works in Chemistry Teaching have focused the importance of the use of investigative laboratory work to develop students' cognitive skills to increase the participation in the learning process. This study presents the analysis of a sequence of investigative experimental chemistry classes in a constructivist context, classifying the student's answer in lower or higher levels of cognitive skills. It was found that the students in a investigative and constructivist context had the opportunity to elaborate answers that claim a higher order cognitive skills, for example, elaboration of hypothesis, explanation of experimental data and elaboration of conclusions, essential for a meaningful learning.

**Keywords:** experimental, chemistry teaching, cognitive skills.

## **INTRODUÇÃO**

A experimentação é um recurso valorizado no processo de ensino e aprendizagem de ciências. Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio de Química (Brasil, 1999), argumentam que as atividades práticas não devem se restringir a procedimentos experimentais, mas promover momentos de discussão, interpretação e explicação das situações experimentais, desenvolvendo nos alunos compreensão dos processos químicos e sua relação com o meio cultural e natural, de maneira a desenvolver competências e habilidades para o exercício da cidadania e do trabalho.

Muito já se pesquisou sobre o laboratório didático, principalmente como estratégia de ensino (Hodson 1994; Gil-Perez & Valdés Castro, 1996; Gonzales, 1992; Garcia Barros et al, 1995; Watson et al, 1995).

Algumas destas pesquisas apontam que a experimentação ainda é pouco utilizada pelos professores de ensino médio, e quando empregada, é de maneira acrítica e deficiente, indicando uso de metodologias de caráter indutivista e valorizando aspectos como manipulação de materiais, demonstração e comprovação de teorias; e que são poucos os estudos que tratam da natureza das dificuldades enfrentadas pelos estudantes durante a aula experimental.

Neste trabalho, investigamos como os estudantes do ensino médio de química, interpretam os dados coletados nas atividades experimentais e respondem às questões propostas por professores que atribuem sua prática pertencente a um contexto construtivista e investigativo. Analisamos se a atividade prática aplicada permite aos alunos elaborarem explicações de natureza cognitiva, privilegiando seu desenvolvimento conceitual, fazendo com que os estudantes elaborem e supervisionem suas idéias promovendo ação e reflexão necessárias para uma aprendizagem significativa.

## **O PAPEL DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL NO ENSINO DE QUÍMICA**

As atividades experimentais são ainda uma prática pouco utilizada nas escolas públicas brasileiras por diversos motivos conhecidos pelos professores como falta de laboratórios, aquisição de materiais e reagentes, falta de tempo para o preparo das aulas, e falta de conhecimento de atividades práticas. (Lima, 2004). Todavia, a grande maioria dos professores concorda que as atividades experimentais são de grande importância para o processo de ensino e aprendizagem, porém, quando utilizam a experimentação, a maioria dos professores o faz de maneira simplista valorizando aspectos de uma abordagem indutivista, fortalecendo a visão de ciência como método infalível e definitivamente verdadeiro.

Segundo Amaral e Silva (1997) apud Zanon e Silva (2000), muitos professores imaginam ser possível “comprovar a teoria no laboratório” ou que os alunos consigam por si só obter uma teoria a partir de experimentos “por descoberta”.

Segundo Gil Perez e colaboradores (2005), muitas das atividades experimentais propostas no ensino têm a concepção empírico-indutivista, a qual evidencia o papel da observação e da experimentação “neutra”, esquecendo o papel essencial das hipóteses como norteadoras das investigações e dos corpos de conhecimento, e dessa maneira, pode contribuir para uma visão deformada do trabalho científico por parte dos alunos.

Além do modo como as concepções da ciência são desenvolvidas nos alunos, outra importância fundamental das atividades experimentais é a de promover momentos de reflexão, análise e síntese dos dados obtidos no processo de experimentação. Muitas das atividades experimentais quando realizadas de maneira indutivista e comprobatória, impedem que esses momentos de construção de explicações científicas ocorram e que habilidades cognitivas sejam desenvolvidas.

Gil et al (2005) argumentam que:

“o que mais importa numa perspectiva empirista, olhada pelo lado didático, são os resultados finais independentemente dos processos da sua obtenção, ou seja, a experiência surge-nos não problemática, não relevando os aspectos mais complexos e difíceis da pesquisa, nem as condições teóricas e técnicas da sua produção. Também, muitas vezes, não se analisa e reflete no significado da experiência e tão só no que é previsível que aconteça.” (Gil et al, 2005, pág .98)

Além da concepção empirista-indutivista, a experimentação no ensino de química pode ser desenvolvida por outras concepções: demonstrativa, dedutivista-racionalista ou construtivista. (Moraes, 1998 apud Rosito,2003)

A experimentação demonstrativa propõe atividades práticas voltadas às demonstrações de verdades estabelecidas, não permitindo compreender sua construção, e encontra-se implícita, a idéia de verdade definitiva. Num experimento dedutivista-racionalista, segundo a autora, as atividades práticas são orientadas por hipótese derivadas da teoria. A observação está impregnada de pressupostos teóricos. Na perspectiva construtivista, as atividades são organizadas considerando as concepções prévias dos alunos. Nesta concepção, os experimentos são desenvolvidos na forma de problemas ou testagem de hipóteses, envolvendo o cotidiano do aluno. A postura construtivista aceita que nenhum conhecimento é assimilado do nada, mas deve ser reconstruído pela estrutura de conceitos já existentes. A discussão e diálogo são de suma importância para combinar ação e reflexão.

Distintas concepções guiam as atividades experimentais do ensino de química, cada qual com seus objetivos e finalidades. A escolha pelo tipo de atividade a ser implementada em sala de aula é dever do professor, que poderá ser influenciado pelas suas próprias concepções e pelas possibilidades oferecidas no seu ambiente de trabalho. Neste trabalho defende-se a abordagem construtivista, conforme descrito em Rosito (2003), e outros autores que serão detalhados a seguir.

#### **AS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS EM UM CONTEXTO DE ENSINO CONSTRUTIVISTA E INVESTIGATIVO**

As atividades experimentais para serem significativas no processo de aprendizagem devem conter ação e reflexão. Não basta apenas que os alunos realizem o experimento, é necessário integrar a prática com discussão, análises dos dados obtidos e interpretação dos resultados, fazendo com que o aluno investigue o problema. Segundo Hodson (1994), o trabalho experimental deve estimular o desenvolvimento conceitual, fazendo com que os estudantes explorem, elaborem e supervisionem suas idéias, comparando-as com a idéia científica, pois só assim elas terão papel importante no desenvolvimento cognitivo. Pesquisas mostram que “os estudantes desenvolvem melhor sua compreensão conceitual e aprendem mais acerca da natureza das ciências quando participam de investigações científicas, em que haja suficiente oportunidade e apoio para reflexão” (Hodson, 1992).

Tamir (1977) apud Gil et al (2005), distingue dois tipos de trabalho experimental: os de verificação e os de investigação. No primeiro caso é o professor que identifica o problema, que relaciona o trabalho com outros anteriores, que conduz as demonstrações (fora de um contexto de problematização) e dá instruções diretas - tipo receita. Quanto ao segundo tipo de trabalho experimental, o investigativo, apresenta as seguintes características: (1) deve ser um meio para explorar as idéias dos alunos e desenvolver a sua compreensão conceptual; (2) deve ser sustentado por uma base teórica prévia informadora e orientadora da análise dos resultados (3) deve ser delineada pelos alunos, para possibilitar um maior controle sobre sua própria aprendizagem, sobre as suas dificuldades e de refletir sobre o porquê dessas atividades, para as ultrapassar.

Ao descrever o construtivismo, Shiland (1999) argumenta que a essência do construtivismo está no conhecimento construído na mente do aprendiz e que idéias alternativas trazidas pelos alunos à sala de aula podem dificultar a aprendizagem. O autor amplia suas idéias

argumentando que para a aprendizagem significativa ocorrer são necessários um contexto social, uma certa insatisfação do aluno com o conhecimento atual e que o novo conhecimento seja aplicável e útil para os alunos.

Todas estas proposições teriam, segundo o autor, implicações diretas no trabalho laboratorial, devendo haver, por parte do professor, uma mudança na estruturação e objetivos dessas atividades de forma a aumentar e valorizar as atividades cognitivas dos alunos, como, por exemplo, permitir que os alunos identifiquem e controlem variáveis ou que participem da elaboração do procedimento experimental. Direcionar as atividades laboratoriais para o início da aula pode contribuir para o professor diagnosticar as concepções alternativas dos estudantes, possibilitando também, os alunos predizerem e elaborarem hipóteses para os resultados.

Ainda avaliando as implicações do construtivismo para as atividades laboratoriais, Shiland (1999) argumenta que ao elaborar atividades nas quais os resultados não são óbvios e são aplicáveis, os alunos poderão se sentir insatisfeitos com suas concepções e desafiados a solucionar o problema usando suas novas idéias em contextos mais amplos. Contribuindo para este ambiente de aprendizagem significativa, o professor poderia elaborar atividades para os estudantes trabalharem em grupos, discutindo suas predições e resultados com toda a classe, valorizando assim as habilidades e competências sociais que a atividade laboratorial pode desenvolver.

Podemos então afirmar que na perspectiva construtivista, as atividades são organizadas considerando os conhecimentos prévios dos alunos. Nesta concepção, os experimentos são desenvolvidos na forma de problemas ou testagem de hipóteses, envolvendo o cotidiano do aluno. A postura construtivista aceita que nenhum conhecimento é assimilado do nada, mas deve ser reconstruído pela estrutura de conceitos já existentes. A discussão e diálogo são importantes para combinar ação e reflexão.

Domin (1999) aponta outros três estilos de experimentação que podem envolver a participação do aluno em diferentes níveis. O estilo investigativo requer que o estudante formule o problema, relate a investigação previamente, crie hipóteses, prediga o resultado e execute a investigação. O estilo descoberta (investigação guiada), difere do estilo investigativo no que diz respeito ao procedimento que é dado pelo professor e os resultados que são conhecidos por ambos. Porém, alguns autores criticam este estilo, atribuindo a impossibilidade de o aluno descobrir algo que não está preparado para descobrir (Hodson, 1996 apud Domin 1999) e que algumas vezes, o professor não pode esperar que um grupo de alunos descubra o mesmo princípio, o mais provável é que um aluno passe a resposta do problema para a outro. Por fim, o estilo baseado em problemas é aquele no qual o estudante desenvolve o procedimento e o resultado é desconhecido pelo aluno e professor. O papel do professor é direcionar os estudantes para a resolução do problema e os alunos devem elaborar hipóteses para a sua conclusão, ou seja, há a necessidade de pensar sobre o que estão fazendo e para que estão fazendo.

Embora as atividades experimentais realizadas de maneira demonstrativa possam ter um menor significado para a aprendizagem (Hodson, 2005; Caamanõ, 2005; Hofstein,2005), elas também podem ser planejadas com o objetivo de desenvolver habilidades de elaboração de hipóteses, análise dos dados e questionamentos, desenvolvidas por demonstração do professor. Diferentemente de um experimento verificacionista, na qual a atividade é elaborada e executada com o objetivo de evidenciar e provar uma teoria no laboratório ou motivar o aluno em um outro contexto que não o da sala de aula, sem muitas metas cognitivas, as atividades demonstrativas, mesmo quando realizadas em sala de aula, podem contribuir significativamente para o desenvolvimento de habilidades cognitivas. Cabe ao professor criar um ambiente onde o aluno participe ativamente do processo de construção do conhecimento químico.

Os experimentos de laboratório mesmo quando desenvolvidas por demonstração, devem ser planejados a fim de que os alunos expressem idéias na busca de explicações para os fenômenos apresentados; organizando, testando e argumentando sobre os dados coletados, com a possibilidade da construção de modelos condizentes com os científicos. Para isso, o professor deve tornar-se orientador na sala de aula e conduzir seus alunos para a resolução do problema apresentado. Segundo Gepeq (1998) :

O professor deve fazer uso do trabalho de laboratório para criar oportunidades nas quais os alunos possam manifestar seus conceitos já conhecidos, explorá-los e reconstruí-los. São a exploração e a reelaboração de idéias que constituem, na realidade, o processo de aprendizagem e, dessa forma, as atividades experimentais têm a função de prover evidências concretas para tais explorações e reconstruções (Gepeq, 1998, p.48).

Deve-se distinguir entretanto entre atividades investigativas feitas por demonstração e atividades de demonstração. Conforme aponta Carvalho (1999), as atividades de demonstrações têm o único objetivo de ilustrar o que foi falado, de comprovar um conteúdo já ensinado, ou seja, mostrar, aos alunos, que o professor estava certo. Já as atividades de caráter investigativo, buscam questão problematizadora que ao mesmo tempo desperte a curiosidade e oriente a visão do aluno sobre as variáveis relevantes do fenômeno a ser estudado, fazendo com que eles levantem suas próprias hipóteses e proponham possíveis soluções.

As chamadas demonstrações experimentais investigativas são demonstrações que partem da apresentação de um problema sobre o fenômeno a ser estudado e da investigação a respeito deste fenômeno. Neste contexto, percebemos mudanças significativas no que se refere ao papel do professor e do aluno: o professor torna-se um orientador em sala de aula, tentando conduzir seus alunos, pela argumentação e pela proposição de questões, ao levantamento de hipóteses acerca da atividade experimental apresentada, com o objetivo de levar estes alunos a procurar possíveis explicações causais para o fenômeno observado, ou seja, serem ativos no processo de construção do conhecimento. (Carvalho, 1999,p. 41).

A experimentação pode ter grande poder de desenvolver nos alunos a capacidade cognitiva, e se conduzidas de maneira a favorecer o pensamento lógico, o processo ensino-aprendizagem poderá alcançar resultados satisfatórios quanto ao desenvolvimento dessas habilidades.

Para Zoller(2002) as habilidades cognitivas podem ser definidas em duas categorias: as *habilidades cognitivas de ordem baixa (LOCS)*<sup>1</sup> e as *de ordem alta (HOCS)*<sup>2</sup>.

Habilidades Cognitivas de Baixa Ordem são caracterizadas por capacidades tais como: conhecer, recordar/relembrar a informação e/ou aplicação simples de conhecimento ou algoritmos memorizados em situações familiares e resolução de exercícios, já as de Alta Ordem são referidas como aquelas capacidades orientadas para a investigação, resolução de problemas (não exercícios), tomada de decisões, desenvolvimento do pensamento crítico e avaliativo. Questões de alta ordem cognitiva são definidas como: problemas não familiares para o estudante, que requerem para sua solução, conhecimento adicional, aplicação, análise e capacidades sintéticas, tal como fazer conexões e pensamentos avaliativos, para a solução.

As práticas de laboratório nas quais os alunos seguem um procedimento tipo receita, coletam os dados, mas não os discutem ou os analisam têm-se demonstrado de forte caráter de baixa cognição. Os alunos não compreendem o porquê do experimento, não desenvolvem uma síntese do que foi proposto.

As questões de baixa ordem cognitiva requerem dos alunos apenas lembrar a informação ou simplesmente aplicar a teoria ou conhecimento a situações e contextos familiares, as quais podem ser solucionados por meio de processos algoritmos específicos ou práticos que requerem apenas técnica, aplicação ou memorização de procedimentos para sua resolução. Pesquisas indicam que muitos estudantes resolvem os problemas de química usando somente estratégias algorítmicas e não entendem os conceitos químicos. (Gabel et al, 1984 apud Zoller, 2000; Zoller, 2000).

As atividades orientadas para o desenvolvimento cognitivo do aluno, podem permitir que estes construam suas explicações para a compreensão do fenômeno, estabelecendo relações entre os dados e fatos químicos observados. Pode-se oferecer ao aluno a oportunidade de pensar sobre o problema,

---

<sup>1</sup> LOCS : Lower Order Cognitive Skills

<sup>2</sup> HOCS : Higher Order Cognitive Skills

resolvê-lo através da experimentação, relatar e discutir suas idéias, que poderão contribuir para o processo de conceituação do fenômeno químico.

Desta forma, em uma abordagem construtivista e investigativa como a defendida neste trabalho, ambos, o papel do professor e do aluno, são essenciais para que o trabalho experimental seja desenvolvido e executado a fim alcançar as metas do processo de ensino e aprendizagem. O aluno, deixa de ser o agente passivo da aula e passa a agir sobre seu processo de pensamento, questionando, pensando, participando da construção do pensamento. O professor deixa de ser o transmissor de conhecimentos e passa a questionar seus alunos, conduzindo-os a elaboração de respostas condizentes com a visão científica, gerando questões e problemas que serão discutidos e refletidos à luz dos conhecimentos científicos, de forma a respeitar as distintas idéias e opiniões em sala de aula. Shiland (1999) e Carvalho (1999).

## METODOLOGIA DA PESQUISA

A metodologia do trabalho compreende a pesquisa qualitativa, uma vez que interpretam-se as respostas dos alunos durante uma atividade experimental, analisando os dados escritos pelos alunos e a transcrição de suas falas. Foram gravadas em áudio e vídeo, uma seqüência de quatro aulas do primeiro ano do ensino médio de um colégio localizado na cidade de São Paulo. A escolha da escola foi determinada pelos pesquisadores por dois motivos: (1) por sediar e executar pesquisas de interesse próprio e de universidades, conforme descrito em seu projeto pedagógico e (2) as aulas da professora de química se enquadrarem nas características construtivistas e investigativas defendidas neste trabalho. As evidências de uma prática construtivista e investigativa por parte da professora foram confirmadas por uma entrevista e acompanhamento de algumas aulas antes das gravações utilizadas na pesquisa.

Para a pesquisa, não se determinou qual conteúdo químico seria investigado, a pesquisadora gravou e analisou as aulas do segundo semestre sem nenhuma interferência metodológica. Foram gravadas e analisadas quatro aulas de cinquenta minutos cada, sobre o conceito de densidade, as quais podem ser separadas em três momentos: pré-laboratório (experimentos demonstrativos realizados pela professora), laboratório (alunos vão à bancada realizar o experimento) e o pós-laboratório (discussão em grupo). Das quatro aulas, as duas primeiras tiveram duração de cinquenta minutos com a discussão de experimentos demonstrativos sobre o conceito de massa e volume e conceituação de densidade. Da terceira aula, os vinte primeiros minutos foram utilizados para a discussão de um experimento demonstrativo da alteração do valor da densidade da água devido adição de sal, e o restante da aula foi utilizado para a realização do experimento em grupos para determinação de densidade em sólidos e líquidos. Na quarta aula, três grupos utilizaram alguns minutos para finalizarem o experimento, e em seguida, a professora realizou a discussão dos resultados com a sala.

Cabe ressaltar que as filmagens foram realizadas pela pesquisadora, procedimento que contribui para a melhor compreensão das posteriores transcrições. Notas de campo também foram realizadas, auxiliando na análise dos dados. Questões escritas elaboradas pela professora e respondidas pelos alunos individualmente ou em grupos, dependendo do momento, também foram coletadas e analisadas.

As aulas pré e pós-laboratório foram gravadas procurando privilegiar as falas de toda a turma; dois grupos formados por cerca de cinco alunos cada, forma gravados em áudio e vídeo e três somente em áudio.

As categorias para análise das respostas dos alunos foram elaboradas previamente pelas pesquisadoras baseando-se no procedimento por caixas<sup>3</sup> (Bardin, 1977), utilizando como referencial as definições de Zoller (2002) para as habilidades cognitivas (Tabela 1).

---

<sup>3</sup>caixas: procedimento de categorização proposto por Bardin (1977), no qual é fornecido o sistema de categorias e repartem-se da melhor maneira possível os elementos, à medida que vão sendo encontrados, aplicáveis no caso da organização do material decorrer diretamente dos funcionamentos teóricos hipotéticos.

Após a transcrição, as falas e as questões escritas dos alunos foram categorizadas utilizando os níveis cognitivos apresentados na tabela 1. As categorias foram apresentadas e discutidas com um grupo de pesquisadores para seu redimensionamento e posterior validação.

As perguntas propostas pelo professor também foram analisadas conforme conjunto de categorias descritas na Tabela 2. Adaptou-se o critério de categorias desenvolvido por Shepardison e Pizzini (1991), que investigaram o nível de exigência cognitiva requerido pelas questões propostas em livros didáticos do ensino médio de química.

**Tabela 1: Nível cognitivo das respostas dos alunos**

<b>Nível</b>	<b>Categoria de resposta ALG</b>
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Não reconhece a situação problema.</li> <li>• Limita-se a expor um dado lembrado.</li> <li>• Retêm-se a aplicação de fórmulas ou conceitos</li> </ul>
<b>Nível</b>	<b>Categoria de resposta LOCS</b>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconhece a situação problemática e identifica o que deve ser buscado.</li> <li>• Não identifica variáveis</li> <li>• Não estabelece processos de controle para a seleção das informações.</li> <li>• Não justifica as respostas de acordo com os conceitos exigidos</li> </ul>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explica a resolução do problema utilizando conceitos já conhecidos ou lembrados (resoluções não fundamentadas, por tentativa) e quando necessário representa o problema com fórmulas ou equações.</li> <li>• Identifica e estabelece processos de controle para a seleção das informações</li> <li>• Identifica as variáveis, podendo não compreender seus significados conceituais.</li> </ul>
<b>Nível</b>	<b>Categoria de resposta HOCS</b>
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seleciona as informações relevantes.</li> <li>• Analisa ou avalia as variáveis ou relações causais entre os elementos do problema.</li> <li>• Sugere as possíveis soluções do problema ou relações causais entre os elementos do problema.</li> <li>• Exibe capacidade de elaboração de hipóteses</li> </ul>
5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aborda ou generaliza o problema em outros contextos ou condições iniciais</li> </ul>

**Tabela 2: Nível de cognição das questões propostas para os alunos**

<b>Nível</b>	<b>Descrição</b>
1	Requer que o estudante somente recorde uma informação partindo dos dados obtidos.
2	Requer que o estudante desenvolva atividades como seqüenciar, comparar, contrastar, aplicar leis e conceitos para a resolução do problema.
3	Requer que o estudante utilize os dados obtidos para propor hipóteses, fazer inferências, avaliar condições e generalizar.

A análise das perguntas dos professores é de fundamental importância, pois para que o aluno se engaje efetivamente no processo, é necessário que a tarefa proposta seja desafiadora e

---

significativa. A análise das respostas dos alunos pode exibir o grau de habilidade cognitiva exigida pelo aluno para a resolução do problema e sua contribuição no processo de ensino e aprendizagem.

## RESULTADOS E ANÁLISE DOS DADOS

Apresenta-se a análise dos dados em três etapas: a primeira se refere às questões propostas pelo professor e às respostas fornecidas pelos alunos nas três primeiras aulas de discussão pré laboratório, em que a professora discutiu os conceitos de massa e volume e foi elaborado o conceito de densidade; a segunda etapa de análise diz respeito ao momento de realização dos experimentos pelos estudantes, na terceira aula; e o terceiro momento, refere-se à discussão final com toda a sala e retomada do conceito.

Foram analisadas todas as falas dos sujeitos envolvidos na pesquisa, sendo que algumas delas não puderam ser analisadas isoladamente, mas sim, considerando o raciocínio desenvolvido pelo aluno ou alunos durante uma seqüência de falas. Algumas falas não foram consideradas para análise, por não apresentarem conteúdo significativo para sua categorização e inclusão nos resultados da pesquisa. Por fim, as frases e raciocínios cognitivos foram qualitativamente analisados e dispostos nas categorias definidas. São considerados neste trabalho, a freqüência com que cada categoria surge no decorrer da construção do conceito de densidade e suas relações com a atividade experimental investigativa.

Para facilitar a visualização, a análise dos dados está disposta em gráficos. Na figura 1.a são apresentadas as freqüências das questões propostas pela professora nas três primeiras aulas. Nas duas primeiras aulas a professora discutiu com os alunos o conceito de massa e volume utilizando experimentos demonstrativos investigativos para conceituar densidade e, em parte da terceira aula, demonstra o experimento de um ovo em um béquer com água e posterior adição de sal, com a finalidade de discutir e generalizar mais profundamente o conceito.



Figura 1a: Nível de cognição das questões propostas pelo professor

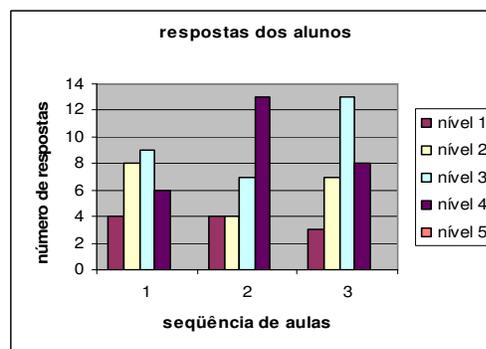


Figura 1b: Nível cognitivo das respostas dos alunos

Na figura 1.b são apresentadas as freqüências das respostas dos alunos com relação às habilidades cognitivas, nas três primeiras aulas. Observa-se um elevado número de respostas que revelam habilidades cognitivas classificadas nos níveis 3 e 4, condizente com as perguntas do professor, as quais exigem esse tipo de respostas. O objetivo da professora nestas aulas foi o de construir juntamente com os alunos o conceito de densidade, sem introdução da fórmula até o momento em que os alunos percebessem a relação entre massa e volume. A apresentação da relação  $d = m/v$ , ocorre somente no final da segunda aula. Para isso, a professora propõe questões que exigem comparações, proposições e avaliação de condições, como observado na

Tabela 1.a (níveis 2 e 3). Os objetivos são atingidos uma vez que as respostas dadas exibem processo de controle, análise de variáveis e suas relações causais (Figura 1.b).

Durante o experimento, os alunos, em grupos, tinham como objetivo calcular as densidades de sólidos e líquidos com o auxílio de um protocolo, e comparar seus dados com os valores de densidades contidos em uma tabela “padrão”. Simultaneamente, deveriam responder a algumas questões contidas no protocolo de investigação. Das quatro questões propostas pelo professor, consideradas para análise, duas pertencem ao nível 2 de cognição (questão 1 e 3) e as outras duas pertencem ao nível 3 de cognição (questão 2 e 4).

As respostas dos alunos estão organizadas na figura 2.

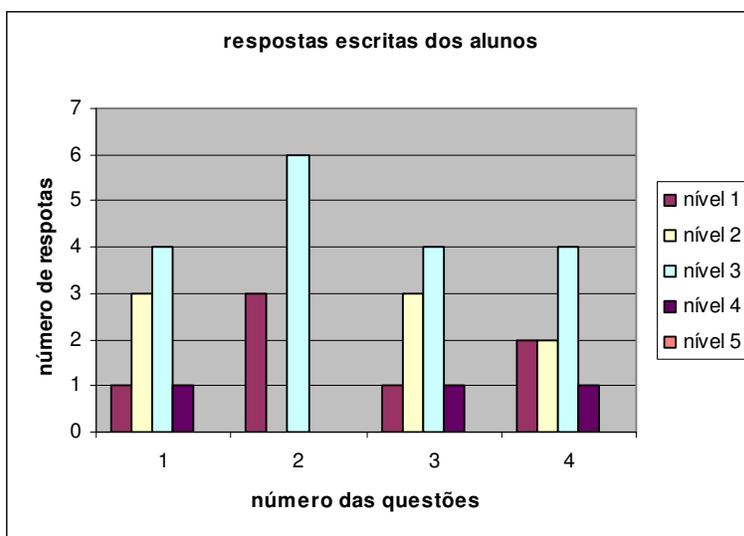


Figura 2: Nível de cognição das respostas escritas dos alunos

Dos nove grupos analisados, a maior parte das respostas enquadra-se no nível três de habilidades cognitivas, e apenas três delas no nível quatro. A questão 2, classificada como nível três de exigência do professor, mostrou que os alunos elaboraram respostas categorizadas no nível 2 ou 3. Essa questão exigia que os alunos exibissem a capacidade de relacionar a impossibilidade de medir o volume final de um sólido dissolvido em água para determinar sua densidade. Nenhum grupo conseguiu explicar satisfatoriamente a questão, exibindo a capacidade de analisar as variáveis e suas relações causais, ou seja, que ao dissolver o sal seria impossível medir o volume final do sólido. Os grupos classificados no nível 1 não compreenderam o problema.

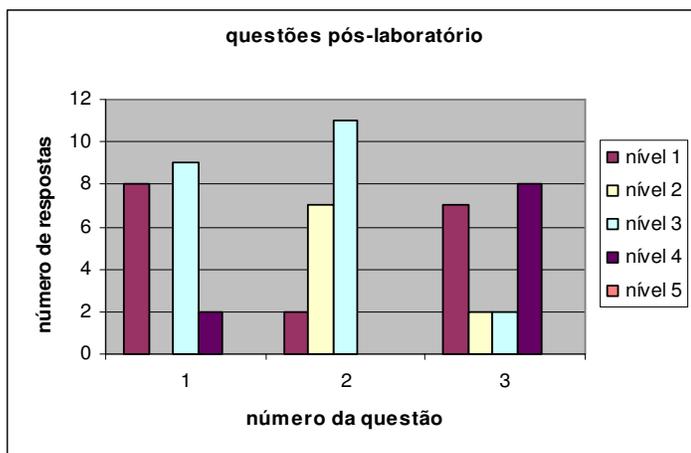
Das três respostas classificadas no nível três, duas pertencem ao mesmo grupo, o que evidencia que os outros grupos não conseguiram avaliar todas as condições necessárias para a resolução do problema experimental.

Após a realização do experimento, a professora discute com toda a classe os resultados obtidos nos grupos. De 18 questões apresentadas pela professora para discussão, 11 foram classificadas no nível 3 de cognição. Nas respostas prevaleceu também o nível de cognição alto (HOCS). De dezoito respostas elaboradas pelos alunos, oito são de nível 4 e quatro de nível 3.

Na quarta e última aula, a professora propõe questões para aprofundamento. Três questões foram elaboradas: duas de nível 2 (questão 1 e 2) e uma de nível 3 (questão 3). Os níveis de respostas dos alunos são apresentados na tabela 3.

Um elevado número de respostas de nível 1 ainda persiste no fechamento do assunto. Verificou-se que os alunos que apresentaram essas respostas lembram do conceito, pois respondem as questões com argumentos discutidos em sala de aula ou no experimento, mas não

conseguem resolver os problemas analisando os processo de controle de variáveis e suas relações causais, o que evidencia a não compreensão dos significados conceituais necessários para sua resolução. O aluno lembra o que é densidade, principalmente devido à realização do experimento, mas quando é questionado e explicar se a temperatura influencia a densidade de um material, como por exemplo a flutuação do gelo na água, não relacionam o fato de a água, no estado líquido e sólido, constituir o mesmo material analisado, e algumas vezes respondem que o gelo derrete diminuindo sua densidade, o que nos leva a considerar que o aluno não compreendeu o conceito e só relatou dados lembrados .



**Figura 3: Nível de cognição das respostas dos alunos na aula pós-laboratório**

Nenhuma questão foi classificada no nível 5 de habilidades cognitivas, talvez pelo fato da professora não proporcionar momentos que exigissem tal nível, ou questão que permitissem a elaboração de respostas com habilidades de generalização.

Constata-se um grande número de respostas de nível 4, nível este que exige habilidades cognitivas de ordem alta, como analisar e avaliar as variáveis, propor hipóteses para a solução do problema e análise das relações causais, condizentes com a questão proposta pela professora, a qual exige estes tipos de raciocínios.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise da seqüência de quatro aulas para a construção do conceito de densidade discutida neste trabalho, evidencia grande participação dos alunos na elaboração de hipóteses e respostas de alta ordem cognitiva. Por mais que a grande parte das respostas tenha se enquadrado no nível 3, classificado ainda como nível de respostas baixa ordem cognitiva, há de se considerar que é um fator relevante para o desenvolvimento de habilidades cognitivas de ordem alta requeridas para a compreensão do conceito no fechamento do assunto, no qual os alunos já apresentam argumentos e raciocínios suficientes para responder à questões que exigem levantamento de hipóteses e avaliação de condições para problemas generalizados.

A presença de um grande número de respostas de baixa ordem cognitiva e algorítmica pode estar relacionada com o grau de exigência do pesquisador em relação às habilidades cognitivas exigidas, conforme argumenta Zoller (1993), uma vez que o mesmo nível 3 considerado nesta pesquisa como baixa ordem cognitiva poderia ser considerado por outro pesquisador, em outra situação como alta ordem cognitiva. Deve-se considerar também os conhecimentos prévios dos estudantes e o tipo de ensino que eles estão sendo expostos em sala de

aula (Stamovlasis et al, 2005). Verifica-se que os níveis cognitivos das respostas elaboradas pelos alunos estão relacionados com os níveis cognitivos das questões propostas pelo professor. Ou seja, quando o professor questiona os alunos para recordar algo (questões de nível 1), as respostas dos alunos são condizentes com o nível exigido, geralmente de nível 1 ou 2 de cognição. Porém quando o professor exige capacidade de avaliação ou elaboração de respostas, os alunos apresentam raciocínios de alta ordem cognitiva, como controle de variáveis e suas relações causais. Segundo Yarden et al, (2001) apud Hofstein (2005), em uma pesquisa realizada para identificar o nível cognitivo das perguntas elaboradas por alunos, o nível cognitivo de certas questões feitas pelos estudantes é determinado pelo tipo de questão que é requerido pelo professor. Essas afirmações fortalecem a importância da mediação do professor na construção do conhecimento pelos alunos.

Contudo, pode-se considerar que o conjunto de atividades experimentais desenvolvidas para a construção do conceito de densidade, alcançou, em sua maioria, respostas e questões de nível 3. Estes resultados contribuem para o processo de elaboração de respostas de nível 4 no fechamento do assunto.

Em geral os alunos aplicaram corretamente o conceito em situações problemas e participaram na análise e elaboração de hipóteses para as situações não familiares propostas pela professora. Verifica-se neste trabalho que o instrumento de análise elaborado e utilizado pelas pesquisadoras é eficaz para a interpretação dos resultados, podendo contribuir para uma reflexão quanto ao estilo de experimentação executadas em sala de aula, fortalecendo a argumentação a favor de atividades experimentais desenvolvidas em um ambiente construtivista e investigativo direcionados para o desenvolvimento de habilidades cognitivas de ordem alta nos alunos de ensino médio. Também, os resultados obtidos podem contribuir para a realização de ações de formação continuada junto a professores de Química visando a análise, elaboração e aplicação de atividades que contribuam para uma melhor formação dos alunos.

## BIBLIOGRAFIA

- BARDIN, L. Análise de Conteúdo. Tradução Luís Reto e Augusto Pinheiro. Lisboa; Edições 70, 1977.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e tecnologia. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio – Ciência da Natureza Matemática e Suas Tecnologias* / Ministério da Educação. Brasília: Ministério da Educação / Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 1999.
- CAAMANÓ, A. Trabajos prácticos investigativos em química em relación com el modelo atômico-molecular de la materia, planificados mediante um diálogo estruturado entre profesor y estudiantes. *Educación Química*, 16(1), p.10-19, 2005.
- CARVALHO, A. M. P. ; SANTOS, E. I. ; AZEVEDO, M. C. P. S. ; DATE, M. P. S. ; FUJII, S.R.S.; NASCIMENTO, V. B. . *Termodinâmica: Um ensino por investigação*. 1. ed. São Paulo: Universidade de São Paulo - Faculdade de Educação, 1999. v. 1. 123 p.
- DOMIN, Daniel S. A Review of Laboratory Instruction Styles. In: *Journal of Chemical Education*. 76 (4), april 1999, p. 543-7.
- GARCIA BARROS, S; MARTINEZ LOSADA, M.C. y MONDELO ALONSO, M. El Trabajo Práctico, Una Intervencion para La Formacion de Profesores. *Enseñanza de Las Ciencias*, 13(2), p.203-209, 1995.
- GEPEQ (Grupo de Pesquisa em Educação Química). *Interações e Transformações III: A Química e a sobrevivência – Atmosfera – Fonte de Materiais*: Livro do aluno. São Paulo: EDUSP, 1998

GIL-PEREZ, D; VALDÉS CASTRO, P. La orientacion de Las Prácticas de Laboratorio com Investigacion: Um Ejemplo Ilustrativo. *Enseñanza de Las Ciências*, 14(2), p.155-163, 1996.

GIL-PEREZ, D.; CACHAPUZ, A.; CARVALHO, A.M.P.de; PRAIA, J.; VILCHES, A. *A Necessária Renovação do Ensino das Ciências*. São Paulo: Cortez Editora, 2005.

GONZALES,E.M. Que Hay de Renovar en Los Trabajos Prácticos? *Ensenanza de Las Ciências*, 10(2), p.206-211, 1992.

HODSON, D. Hacia um Enfoque más critico Del Trabajo de laboratorio. *Enseñanza de Las Ciências*, 12(3), p.299-313, 1994.

HODSON, D. In Search of a Meaningful Relationship: na exploration of some issue relating integration in Science Learning. *Science Education*, 72(5), p.597-614, 1992

HODSON, D. Teaching and Learning Chemistry in the Laboratory: A Critical Look at the Research. *Educación Química*, 16(1), p.30-38, 2005.

HOFSTEIN, Avi; NAVON, Oshrit; KIPNIS, Mira; MAMLOK-NAAMAN, Rachel. Developing Students' Ability to Ask More and Better Questions Resulting from Inquiry-Type Chemistry Laboratories. *Journal of Research in Science Teaching*, 42 (7), p. 791-806, 2005.

LIMA, V.A.de. *Atividades Experimentais no Ensino Médio – Reflexão de um Grupo de Professores a partir do Tema Eletroquímica*. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

ROSITO, B.A. O ensino de Ciências e a experimentação. In: .MORAES, R .*Construtivismo e Ensino de Ciências Reflexões Epistemológicas e Metodológicas 2* ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003. Pág. 195-208.

SHEPARDSON, D.P. y PIZZINI, E.L., Questioning levels of Junior high school science textbook and their implicatinons for learning textual information. *Science Education*, 75 (6), 673-688, 1991

SHILAND, Thomas W. Construtivismo:Implicações para o Trabalho de Laboratório. *Journal of Chemical Education*, 76 (1), 107-109, 1999.

STAMOVLASIS, D.; TSAPARLIS, G; KAMILATOS, C; PAPAOIKONOMOU, D; ZAROTIADOU, E. Conceptual understanding versus algorithmic problem solving: Further evidence from a national chemistry examination. *Chemistry Education Research and Praticce*, v.6(2), p. 104-118,2005.

WATSON, R.; PRIETO, T. & DILLION, J. S. “The Effect of Practical Work on Students Understanding of Combustion”. In: *Journal of Research in Science Teaching*. 32 (5), 1995, p. 487-502.

ZANON, Lenir B. & SILVA, Lenice H. A (2000) “A Experimentação no Ensino de Ciências”. In: *Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens*. Org: Roseli P. Schnetzler e Rosália M. R. Aragão. CAPES / UNIMEP, 120-53.

ZOLLER, U., Dori, Y. and Lubezky, A. "Algorithmic and LOCS and. HOCS (Chemistry) Exam Questions: *Performance and Attitudes of College Students*". *International Journal of Science Education*. 24 (2), 2002, p.185-203.