

## O experimento investigativo e representações de alunos de ensino médio: obstáculos epistemológicos em questão

Silvia Regina Quijadas Aro Zuliani

*Faculdade de Ciências do Departamento de Educação da Universidade Estadual Paulista, Bauru, SP, Brasil.  
silviazuliani@fc.unesp.br*

Carlos Henrique Bocanegra

*Doutorando do Programa de Pós Graduação em Educação para Ciência na Universidade Estadual Paulista,  
Bauru, SP, Brasil.  
chboca@yahoo.com.br*

Rodrigo José Cristiano Gazola

*Mestrando do Programa de Pós Graduação em Educação para Ciência na Universidade Estadual Paulista,  
Bauru, SP, Brasil.  
rjgazola@yahoo.com.br*

Daiane Dos Santos Martins

*Colaboradora da Faculdade de Ciências do Departamento de Educação da Universidade Estadual Paulista,  
Bauru, SP, Brasil.  
daianemartins17@hotmail.com*

Denise Fernandes de Mello

*Faculdade de Ciências do Departamento de Educação da Universidade Estadual Paulista, Bauru, SP, Brasil.  
dfmello@fc.unesp.br*



Educação: teoria e prática, Rio Claro, SP, Brasil - eISSN: 1981-8106

Está licenciada sob [Licença Creative Common](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

### Resumo

Este trabalho teve por finalidade explorar o potencial teórico-metodológico de uma atividade investigativa como recurso didático para o processo de construção e validação de hipóteses. Objetivou-se, também, analisar as interpretações discursivas - representações - produzidas pelos alunos quando se deparam com fenômeno(s) que não consegue(m) explicar, ou explicam utilizando argumentos distorcidos do ponto de vista científico. Nesta perspectiva, as representações dos alunos foram discutidas tendo em conta a presença de obstáculos epistemológicos bachelardianos. Os resultados mostram que nessas representações aparecem os obstáculos animistas e realistas, os quais podem dificultar a compreensão dos conceitos científicos por parte dos alunos. Apenas ocasionalmente aparece o obstáculo verbalista, relacionado com o uso de uma linguagem comum para explicar certo conceito científico. O obstáculo substancialista também se faz presente por meio da “propriedade substancial” responsável por algumas distorções conceituais produzidas pelos alunos.

**Palavras- chave:** Ensino por investigação. Obstáculos epistemológicos.

## **The inquiry-based experiment and representations of high school students: epistemological obstacles in question**

### **Abstract**

This study aimed to explore the methodological and theoretical potential of an inquiring activity as a teaching resource for the construction and validation of hypotheses. We will also examine the discursive interpretations - representations - produced by students when faced with the phenomenon (s) that cannot explain or they explain using arguments distorted of the scientific point of view. In this perspective, the representations of the students were discussed taking into account the presence of bachelardian epistemological obstacles. The results show that appear in the representations of the students realistic and animist obstacles, which may hinder the understanding of scientific concepts by students. Only occasionally appears verbal obstacle, related to the use of a common language to explain a scientific concept. Substantial obstacle is also present through the "substantial properties" responsible for some the conceptual distortions produced by the students.

**Keywords:** Teaching for inquiring. Epistemological obstacles.

### **Introdução**

O Ensino de Ciências, no Brasil, não tem recebido a devida atenção, tanto em relação ao investimento em novos recursos, quanto para a formação inicial e continuada dos professores que atuam na área. A principal evidência da falta de atenção dispensada à formação na área de ciências é o enorme *déficit* de docentes de Física, Química, Matemática e Ciências Biológicas - calculado em cerca de duzentos mil - segundo o Ministério da Educação (BRASIL, 2010).

Por outro lado, ainda que tenha ocorrido um incremento na quantidade de programas de pós-graduação vinculados ao Ensino de Ciências, como também na quantidade de trabalhos acadêmicos publicados, relacionados direta ou indiretamente com a área em questão, pode-se dizer que uma parcela muito significativa dos trabalhos produzidos nesse campo de estudo ainda não se aproximou efetivamente das escolas.

É possível levantar uma série de fatores que dificultam a comunicação entre a universidade e as escolas, passando pelos problemas de formação de professores, a questão salarial e chegando às condições macro-estruturais do nosso sistema educativo. Entretanto, apesar de todas essas dificuldades, frequentemente a literatura relata um grande número de pesquisas envolvendo experimentos didáticos realizados em escolas de ensino fundamental

e médio. Basta que voltemos o olhar para revistas como a Química Nova na Escola, o Caderno Brasileiro de Ensino de Física, entre outras, e visualizaremos inúmeras contribuições.

Neste sentido, a proposta de trabalho que apresentamos retrata uma pesquisa feita em âmbito da sala de aula com a utilização de um experimento, ou seja, descrevemos um experimento didático investigativo que estamos realizando em diversas escolas públicas e privadas do Estado de São Paulo, em diversos níveis de ensino. Nesta pesquisa retratamos o trabalho desenvolvido junto a oitenta alunos de ensino médio de duas escolas da rede estadual de ensino, ambas localizadas no interior paulista.

Também, queremos destacar que trabalhos semelhantes vêm se desenvolvendo de forma contínua, junto ao Grupo de Pesquisa denominado Ensino de Química, Investigação Orientada, Linguagens e Formação Docente, cadastrado junto ao CNPq, e que de maneira mais ampla têm por objetivo mapear as concepções dos alunos quando se deparam com atividades de ensino fundamentadas no ensino por investigação.

Durante os anos de 2009 e 2010 nosso projeto esteve vinculado ao Núcleo de Ensino da Faculdade de Ciências, da UNESP de Bauru, que visa promover, além da formação inicial e continuada de professores para a Educação Básica, auxílio ao professor no desenvolvimento de práticas de ensino em diferentes áreas das Licenciaturas, a saber: Química, Matemática, Física e Ciências Biológicas.

Tendo em conta os argumentos expostos, destacamos que entre os objetivos deste trabalho, buscou-se coletar informações sobre o processo de ensino e aprendizagem que ocorre no ambiente escolar, além de proporcionar à escola e aos alunos a oportunidade de participarem ativamente nos processos de aplicação, discussão e reflexão de um experimento investigativo e de suas principais etapas - planejamento, apresentação e execução de procedimentos didáticos, visando à confirmação ou refutação de hipóteses.

Assim, de modo específico, foram levantados e categorizados os obstáculos epistemológicos bachelardianos que aparecem durante o desenvolvimento de uma atividade experimental investigativa - no caso, a combustão de uma vela em um recipiente fechado - decorrentes do processo de construção (quando os alunos são questionados a respeito do fenômeno ocorrido), teste de hipóteses e reflexão.

## Fundamentação Teórica

De acordo com Cañal *et al.* (1997), a proposta investigativa tem por principal objetivo a inserção do aluno como sujeito da aprendizagem, capaz de buscar a construção do conhecimento a partir da necessidade de respostas a questões de seu interesse. Assim, as respostas atendem a uma necessidade do aluno, e chega-se a elas sob a orientação do professor, ao contrário de outros métodos de ensino nos quais o aluno é compelido a assimilar conteúdos. Propicia-se, desta forma, um desenvolvimento cognitivo mais eficaz, pois se oferece ao aluno uma oportunidade de auto-estruturação de seus conhecimentos, de maneira autônoma, além da identificação dos próprios erros. Segundo Cañal (2007, p. 10):

En realidad, las propuestas actuales sobre la investigación escolar se apoyan básicamente en algo tan sencillo y obvio, en principio, como es que los procesos indagadores están presentes en todas las personas a lo largo de toda su vida y constituyen un rasgo biológico de gran importancia adaptativa en nuestra especie.

As atividades propostas sob esta perspectiva devem ser adaptadas ao nível de desenvolvimento dos sujeitos e favorecer a reflexão dos mesmos sobre a relevância da situação, criando, assim, condições para que ocorra um estudo contextualizado. A investigação deve ser dirigida através de atividades e/ou experimentos que, não necessariamente, demandem aparatos experimentais específicos, mas cujo nível de compreensão seja adequado para permitir o entendimento e a construção orientada do conceito envolvido. Cabe ao professor perceber a importância do processo de planejamento e elaboração de registros relativos à atividade experimental proposta, buscando a incorporação de tecnologias, estimulando a emissão de hipóteses como atividade central da investigação científica e mostrando a importância da discussão das hipóteses construídas durante a realização da atividade. Entretanto, se há grandes potencialidades no uso desta proposta para o ensino de Ciências há que se lembrar, também, que ela não é a única. Segundo Cañal (2007, p.10),

La investigación escolar no es más que uno de los posibles métodos de enseñanza y aprendizaje para conseguir los objetivos curriculares. Hay otros métodos igualmente válidos. Cada profesor debe elegir el que crea más oportuno y eficaz y que se adapte mejor a sus características personales y las de sus alumnos.

Assim, a proposta de atividade experimental utilizada neste trabalho classifica-se dentro das propostas de ensino por investigação (CAÑAL *et al.* , 1997; CAÑAL, 2007; ZULIANI e HARTWIG, 2009). Esta tem por base a investigação do aluno atrelada à sua participação no processo de construção do conhecimento. Segundo Cañal e Porlan (1987), os princípios

didáticos que dirigem o ensino por investigação contemplam os seguintes eixos: autonomia do aluno, interdisciplinaridade, comunicação adequada (entre a linguagem científica e os códigos de linguagem dos alunos) e liberdade e cooperação entre professores e alunos, além de um ambiente de aprendizagem que estimule a reflexão e o respeito. Há que se lembrar que estas características estão longe das atuais salas de aula. Entretanto, nota-se, ao longo das atividades desenvolvidas com os mais diversos grupos de sujeitos, grande interesse e resultados eficazes na promoção da aprendizagem de conceitos por parte dos indivíduos que participaram das atividades (ZULIANI e GAZOLA, 2010).

Estes resultados nos levaram ao questionamento sobre as possibilidades de utilização de um experimento investigativo no levantamento de obstáculos epistemológicos durante o processo de aprendizagem de um conceito. Assim, nosso interesse, aqui, é explorar o potencial teórico-metodológico da atividade investigativa, como recurso didático para o processo de construção e validação de hipóteses. Adicionalmente, objetivamos analisar as interpretações discursivas - representações - produzidas pelos alunos quando se deparam com algum(ns) fenômeno(s) que não consegue(m) explicar, ou explicam utilizando argumentos distorcidos - o(s) qual(is) podem ser próximos ou não de suas concepções alternativas - do ponto de vista científico. E, justamente, pela possibilidade de os alunos produzirem interpretações distorcidas do ponto de vista conceitual decorrentes do conhecimento de primeira mão que possuem - que pode ser notado durante o processo de construção de hipóteses - é que podemos observar a presença ou não de obstáculos epistemológicos nessas interpretações.

Para Bachelard (2008), o obstáculo epistemológico pode ser entendido como um entrave ao progresso científico que surge no momento da constituição do conhecimento científico sob a forma de resistência à construção racional desse conhecimento ou devido à própria inércia do pensamento. Segundo o autor, a opinião e a experiência primeira são os primeiros obstáculos a superar, pois o espírito científico impede-nos de ter uma opinião sobre questões que não compreendemos ou de colocar a experiência acima da crítica.

É no próprio ato de conhecer, intimamente, que aparecem, por uma espécie de imperiosidade funcional, as lentidões e as dificuldades. Aí é que mostraremos causas de estagnação e até de regressão; aí é que discerniremos causas de inércia que chamaremos de obstáculos epistemológicos. (BACHELARD, 1983, p. 147).

No campo da educação, Bachelard também se utiliza do termo “obstáculo pedagógico”, como sendo entraves que não permitem ao aluno compreender o

conhecimento científico. Podem surgir durante o processo de aprendizagem dos conceitos científicos, a partir dos obstáculos presentes nos conhecimentos prévios dos alunos.

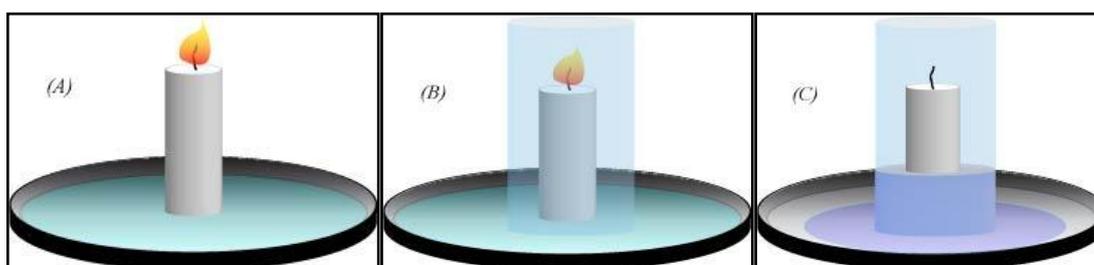
Na perspectiva bachelardiana, cabe ao professor a tarefa de inserir o aluno no contexto de um racionalismo aberto e dinâmico, contribuindo para que ele não se acomode às suas ideias primeiras - senso comum - correspondentes a uma razão acrítica, operacional e retrógrada às construções conceituais mais elaboradas e, portanto, condicionada, por exemplo, somente a cálculos algébricos simplificados.

De modo específico, serão analisadas nas representações discursivas produzidas pelos alunos, quatro categorias de obstáculos, a saber: animistas, realistas, verbais e substancialistas. Contexto no qual consideramos relevante avaliar a seguinte questão: Quais obstáculos epistemológicos se revelam nas representações discursivas produzidas por alunos de ensino médio quando participam ativamente de um experimento investigativo - construindo, testando e/ou validando hipóteses?

### Contexto de aplicação e procedimentos metodológicos

Conforme reportado, a execução deste trabalho está ocorrendo em duas escolas públicas de ensino médio. Os dados coletados referem-se a três turmas (uma delas cursando o 1º, outra o 2º e a última o 3ºano) totalizando oitenta alunos. Cada série do ensino médio conta com duas aulas semanais de Química. As turmas, separadamente, foram divididas em grupos de cinco a oito alunos.

A atividade de ensino baseou-se na investigação dos conceitos envolvidos na combustão de uma vela, dentro de um recipiente fechado. O experimento consistiu em cobrir, com um copo transparente, uma vela acesa fixada em recipiente contendo água, conforme a figura 1 dada a seguir. Na sequência, os alunos observaram os fenômenos que ocorreram.



**Figura 1** - (A) Vela acesa sobre um prato com água. (B) Cobre-se a vela com um recipiente de vidro. (C) A vela se apaga e a água sobe até certa altura no recipiente

A observação direta do experimento mostrou que: a) A vela se apaga; b) quando duas velas de diferentes tamanhos são colocadas no recipiente, a vela maior apaga primeiro e em seguida a vela menor; c) A água sobe para o interior do frasco que cobre a vela. Após a atividade algumas questões foram propostas para os alunos. 1) Por que a vela se apaga? 2) Por que, ao apagar a vela, a água sobe dentro do copo? 3) O ar contido no recipiente que cobre a vela tem participação no fenômeno?

Cada grupo discutiu e anotou suas hipóteses - entendidas, aqui, como toda interpretação discursiva produzida pelo aluno para explicar os fenômenos observados. Pedimos, então, que sugerissem um procedimento experimental para testar suas hipóteses. Neste trabalho foram analisadas somente as hipóteses formuladas pelos alunos tendo em conta as questões dois e três.

Quanto ao procedimento de coleta e análise de dados utilizamos nesta pesquisa uma proposta qualitativa. Na pesquisa qualitativa, parte-se do contexto como elemento essencial, pois o local de produção da informação de interesse do pesquisador é a fonte de dados mais importante. Cabe ao pesquisador “[...] interpretar o mundo real a partir das perspectivas dos próprios sujeitos sob estudo” (MOREIRA, 2002, p.50), e admitir interpretar entidades que interpretam o mundo em que vivem.

Para que pudéssemos identificar os obstáculos epistemológicos presentes nos registros dos sujeitos, propusemos o registro sistemático das concepções e hipóteses obtidas a partir das atividades. A orientação foi que procurassem registrar tudo aquilo que considerassem relevante em relação às observações realizadas.

Os registros obtidos foram focalizados à luz da Fenomenologia (MOREIRA, 2002; MARTINS e BICUDO, 2005). A metodologia de análise dos dados gerados nos instrumentos de coleta pode ser descrita nas seguintes etapas: a) Leitura inicial das respostas, embora ainda sem anotações ou observações, apenas para que se tivesse uma ideia geral da linha de pensamento seguida pelos sujeitos. Este procedimento permite a construção de um esquema orientador, destacando as unidades de significado, não perdendo, entretanto, a visão geral do mesmo. Na pesquisa qualitativa, esta primeira etapa possibilita que sejam isoladas as características a serem posteriormente classificadas, a fim de permitir a formulação das categorias de análise; b) segunda leitura das respostas, anotando as categorias, a fim de delimitar as representações e os dados relevantes a elas associados; c)

leitura e extração de textos característicos, associados às categorias estabelecidas; d) análise qualitativa dos dados.

Os dados obtidos, que foram organizados em categorias a partir da leitura dos documentos escritos, são apresentados na sequência. As discussões são realizadas a partir destas categorias.

### Coleta e análise de dados

O quadro 1 exibe as respostas dos alunos - suas representações discursivas - organizadas em categorias de análise, às questões dois e três elencadas no item anterior.

**Quadro 1-** Representações discursivas dos alunos sobre o experimento da combustão da vela em ambiente fechado. (grifo nosso)

Questão	Categorias	Representações discursivas dos alunos
Por que o nível de água sobe dentro do recipiente?	Água sobe em decorrência do oxigênio ou ocupa o lugar dele.	<p>I) Porque as <b>velas puxaram o oxigênio</b> do ar, que faz com que a água suba. (as duas velas em combustão)</p> <p>II) O excesso de oxigênio sugado de dentro do copo apaga a vela e a água ocupa o espaço do oxigênio sugado.</p> <p>III) A água subiu porque ocupou um espaço, a água ocupou o espaço do oxigênio do ar, que a vela estava acesa se apagou.</p> <p>IV) Porque o oxigênio subiu. Ela subiu porque o oxigênio que estava lá dentro sumiu e deu lugar para a água.</p> <p>V)... com a falta de oxigênio, <b>o fogo tenta "achar" oxigênio</b> na água, pois no momento em que ela sobe, bolhas de oxigênio sobem e dão a impressão que a água borbulha (ferve).</p>
	Outros.	<p>VI) A combustão da vela puxa o oxigênio da <b>água puxando</b> a mesma para dentro do copo.</p> <p>VII) O nível aumentou porque a pressão dentro do frasco diminuiu. Colocou água para dar oxigênio. O nível de água aumentou porque a pressão diminuiu.</p> <p>VIII)... essa queda de temperatura faz o ar, no interior do copo, contrair-se e a água entra.</p> <p>IX) Porque a vela quando acesa, <b>seu calor faz</b> pressão na água e não a faz subir, quando a vela apaga acaba a pressão e a água sobe.</p>
	Camadas de oxigênio.	X) A vela se apaga, pois dentro do vidro tem camadas de oxigênio e conforme elas vão queimando as velas vão apagando mais o oxigênio não acaba completamente dentro do vidro.
O ar dentro do recipiente tem participação no fenômeno?	Contração de gases.	<p>XI) Se colocarmos mais velas dentro do vidro elas vão se apagar uma depois da outra porque cada uma consome sua camada de ar que está na sua altura.</p> <p>XII) Dentro do tubo o ar fica quente e se contrai fazendo com que a água seja puxada para dentro.</p> <p>XIII)... O ar quente expande então a água deveria sair e não entrar no recipiente.</p> <p>XIV) Antes de colocar o vidro o ar estava quente e expandido, depois que o vidro desce o fogo apaga e esfria o ar que contrai então a água sobe.</p>
	Vapor contido no	XV) Quando a vela é fechada junto com a água tem vapor no ar

	ar.	<i>o vapor apaga a vela. XVI) Acho que a vela apaga quando fecha vai ficando vapor umedecido e não tem mais oxigênio aí a vela vai apagando.</i>
	Solubilização.	<i>XVII) A água sobe por que quando a vela esquenta o ar ele se mistura na água, então a água ocupa o lugar do ar que se misturou e como o ar misturou a vela fica sem ar e apaga.</i>

Os dados expostos no quadro 1 revelam que os alunos elaboraram suas respostas tendo em conta as concepções alternativas ou espontâneas que possuem, e, a partir delas, estabelecem relações de causa e efeito para a ocorrência dos fenômenos por eles observados. Essas relações se aproximam da concepção empírico-indutiva de Ciência. Neste caso, o aluno faz suposições, observações e experimentos sobre o fenômeno, extraíndo dessas atividades suas definições sobre fatos e propriedades, além de realizar previsões sobre o fenômeno em estudo.

Considerando as representações produzidas pelos alunos, constatamos que em grande parte das respostas dadas por eles prevalecem distorções nos argumentos explicativos, quando constroem relações do tipo causa e efeito, associadas ao fenômeno estudado.

Como exemplo, observe as respostas II, III, IV e VII. Para o aluno, o nível de água subiu dentro do recipiente em decorrência de que o gás oxigênio em excesso apagou a vela (a vela o sugou). Em alguns casos é associado o fato de que o nível subiu dado que a pressão interna diminuiu, mas, para o aluno, a água que entrou no recipiente também é responsável pelo suprimento de oxigênio para a vela. Ou ainda, “porque ele subiu” e então ele “sumiu” (gás oxigênio), dando lugar para a água. Também é reportado pelos alunos que “a água ocupou o espaço do oxigênio do ar”. No entanto, a origem deste “espaço” deve-se ao fato da vela ter se apagado.

Na verdade, sabemos, desde os trabalhos de Lavoisier (1777), que a vela se apaga devido ao acúmulo de gases provenientes da combustão e do próprio combustível em estado gasoso (parafina) ao redor do pavio, impedindo a participação do oxigênio na combustão. O nível da água sobe dentro do recipiente, simplesmente pelo arrefecimento dos gases constituintes da atmosfera local.

Para se ter uma ideia de como ocorre o fenômeno, basta imaginar que, quando acendemos a vela, o ar que envolve sua chama rapidamente aumenta sua temperatura, suas moléculas ocupam um volume maior e, então, no entorno da chama existirão menos

moléculas de gases do que existiam no momento imediatamente antes de acendermos a vela. Após confinarmos a vela dentro de um recipiente, ela se apagará e a temperatura do ar cairá rapidamente para a temperatura ambiente, porém, este ar anteriormente expandido, volta ao seu volume inicial (menor), possibilitando, assim, que a água ocupe o restante do volume do recipiente.

Adicionalmente, para a mesma questão (Por que o nível de água sobe dentro do recipiente?), aparecem, nos argumentos explicativos apresentados pelos educandos, obstáculos animistas. Para Bachelard (1983), os obstáculos animistas podem ser entendidos como a possibilidade de atribuir vida (ânimo) a objetos ou fenômenos inanimados com a finalidade de explicar algumas de suas propriedades. Observamos nos excertos I, V e VI a presença dos obstáculos animistas ao atribuir vontade própria - através das expressões grifadas - aos fenômenos relacionados com a questão formulada. Para o aluno “as velas puxaram o oxigênio do ar”; “o fogo tenta achar oxigênio na água”; “A combustão da vela puxa o oxigênio da água puxando a mesma para dentro do copo”, são ações que expressam afinidades, forças vitais que, segundo Bachelard (1983), formam o “espírito pré-científico” e devem ser evitadas no processo de ensino e aprendizagem de conceitos científicos.

Destacam-se, também, nos argumentos apresentados pelos alunos às duas questões de investigação, a ocorrência de obstáculos realistas. Os obstáculos realistas são fundados na filosofia realista, considerada por Bachelard (1983) a única filosofia inata, norteadora das ideias do senso comum, próprias do realismo ingênuo. No realismo, o conhecimento imediato e concreto encontra-se no objeto ou no fenômeno. É necessário descrevê-lo e analisá-lo. Desse modo, as percepções de primeira mão - visuais, táteis, entre outras - e o conhecimento produzido por meio dessas impressões - se constituem um obstáculo ao entendimento e aprendizagem de determinado fenômeno ou conceito científico.

Observamos nas representações dos alunos - IX, XI, XII, XV e XVI - a presença de obstáculos realistas. Interpretações do tipo - “Porque a vela quando acesa, seu calor faz pressão na água e não a faz subir”; “se colocarmos mais velas dentro do vidro elas vão se apagar uma depois da outra porque cada uma consome sua camada de ar que está na sua altura”; “Quando a vela é fechada junto com a água tem vapor no ar o vapor apaga a vela”; “Acho que a vela apaga quando fecha vai ficando vapor umedecido e não tem mais oxigênio aí a vela vai apagando”- adquirem grande destaque, pois, caracterizam um dos traços marcantes dos obstáculos realistas, ou seja, o conhecimento de primeira mão elaborado

pelo aluno - a partir de suas percepções visuais - passa a ser o próprio conhecimento e, com isso, ele produz generalizações distorcidas que, muito provavelmente, irão compor sua base conceitual para outras situações de estudo.

Queremos destacar que nos excertos I, V e VI atuam, juntos, os obstáculos animistas e realistas. Visto que esses obstáculos possuem o dado imediato como fonte de conhecimento, é comum que, em alguns casos, eles apareçam e estabeleçam relações entre as propriedades do objeto ou fenômeno - real aparente - com os princípios anímicos latentes presentes nas descrições dos alunos (BACHELARD, 1978).

Quanto aos obstáculos verbalistas, Bachelard (1983) indica que a desatenção ou o uso inadequado de expressões e/ou termos de linguagem comuns para expressar determinado conceito ou um novo entendimento manifestado nos limites de um paradigma, passa a se constituir em um obstáculo verbalista à aprendizagem de conceitos científicos. Nesta perspectiva, apontamos para o fato de que nas representações dos alunos - VII e IX - aparece o uso do termo “pressão” para explicar o fato de a água subir no interior do recipiente. Embora, a interpretação dada - no caso VII - seja até certo ponto coerente (... “a pressão diminuiu”) observamos que o aluno ainda não adquiriu um domínio explicativo completo para o fenômeno, pois, em sua representação convive a ideia de que a água adentrou no recipiente para repor o oxigênio. De forma semelhante, a interpretação dada pelo aluno na representação IX sugere que o calor da vela é responsável pela pressão.

O termo pressão apresenta forte conotação na linguagem comum e seu uso prolifera-se no dia-a-dia, adquirindo múltiplos sentidos em diversos campos do conhecimento humano. Neste caso, observamos que, ao ser transposto para a linguagem científica, esse termo carrega as marcas de um conhecimento não retificado, de primeira instância, ou seja, um conhecimento comum que o aluno possui. É o que ocorreu aqui. Houve um entendimento parcial e fragmentado do conceito de pressão, produzindo um obstáculo verbalista à compreensão do conceito científico em questão.

Por fim, encontramos nas representações dos alunos o obstáculo substancialista relacionado com o substancialismo do oculto, neste caso com o enigma do fogo. O fogo carrega, no mais profundo íntimo, a propriedade substancial oculta que deve ser revelada. Suas qualidades superficiais provêm dessa propriedade substancial. Logo, as percepções visuais predominam e o conhecimento obtido é de primeira mão. Desta forma, o conhecimento objetivo fica obstaculizado, pois não se discute, por exemplo, que as

propriedades do fogo são decorrentes das interações fogo-matéria mediadas pelo uso da técnica.

Observamos o obstáculo substancialista relacionado com as interpretações que os alunos ofereceram à questão - Por que o nível de água subiu dentro do recipiente? Neste caso, “a(s) vela(s)”, ou a “chama da vela” (propriedade substancial) foi responsável ou teve a função de: a) “puxarem o oxigênio do ar” causando o aumento do nível de água no interior do recipiente; b) com a falta de oxigênio, tentar “achar oxigênio” na água, causando o aumento do nível de água; c) “puxa o oxigênio” na água causando a entrada da água para dentro do recipiente; d) fazer “pressão na água”, mas não faz a “água subir” para dentro do recipiente. O que faz a “água subir” para dentro do recipiente é a falta de “pressão” devido ao apagamento da vela. Segundo Bachelard (1983, p. 166), “... Como o fogo não pôde revelar seu mistério, é tomado como uma causa universal: então tudo se explica (...). Ele ficou no espírito pré-científico como um fenômeno complexo que remete ao mesmo tempo à Química e à Biologia.”

### Considerações Finais

Em suma, a tabela dois exhibe os obstáculos epistemológicos encontrados nas representações dos alunos diante do experimento investigativo abordado.

**Tabela 2-** Principais obstáculos epistemológicos levantados através do experimento investigativo abordado. (entre parênteses, a quantidade de obstáculos)

<i>Obstáculos</i>	<i>Animistas</i>	<i>Realistas</i>	<i>Verbais</i>	<i>Substancialistas</i>
Questão 2	(3)	(4)	(2)	(1)
Questão 3	(3)	(4)	-----	-----

Os obstáculos epistemológicos que aparecem de maneira mais acentuada na tabela são os animistas e realistas. Este resultado nos leva a refletir sobre a necessidade de que, ao ensinar Ciências, o professor deva estar atento para reconhecer e identificar estes obstáculos, a fim de produzir atividades de ensino capazes de superá-los. Desse modo, entendemos que a experimentação investigativa mostrou-se um recurso didático interessante para o levantamento e compreensão destes obstáculos. Igualmente, o levantamento dos obstáculos epistemológicos nos ajudou a identificar, enquanto

pesquisadores, como se processa a compreensão dos conceitos científicos por parte dos alunos quando se deparam com atividades de ensino que os desafiam a participar ativamente como protagonistas, propondo, questionando e refletindo sobre o conhecimento por eles produzido. Perspectiva segundo a qual o uso do experimento investigativo com a finalidade de exemplificar o processo de construção e validação de hipóteses, nos limites apontados neste trabalho, se constituiu um importante recurso didático, tanto para os professores de Educação Básica quanto para pesquisadores da área de Ensino de Ciências. Adicionalmente, observamos que os alunos, de modo geral, se mostraram motivados a participar do processo investigativo, expondo suas ideias, propondo e testando suas hipóteses e fazendo questionamentos a respeito do processo de construção de conhecimento na escola e na Ciência.

### Referências

BACHELARD, G. A filosofia do não; O novo espírito científico; A poética do espaço. In: PESSANHA, J.A.M. **Os Pensadores**: seleção de textos. São Paulo: Abril Cultural, 1978.

BACHELARD, G. **Epistemologia**. Rio de Janeiro: Zahar, 1983.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**. Rio de Janeiro: Contraponto, 2008.

BRASIL. Ministério da Educação. **Dados estatísticos** [2010]. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/index.php?option> > Acesso em: 20 mai. 2011.

CAÑAL, P.; PORLAN, R. Investigando la realidad próxima: un modelo didactico alternativo. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v.5, n. 2, p. 89-96, 1987.

CAÑAL, P.; LLEDÓ, A.; POSUELOS, F.; TRAVÉ, G. **Investigar en la Escuela: elementos para una enseñanza alternativa**. Sevilla: Díada Editorial, 1997.

CAÑAL, P. La investigación escolar, hoy. **Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales**, Barcelona, n. 52. p. 9-19, mai-jun. 2007.

LAVOISIER, A. **Me´moire sur la combustion des chandelles dans l'air atmosphe´rique, et dans l'air e´minemment respirable**. Me´moires de l'Acade´mie des sciences. 1777, 195.

Disponível online em: <<http://www.lavoisier.cnrs.fr/memoires2.html>>. Acesso em: 30 set. 2011.

MARTINS, J.; BICUDO, M. A. V. **A pesquisa qualitativa em Psicologia: Fundamentos e recursos básicos**. São Paulo: Centauro, 2005.

MOREIRA, D. A. **O método fenomenológico na pesquisa**. São Paulo: Pioneira Thomson, 2002.

ZULIANI, S. R. Q. A.; HARTWIG, D. R. A influência dos processos que buscam autoformação: uma leitura através da fenomenologia e da semiótica social. **Ciência & Educação**, Bauru, v.15, n.2, p. 359-382, 2009.

ZULIANI S. R. Q. A.; GAZOLA R. J. C. A experimentação investigativa e a construção de conceitos: o experimento da combustão da vela. In: CONGRESSO PAULISTA DE EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA, 1; CONGRESSO DE EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA DA UNICAMP, 3, 2010. Campinas/ SP. **Anais...** Campinas: UNICAMP, 2010, p. 94.