

HIPÓTESES SOBRE COMBUSTÃO ENTRE ALUNOS DO ENSINO MÉDIO: A EPISTEMOLOGIA DE GASTON BACHELARD

SECONDARY SCHOOL STUDENTS' HYPOTHESES ABOUT COMBUSTION: THE EPISTEMOLOGY OF GASTON BACHELARD

Débora Piaí¹
Eliane Sebeika Rapchan², Maria Aparecida Rodrigues³

¹Colégio SESI-Maringá, depiai@yahoo.com.br

²Universidade Estadual de Maringá/Departamento de Ciências Sociais, elianesebeika@yahoo.com.br

³Universidade Estadual de Maringá/Departamento de Química, aparecidar@gmail.com

Resumo

A descoberta do oxigênio integra um dos maiores debates da história da Química associada à teoria lavoisieriana. Até a proposição da teoria da combustão, por Lavoisier, muitas outras estiveram atreladas a uma série de noções, inclusive aquelas conhecidas por associação aos flogistonistas, algumas carregadas de dogmatismo e misticismo, que à luz da epistemologia de Bachelard podem ser identificadas como obstáculo epistemológico. Neste trabalho, foram levantadas as idéias de alunos do Ensino Médio, sobre o processo da queima, por meio de experimentos com caráter investigativo envolvendo combustão. Durante os experimentos, permeados pelo diálogo, os estudantes responderam questionários que forneceram elementos para o entendimento de suas hipóteses. Os dados confrontados com a epistemologia de Bachelard resultaram nas categorias de caráter epistemológico: experiência primeira, conhecimento geral e erro. As concepções espontâneas dos alunos sobre o processo de combustão, mesmo errôneas, foram valorizadas, pois, sob a ótica bachelardiana, podem sinalizar o pensamento racional.

Palavras-chave: combustão, epistemologia de Bachelard, história da Química

Abstract

The discovery of oxygen completes one of the greatest debates in the history of chemistry associated with Lavoisierian theory. Until Lavoisier proposed the oxygen theory of combustion, many had been harnessed to a series of notions (including phlogistonist theory), some laden with dogmatism and mysticism, that in light of Bachelardian epistemology may be identified as epistemological obstacles. In this work, the ideas of secondary school students were raised, as regards the burning process, by means of investigative experiments involving combustion. During the experiments, permeated by dialog, the students filled out questionnaires that supplied information about their hypotheses. The data, confronted with Bachelardian epistemology, resulted in the following epistemological categories: first experience, general knowledge and error. The spontaneous conceptions of the students about combustion, even erroneous, were valuable because, from a Bachelardian perspective, they may indicate rational thinking.

Key words: combustion, Bachelardian epistemology, history of chemistry.

BACHELARD E A EPISTEMOLOGIA DO ERRO: ASPECTOS EPISTEMOLÓGICOS

Ao debruçarmos sobre a história da construção da ciência, podemos constatar que muitos conceitos já determinados tiveram de ser retificados para que novos conceitos fossem estabelecidos. Portanto, é possível afirmar que novos conceitos em geral provêm da ineficácia encontrada em conceitos anteriores, para explicar certos fatos.

A exemplo disso, fica evidente na Ciência Química quando nos remetemos à teoria do flogístico, ou até mesmo as idéias alquímicas, particularmente aquelas dirigidas aos esforços de explicar os fenômenos relacionados à combustão. Todas as idéias e teorias produzidas naquele período sobre o assunto tiveram de ser repensadas, e seus erros, derivados do esforço em explicar o novo, tiveram de ser substituídos por algo que conseguisse apresentar e interpretar, de forma satisfatória a natureza. Isso mostrou-se necessário, seja porque mudou-se a maneira de observar, medir e registrar os fenômenos, seja porque as perguntas dirigidas aos dados mudaram de perspectiva.

Ao mesmo tempo, todos os erros cometidos nesse processo foram importantes para o amadurecimento das explicações e para o processo de evolução científica. Nesta medida, eles não podem ser simplesmente considerados retrocessos, devendo, antes, ser tratados como elementos integrantes e indispensáveis ao avanço da ciência. Nesse contexto, observamos a relevância do aspecto positivo do erro na construção do conhecimento científico, concordando com LOPES, quando esta ressalta que:

Bachelard defende que precisamos errar em ciência, pois o conhecimento científico só se constrói pela retificação desses erros. Como seu objetivo não é validar as ciências já prontas, tal qual pretendem os partidários das correntes epistemológicas lógicas, o erro deixa de ser interpretado como um equívoco, uma anomalia a ser extirpada. Ou seja, com Bachelard, o erro passa a assumir uma função positiva na gênese do saber e a própria questão da verdade se modifica. Não podemos mais nos referir à verdade, instância que se alcança em definitivo, mas apenas às verdades, múltiplas, históricas, pertencentes à esfera da veracidade, da capacidade de gerar credibilidade e confiança. As verdades só adquirem sentido ao fim de uma polêmica, após a retificação dos erros primeiros (LOPES, 1996, p.252-253).

Portanto, pela epistemologia bachelardiana, é a partir de questionamentos dos erros que se atinge à superação, e, conseqüentemente, um avanço no conhecimento científico. Ou seja, a prática científica não é caracterizada por um caminho linear e ascendente em que o conhecimento acumula-se sem conflito e sem enfrentar trajetórias tortuosas. Na situação oposta, quando o erro ao invés de ser o caminho para a superação é defendido e protegido, ele se transforma em obstáculo epistemológico.

Desta forma, em cada momento crítico da história da ciência, todo erro derivado do ato de conhecer deve ser reconhecido, equacionado e repensado para que seja superado. Quando o erro não é superado, ultrapassado, ou seja, se não ocorrer o salto epistemológico, o erro passa a fazer parte das crenças e idéias da pessoa ou cientista envolvido no processo de conhecimento. Passa então a ser considerado como um *obstáculo epistemológico*.

O obstáculo epistemológico segundo Bachelard é algo que impede um indivíduo de progredir na esfera intelectual científica. As causas de inércia, estagnação e até regressão na ciência são decorrentes de erros que, sedimentados e afirmados pelos sujeitos produtores de conhecimento, tornam-se futuros obstáculos epistemológicos:

Quando se procuram as condições psicológicas do progresso da ciência, logo se chega a convicção de que é em termos de obstáculo epistemológico que o problema do conhecimento científico deve ser colocado. E não se trata de considerara obstáculos externos, como a complexidade e a fugacidade dos fenômenos, nem de incriminar a fragilidade dos sentidos e do espírito humano: é no âmago do próprio ato de conhecer que aparecem por uma espécie de imperativo funcional, lentidões e conflitos. É ai que mostraremos causas de estagnação e ate de regressão, detectaremos causas de inércia as quais daremos o nome de obstáculos epistemológicos (BACHELARD, 1996, p. 17).

Os obstáculos podem aparecer sob muitas formas. Por exemplo, quando são utilizadas muitas generalizações sobre determinado assunto e as opiniões passam fazer parte do desfecho teórico e o cientista (ou mesmo o educando) passa a justificar suas idéias a partir dessas opiniões, dá-se à produção cumulativa de erros e sucessivamente de obstáculos. Outra forma de expressão dos obstáculos epistemológicos, observada por Bachelard e destacada por SILVA (1999, p.63). Assenta-se sobre a posição “de que o conhecimento científico precisa antes de mais nada, estabelecer uma ruptura com o conhecimento comum ou experiência básica, pois esse é seguramente o principal obstáculo à construção do saber científico”. Para ampliar o entendimento desta questão nos apropriamos também de Lecourt, citado por LOPES(1999, p.124):

O obstáculo epistemológico tende a se manifestar mais decisivamente para mascarar o processo de ruptura entre o conhecimento comum e o conhecimento científico, quando o pensamento procura prender o conhecimento no real aparente. Os obstáculos epistemológicos tendem a constituir-se, então, como anti-rupturas. [...].

Os obstáculos epistemológicos abordados por Bachelard (1996), se constituem em: obstáculo decorrente da experiência primeira, obstáculo decorrente do conhecimento geral, obstáculo animista, obstáculo substancialista, e obstáculo verbalista. Neste trabalho daremos ênfase apenas aos dois primeiros obstáculos.

I. Experiência Primeira

Na formação do espírito científico, o primeiro obstáculo é aquele resultante de observações da natureza que recebem explicações sem dedicar-lhes muita reflexão. Neste caso o cientista concentra-se apenas em suas impressões imediatas para explicar os fenômenos concentrando-se única e exclusivamente na percepção que se tem deles em primeira mão, sem propor análises mais profundas, mais abstratas ou mais gerais e sem apresentar novas idéias (BACHELARD, 1996). A esse respeito, LOPES (1999, p.123), vem enfatizar a importância do entendimento de Bachelard sobre a “necessidade de valorização do conhecimento científico” e do lugar ocupado pela “experiência imediata como um obstáculo ao desenvolvimento dessa abstração”.

A experiência primeira é carregada pela observação das manifestações sem controle do cotidiano e tem como ponto de partida a experiência imediata da natureza. Ela não é racional e nos dá a falsa impressão que capazes de compreender plenamente o fenômeno que estamos observando:

A experiência primeira ou, para ser mais exato, a observação primeira é sempre um obstáculo inicial para a cultura científica. De fato, essa observação primeira se apresenta repleta de imagens; é pitoresca, concreta, natural, fácil. Basta descreve-la para se ficar encantado. Parece que a compreendemos (BACHELARD, 1996, p. 25).

Situações dessa natureza acontecem freqüentemente no ensino de ciências, principalmente nas aulas de laboratório. A explicação dos fenômenos é deixada de lado, e dá-se excessiva importância à observação simples dos fatos, decorrentes da curiosidade dos experimentos de ciências, em detrimento do exercício analítico, compreensivo e racional. É comum que os educandos permaneçam extasiados diante de qualquer explosão ou acidente na prática laboratorial:

Nas classes do curso elementar, o pitoresco e as imagens causam desastres desse tipo. Basta que uma experiência seja feita com um aparelho esquisito, e, sobretudo que ela provenha, sob denominação diferente, de longínquas origens da ciência [...] Se houver alguns incidentes – vitória do inédito – o interesse chega ao auge [...] Quase sempre as causas objetivas estavam esquecidas, mas todos se lembravam da “cara” do professor, do susto de um colega tímido (BACHELARD, 1996, p. 48 – 49).

Assim, o conhecimento derivado da experiência primeira pode ser, expressão do primeiro erro não justificado, que auxilia e dá fundamento ao obstáculo da experiência primeira.

II. Conhecimento Geral

A principal característica do obstáculo derivado do conhecimento geral é a sucessão de generalizações. Bachelard (1996) apresenta um exemplo que demonstra com clareza como a utilização de generalizações implica no não desenvolvimento do conhecimento científico, que é a generalização do princípio da gravitação universal, segundo o qual todos os corpos, sem exceção, caem. A aplicação dessa grande concepção geral – sem levar em conta, por exemplo, os gases – pode levar a consequências desastrosas no aprendizado, pois desconsidera-se que o educando irá aplicá-las indiscriminadamente, pois aprendeu-a como lei geral, e não irá tirar suas próprias idéias e conclusões para a observação de casos específicos: a tendência é que os estudantes se apeguem à teoria, cheguem a conclusões equivocadas e não pensem mais a respeito de tal fato. A lei geral fica bem estabelecida no pensamento e não se sente a necessidade de estudar profundamente a queda dos corpos:

Se o valor epistemológico dessas grandes verdades for medido por comparação com os conhecimentos falhos que elas substituíram, não há dúvida que essas leis gerais foram eficazes. Mas já não o são. (...) É possível constatar que essas leis gerais bloqueiam atualmente as idéias. Respondem de modo global, ou melhor, respondem sem que haja pergunta (...). A nosso ver, quanto mais breve for o processo de identificação, mais fraco será o pensamento experimental (BACHELARD, 1996, p. 71).

Outro exemplo que ainda pode ser citado é a queima dos corpos. Quando ensinamos o fenômeno de queima sempre generalizamos afirmando que toda a queima produz calor, energia. Os estudantes estabelecem, então, uma associação geral e direta entre os fenômenos de queima e de produção de calor, aplicando-a sem pensar a qualquer fenômeno de combustão, o que às vezes leva ao erro dado que tal explicação não serve para absolutamente todos os elementos químicos. O mesmo vale para a idéia geral segundo a qual todas as substâncias perdem massa ao serem queimadas. Caso afirmação não seja conferida a generalização está estabelecida e a calcinação de metais, que tem como produto substâncias de maior massa, passa a fazer parte das generalizações sem que, a retificação de tal erro seja realizada.

Confrontar em sala de aula os obstáculos geradores de erros, pode ser interessante para que o obstáculo pedagógico seja superado. Desse modo, submeter o educando a um ambiente em que ele possa deparar-se com os experimentos desenvolvidos nos contextos históricos em que determinadas descobertas científicas, bem como com seus erros e acertos traçados pela via do

caminho tortuoso da construção do conhecimento, pode levá-lo a entender vários aspectos do processo de produção científica tais como, as rupturas entre diversas teorias na história das ciências, a emergência de novos paradigmas, a importância do aprendizado de determinados conceitos significativos, (como o da teoria da combustão, no caso da química), a partir do confronto entre as explicações que lhe parecem válidas, e que por ventura foram também válidas num determinado momento da história do conhecimento, mas foram substituídas por explicações consideradas mais adequadas no presente expressam um conjunto de condutas e procedimentos válidos para que o aprendizado científico seja válido e consistente. A adoção de tais posturas pode, ainda, possibilitar ao educador o acesso a uma reflexão docente acerca de como as premissas dos alunos são construídas.

Nesse contexto, a principal idéia proposta por Bachelard é a de que, ao ensinar, ao apresentar conceitos, devemos nos apegar aos erros cometidos até que tal teoria fosse “afirmada”, demonstrando aos alunos a trajetória desenvolvida pelo processo de produção de conhecimento, da vigência do erro até sua superação. Assumindo esse ponto de vista, a idéia de linearidade no processo de produção do conhecimento científico cai por terra, sendo substituída por uma perspectiva histórica.

Desta forma, a valorização do erro em sala de aula, e o ensino das teorias a partir do exercício de sua superação podem ser, para o professor, uma forma de reorganização de sua prática. O erro pode revelar também ao professor a forma como seus alunos se organizam, elaboram suas idéias e apresentam argumentos para validar suas concepções, ou seja, o erro é considerado nesse contexto como um passo necessário no ato de conhecer.

Assim como os erros cometidos nas ciências são essenciais para a construção de um conhecimento racionalista, devemos dar significativa importância também aos erros cometidos dentro das salas de aulas, seja no ensino fundamental, médio ou superior. Assim a psicologia do erro pode ser um caminho legítimo e produtivo a ser trilhado, e sua utilização pode ser vista como fonte de avanço na educação, tornando-se uma das saídas em favor de um ensino mais consistente, e que possa estimular o crescimento nas carreiras científicas.

Dentro desta perspectiva, fizemos uso de experimentos como um instrumento para levantar as idéias de alunos da 1ª série do Ensino Médio, sobre os processos de queima, no intuito de revelar como o conhecimento cotidiano pode ser questionado, alcançando, assim, idéias mais elaboradas e rompendo com conhecimentos mais simples que, até então, não haviam sido questionados.

PERCURSO METODOLÓGICO

Este trabalho privilegiou a pesquisa qualitativa calcada nos fundamentos e teoria propostos por Bachelard. Para o seu desenvolvimento foram selecionados e analisados alguns experimentos relacionados à combustão, os quais foram aplicados para os educandos com a finalidade de propiciar-lhes a observação, reflexão e oportunidade de analisar os resultados, elaborando suas hipóteses acerca dos fenômenos envolvidos. A preocupação em elaborar tais experimentos está diretamente ligada à concepção de Bachelard acerca da dinâmica da epistemologia e da formação do conhecimento científico, porque é através da manifestação das contradições que advém do contato com o empírico e da formulação de hipóteses para tentar explicá-las que a capacidade de abstração pode ser desenvolvida. Segundo Bachelard (1996), é através do ensino experimental que se pode deixar de lado o conhecimento simples para a assimilação do conhecimento científico.

Para a realização desta pesquisa foram escolhidos seis alunos de forma aleatória dentro de um grupo de dezessete alunos que haviam manifestado interesse em participar da mesma, respondendo ao convite dos pesquisadores. Optamos por trabalhar com um grupo pequeno de alunos para não prejudicar o levantamento das idéias dos educandos durante o desenvolvimento dos experimentos e utilizamos nomes fictícios para identificá-los. Portanto, fizeram parte da pesquisa, seis alunos com idade em torno de 15 anos, da 1ª série do Ensino Médio de uma escola Pública Estadual, do período noturno, fora do contexto da sala de aula. A intenção de se trabalhar com alunos desse grau de escolaridade foi associada à suposição de que estes alunos ainda não possuem idéias tão impregnadas de conceitos científicos sobre combustão adquiridos no ensino de Ciências.

As atividades registradas por meio de filmagem, foram desenvolvidas no laboratório da escola em um único dia e se deram em três etapas:

1ª ETAPA

Primeiramente, foram apresentados aos alunos diversos materiais: papel, madeira seca e verde, pedaços de fio de cobre e de alumínio, raspas de magnésio, palha de aço, vela, açúcar, álcool, plástico e vidro. A seguir foi disponibilizado para os alunos, lamparinas, fósforo e pinças metálicas, com a explicação de que eles deveriam observar quais dentre os materiais sofreriam queima. Eles deveriam colocar com o auxílio da pinça cada material na chama da lamparina por um tempo, observando bem o material antes e depois de permanecer um tempo na chama. Os alunos receberam também uma tabela com a relação dos materiais, contendo um espaço em cada material relacionado para que pudessem registrar suas observações. Acompanhamos o processo de queima de cada um dos materiais, instigando-os a observar, refletir e conseqüentemente manifestar suas idéias sobre o fenômeno, processo de queima e as características físicas dos materiais. Após exploração da queima ou não dos materiais, os alunos responderam as questões relacionadas a seguir (oito no total), as quais foram entregues uma de cada vez, sem numeração, de modo a não desestimulá-los em respondê-las: **1)** O que leva você pensar que alguns materiais queimam e outros não? **2)** Que características mudaram no material com a queima? **3)** Entre a madeira seca e o papel quem pega fogo mais facilmente e queima mais rapidamente? Por quê? **4)** Por que certos materiais queimam mais facilmente que outros? **5)** O que aconteceu com o álcool? **6)** Qual a diferença no comportamento do galho verde e do seco na presença do fogo? **7)** Por que o fogo apaga quando abafamos? **8)** O que acontece com a palha de aço quando queimamos?

2ª ETAPA

Com o intuito de analisar a variação de massa antes e depois da queima, exploramos com os alunos apenas quatro dos materiais utilizados na primeira etapa, papel, madeira seca, álcool e palha de aço. Até porque já haviam manifestado suas idéias sobre as mudanças ocorridas nestes materiais com relação aos aspectos físicos quando os queimaram na primeira etapa. Também, neste caso os alunos receberam uma tabela para anotação das massas obtidas para cada um dos materiais com auxílio de uma balança digital, antes e após a queima. Após a execução do experimento no qual o diálogo se fez presente para o levantamento de suas hipóteses a respeito da massa, os estudantes responderam quatro questões, também entregues uma a uma: **1)** O que aconteceu com a massa das substâncias? **2)** Por que algumas perderam massa? **3)** Por que algumas ganharam massa? **4)** O que aconteceu com as substâncias já que existe diferença de massa antes e depois da queima?

3ª ETAPA

Para completar as discussões da etapa anterior, os alunos realizaram outro experimento, utilizando só o papel e a palha de aço. Neste caso, cada um dos materiais foi aquecido, separadamente, em tubos de ensaio fechados com rolhas de borracha, acopladas a um canudinho de plástico, cuja extremidade se manteve mergulhada em um recipiente com água, durante o aquecimento de cada material. No final desta atividade os alunos responderam mais quatro

perguntas, as quais forneceram elementos para os alunos refletirem sobre a alteração da massa nos dois materiais estudados: **1) O que aconteceu com o papel dentro do tubo de ensaio? 2) O que aconteceu com a palha de aço dentro do tubo de ensaio? 3) Qual a relação entre esse experimento e o realizado na segunda etapa? 4) O que se pode concluir desse experimento?**

A análise dos dados está fundamentada na transcrição do material filmado e na organização das respostas dos questionários que forneceram complemento ao material escrito. Da parte transcrita, foi possível reunir unidades de registros, agrupando em categorias delineadas a partir do confronto com o referencial teórico que norteou o contexto da pesquisa, ou seja, a epistemologia de Bachelard. Vale ressaltar que este trabalho é parte integrante de uma pesquisa maior, na qual os dados levantados foram analisados à luz da história da Ciência e numa perspectiva da epistemologia de Bachelard. Neste trabalho apresentamos a análise com relação a epistemologia bachelardiana.

REFLEXÕES SOBRE OS RESULTADOS DA PESQUISA

A análise dos dados obtidos a partir da transcrição dos registros das atividades desenvolvidas pelos alunos bem como a reflexão sobre os mesmos a partir do confronto com a o referencial teórico revisitado nos levou ao estabelecimento de uma categoria denominada **categoria epistemológica**. Sob esta categoria analisamos as hipóteses dos educandos levando em conta a epistemologia de Bachelard e a gênese da construção do conhecimento científico. Na análise com base na epistemologia emergiram três subcategorias, a saber:

I.O erro como tentativa de construção do conhecimento;

II.A generalização;

III.A experiência primeira.

I. O erro como tentativa de construção do conhecimento

Ressaltar a importância conferida ao erro é lembrar que ele se remete à tentativa de explicar determinado fenômeno que até então, não tinha sido pensado, seja pelo cientista, seja pelo educando. O erro, então, não pode ser considerado algo vazio de idéias ou de pensamentos lógicos, tal como é representado na ciência positivista ou na educação tradicional. Ao contrário, ele sempre deve ser remetido à construção do conhecimento. No presente trabalho, o erro sempre deve ser considerado como uma forma de indicar tentativas no sentido de oferecer explicações coerentes para determinado fenômeno.

Em suas respostas, comentários e idéias manifestadas durante o trabalho, os estudantes expressaram erros sob diversas formas sobre o fenômeno em questão (a combustão). Obtivemos respostas articuladas que, no entanto, não oferecem explicações perfeitamente adequadas à teoria vigente. Contudo, demonstram ser as concepções dos educandos frente aos fenômenos apresentados a respeito da queima de materiais. Isso pode ser verificado em algumas respostas às questões que faziam menção à formas variadas de combustão:

Rafael – *Tem uns produtos que fazem o plástico queimar e o vidro não, e depende do material para observar (Resposta a questão 1, etapa1).*

Mariane – *Existem algum tipo de substâncias que contem em vários materiais que não contém em outros. Por isso uns pega fogo e outros não (Resposta a questão 1, etapa1).*

Mariane – *Eu não sei. Mas deve existir algum tipo de substância que em uns tem em outro não (Resposta a questão 4, etapa 1).*

Percebe-se que as respostas fornecidas fazem referência a uma substância responsável pela queima dos materiais. Sabemos que a queima depende da composição química do material, da superfície de contato entre outros, e que não existe um princípio responsável pela queima. Neste caso, não podemos concluir que as respostas apresentadas pelos estudantes foram ingênuas e sem reflexão. Entendemos que essa tentativa de formular hipóteses para explicar o fenômeno da queima implica na busca por respostas, mesmo que não sejam consideradas válidas (erro).

Nesse mesmo segmento, as falas a seguir, registradas durante o diálogo confirmam a concepção formada acerca da substância responsável pela queima:

Mariane – *Tem um nome para isso, mas eu não sei qual é o nome, eu creio que tem um nome, mais eu não sei...*

Professora – *O nome do que?*

Mariane – *Ah, sei lá, uma coisa que um tem e o outro não tem. Tipo assim, no vidro não tem, no plástico tem, porque ele queima, mas eu não sei qual é o nome.*

Além da presença de uma substância, pode-se perceber que os educandos apresentam várias formas de explicar o que foi solicitado, que se analisado, não se encontra de acordo com as teorias estabelecidas da ciência atual, mas fornecem idéias que implicam no desenvolvimento do pensamento racional. Outro exemplo disso está relacionado ao aumento de massa da palha de aço:

Juliano – *A palha de aço, ela absorve a umidade do ar por isso ela aumenta de peso.*

Todo esse esforço dos educandos em explicar é válido, porque permite, ou exige reflexão. Para Bachelard é dessa forma que se constrói o conhecimento:

Juntos, vamos acabar com o orgulho das certezas gerais e com a cupidez das certezas particulares. Preparemo-nos mutuamente a esse ascetismo intelectual que extingue todas as intuições, que torna mais lentos os prelúdios, que não sucumbe aos pressentimentos intelectuais. E murmuraremos, por nossa vez, dispostos para a vida intelectual: o erro, não é um mal.(...) Ao longo de uma linha de objetividade, é preciso pois dispor a série dos erros *comuns* e *normais*. Assim, seria possível sentir todo o alcance de uma psicanálise do conhecimento, se essa fosse um pouco mais extensa (BACHELARD, 1996, p.298).

A aproximação do conhecimento científico dá-se então, através do abandono das idéias sem reflexão, emergindo a intelectualidade. Percebe-se que os alunos conseguem “bolar” suas próprias idéias, relacionadas à combustão. Essas concepções espontâneas podem apresentar-se errôneas em alguns aspectos, no entanto, são essenciais para a racionalização do aluno. O que não pode-se permitir é que esse erro se constitua num futuro obstáculo sedimentado. (BLANCH, JARDIM, GRIGOLI, 2001).

II. A experiência primeira

Nem sempre as justificativas baseiam-se em respostas articuladas, que refletem pensamentos puros sem o impulso do exposto, do observado. Bachelard caracteriza a

experiência primeira, como o primeiro obstáculo na formação do espírito científico, e segundo esse epistemólogo “o espírito científico deve formar-se contra a Natureza, contra o que é, em nós e fora de nós, o impulso e a informação da Natureza, contra o arrebatamento natural, contra o fato colorido e corriqueiro” (BACHELARD, 1996, p.29).

Nesse sentido, todas as observações feitas sem questionamentos, que se baseiam somente nas imagens, tornam as análises do empírico mais frágeis e sem grande valor. Este fato também é constatado no ensino de ciências, ou na vida cotidiana.

Quando apresentado o problema acerca da combustão do álcool, é exatamente o observado que impede, no caso, os estudantes que participaram da pesquisa de refletirem sobre a queima do material, pois consideraram a sua evaporação simplesmente. Como pode ser constatado em algumas respostas apresentadas à questão 5 da etapa1:

Mariane – *Eu acho que o álcool não queimou evaporou e sobrou um liquido no fundo do recipiente que eu não sei o que é. O fogo do álcool é bem mais claro.*

Gustavo – *Após pegar fogo evaporou o álcool sumiu completamente.*

Josiane – *Queimou e evaporou e o fogo é mais claro do que os outros e mais baixo.*

Rafael – *O álcool queima e depois de um certo tempo evapora.*

Leandro – *O álcool queimou e a maioria do álcool se evaporou e ficou um restinho que não queima mais.*

É visível nas respostas que, o observado toma conta do fenômeno, pois o fenômeno físico confunde-se com o químico. Isso também foi confirmado durante o diálogo que se fez presente no desenvolvimento dos experimentos.

Situação semelhante também ocorre quando, por exemplo, os alunos desconsideram a conservação da matéria. Neste caso, os estudantes afirmam que a matéria “se perde” na queima, pois não conseguem perceber que os gases também possuem massa e que nada pode ser perdido:

Gustavo – *Após pegar fogo evaporou o álcool sumiu completamente (Resposta à questão 5 etapa1).*

Josiane – *Porque o fogo destruiu (Resposta à questão 2, etapa 2)*

A destruição do material, ou até mesmo o sumiço, são forma de obstáculos causados pela experiência primeira. O experimento, nesse caso, não permite a visualização do fenômeno, que corresponde a conservação da massa na queima do material. Seria necessária uma análise mais profunda por parte dos estudantes para concluir que nada pode desaparecer ao acaso.

Compete ao professor auxiliar nessa racionalização, ajudando o educando a pensar de forma mais satisfatória, ultrapassando esse obstáculo gerado através do observado que não é refletido. “O educador deve procurar, portanto, destacar sempre o observador de seu objeto, defender o aluno da massa de afetividade que se concentra em certos fenômenos rapidamente simbolizados e, de certa forma, *muito interessantes*” (BACHELARD, 1996, p. 67-68).

III. A generalização

Em determinadas situações, o erro, o pensamento não acabado (mesmo que positivo), deve passar por análises mais rigorosas, para que não se sedimente tornando-se um obstáculo. A falsa doutrina do geral, é considerada por Bachelard, como um dos elementos que mais impede o progresso do conhecimento científico BACHELARD, 1996).

A generalização então, é uma forma de explicação, mas, que em contrapartida, não apresenta justificativas fundamentadas. Ela se prende no geral, explicando a natureza e os fatos empíricos, com um mesmo raciocínio. Isso pode ser verificado em algumas respostas, atendendo os questionamentos, durante a realização dos experimentos, e também, nas respostas dos questionários. Quando questionados sobre as características do material depois do processo químico de queima, os alunos apresentaram justificativas que generalizavam o processo, pois, para eles, à medida que a reação acontecia, todo o processo de combustão resumia-se na formação de brasa e cinzas, como pode ser observados nas respostas referentes a questão e da etapa1:

Josiane – *O material estava inteiro e no final ele diminuiu e virou cinzas.*

Rafael – *O que queimou virou brasa e o não queimou só esquentou com o fogo.*

Mariane – *Antes de queimar eles eram de uma forma e depois de queimados viraram cinzas.*

Portanto, no entendimento dos alunos pesquisados, para haver combustão, o material precisa se transformar em cinza, ou brasa, tanto que no processo de queima do álcool, no qual não há formação de resíduo sólido, os alunos interpretaram o processo de queima, como sendo um processo físico, o de evaporação.

O obstáculo da generalização aparece também em outro momento, quando questionamos durante o experimento, os indícios de combustão do material:

Leandro – *Não saiu fogo então não queimou.*

Professora – *Anotem aí então o que vocês acreditam o que vocês acham. Uma coisa é importante aqui! O que vocês precisam observar no material pra dizer se está queimando ou não está queimando?*

Rafael – *Pegar fogo!*

Professora – *Pegar fogo é sinal de que está queimando então?*

Juliano – *Se ele desmanchar, se ele virar cinza.*

Novamente a combustão é associada a um único indício para ser verificada: a chama. Parece ser consenso entre os educandos que, para haver combustão necessita-se da presença de fogo.

Portanto, para esse fato, como para tantos outros, generalizar significa não refletir sobre a reação que envolve o processo. Bachelard (1996, p.71) tece argumentos sobre o obstáculo da generalização:

É possível constatar que essas leis gerais *bloqueiam* atualmente as idéias. Respondem de modo global, ou melhor, respondem sem que haja pergunta (...) Mas, ao nosso ver, quanto mais breve for o processo de identificação, mais fraco será o pensamento experimental.

Para superar o obstáculo da generalização faz-se necessário a busca por um conhecimento mais articulado, no qual se façam presentes o questionamento, a reflexão e para tanto o salto, resultando num ensino capaz de consolidar a cultura científica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As idéias de educandos podem ser reveladoras no sentido de identificar que tipo de ensino eles têm recebido, bem como a forma com que eles concebem determinados conceitos. Em geral, nós, professores de Ciências não propiciamos aos nossos alunos uma reflexão acerca da natureza e construção do conhecimento científico, até porque nós mesmos nem sempre refletimos sobre tais questões. Tal situação manifestou-se em alguns momentos nesse trabalho, pois os próprios alunos pesquisados afirmaram que nunca tinham sido submetidos a situações de aprendizagem que exigissem questionamentos e reflexões. Foi possível perceber ainda, um certo descrédito por parte deles, com relação as suas próprias potencialidades, julgando-se incapaz de participar desse tipo de proposta.

Acreditamos que essa seja a mais importante função do ensino: promover o desenvolvimento de raciocínio, auxiliar na progressão crítica do aluno, desenvolver autoconsciência e maturidade para analisar qualquer conceito, seja científico ou não.

Um ensino questionador deve valorizar a epistemologia, como forma de construção de conhecimento, assim como enfatizado nesse trabalho. Percebemos que a partir dessa valorização, os alunos viram-se diante de muitos conflitos relativos ao conhecimento sobre combustão, que consideramos de extremo valor. Em alguns casos, puderam por à prova seus conhecimentos cotidianos e puderam, acima de tudo, dizer o que pensavam, demonstrar que suas idéias são realmente válidas, mesmo que à primeira vista contemplem concepções errôneas.

Nas análises que foram feitas à guisa de conclusão do trabalho, apareceram várias vezes concepções errôneas, mas que ao nosso ver, justificam formas de pensamentos articulados, como no caso da substância única, responsável pela queima dos materiais. Apesar de não considerarmos a situação do experimento como uma situação de ensino-aprendizagem, acreditamos que essa forma de questionamento contribui para o avanço do pensamento elaborado, incluindo o avanço das concepções errôneas para que o pensamento não tenha margem para se tornar um futuro obstáculo.

Como dito, algumas concepções, quando não analisadas, tornam-se obstáculos que podem trazer aspectos do cotidiano, como a generalização. Nesse caso, também verificamos a presença de obstáculos epistemológicos, que interferiram no crescimento elaborado das idéias dos estudantes analisados. Tudo isso aponta para a importância de o professor auxiliar para que o entendimento do estudante não se torne um obstáculo, para isso o professor deve sempre questionar e auxiliar seus alunos na busca por respostas mais efetivas.

Dessa forma, acreditamos que para haver a evolução do pensamento racional e articulado, faz-se necessária a utilização da epistemologia que esteja vinculada aos pensamentos científicos decorrentes da história da ciência. A forma de ensino tradicional deve ser transposta e esse

obstáculo da educação só será superado quando tivermos consciência de que o ensino deve ser a base de conhecimento racional, crítico e voltado para a sociedade.

REFERÊNCIAS

BACHELARD, G. **A Formação do Espírito Científico**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BLANCH, R.; JARDIM, M. I.; GRIGOLI, J. Idéias que os alunos lançam mão para explicar problemas relacionados ao cotidiano: Esforço do pensamento ou obstáculo ao saber científico? **Ensaio e Ciência**. Nº 3, v.5, p. 31-54, 2001.

LOPES, A.R.C. Bachelard: O filósofo da desilusão. **Caderno Catarinense do Ensino de Física**. v. 13, n.3, p.324-330, 1996.

_____. **Conhecimento Escolar: Ciência e Cotidiano**. Rio de Janeiro: Editora da UERJ, 1999.

SILVA, I.B. da. **Iter-relação: A pedagogia da Ciência**: Uma leitura do Discurso Epistemológico de Gaston Bachelard. Ijuí: Unijuí, 1999.