

INVESTIGAÇÃO DOS OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS NO ENSINO DE QUÍMICA: UMA ABORDAGEM NO TÓPICO MODELOS ATÔMICOS

RESEARCH OF EPISTEMOLOGICAL OBSTACLES IN CHEMISTRY TEACHING: A TOPICAL APPROACH ATOMIC MODELS

Felipe Alves Silveira*, Ana Karine Portela Vasconcelos, Suyanne do Nascimento Almeida, Manuel Bandeira dos Santos Neto

PGECM – IFCE – Ceará – Brasil

Resumo: Os obstáculos epistemológicos, passíveis de ocorrerem no processo de ensino e aprendizagem, são as causas da estagnação do pensamento no regresso do saber científico. O referencial teórico deste estudo se aporta na epistemologia de Gaston Bachelard e suas proposições para o conceito de obstáculos epistemológicos, destacando a necessidade de vencê-los para o progresso da ciência. A presente investigação tem por objetivo identificar possíveis obstáculos epistemológicos sob a visão de Bachelard no Ensino de Química referente à evolução dos modelos atômicos. A pesquisa foi realizada com estudantes da 1º série do Ensino Médio de uma escola pública. Na maior parte das respostas dos estudantes foram evidenciados possíveis obstáculos. As distorções conceituais em torno de figuras e analogias dificultam o entendimento do conhecimento científico e, conseqüentemente, fazem com que adquiram concepções errôneas e equivocadas no conteúdo abordado. O Ensino de Química deve, antes de qualquer obstáculo, promover o diálogo, a ação, a reflexão e a formação do espírito científico.

Palavras-chave: obstáculos epistemológicos, ensino e aprendizagem, bachelard.

Abstract: The epistemological obstacles, which may occur in the teaching and learning process, are the causes of the stagnation of thought in the return of scientific knowledge. The theoretical reference of this study is contributed in the epistemology of Gaston Bachelard and his propositions for the concept of epistemological obstacles, highlighting the need to overcome them for the progress of science. The present research aims to identify possible epistemological obstacles under Bachelard's vision in Teaching Chemistry regarding the evolution of atomic models. The research was carried out with high school students of a public school. Most of the students' responses revealed possible obstacles. The conceptual distortions around figures and analogies hinder the understanding of scientific knowledge and, consequently, cause them to acquire misconceptions and misconceptions in the content addressed. The teaching of chemistry must, before any obstacle, promote dialogue, action, reflection and the formation of the scientific spirit.

Keywords: epistemological obstacles, teaching and learning, bachelard.

* felipesilveiraquimica@gmail.com

1. Introdução

A disciplina de Química é considerada pela maioria dos estudantes como abstrata, não apresentando conexão com o cotidiano. Uma das consequências é que os estudantes não sabem explicar cientificamente como podem ocorrer determinados fatos, como, por exemplo, as características de um átomo ou a razão do óleo não se misturar com a água (POZO; CRESPO, 2009). Para minimizar tais dificuldades, o estudante precisa enfrentar as limitações epistemológicas e ontológicas.

Para que ocorra a aprendizagem da Química é necessário que exista um funcionalismo químico, termo esse originado por Leal (2009), no qual está contido séries de obstáculos que devem ser derrubados para um bom entendimento da disciplina. Nesse aspecto, o Ensino de Química está distanciado do conhecimento científico, desconexo, onde os aspectos empíricos se sobressaem. Os conteúdos são apresentados de maneira descontextualizada, destituídos de lógica em que usualmente não há reflexão acerca do assunto trabalhado. Bachelard (1996) afirma que o ensino deve estar entrelaçado com o novo espírito científico, o qual se trata de uma contribuição para um ensino com significado. Logo, tendo viés de formação para a vida do estudante perante os conhecimentos científicos, no caso, uma prática de problematização em que haja reflexão (SHÖN, 2000).

Uma abordagem didática tradicional, que não tem relação com a formação do novo espírito científico, tem ênfase na instrução formal em que o estudante é um receptor passivo do saber (HODSON, 1988). A capacidade de argumentação, reflexão e contextualização dele é desconsiderada. O estudante não pode ser tratado como um mero receptor de conhecimentos que porventura acaba prevalecendo uma apreensão do conhecimento de forma acrítica. Isso corrobora para uma aprendizagem sem sentido, sem reflexão (BACHELARD, 1971).

A Química contemporânea possui, geralmente, uma racionalidade muito diferente do senso comum, em que o estudo nos dias atuais não tem mais relação com a memorização, mas sim, com o entendimento, compreensão, reflexão e produção do conhecimento científico, distanciando-se, assim, da abordagem tradicional (LEAL, 2009). De acordo com Astolfi e Develay (1995), existem críticas às práticas da escola tradicional em que o professor apenas traz os seus saberes sem haver uma construção coletiva do saber. O ensino deve estar entrelaçado aos aspectos empíricos, desde que o saber científico prevaleça.

Dentro do processo de ensino e aprendizagem de Química, tanto o aspecto microscópico, quanto o macroscópico, podem ser abordados no ensino a fim de facilitar a compreensão do saber científico. É necessário que haja uma abordagem diferenciada para abordar esses dois aspectos. Muitas vezes, na prática, esses aspectos são separados perante o fazer pedagógico, o que pode gerar um obstáculo epistemológico, ou seja, um entrave na aprendizagem (PEREIRA, 1995). Dessa forma, as barreiras que obstruem os entendimentos dos estudantes podem ser denominadas de obstáculos epistemológicos (ANDRADE; ZYLBERSZTAJN; FERRARI, 2002).

Por exemplo, assuntos relativos às ligações químicas e à estrutura atômica necessitam de um maior grau de abstração, logo não se pode focar apenas no campo macroscópico

(LÔBO, 2008). Vale destacar que ao abordar os conteúdos é necessário ter cuidado com a utilização de imagens e analogias para que não seja considerada a explicação completa do fenômeno em estudo, ou seja, não esteja desvinculado ao conhecimento científico e se limitando à comparação (BACHELARD, 1996).

É necessário, também, que os aspectos fenomenológicos, representacionais e teóricos sejam interligados e articulados ao processo de ensino e aprendizagem, já que é inadequado trabalhar somente com a memorização de fórmulas, definições e equações químicas, pois não tem como observar de forma empírica as substâncias e conceitos abordados em sala de aula, o que torna os conteúdos de difícil compreensão (LEAL, 2009). Uma postura apenas centrada nas representações fará com que os estudantes apresentem dificuldades em compreender os conhecimentos científicos químicos por completos, ou seja, de maneira ampla (LEAL, 2009; LÔBO, 2008).

É importante a construção do conhecimento científico baseado em observações cotidianas situando o estudante no confronto de aspectos vivenciados pela própria realidade, rompendo com conhecimentos intuitivos (DEWEY, 1980; LÔBO, 2008). O conhecimento científico é sempre uma reforma das ilusões, logo o mesmo pode estar ligado, intrinsecamente, ao empírico, desde que haja momentos de reflexão. A ciência não se baseia apenas no senso comum, onde tal percepção deve ser rompida para validar os aspectos científicos perante os estudos e a história em si. Fazer ciências não implica em sistematizar as percepções, mas sim validá-las (BACHELARD, 1971).

Os subterfúgios pedagógicos, isto é, recursos didáticos auxiliares no processo de ensino e aprendizagem, podem implicar em interessantes atrativos visuais, como também, por outro lado, promover uma barreira do entendimento. É necessário ter cuidado ao abordar os conteúdos no Ensino de Química, como os referentes ao modelo atômico, já que o seu estudo pode ser associado a determinados objetos, muitas vezes, abordados em livros didáticos, como, por exemplo, as passas em um pudim que simbolizam os elétrons (DUIT, 1999).

O estudante pode associar as passas com os elétrons sem ter uma criticidade, um entendimento plausível sobre o fenômeno, tratando-se, no caso, de uma analogia, onde o conteúdo foi explanado através de uma similaridade, comparação. Pode haver a formação de um entrave na aprendizagem através de analogias e/ou metáforas, já que os elétrons, para os estudantes, podem ser simplesmente as passas de um pudim que ficam apenas na superfície (DUIT, 1999).

O autor que alertou de forma considerável para o uso inadequado da utilização de analogias e metáforas no Ensino de Ciências foi Gaston Bachelard, que introduziu uma noção de obstáculo epistemológico fazendo um estudo desses entraves na aprendizagem tendo em vista a formação do conhecimento científico. Fato este, por exemplo, evidenciado nos trabalhos de Duit (1999), Lopes (1993) e Lôbo (2008), que alertam acerca dos problemas na aprendizagem sobre esse tema.

Para a realização de futuros estudos científicos é importante ter em mente a existência dos obstáculos epistemológicos para que sejam evitados, ou ao menos identificados, sob pena de se chegar a conclusões errôneas que podem comprometer a veracidade do conhecimento

sobre determinado assunto. Logo, uma análise do tema se mostra ideal para que o estudante possa aprender de maneira que faça jus ao saber científico. Os professores precisam buscar formas de transporem os obstáculos, seja nas atividades de ensino e aprendizagem, seja em suas pesquisas, analisando suas metodologias de ensino, evitando-se, assim, que os estudantes não aprendam conforme o novo espírito científico (LÔBO, 2008).

Os obstáculos denominados por Bachelard (1996), passíveis de ocorrerem no processo de ensino e aprendizagem, foram denominados por ele como experiência primeira, conhecimento geral, verbal, animista, substancialista, conhecimento unitário e pragmático, onde seriam as causas da estagnação do pensamento, no regresso do saber científico, os quais serão abordados pelo professor. O docente precisa estar atento ao abordar os assuntos de Química em sala para que não haja a estagnação do saber. Para este trabalho, foi escolhido como tema o estudo dos modelos atômicos, já que demanda uma grande abstração para a compreensão do assunto por parte dos estudantes.

Diante dessa perspectiva, a presente investigação tem por objetivo identificar possíveis obstáculos epistemológicos sob a visão de Bachelard (1996) no Ensino de Química referente à evolução dos modelos atômicos e, com isso, colaborar com a formação dos professores e, conseqüentemente, no processo de ensino e aprendizagem.

2. Obstáculos epistemológicos: proposições de Bachelard

As opiniões dos estudantes, as quais não devem ser desconsideradas, são o primeiro obstáculo acerca do conteúdo, logo, é necessário superá-lo. Um obstáculo epistemológico permanecerá caso não exista indagações. É preciso que haja uma inquietação, um contínuo questionamento a respeito do saber empírico. “Em resumo, o homem movido pelo espírito científico deseja saber, mas para, imediatamente, melhor questionar (BACHELARD, p. 21, 1996)”. O professor deve assumir uma postura investigativa, ser conciliador no processo de ensino e aprendizagem em detrimento da reflexão na ação, no momento efetivo da sua prática docente (SHÖN, 2000).

A epistemologia deve, impreterivelmente, partir da reflexão da própria ciência, tornando-a, dessa forma, adequada para expressá-la. A ruptura com o saber anterior propõe para o desenvolvimento da razão, ou seja, faz parte da reflexão sobre os valores do conhecimento científico. A formulação de hipóteses é levantada através da reflexão prévia no Ensino de Química, a partir da qual a mesma se dá através do entrelaçamento das teorias, concepções e observações (BACHELARD, 1971). Cabe ao professor identificar, levantar, discutir e refutar as hipóteses formuladas pelos estudantes através de observações ou experimentações para que se tenha a consolidação dos saberes químicos, confirmando ou redirecionando as hipóteses em prol do objeto de estudo, sem perder a veracidade dos fatos científicos (RONCH; DANYLUK; ZOCH, 2016).

Gomes e Oliveira (2007) afirmam que alguns autores não são contra o uso de metáforas e analogias dentro do ensino, pelo contrário, aprovam para uma melhor compreensão dos aspectos abstratos existentes nos conteúdos, já que muitas vezes acabam sendo ligadas ao

cotidiano das pessoas. Porém, ressaltam que essas formas devem ser um suplemento, um suporte, e não o meio principal para abordar o assunto para o alcance do conhecimento.

Contudo, essa metodologia no Ensino de Ciências pode trazer desvantagens por causa da sua utilização inadequada ou pela falta de sistematização para o seu uso. Há o condicionamento para a formação de obstáculos epistemológicos, onde ocorre por parte dos estudantes perante as dificuldades de abstração dos fenômenos concretos, mas também pode dificultar o trabalho do cientista, como, por exemplo, os obstáculos denominados de *animismo* e *experiência primeira*. Há um inconsciente científico que atrapalha o conhecimento científico (BACHELARD, 1996).

O primeiro obstáculo evidenciado na obra de Bachelard é chamado de *experiência primeira*, que está relacionado às aulas envolvendo experimentação. Em uma determinada atividade experimental, por exemplo, pode haver uma explosão, uma combustão ou qualquer outra atividade que possa causar uma admiração e apreço pelo que foi visto perante uma sucessão de resultados experimentais deslumbrantes, no qual, muitas vezes, sobressai-se aos aspectos químicos existentes, o que inviabiliza o entendimento do conceito científico. Como colocado por Bachelard (1996, p. 29):

[...] na formação do espírito científico, o primeiro obstáculo é a experiência primeira, a experiência colocada antes e acima da crítica - crítica esta que é, necessariamente, elemento integrante do espírito científico. Já que a crítica não pôde intervir de modo explícito, a experiência primeira não constitui, de forma alguma, uma base segura.

Um exemplo relacionado a isso abordado pelo Bachelard (1996) é referente à teoria dos radicais (íons), onde o professor obteve iodeto de amônio através de um experimento onde foi utilizado amoníaco, passado muitas vezes na substância mencionada sobre um filtro coberto com palhetas de iodo ($I_{2(s)}$). Quando esse papel é secado ele explode, o que proporciona um sentimento de admiração nos estudantes. Muitas pessoas foram interrogadas a respeito desse tipo de atividade, sendo que, em torno de 50% das mesmas lembravam de explosões desse tipo, sem ter a preocupação e o conhecimento de explicar a razão das explosões, ou seja, a explicação científica. Não tinha acontecido um estudo detalhado, crítico, apenas um encadeamento de resultados interessante.

As generalidades dos conceitos imobilizam o pensamento, logo, não há criticidade do conhecimento científico, tudo se explica através de uma mera afirmação generalizadora. No Ensino de Química a generalização pode moderar a um fenômeno sem interesse, ou seja, sem ter o que analisar, onde o conhecimento químico será extremamente vago. Trata-se de outro obstáculo epistemológico denominado de conhecimento geral. Há uma imobilidade do pensamento, onde as explicações posteriores dos fenômenos irão ser condicionadas através das explicações consideradas principais, do fenômeno geral (BACHELARD, 1996).

De acordo com Bachelard (1996, p. 95) “[...] a imagem tão clara pode, quando aplicada, ficar mais confusa e complicada”. Isso é referente ao obstáculo denominado de verbal. Conforme apontam Andrade, Zylbersztajn e Ferrari (2002), esse pode acontecer quando há uma associação entre uma palavra concreta a uma abstrata, sendo que, ela pode funcionar como uma imagem ocupando o lugar de uma explicação vaga sem aporte teórico que pode

fazer jus ao cotidiano do estudante, porém, como mencionado, não há criticidade e entendimento do fenômeno. A imagem pode, por si só, ser autoexplicativa, o que condiciona a uma dificuldade de compreensão do conhecimento científico abordado nas aulas. De acordo com Bachelard (1996, p. 101): “O perigo das metáforas imediatas para a formação do espírito científico é que nem sempre são imagens passageiras; levam a um pensamento próprio; tendem a completar-se, a concluir-se no reino da imagem”. Faz com que o estudante não entenda o fenômeno químico em sua totalidade.

A associação de conceitos químicos com sentimentos humanos também pode obstaculizar a compreensão científica, fazendo com que os estudantes mantenham a relação científica como organismos vivos. Exemplo disso é o estudo do átomo, onde aquele que possui oito elétrons na camada de valência estará feliz, já o que não possui ficará triste, no caso, trata-se de obstáculos animistas perante Bachelard (LEAL, 2009). O autor afirma que a caracterização do obstáculo animista diz respeito aos fenômenos da matéria, os quais constituirão obstáculos para a compreensão desses, principalmente nas relações analógicas dos fenômenos biológicos e físicos. Bachelard (1996) assevera que nesse obstáculo existe uma associação de características humanas com o fenômeno o que condiciona a um entrave na aprendizagem.

Outro obstáculo abordado em sua obra se relaciona às dificuldades dentro do ensino, muitas vezes são resolvidas através de uma visão global, normalmente oriunda da natureza através de um princípio geral, onde tal generalidade conexa se constitui de um obstáculo dentro do ensino denominado “conhecimento unitário e pragmático”. Diversas atividades têm como manifestação de uma só natureza, como a ideia de luz abordada na obra de Bachelard, onde ela é suficiente para definir diversos conceitos. As analogias quando utilizadas de forma errônea proporcionam fugas de ideias, impedem a curiosidade, traduzem-se em um caráter utilitário, uma indução pragmática por explicações generalizadas dos conceitos (BACHELARD, 1996).

Bachelard (1996) exemplifica esse obstáculo através do Bacon, em que afirmava que caso houvesse uma diminuição da transpiração desde criança poderia haver um prolongamento da vida, onde as vias da urina aumentariam. É uma ideia interligada às crisálidas de lagarta que “transpiram” e através disso mantêm a vida latente para evoluir. Procura-se atribuir aos fenômenos uma utilidade própria, que o caracterizem. Diante disso, “[...] para o racionalismo pragmático, um aspecto sem utilidade é irracional (BACHELARD, 1996, p. 115)”.

Outro obstáculo, intitulado de substancialista, é caracterizado por intuições dispersas, opostas, que pode ser, em parte, abordado através do materialismo promovido pelo uso de imagens ou da atribuição de características positivas. A alegação de uma característica, qualidade oculta ou íntima, trava o desenvolvimento do pensamento científico, pois a substancialização irá permitir uma explanação breve e básica. São atribuídos inúmeros adjetivos para um objeto, como, por exemplo, o fluido elétrico com as qualidades de “viscosa, untuosa e tenaz”, relacionado à teoria de Boyle, no caso, a eletricidade se equipara a uma cola, como se tivesse um espírito material. Substantificar as qualidades acaba sendo uma

necessidade. A resposta substancialista inviabiliza as perguntas que possam existir, longe de provocar discussões (BACHELARD, 1996).

Lôbo (2008), Lopes (1993) e Mortimer (1992) observam a indispensabilidade de ultrapassar os entraves na aprendizagem. O Ensino de Química não pode se restringir a princípios e leis inalteráveis, em que se deve considerar o percurso histórico da Química para compreender o processo de produção de conhecimento pelo estudante. Abordando a história da estrutura do átomo, a partir da qual houve uma ruptura entre a noção clássica do átomo, onde este é concebido como “bloco de construção da matéria”, e a concepção quântica, que é constituído de partículas que têm características de onda, em que numa de suas análises diz respeito ao rompimento com a visão realista da matéria continuada. As diferentes noções condicionam estágios diferenciados de desenvolvimento científico na Química, logo, contribuem dentro do meio escolar em termo de saber e conhecimento (MORTIMER, 1992).

A identificação desses possíveis obstáculos dentro da abordagem dos modelos atômicos em face de potencializar o processo de ensino e aprendizagem dos estudantes através das suas observações, assim como colocações, corroborará o entendimento desses conceitos químicos em detrimento do espírito científico, da transformação do saber comum para o científico. Conforme Bachelard (1971, p. 18) “[...] as ciências físicas e químicas, no seu desenvolvimento contemporâneo, podem ser caracterizadas epistemologicamente como domínios de pensamento que rompem nitidamente o conhecimento vulgar”. O caráter indireto de determinados fatos em ciências condicionará a um reino epistemológico novo, ou seja, uma ruptura dos entraves (LOPES, 1993).

Por fim, o desafio delineado, a partir do objetivo em discussão, refere-se ao processo de ensino e aprendizagem, no caso, a condução do ensino no encaixe da aprendizagem do saber científico e da compreensão, através da apropriação desses obstáculos perante a obra de Bachelard, juntamente com as considerações dos outros autores. Tal abordagem poderá contribuir na condução de uma mediação do Ensino de Química.

3. Percurso metodológico da pesquisa

A metodologia desta pesquisa teve uma abordagem qualitativa, a qual é a via para o pensamento a ser utilizado e ocupa um lugar central na teoria, tratando-se, basicamente, do conjunto de técnicas a ser adotado para fundar a realidade. Isso acontece no espaço natural dos participantes, estudantes e professores, no decorrer de suas atividades letivas. Também há uso de dados quantificáveis nas respostas. O importante na abordagem qualitativa é ser objetivo, permitindo aos instrumentos de trabalho uma mediação entre a teoria e a metodologia com a realidade empírica. Suas falas e respostas em torno da pesquisa são ricas e reveladoras (MINAYO, 2002).

No campo da abordagem qualitativa foi realizado um estudo de caso como método da pesquisa que, consoante Yin (2005, p. 32), trata-se de “[...] uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos”. Um estudo de caso deve proporcionar uma imagem a mais fiel e digna possível da realidade pesquisada

em suas várias dimensões, dentro de sua real complexidade. Pode ser caracterizado como um estudo de uma entidade bem demarcada, como um programa, uma escola ou uma unidade social.

O questionário elaborado foi aplicado em nove estudantes dos cursos de paisagismo e agrimensura, os quais haviam ficado em recuperação do primeiro semestre na disciplina de Química. Os participantes eram da primeira série do Ensino Médio, numa escola estadual profissionalizante localizada na cidade de Fortaleza. Vale destacar que outros estudantes que também haviam ficado de recuperação pediram transferência para outras escolas e muitos se recusaram a participar.

A amostragem desta investigação se orientou pelos procedimentos do tipo probabilística, através do *survey* interseccional, pois a intenção foi estudar a amostra sobre a natureza da população total. Segundo Babbie (1999, p. 120), o que rege uma análise básica da amostragem probabilística é: “[...] uma amostra será representativa da população da qual foi selecionada se todos os membros da população tiverem oportunidade igual de serem selecionados para a amostra”. Para a análise dos dados os sujeitos da investigação receberam a sua identificação através dos números 1 a 9 com a finalidade de preservar o anonimato, medida essa orientada pela “[...] resolução CNS 196/96 adota no seu âmbito a prevenção de procedimentos que assegurem a confidencialidade e a privacidade[...]” (BRASIL, 2012).

Tendo em vista que se trata de uma pesquisa envolvendo seres humanos, procurou-se atender às exigências do Comitê de Ética em Pesquisa (CEM), conforme a Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde (CNS). Logo, foi enviado aos pais dos estudantes participantes um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, solicitando a autorização dos mesmos e esclarecendo aspectos relativos à concretização da pesquisa.

A pesquisa foi dividida em três etapas: na primeira etapa foi realizada uma aula a fim de debater sobre o que os estudantes sabiam a respeito do processo de evolução dos modelos atômicos. Vale destacar que não houve intervenção nas suas respostas, salvo quando tinham dúvidas a respeito das suas colocações; a segunda foi a aplicação de um questionário com duas questões subjetivas sobre o tema; a terceira foi uma aula expositiva e dialogada para discutir a respeito das respostas dos estudantes em prol do conhecimento científico, existindo intervenções nas colocações sobre o assunto, cujo intuito foi apresentar os estudos realizados referentes ao assunto para superar possíveis obstáculos.

A provocação do conflito perante as respostas apresentadas dos estudantes com o estudo científico referente aos modelos atômicos faz parte da estratégia do estudo de caso, onde há uma fundamentação sobre algo controverso. Trata-se de um formato de discussão, já que o caso é abordado como um dilema em que os conceitos adquiridos pelos estudantes podem estar vagos e/ou equivocados, pois são questionados/indagados sobre a solução do problema, no caso as perguntas apresentadas (SÁ; QUEIROZ, 2010). Isso foi feito através das questões apresentadas para a coleta dos dados em detrimento, também, da abordagem qualitativa.

Em suma, a aplicação da atividade possibilitou identificar os possíveis obstáculos epistemológicos apresentados dentro do estudo, conforme a teoria bachelardiana, cujo

conteúdo abordado foram modelos atômicos. Depois de aplicada a atividade, em outro momento, como já mencionado, foi novamente discutido o conteúdo para sanar dúvidas remanescentes e esclarecer possíveis equívocos perante suas colocações.

4. Resultados e discussão

Antes da aplicação do questionário ocorreu uma aula a fim de analisar os saberes prévios dos estudantes acerca da evolução dos modelos atômicos. Nesse momento, eles foram indagados a respeito dos conceitos que lembravam e diante disso foram escritas no quadro branco as observações apresentadas para que ao final da pesquisa fossem debatidas as concepções apresentadas. Não houve intervenção, mesmo diante da apresentação de conceitos errôneos e incompletos. Um exemplo foi considerar o átomo como um sistema planetário, o que dificulta o entendimento referente à estrutura do átomo quântico.

O processo de aprendizagem deve ser interativo e dinâmico, logo, ele vai adquirindo novos significados, corroborando com os já existentes, onde o conhecimento vai sendo construído. O processo de ensino e aprendizagem deve fazer sentido para o estudante para que haja essa interação, já que o processo deve ser dinâmico (MOREIRA, 2011). O conhecimento prévio nem sempre pode ajudar nesse processo, a partir do qual pode funcionar como um obstáculo epistemológico, conforme Bachelard, já que nem sempre é uma variável facilitadora (LEAL, 2009).

Com o intuito de verificar possíveis obstáculos epistemológicos dentro do processo de ensino, o questionário aplicado junto aos estudantes foi constituído por duas questões subjetivas a partir do qual que pudessem explicar o conhecimento que possuíam sobre o assunto. Segue abaixo a primeira questão:

Questão 1: Descreva o que você sabe sobre o estudo que já foi realizado sobre o átomo abordando os modelos existentes em ordem cronológica.

Na primeira pergunta um total de 88,89% dos sujeitos representaram esse estudo através de desenhos (modelos) que faziam associações ao modelo atômico referente ao determinado cientista. Como, por exemplo, simbolizaram o átomo através de uma bola de bilhar, fazendo menção, implicitamente, ao átomo como sendo maciço, indivisível e indestrutível. A resposta mais abrangente foi a que representou o modelo de Dalton, Thomson e Rutherford (ver Figura 1). Abaixo segue as respostas dos sujeitos 9 e 6, de cima para baixo, respectivamente:

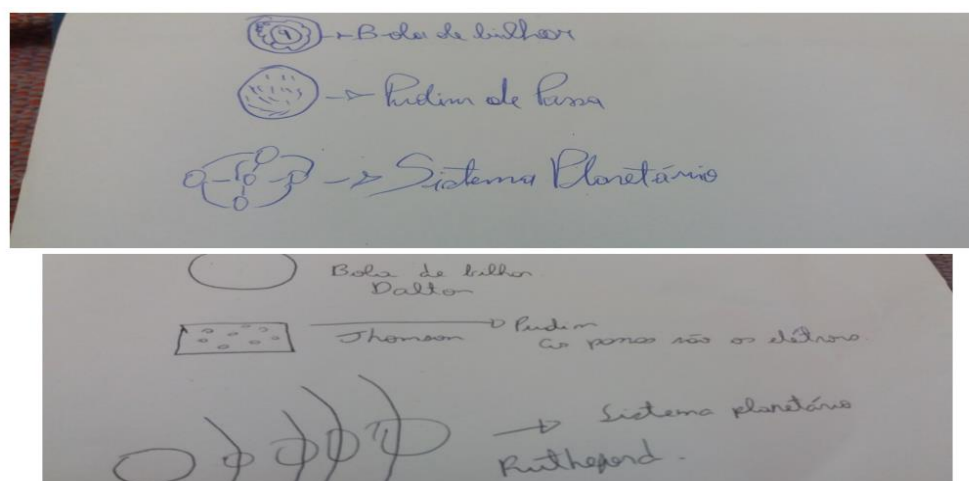


Figura 1 - Respostas dos sujeitos 9 e 6 de cima para baixo, respectivamente. (Fonte: Autores, 2017)

Os obstáculos que podem ser observados dentre esses modelos é o verbal e o conhecimento geral. Esses entraves podem estar relacionados ao material didático utilizado no Ensino Fundamental ou no Ensino Médio. Contudo, conforme a análise do livro que utilizam na escola, o autor apenas faz menção ao modelo pudim de passas. Provavelmente, há um obstáculo no que tange a sua funcionalidade, tendo em vista o átomo como um objeto, algo que pode ser tocado e até mesmo visto (GOMES; OLIVEIRA, 2007). O professor também pode ter focado nesses outros modelos que não foram encontrados no livro didático.

Os estudantes apenas abordam as imagens sem detalhá-las. Para os mesmos, as imagens são autoexplicativas. O obstáculo possível identificado é o verbal que acontece através do acúmulo de imagens que irão prejudicar o entendimento do conceito científico, que foge da razão, onde o concreto proporcionado pela imagem impede a visão abstrata. Portanto, não estará vinculado de fato ao conceito científico (BACHELARD, 1996). Os estudantes não souberam detalhar o estudo das características referentes aos modelos, já que se prenderam apenas às imagens, sem explicá-las. Logo, as analogias apresentadas foram de uma maneira global, sem uma criticidade. O que pode ter ocorrido foi uma explanação tradicional da história dos modelos atômicos com a ausência de fatores que pudessem possibilitar reflexões acerca do assunto (OLIVEIRA; BATISTA; LIMA, 2017).

Merece destaque a fala do sujeito 7: “Leucipo e Demócrito descobriram o átomo, Dalton disse que o átomo era uma esfera maciça e indivisível e John Thomson criou o modelo pudim de passas”. Mesmo sem a utilização de modelos e/ou analogias, ele não soube explicar de forma contundente e correta sobre os modelos atômicos, acabando por abordar de forma escrita o pudim de passas sem explorá-lo, como se a resposta apresentada por ele fosse suficientemente ampla para a explicação sugerida. A ciência do geral na ausência de uma explicação fará com que se tenha uma generalização, muitas vezes completa e fechada, onde ocorre uma suspensão da experiência devido à falta de reflexão (GOMES; OLIVEIRA, 2007).

De acordo com Bachelard (1996, p. 90): “[...] o conhecimento a que falta precisão, ou melhor, o conhecimento não é apresentado junto com as condições de sua determinação precisa, não é conhecimento científico”. Trata-se, possivelmente, do obstáculo denominado de

conhecimento geral. Os estudantes não souberam expor as interpretações mais detalhadas a respeito dos modelos colocados, restringiram-se às imagens, um conhecimento extremamente vago.

Abaixo segue a segunda questão aplicada:

Questão 2: Agora represente o átomo que você visualizaria caso estivesse usando um microscópio com lentes de aumento modernas tendo em vista os conceitos já estudados.

Nesta questão, os estudantes deveriam representar os componentes existentes nos átomos, onde a separação mais coerente seria em prótons, nêutrons e elétrons. De forma detalhada, foram apontadas essas três partículas, assim como em qual parte se localizam, no caso, núcleo e eletrosfera. Tal resposta foi apontada por 22,22%, sendo que, este mesmo valor apontou que a divisão seria em prótons, nêutrons, elétrons e núcleo, o que não está errado (ver Gráfico 1).

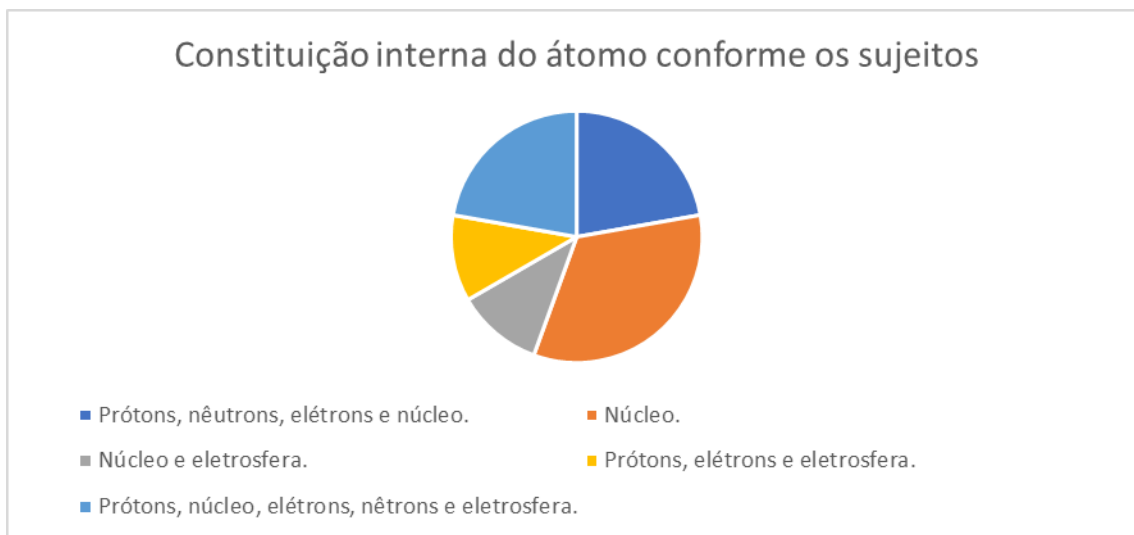


Gráfico 1 - Análise da segunda questão conforme os sujeitos. (Fonte: Autores, 2017)

A maioria dos sujeitos, em um total de 33,33%, simbolizou apenas o núcleo. A funcionalidade atômica se constitui como obstáculo epistemológico por não mencionarem as partículas. Logo, houve a exclusão de partículas importantes como os prótons, o que não fica clara na simbologia apresentada (ver Figura 2):

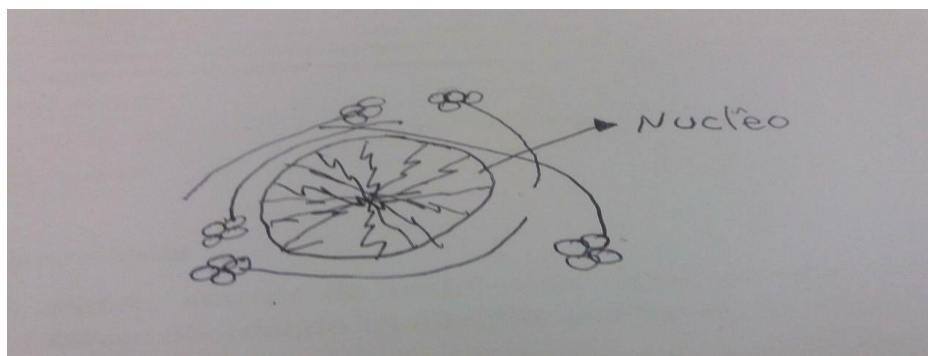


Figura 2 - Representação do átomo conforme o sujeito 3. (Fonte: Autores, 2017)

Trata-se de um possível obstáculo epistemológico, já que os sujeitos apenas levaram em consideração o núcleo e na imagem o modelo não está claro. É necessário abstrair das figuras para que haja uma verdadeira compreensão do conhecimento científico. O professor deve saber se posicionar para uma aceitação ou refutação dos modelos existentes, devendo ampliar as formas de abordagens sem utilizar apenas um único meio. Ele deve condicionar aos questionamentos, promover debates, fazendo o estudante identificar e refletir sobre o estudo em questão. O desenho pode até fazer sentido para o estudante, entretanto, não representa a explicação contundente para os modelos atômicos (GOMES; OLIVEIRA, 2007).

De acordo com Astolfi e Develay (1995, p. 71): “A análise dos obstáculos nem sempre se apoia tão claramente em elementos históricos; ela pode também muito bem resultar de observações ligadas à prática pedagógica ou de pesquisas didáticas empíricas”. A localização do obstáculo é crucial para fissurá-lo em prol da sua superação. Os estudantes devem participar do processo de elaboração de conceitos químicos ao invés de simplesmente fornecerem o aporte teórico (GOMES; OLIVEIRA, 2007).

A automatização do modelo leva em conta três etapas: a localização do obstáculo em prol de que o estudante tenha consciência sobre o mesmo e, depois, a fissuração que é produzida quando existe uma desestabilização conceitual no indivíduo. Nesta etapa, atua, principalmente, o conflito sócio-cognitivo. A última etapa consiste na superação, onde a ação deve ser intelectualmente satisfatória e ao alcance do indivíduo (ASTOLFI; DEVELAY, 1995). Conforme Becker (2015, p. 145), “[...] a vivência é o processo pelo qual o aluno submete-se a determinada estimulação constituindo a experiência no sentido empirista”. O conhecimento é construído no decorrer da vivência do ser vivo.

Após a aplicação dos questionários ocorreu uma aula expositiva e dialogada sobre o assunto em que foram discutidas as questões apresentadas para superar os possíveis obstáculos epistemológicos verificados. Neste momento, foi feito um estudo mais minucioso sobre o tema para que os conceitos químicos não se restringissem apenas a modelos e/ou analogias. Para tanto, para abordar o conteúdo foi utilizado o *datashow* e vídeos para facilitar a compreensão do assunto. Lemke (2006) assevera a importância da utilização desse tipo de recurso, pois possibilita ao professor um maior aproveitamento escolar e, conseqüentemente, corrobora na aprendizagem dos estudantes. Buscou-se apresentar as contribuições desses estudos para a sociedade a fim de tornar a aula mais rica e interessante. Percebeu-se uma maior compreensão do assunto diante do debate realizado em sala.

O uso de metáforas e analogias deve ser um auxílio e não o aspecto principal a ser estudado. Devem ser abordadas após a teoria, tendo em vista a ser um auxílio dos aspectos trabalhados em sala de aula que promovam uma melhor compreensão do tema em questão (GOMES; OLIVEIRA, 2007). Logo, é imprescindível os professores considerarem os conceitos prévios dos estudantes para identificarem possíveis obstáculos referentes aos conteúdos de Química, especificamente dos modelos atômicos, já que muito se trabalha com analogias e metáforas. Com isso, pode-se tornar mote de discussão para haver uma desestabilização do seu pensamento sem minorá-lo, mas sim superá-lo para que de fato compreenda o conteúdo de maneira que se possa seguir rumo ao saber científico.

Bachelard (1996) ressalta a importância dos professores conhecerem, também, as concepções prévias dos estudantes, já que existem obstáculos epistemológicos, conforme evidenciados, que impedem o desenvolvimento do entendimento dos conteúdos. O professor pode preferir uma abordagem fenomenológica de discussão na área da Química para gerar o espírito de dúvida, assim estará em conformidade com o espírito científico (RONCH; DANYLUK; ZOCH, 2016). Gomes e Oliveira (2007) ressaltam a importância da atuação do professor para ajudar o estudante no processo de entendimento e de criticidade dos modelos atômicos.

O professor de Química deve levar em conta as percepções dos estudantes, conhecimentos empíricos já adquiridos, onde compete ao professor derrubar os obstáculos fundamentados pelo dia a dia dos estudantes, condicionando a um conhecimento aberto e dinâmico, trata-se da substituição de um saber (BACHELARD, 1996; LOPES, 1993). Considerando o que os estudantes possuem de conhecimento facilitará o processo de compreensão dos novos conhecimentos (GOMES; OLIVEIRA, 2007).

Deve existir a transformação do conhecimento químico em conhecimento escolar, onde as bagagens culturais trazidas pelos estudantes, assim como os seus conhecimentos prévios sobre o assunto, devem ser consideradas a fim de facilitar o processo de ensino, tendo em vista o processo organizacional dos conteúdos de Química, considerando os obstáculos epistemológicos já existentes (LEAL, 2009). No caso, a epistemologia bachalardiana “[...] advoga a necessidade de uma dispersão de concepções filosóficas, um pluralismo filosófico para traduzir o pensamento científico em toda sua complexidade” (LÔBO, 2008, p. 93).

O professor também deve refletir na sua ação, verificando se o estudante entendeu os fenômenos químicos realizados na aula, fazendo com que haja discussões acerca da atividade proposta, que ele seja um ser pensante. O professor refletindo no exercício efetivo da sua prática pedagógica poderá tornar o processo de ensino e aprendizagem mais significativo, possibilitando a compreensão da atividade proposta em sala (SHÖN, 2000). É o momento de investigar os acontecimentos surgidos no contexto da ação para uma possível nova orientação. Os conteúdos devem ser abordados de maneira contextualizada, ao mesmo tempo em que não se distanciem dos conceitos científicos (MOREIRA, 2011).

Conforme o trabalho de Oliveira, Batista e Lima (2017) os professores de Química precisam ter uma formação histórico-epistemológica contínua para que não haja a promoção de um ensino tradicional descontextualizado da história para que com isso sejam capazes de promover o ensino e a aprendizagem em prol da construção do espírito científico nos estudantes. As formações iniciais e contínuas serão relevantes caso haja inclusão de novos saberes cabendo às instituições de ensino superior desenvolverem iniciativas que visem a esse objetivo. Vale salientar que a docência universitária tem por natureza o confronto e a construção do conhecimento em que se procura reelaborar os saberes empíricos tomados como verdades em um processo essencialmente reflexivo, em referência ao objetivo da aula e ao obstáculo epistemológico observado (PIMENTA; ANASTASIOU, 2014).

5. Considerações finais

Inferiu-se que a presente investigação proporcionou uma colaboração na visão geral dos obstáculos epistemológicos que geram distorções conceituais que escoltam o estudante durante a sua formação. Esses entraves formam conhecimentos fora do contexto científico, ou seja, sem consonância com o saber sistematizado, já que são focados em analogias e/ou metáforas sem criticidade e reflexão.

A formação de conceitos de maneira coerente e segura para que haja facilitação da produção e aquisição de conhecimentos deve ser levada em consideração e os obstáculos não corroboram para isso. Logo, este estudo contribuiu para o desenvolvimento do trabalho letivo e preparação para abordar os conhecimentos científicos da melhor forma possível, condicionando a um entendimento dos estudantes de maneira que não haja fugacidade dos conceitos químicos.

É importante realçar a necessidade de um maior preparo em abordar os conteúdos referentes aos modelos atômicos através de analogias ou metáforas, já que, caso seja abordado de maneira inadequada, poderá haver a formação de obstáculos epistemológicos conforme evidenciado através das atividades realizadas com os estudantes. O Ensino de Química deve, antes de qualquer obstáculo, promover o diálogo, a ação, a reflexão e a formação do espírito científico.

A concepção de que o professor é um mediador entre conhecimentos, no caso científico e, às vezes, o empírico, está presente na obra de Bachelard, onde não se deve admitir dois tipos de conhecimentos, mas sim, proporcionar uma junção, tendo em vista o conhecimento científico. O professor deve estar em constante questionamento durante todo o seu percurso profissional e sempre buscar mais conhecimento. Ele é um contínuo estudante, sempre aberto à reflexão. Trata-se de uma formação constante e renovada que supere a mera transmissão de conhecimento.

6. Referências

- ANDRADE, B.L.; ZYLBERSZTAJN, A.; FERRARI, N. As analogias e metáforas no ensino de ciências à luz da epistemologia de Gaston Bachelard. **ENSAIO: pesquisa em educação em ciências**, Belo Horizonte, v. e, n.2, p. 1—1, 2002.
- ASTOLFI, J-P.; DEVELAY, M. **A Didática das Ciências**. 12. ed. Campinas: Papyrus, 1995.
- BABBIE, E. **Métodos de Pesquisa de Survey**, Tradutor Guilherme Cezarino - Belo Horizonte: Editora UFMG, 1999.
- BACHELARD, G. **A Epistemologia**. O saber da Filosofia. Edições 70. Rio de Janeiro. 1971.
- _____, G. **A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento**. Rio de Janeiro: Editora Contraponto, 1996.
- BECKER, F. **Epistemologia do Professor: O Cotidiano da Escola**. 7 ed. Editora Vozes, 2015.
- BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Diário oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 1999.

_____, **Resolução de nº 466**, 12 de dezembro de 2012. Conselho Nacional de Saúde. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/cns/2013/res0466_12_12_2012.html. Acesso em: 09 jan. 2017.

_____, **Resolução Nº 196/96**, Comissão Nacional de Ética Em Pesquisa, Brasília: Ministério da Saúde, 2012.

DEWEY, J. **Os Pensadores**. Editor Victor Civita. São Paulo, 1980.

DUIT, R. On The Role of Analogies and Metaphors in Learning Science. **Science Education**, 75 (6), 649-672, 1991.

GOMES, H. J. P.; OLIVEIRA, O. B. Obstáculos epistemológicos no ensino de ciências: um estudo sobre suas influências nas concepções de átomos. **Ciência & Cognição**, v. 2, p. 96 – 109, nov, 2007.

HODSON, D. Experimentos na ciência e no ensino de ciências. **Educational philosophy and theory**, v. 20, n. 2, p. 53-66, 1988.

LEAL, M. C. **Didática da Química**: Fundamentos e práticas para o ensino médio 1. ed. Belo Horizonte: Dimensão, 2009.

LEMKE, J.L. Investigar para el futuro de la educación científica: nuevas formas de aprender, nuevas formas de vivir. **Enseñanza de las ciencias**, v.24(1), p. 5-12, 2006.

LÔBO, S. F. O ensino de Química e a formação do educador químico, sob o olhar bachelardiano. **Ciência & Educação**, v. 14, n. 1, p 89-100, 2008.

LOPES, A. R. C. Contribuições de Gaston Bachelard ao Ensino de Ciências. **Enseñanza d de las Ciencias**, Barcelona, v.11, n. 3, p. 324-330, 1993.

MINAYO, M. C. de S- **Pesquisa Social**: Teoria, Método e Criatividade, 22 ed. Rio de Janeiro; Vozes, 2002.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa**: a teoria e textos complementares. São Paulo: Livraria da Física, 2011.

MORTIMER, E. F. Conceptual change or conceptual profile change? **Science Education**, Salem, Massachussets, v. 4, p. 267-287, 1995.

OLIVEIRA, L. M.; BATISTA, I. L.; LIMA, J. P. C. Contribuições das Intuições Atomísticas de Bachelard para o Discurso do Professor. **XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC**. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R1297-1.pdf>. Acesso em: 24 mai. 2018.

PEREIRA, D. C. **A Epistemologia da Química e a Estrutura e Lógica dos seus Discursos**. p.1-10, 1995. Disponível em: <http://www.spq.pt/magazines/BSPQ/581/article/3000697/pdf>. Acesso em: 20 jan. 2017.

PIMENTA, S. G.; ANASTASIOU, L. G. C. **Docência no Ensino Superior** -5. ed.- São Paulo: Cortez, 2014.

POZO, J. I.; CRESPO, M. Á. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências**. 5. ed. Porto Alegre: Ed Artmed, 2009.

RONCH, S. F.A; DANYLUK, O. S.; ZOCH, A. N. Reflexões epistemológicas no ensino de ciências/química: as potencialidades da pedagogia científica de Bachelard. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 9, n. 1, p.342-353, jan./abr. 2016. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/2800>>. Acesso em: 25 dez. 2012.

SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. **Estudo de casos no ensino de química**. Campinas, SP: Editora Átomo, 2010.

SHÖN, D. A. **Educando o profissional reflexivo**. Um novo design para o ensino e a aprendizagem. Porto Alegre: Artes Médicas, 2000.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Porto Alegre: Bookman, 2005.