

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E DA MATEMÁTICA

ÂNGELA MARIA FERREIRA BELÉM

**Pensando a epistemologia de Gaston Bachelard a partir de práticas investigativas no
ensino de ciências**

Maceió

2023

ÂNGELA MARIA FERREIRA BELÉM

Pensando a epistemologia de Gaston Bachelard a partir de práticas investigativas no ensino de ciências

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIM) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Elton Fireman
Coorientador: Prof. Dr. Anderson de Alencar Menezes

Maceió

2023

ÂNGELA MARIA FERREIRA BELÉM

Pensando a epistemologia de Gaston Bachelard a partir de práticas investigativas no ensino de ciências

Dissertação apresentada à banca examinadora como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática do Centro de Educação da Universidade Federal de Alagoas, aprovada em 31 de agosto de 2023.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **ELTON CASADO FIREMAN**
Data: 18/10/2023 22:59:39-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Elton Casado Fireman
Orientador
(Cedu/Ufal)

Documento assinado digitalmente
 **ANDERSON DE ALENCAR MENEZES**
Data: 05/09/2023 06:49:15-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Anderson de Alencar Menezes
Coorientador
(Cedu/Ufal)

Documento assinado digitalmente
 **ROSA MARIA OLIVEIRA TEIXEIRA DE VASCONCEL**
Data: 04/09/2023 17:11:13-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dra. Rosa Maria Oliveira Teixeira de Vasconcelos
(IFPE)

Documento assinado digitalmente
 **JENNER BARRETTO BASTOS FILHO**
Data: 05/09/2023 08:16:03-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Jenner Barretto Bastos Filhos
(IF/Ufal)

Catálogo na Fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico

Bibliotecário: Marcelino de Carvalho Freitas Neto – CRB-4 – 1767

G633a Belém, Ângela Maria Ferreira.
Pensando a epistemologia de Gaston Bachelard a partir de práticas
investigativas no ensino de ciências / Ângela Maria Ferreira Belém. – 2023.
[111] f. : il. color.

Orientador: Elton Fireman.
Co-orientador: Anderson de Alencar Menezes.
Dissertação (Mestrado em ensino de ciências e da matemática) –
Universidade Federal de Alagoas. Centro de Educação. Maceió, 2023.
Inclui produto educacional.

Bibliografia: f. 91-95.
Apêndices: f. [97]-[111].

1. Ensino de ciências. 2. Bachelard, Gaston, 1884-1962 - Epistemologia. 3.
Ensino por investigação. I. Título.

CDU: 372.85:167

AGRADECIMENTOS

A DEUS, que concedeu-me sabedoria e alegria de concluir mais uma etapa importante da minha vida acadêmica e profissional. A fase difícil que enfrentei quando adoeci e vi esse meu sonho se tornar distante, mas sempre estive com Deus e ele regenerou minha saúde. Poder concluir esse curso sem dúvidas é um exemplo de superação.

A minha estimada mãe, Djanira Clébia Ferreira Belém que mesmo sem saber da importância que esse curso faria na minha vida me incentivou com palavras sábias e seu amor de mãe.

Ao meu pai in memória, Guilherme Belém Filho, que ainda em vida disse que eu conseguiria ingressar nesse curso. Na época do enfrentamento de sua doença eu estava passando pelo processo seletivo e ele estava muito orgulhoso de mim.

Ao meu querido esposo, Jailson Barros pela compreensão durante todo o curso e por suas belas palavras de incentivo.

Ao meu querido orientador, Prof^o Dr^o Elton Casado Fireman, por ter acreditado em mim, depositado sua confiança e pelos seus ensinamentos e a pessoa muito humana que és, minha eterna gratidão.

A minha estimada amiga, Prof^a Dr^a Liliane Oliveira Brito por todas as trocas de conversas, ensinamentos que foram imprescindíveis para o desenvolvimento desse trabalho, a minha eterna gratidão.

Ao meu coorientador, Prof^o Dr^o Anderson Nunes Menezes a cada lida do material e suas valiosas pontuações tecendo elogios que me encorajava cada vez mais para a finalizaçãodesse trabalho, também a minha eterna gratidão .

A minha amiga, Kassandra Kallynna Nunes de Souza, que na sua função de bibliotecária não mediu esforços para a correção das normas do meu trabalho, realizando um trabalho excepcional com seu profissionalismo, externo a minha eterna gratidão.

A todos os professores do PPGECIM, especialmente ao prof^o Dr^o Jenner Barreto Bastos Filhos pelas trocas de conversas e ensinamentos, que corroboraram muito para o desenvolvimento desse trabalho. É um enorme prazer e motivo de orgulho tê-lo como membros da banca examinadora, serei eternamente grata.

A querida, Prof^a Dr^a Rosa Maria Oliveira Teixeira de Vasconcelos, por ter aceito o convite de membro externo da banca e poder tecer valiosas contribuições para melhoria da qualidade do trabalho, expresso total gratidão.

À minha diretora e amiga, Ângela Maria da Silva, por toda a compreensão durante o desenvolvimento desse curso, nos momentos em que eu precisava me ausentar para estudar. Seu apoio foi fundamental para alcançar esse diploma, externo a minha eterna gratidão.

E por fim, as minhas amigas de trabalho, que compreenderam a minha ausência em alguns momentos para estudar. A cada etapa, elas emanavam energias positivas para que eu chegasse ao fim do curso, a essas companheiras, minha eterna gratidão.

RESUMO

Para Bachelard (2005) o espírito científico se desenvolve por meio de rupturas com o senso comum e com os pré-conceitos do pensamento espontâneo. Essa premissa subjaz a ideia de que o conhecimento não-científico é classificado como intuitivo e desprovido do caráter problemático da ciência. No entendimento de Bachelard (2005) a ciência pautada nesse modelo claro se torna perniciosa para o desenvolvimento do espírito científico, isso porque sendo uma ciência evidente imobiliza a evolução do conhecimento. Acreditamos que trazer essa reflexão de Bachelard para o âmbito didático pode contribuir para práticas que ensinem aos alunos a perceberem a Ciência de maneira problemática, reflexiva, controversa, construtiva e principalmente pautada pela dinâmica retificadora do saber, o que significa que o conhecimento não se constitui por um somatório de ideias, mas pela ruptura de teorias e leis. Para refletir sobre o pensamento de Bachelard na prática docente trouxemos como ponto de partida o ensino de Ciências por investigação, isso porque essa abordagem de ensino não se limita a manipulação de objetos envolvidos em atividades de Ciências. É marca dessa abordagem incentivar os alunos a desenvolver ações que nas palavras de Bachelard (2005, p. 24) podem ser designadas como “[...] dialetizar todas as variáveis experimentais, oferecer enfim à razão razões para evoluir.”. Essas ações no ensino de ciências por investigação podem ser classificadas como: delineamento e testar hipóteses, interpretação, registro e comparação de dados, e ainda, debates, justificativas, argumentações e explicações de ideias. Postas essas questões, destacamos que é objetivo geral desse estudo refletir sobre a epistemologia de Gaston Bachelard e suas possíveis contribuições para o ensino de ciências, a partir do ensino de Ciências por investigação. Nesse sentido, realizamos uma pesquisa bibliográfica de base qualitativa com a intenção de responder ao seguinte problema de pesquisa: a partir do ensino de Ciências por investigação como é possível pensar em práticas didáticas aproximadas à epistemologia de Bachelard? Como percurso metodológico realizamos leituras em fontes de pesquisas primárias e secundárias das obras de Gaston Bachelard, bem como leituras sobre o ensino de Ciências por investigação. Também recorremos à análise categorial de Bardin (2011) como forma de tratar e organizar dados que demonstrassem possíveis aproximações e distanciamentos do pensamento de Bachelard e o ensino de Ciências por investigação. Com base nos elementos emergidos das categorias é que fizemos análise de conteúdo, o que nos permitiu identificar que há indícios apontando a seguinte questão: o ensino de ciências por investigação possui algumas características que no âmbito didático podem aproximar os postulados de Bachelard às práticas de ensino em ciências. Essa aproximação pode ser verificada a partir da análise de categorias que apontam elementos que se relacionam entre os dois objetos de estudo aqui tratados, sendo alguns deles: o problema como eixo motor da construção do conhecimento; o erro como questão singular para produção do conhecimento científico; a autoridade intelectual como elemento fundante para o desenvolvimento da ciência autêntica.

Palavras-chave: ensino de Ciências; epistemologia de Gaston Bachelard; ensino por Investigação.

ABSTRACT

To Bachelard (2005) the scientific spirit develops through ruptures with common sense and with the preconceptions of spontaneous thinking. This premise underlies the idea that non-scientific knowledge is classified as intuitive and devoid of the problematic character of science. In the understanding of Bachelard (2005), the science based on this clear model becomes pernicious for the development of the scientific spirit, this is because being an evident science it immobilizes the evolution of knowledge. We believe that bringing this reflection on Bachelard's (2005), for the didactic scope can contribute to practices that teach students to perceive science in a problematic way, reflective, controversial, constructive, and mainly guided by the rectifying dynamics of knowledge, which means that knowledge is not constituted by a sum of ideas, but by the rupture of theories and laws. To reflect on Bachelard's thinking in teaching practice, we bring as a starting point the teaching of science by investigation, this is because this teaching approach is not limited to manipulating objects involved in science activities. It is a mark of this approach to encourage students to develop actions that in the words of Bachelard (2005, p. 24) is designated as “[...] dialetizar todas as variáveis experimentais, oferecer enfim à razão razões para evoluir.”. These actions in science teaching by investigation can be classified as: design and test hypotheses, interpretation, recording and comparison of data, as well as debates, justifications, arguments, and explanations of ideas. Given these questions, we emphasize that the general objective of this study is to reflect on the epistemology of Gaston Bachelard and its possible contributions to the teaching of science, from the teaching of science by investigation. In this sense, we are carrying out qualitative bibliographic research with the intention of answering the following research problem: from the teaching of sciences through investigation, how is it possible to think about didactic practices that are close to Bachelard's epistemology? As a methodological path we are carrying out readings in primary and secondary research sources of the works of Gaston Bachelard, as well as readings on inquiry-based science teaching. From this action, we have been resorting to Bardin's (2011) categorical analysis, as a way of treating and organizing data that demonstrate possible approximations and distances from Bachelard's thinking and the teaching of science by investigation. Based on the elements that emerged from the categories, we are doing content analysis, which has allowed us to identify that there are indications pointing to the following question: science teaching by investigation has some characteristics that, in the didactic context, can bring Bachelard's postulates closer to science teaching practices. This approximation can be verified from the analysis of categories that point to elements that are related between the two objects of study treated here, some of them being: the problem as a driving force in the construction of knowledge; error as a singular issue to produce scientific knowledge; intellectual authority as a founding element for the development of authentic science.

Key words: science teaching; Gaston Bachelard's epistemology; teaching by investigation.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -	Perguntas orientadoras e fontes de informações na constituição de bancos de dados.....	50
Quadro 2 -	Indícios da articulação dos três domínios do conhecimento científico.....	51
Quadro 3 -	Etapas percorridas na investigação.....	57
Quadro 4 -	Revistas selecionadas.....	58
Quadro 5 -	Categorias que apontam correlações entre o ensino de ciências por investigação e a epistemologia de Bachelard.....	62
Quadro 6 -	Propósitos e ações pedagógicas do professor para promover argumentação.....	83
Quadro 7 -	Propósitos e ações epistemológicas do professor para promover argumentação.....	84

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	8
2	PENSAMENTO DE GASTON BACHELARD.....	11
2.1	Principais conceitos de Gaston Bachelard.....	11
2.2	Contribuições de Gaston Bachelard para educação.....	15
2.3	Principais conceitos de Gaston Bachelard.....	16
2.4	Obstáculos epistemológicos.....	20
3	CONSIDERAÇÕES SOBRE O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO..	37
3.1	Aspectos históricos, teóricos e metodológicos do Ensino por Investigação.....	37
3.2	Um olhar sobre o papel do professor no ensino de ciências por investigação e as características dessa abordagem de ensino	47
4	METODOLOGIA.....	55
4.1	Abordagem da Pesquisa e percursos metodológicos	55
4.2	Tipo de pesquisa.....	60
4.3	Tratamento dos dados e método de análise.....	60
5	O ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO TECENDO SUAS CORRELAÇÕES E CONTRAPONTO COM A EPISTEMOLOGIA BACHELARDIANA.....	62
5.1	Categorias que abordam aproximações e distanciamos entre a epistemologia de Bachelard e o ensino de ciências por investigação.....	62
5.2	Categoria 1: O problema.....	63
5.3	Categoria 2: Elementos da prática epistêmica das ciências.....	67
5.4	Categoria 3: O papel ressignificante do erro para produção do conhecimento científico.....	72
5.5	Categoria 4: Autoridade intelectual elemento fundante para o desenvolvimento da ciência autêntica.....	73
5.6	Categoria 5: Papel do estudante no ENCI como representatividade de mudança cultura experimental.....	78

5.7	Categoria 6: Papel do professor no ENCI como abertura a noção de escola permanente	
	termologia utilizada na perspectiva bachelardiana.....	82
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	87
	REFERÊNCIAS	91
	APÊNDICES	96

1 INTRODUÇÃO

No campo do ensino de Ciências, Gil Perez (2005) chama atenção para existência de obstáculos epistemológicos na aprendizagem. Conforme Briccia (2013) esses obstáculos resultam em práticas de Ciências em que o conteúdo é passado para o aluno em sua forma pronta e acabada, sem inclinação para experiências que estimulem o aluno a pensar os processos envolvidos na construção científica do conhecimento.

Frente a esse fato, existente nas práticas de Ciências em pleno século XXI, é que propomos uma reflexão sobre um ensino avesso a visões simplistas, ingênuas e tradicionais da Ciência. Por acreditar que essa forma de vivenciar o ensino de Ciências não forma o cidadão para compreensão dos processos científicos, bem como não forma o cidadão para compreensão dos valores éticos e sociais envolvidos na construção da Ciência é que propomos um ensino de Ciências a partir do pensamento de Bachelard.

Para refletir sobre o pensamento de Bachelard no âmbito didático, trazemos o ensino de Ciências por investigação como base de orientação, ou seja, é a partir dessa abordagem que propomos aproximar as propostas de Bachelard à sala de aula, especificamente às aulas de Ciências.

Abordar o pensamento de Bachelard no ensino de Ciências se justifica pelo fato desse pensador, desde o século XVII, partir da premissa de que todo conhecimento científico é fruto da construção do conhecimento, de questionamentos e problemas. Entendemos que nas aulas de Ciências essas questões podem ser experimentadas por meio de práticas de ensino investigativas.

Por pensarmos dessa forma é que estruturamos a seguinte questão de pesquisa: **a partir do ensino de Ciências por investigação como é possível pensar em práticas didáticas aproximadas à epistemologia de Bachelard?** Para responder a essa questão, estamos realizando um estudo bibliográfico, cujo objetivo geral consiste em refletir sobre a epistemologia de Gaston Bachelard e suas possíveis contribuições para o ensino de ciências, a partir do ensino de Ciências por investigação.

Em relação aos objetivos específicos da pesquisa, traçamos as seguintes questões:

- Caracterizar na epistemologia de Gaston Bachelard reflexões que contribuam para o ensino de Ciências;

- Identificar na epistemologia de Gaston Bachelard pontos que se distanciam ou se aproximam do ensino de Ciências por investigação;
- Refletir sobre o ensino de Ciências por investigação como uma perspectiva que pode aproximar a epistemologia de Gaston Bachelard às práticas de Ciências em sala de aula;

Desse modo, o presente estudo tem como relevância social incentivar a reflexão de práticas de ensino de Ciências que possam impulsionar os estudantes a experienciarem uma ciência contrária ao que Bachelard denomina de ciência fácil, imediata e pitoresca, pautada na certeza. Essa Ciência é subjacente à ideia de que o espírito científico deve resistir a sua própria natureza, que nesse contexto significa diante do conhecimento partir do que é fácil, imediato.

Em termos didáticos, entendemos que o ensino de Ciências por investigação pode contribuir para pensarmos um modelo de ciência avesso a essa ideia de ciência fácil e imediata, ou seja, empírica. Essa assertiva se constitui a partir do momento que Sasseron (2015) e Carvalho (2013) classificam a mudança conceitual dos conteúdos de Ciências, bem como a passagem da experimentação espontânea para científica como um dos objetivos do ensino de Ciências por investigação.

Postas essas questões, destacamos que o presente estudo, encontra-se estruturado em quatro seções: na primeira seção, intitulada de “Pensamento de Bachelard”, buscamos discutir obras próprias do autor, utilizando especificamente o livro: A formação do Espírito Científico. Ainda nessa seção, apresentamos a noção de obstáculos epistemológicos.

Sendo assim, discorreremos sobre cinco desses obstáculos, pois compreendemos que são eles os mais suscetíveis de ocorrência em ambientes escolares. Nesse sentido, dialogamos com alguns teóricos, o que possibilitou abordar os obstáculos epistemológicos de modo a demarcá-los em situações de ensino e aprendizagem.

A segunda seção corresponde à discussão sobre aspectos históricos, teóricos e metodológicos do ensino de Ciências por investigação. Para essa debate, nós apoiamos em três domínios do conhecimento em ciências: domínio conceitual, domínio epistêmico e o domínio social. Tais domínios são entendidos como esferas que, articuladamente, movimentam e dão forma ao ensino de ciências em uma dinâmica investigativa.

Na terceira seção, apresentamos os fundamentos metodológicos que foram utilizados para embasar, tratar, organizar e interpretar os dados construídos ao longo da pesquisa. Na quarta seção, fazemos a análise dos dados, apresentando e discutindo os resultados do estudo.

Nessa parte da pesquisa, buscamos responder ao nosso problema de pesquisa. Para

tanto, categorias foram estruturadas no objetivo de averiguar aproximações e distanciamentos do Ensino por Investigação com a epistemologia Bachelardiana.

Como produto educacional desenvolvemos um texto didático denominado: sete orientações para elaborar aulas de Ciências alinhadas ao pensamento de Bachelard a partir do ensino de Ciências por investigação. Esse material foi construído com o objetivo de orientar professores, especialmente dos anos iniciais, a analisar e propor planejamentos de aulas de Ciências contextualizados ao pensamento de Gaston Bachelard por meio do Ensino de Ciências por investigação.

Espera-se que esse trabalho se constitua como recurso para que professores se sintam encorajados a ousar em suas práticas de ensino de Ciências. O desejo é que os resultados desse estudo possam servir de norte para que nossos docentes produzam materiais e desenvolvam aulas que, em abordagens significativas, transformadoras e ativas, colaborem para a formação do espírito científico dos nossos estudantes.

2 PENSAMENTO DE GASTON BACHELARD

Nesta seção, abordaremos o pensamento de Gaston Bachelard a partir de uma de suas principais obras: “A Formação do Espírito Científico”. Por meio da interlocução com teóricos como Bulcão (2011), Japiassu e Barbosa (1976), discutiremos alguns aspectos trazidos pelas obras “Ensaio sobre o Conhecimento Aproximado” e “A Formação do Novo Espírito Científico”.

Essa mediação se justifica pelo fato desses autores se constituírem como renomados comentadores das obras postas para estudo. Sendo assim, a proposta dessa seção será discutir o ensino de ciências por meio do pensamento de Gaston Bachelard. Para tanto, abordaremos os principais conceitos de Gaston Bachelard, destacando como esse epistemólogo concebe a evolução do Espírito Científico.

2.1 Gaston Bachelard: vida, obras e pensamentos

Gaston Bachelard, filósofo Francês, através de sua epistemologia da ruptura instaurou uma nova maneira de se conceber a história das ciências. Nessa perspectiva, a história das ciências deve ser vislumbrada como um tecido de juízos sobre o valor dos pensamentos e das descobertas científicas. A epistemologia de Gaston Bachelard introduz a historicidade constitutiva do conhecimento racional. É, pois, nesse sentido, que a história das ciências se desdobra em duas vertentes: na racionalidade efetiva, isto é, história superada e na ciência de hoje, isto é, na história sancionada (JAPIASSÚ, 1976).

Gaston Bachelard passou sua vida indagando os cientistas, a fim de que revelassem a filosofia a qual praticavam, ou seja, os criticou duramente por não viverem a filosofia de suas ciências. Gaston Bachelard era duramente contra todos os dogmas e crenças petrificados, defendendo, portanto, uma razão aberta. Esse filósofo, também era contra a todo sistema fechado e dogmático e, por isso, tentou instaurar um novo racionalismo, cuja filosofia era contra o empirismo e as sínteses fáceis.

Segundo Japiassú (1976), Bachelard ficou conhecido como amante do conhecimento, foi mobilizado pelo seu pensamento dinâmico, ávido de sempre querer saber mais, de sempre conhecer, de sempre mobilizar. Sendo assim, ele divide seu pensamento em duas vertentes distintas: o científico e o poético.

Destacamos, que o presente estudo é focado na vertente científica de Bachelard. Outra

característica da trajetória deste ilustre pensador é que a sua vida foi marcada por descontinuidades, o que, conseqüentemente, respinga em suas obras e o torna um dos teóricos no domínio da filosofia das ciências.

Japiassú (1976) conta que Gaston Bachelard, por ter sido camponês, teve contato com a natureza. E, como já fora dito, sua vida foi marcada por descontinuidades, passando do desejo de ser engenheiro a se tornar professor de ciência e filosofia, dedicando-se ao magistério. Desse modo, o referido teórico ao abordar a tese de que o conhecimento científico é um contínuo processo de retificação acaba construindo uma das grandes ideias existente nas filosofias das ciências.

Na sua vertente científica, entende-se que a ciência não é representação, esse construto humano é ato. Assim, compreende-se que não é completando o conhecimento que o espírito científico alcança a verdade; é construindo, retificando que se chega a verdade, contudo, uma verdade aproximada¹. Para esse filósofo, a ciência é uma operação na qual o progresso do espírito científico só ocorre por meio de rupturas com o senso comum e com os pré-conceitos do pensamento espontâneo.

É nesse sentido, que o pensamento deste filósofo defende a ideia de que o mestre deve sempre se fazer aluno, pois ele vive em constante aprendizado e é a partir desta visão que se defende a premissa de uma escola permanente para uma educação permanente. Segundo Bachelard (2005), a escola permanente é a escola que a ciência deve fundar. Entendemos essa escola como *locus* de produção de conhecimento dinâmico e aberto.

Continuamos nossa discussão, destacando que Gaston Bachelard (2005) propõe uma nova forma de conceber a ciência. E essa nova forma entende que a ciência está associada à uma dialética movida por uma constante retificação dos conceitos. Desse modo, a vertente científica deste teórico se constitui por meio de uma análise epistemológica e uma filosofia da ciência que faz uso de um pluralismo filosófico, o qual lida com a complexidade do pensamento científico. Essa afirmação sugere a ideia de uma filosofia que fornece bases para a reformulação do conhecimento científico, bem como a revisão de noções anteriores.

Nessa linha de raciocínio, a filosofia das ciências consiste em retificar o conhecimento não-científico que estagna o conhecimento científico. Para tanto, faz-se necessária a ruptura com a filosofia tradicional, pois nela, o método científico é baseado em um ponto de partida intuitivo, esquemático e estreito, o que faz com que perca toda sua fecundade.

¹Para Bachelard o conhecimento está em um constante movimento de devir passando por processos de retificações, por isso defende a noção de verdade aproximada e não de uma verdade absoluta e acabada.

Destarte, Japiassú (1976) esclarece que efetiva-se uma nova pedagogia científica – advinda de uma nova ciência. Nessa linha de raciocínio, a ciência não deve ser definitiva, pois está sempre sujeita a novas mudanças. É preciso que a filosofia renuncie ao real posto e que ajude a ciência em sua constante contra as intuições primeiras. Dessa maneira, a filosofia das ciências deve se ocupar em ultrapassar seus próprios princípios, de modo a se tornar uma filosofia aberta, dinâmica, não tendo a pretensão de impor suas intuições primeiras como verdades acabadas e definitivas.

Seguindo essa direção, Japiassú (1976) menciona tanto na obra “A filosofia do não” como na obra “O novo Espírito Científico” a denúncia a inadequação das filosofias tradicionais. Conforme o autor, essas filosofias são apontadas pelas ciências contemporâneas como fechadas. Bachelard (2020) demonstra que as ciências contemporâneas contrapõem-se a uma razão imutável e universal e que a razão e o real das ciências não coincidem com o real e as razões das filosofias tradicionais.

Ainda a esse despeito, Japiassú (1976) nos esclarece:

Evidentemente , trata-se de uma inadequação atual de suas categorias. No passado, foram adequadas às ciências . O que se contesta é sua adequação às ciências de hoje. E é por isso que tais categorias precisam ser rejeitadas como pertencendo a filosofias superadas. (p. 43)

Nesse sentido, Bachelard (2020) em sua obra O novo Espírito Científico critica duramente a filosofia tradicional, em que faz-se necessário romper com as visões únicas e simplistas da ciência oferecida por essa filosofia para se alcançar o novo espírito científico. Contudo, não se trata de menosprezar as teorias tradicionais, Bachelard (2020) não retira a importância da geometria euclidiana, nem tão pouco da Física newtoniana.

Ao defender a geometria não- euclidiana, a física não-newtoniana esse teórico nos demonstra que é a partir da retificação destas teorias que se concebe uma visão mais completadas mesmas. Por sua vez, Bachelard em “O novo Espírito Científico” insere uma nova lógica de pensar o constructo científico. A principal tese defendida pelo epistemólogo e a seguinte: razão e realismo devem se complementar, pois ambas isoladamente não bastam para constituir prova científica.

E é nesse movimento de filosofias contrárias, que se constrói o novo Espírito Científico, cuja nova lógica de pensar consiste em recomeçar, reorganizar, renovar. Afirmando essa tese, Bachelard (2020) destaca:

Se se quiser de facto admitir que , na sua essência, o pensamento científico é uma objectivação, deve concluir-se que as rectificações e as extensões são as suas verdadeiras molas. È aí que está escrita a história dinâmica do pensamento. (p.53)

É pois, num jogo de pluralismo de razões experimentais que se chega a pensamentos retificados. Para Bachelard (2020) é a experiência que retifica observações é quando um conceito muda de sentido passa a ter mais sentido.

O pensamento do filosófico condiz com uma filosofia pluralista, em que não se deve analisar um objeto a partir de uma única doutrina, ou seja, somente idealista, racionalista, realista ou positivista; é preciso ter diversos mirantes de análises. A ciência moderna não se deixa enquadrar por uma única filosofia, ela se pauta de várias filosofias coordenadas.

Nesse sentido, fica claro que uma única filosofia não dá conta de explicar um fenômeno, se faz necessário o reagrupamento delas para se alcançar uma visão mais completa. Portanto, compreende-se a defesa de um pluralismo filosófico para que se possa dar conta da diversidade que o objeto apresenta.

Para Japiassú (1976), a ciência se constrói e progride por reorganizações, e, portanto, para que a filosofia possa acompanhá-la deve estar aberta a constantes revisões de seus princípios. Ou seja, antes de se constituir, a filosofia carece destruir construções passadas e abrir-se a novas construções, pois é esse movimento dialético que se faz a atividade da nova epistemologia.

A vista disso, Japiassu (1976, p. 67) dialoga que “Aquilo que Bachelard chama de dialética é o movimento indutivo que reorganiza o saber ampliando suas bases, onde a negação dos conceitos e dos axiomas não é se não um aspecto de sua generalização.” Portanto, apreendemos que a dialética para Bachelard (2005), constitui-se na filosofia do conhecimento retificado, ou seja, consiste em destruir para recriar, já que a descoberta do novo implica, para este teórico, a ruptura com o método anterior.

O pensamento Bachelardiano em sua obra: *A formação do Espírito Científico* introduz uma pedagogia científica, um dos elementos essenciais dessa nova pedagogia é a defesa de um racionalismo aberto, em que nada permanece estável. Uma vez que as próprias experiências e aplicações não podem deixar de sofrer um processo de constante renovação, tanto a razão como a experiência devem estar em constante relançamento.

Desta forma, apreende-se que para não incorrer no risco de se tornar invariante, nem a própria filosofia poderá fixar um determinado estado de uma razão una, devendo, portanto, estar sempre em um movimento de devir que é constitutivo do mundo, libertando-se das pseudo convicções. Segundo Lopes (1996), por defender uma perspectiva descontínuista do conhecimento, Bachelard também é conhecido como filósofo da desilusão.

Este filósofo francês é marcado pela ideia do eterno começar, que exige do indivíduo uma vigilância constante epistemológica. Portanto, Lopes (1996) destaca que o que sabemos, para

perspectiva bachelardiana, é fruto da desilusão com que pensamos saber, o que somos é fruto da desilusão com o que julgamos ser.

2.2 Contribuições de Gaston Bachelard para educação

Sobre as contribuições do pensamento bachelardiano para educação, analisamos os escritos de Barbosa e Bulcão (2011). Conforme esses autores, de forma intrínseca, encontramos no pensamento de Bachelard contributos importantes para a pedagogia, uma vez que através de suas obras somos levados a refletir sobre um novo modelo de escola e aprendizagem.

Dessa forma, a noção de formação de sujeito, trazido por este teórico francês, vai para além da noção de educação advinda de uma cultura que leva a aprender o conhecimento como ato de memorizar e de repetir. Portanto, a perspectiva bachelardiana enfatiza a criação, a invenção - em que o ato de conhecer não se resume a meramente a repetição de verdades absolutas, imutáveis que tornam-se memoráveis.

Para a perspectiva bachelardiana, conhecer implica estabelecer novas verdades, por meio da ruptura do conhecimento anterior e da retificação das ideias já estabelecidas que pareciam sólidas. Ainda sobre a noção de formação de sujeito trazida por Bachelard, Barbosa e Bulcão (2011, p. 56) destacam: “Só há formação quando há retificação do saber anterior, quando há negação das intuições primeiras, ou seja, quando há desconstrução e reforma do sujeito”.

Nessa linha de raciocínio, para Gaston Bachelard (2005) não se pode pensar o processo de produção e construção de conceitos sem remeter-se às mudanças que tais processos ocasionam no indivíduo e no objeto. Ou seja, para o pensamento bachelardiano não existe produção de conhecimento e construção de objetos sem que exista simultaneamente desenvolvimento e formação do sujeito.

Barbosa e Bulcão (2011) ancorados nas ideias de Bachelard sinalizam que esse processo de formação necessita afastar as intuições primeiras do indivíduo. Sendo assim, o sujeito no ato de pensar se impõe, de modo a não incorrer nos “obstáculos epistemológicos”, termo estudado com mais detalhes adiante através da obra *Formação do Espírito Científico* de Gaston Bachelard (2005). Contudo, já podemos adiantar que os obstáculos epistemológicos constituem-se em tudo aquilo que impedem a progressão da razão e, sobretudo, do novo conhecimento.

Desse modo, Bachelard (2005) estabelece que o conhecimento não parte de uma verdade primeira, como defendia o filósofo Descartes. Esse conhecimento parte de um movimento contrário que tem como seu ponto inicial a polêmica, isto é, começa sempre através de um diálogo, pela

troca de argumentos, pela negação e retificação do conhecimento anterior para conseguinte atingir novas verdades.

Cabe destacar, que esta objetividade alcançada não é definitiva, sempre será reconquistada em uma tarefa dinâmica de recomeço e de reorganização constante dopensamento. Assim, para a perspectiva bachelardiana não existem verdades primeiras e simerros primeiros que devem funcionar como molas propulsoras da razão, num processo dinâmico para a construção de um novo conhecimento: mais abrangente e mais verdadeiro que o anterior.

Observar-se então, um dos pontos fundamentais da perspectiva bachelardiana: o papel positivo que o erro representa no processo de aquisição do saber, já que para esta perspectiva, o erro funciona como mola propulsora da aprendizagem. É através da retificação dos erros que se desenvolve a elaboração de novos pensamentos.

2.3 Principais conceitos de Gaston Bachelard

Um dos principais conceitos trabalhados por Bachelard é sem dúvida a noção de obstáculos epistemológicos tratados em sua obra: “A formação do Espírito Científico” (2005) em francês, na versão original, *La Formation de l’esprit scientifique* (1934). Na referida obra, Bachelard busca demonstrar ao leitor os obstáculos que existem em toda experiência concreta, real e imediata que atravessa o construto científico de determinado fenômeno.

Desse modo, Bachelard (2005) faz um apanhado histórico sobre a evolução do pensamento científico, desde a concepção da ciência do século XVI até o século XX. Bachelard(2005) classifica o primeiro período que abarca os séculos XVI, XVII E XVIII de Estado pré- científico e do final do século XVIII ao início do século XX de estado científico.

Logo de início, Bachelard (2005) assinala **que ninguém pode ter como próprio o espírito científico, se não é capaz de reconstruir o próprio saber** e somente faz o uso do pensamento racional o homem que se permite a essa construção.

Nous insisterons sur ce fait qu'on ne peut se prévaloir d'un esprit scientifique tant qu'on n'est pas assuré, à tous les moments de la vie pensive, de reconstruire tout son savoir. Seuls les axes rationnels permettent ces reconstructions. [8] Le reste est basse mnémotechnie. La patience de l'érudition n'a rien à voir avec la patience scientifique. (BACHELARD, p. 1967, p. 10)

Insistiremos no fato de que ninguém pode arrogar-se o espírito científico enquanto não estiver seguro, em qualquer momento da vida do pensamento, de reconstruir todo o próprio saber. Só os eixos racionais permitem essa reconstrução. O resto é baixa mne- motecnia. A paciência da erudição nada tem a ver com a pa- ciência científica. (BACHELARD, 2005, p. 10)

Logo, o constructo científico se dá, por meio dos erros retificados e não de forma linear como defendia a corrente positivista, na qual o pensamento científico era construído através de acúmulos de saberes anteriores, num movimento de complemento e não de rupturas com esses saberes anteriores.

Ademais, sobre a formação do pensamento científico Bachelard (2005) destaca:

Para o espírito científico todo conhecimento é resposta a uma pergunta. Se não há pergunta, não pode haver conhecimento científico. Nada é evidente. Nada é gratuito. Tudo é construído. (BACHELARD, 2005, p. 18).

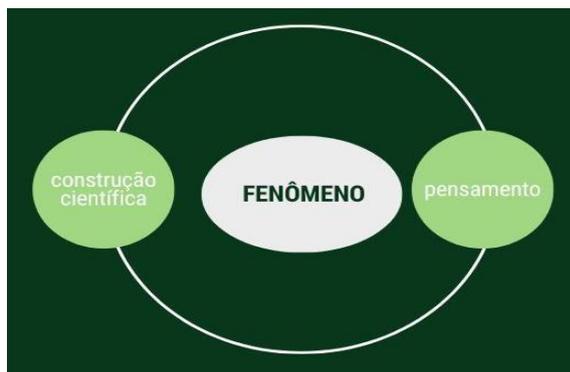
Essa citação resume de forma bem sucinta a principal tese bachelardiana, isto é, que todo conhecimento científico é fruto de construção, de indagações, questionamentos, de problemas bem colocados, possíveis de serem resolvidos, caso contrário não existe conhecimento científico. Iremos então versar sobre os obstáculos epistemológicos, entendendo estes como tudo aquilo que paralisa e causa inércia a construção do conhecimento científico.

Segundo Bachelard (2005), obstáculo epistemológico é todo aquele conhecimento mal estabelecido que engessa a construção do novo conhecimento, causando-lhes má formação. É nesse sentido que o referido autor nos leva a refletir:

No fundo, o ato de conhecer dá-se contra um conhecimento anterior, destruindo conhecimentos mal estabelecidos, superando o que, no próprio espírito, é obstáculo à espiritualização. (*Ibid.*, p.17).

Pois, segundo a perspectiva bachelardiana, estamos sempre em movimento de descoberta e não existe uma verdade pura e acabada, ela estará sempre em movimento como mostra o esquema abaixo:

Figura 1 - Movimento contínuo do conhecimento



Fonte: elaborado pela autora

O esquema acima resume uma das principais teses de Bachelard, isto é, que o conhecimento está em um constante devir². Desse modo, o respectivo esquema apresenta o conhecimento em movimento constante, em que partimos da análise de um dado fenômeno.

A partir desse ângulo de visão, assinalamos que o sujeito traz consigo as primeiras impressões que tem acerca do fenômeno, ele carrega o perfil epistemológico que possui sobre este determinado fenômeno, identificado no esquema de pensamento. Após a impressão que temos sobre determinado fenômeno é que iremos na busca de desvendá-lo.

É o momento em que partimos para construção de um novo conhecimento, identificado no esquema de construção científica. Como vimos, esse ciclo não fecha, estaremos sempre em um movimento progressivo de transformação.

Agora, iremos nos debruçar no estudo de alguns dos obstáculos epistemológicos trazidos por Bachelard (2005), daremos ênfase àqueles obstáculos que mais se manifestam no processo ensino e aprendizagem. Iniciaremos a discussão sobre obstáculos epistemológicos identificando quando ocorrem suas manifestações.

Dessa forma, podemos dizer que um obstáculo epistemológico nasce em face de um conhecimento não questionado, é preciso então desfazer-se do instinto conservativo para que não nos contentemos com as respostas, isto é, com o conhecimento aparentemente dado e acabado. Como acentua Bachelard (2005), o instinto conservativo pode causar inércia à evolução do espírito científico, ocasionando obstáculos epistemológicos, já que uma ideia dominante impede a construção de um novo conhecimento.

² Devir = Do latim *devereni*, chegar. 1. Vir a ser; tornar-se, transformar-se. 2. Fil. Movimento permanente e progressivo pelo qual as coisas se transformam.). Cf.: dicionário de filosofia sites google.com

Ainda sobre essas ideias dominantes, que causa estagnação ao pensamento científico, Bachelard (2005) afirma que são frutos do que se denomina “cabeça bem-feita”, que conforme o autor se caracteriza como um produto escolar. Essa reflexão, nos leva a pensar sobre uma nova forma de organização escolar, cuja cabeça carece ser refeita.

Acreditamos que esta mudança no âmbito escolar venha acompanhada de uma renovação do ensino de ciências. Cachapuz *et al.* (2005) aponta para essa necessária renovação, estabelecendo a necessidade de favorecer aos alunos propostas de ensino que estimulem a reflexão crítica.

Nesse processo de renovação, Cachapuz *et al.* (2005) destaca que cabe ao professor propor aulas que, gradativamente, venham a superar o caráter artificial e acrítico de ensinar ciências. Sobre a figura docente, vejamos o que coloca o próprio Bachelard (2005):

Os professores de ciências imaginam que o espírito começa com uma aula, que é sempre possível reconstruir uma cultura falha pela repetição da lição, que se pode fazer entender uma demonstração repetindo-a ponto a ponto. (p. 23)

Sasseron (2018) traz um pouco do cenário descrito acima por Bachelard, pois nos descreve um cenário de sala de aula, vejamos:

Livros, cadernos, figuras penduradas nas paredes, slides exibidos com projeção são exemplos de materiais existentes e que são utilizados com maior ou menor frequência em sala de aula. (*Ibid.*, p.02)

Assim, o professor apresenta os conteúdos de suas disciplinas, tira dúvidas e propõe exercícios de fixação. Essa passagem descrita por Sasseron (2011) se alinha ao pensamento de Bachelard (2005), ao passo que em seu estudo ela nos esclarece que há mais a ser aprendido do que aquilo que os educandos registram em suas memórias, em seus cadernos.

Nessa perspectiva, o que queremos destacar aqui são estas dimensões históricas e sociais da escola, descritas indiretamente por Bachelard (2005). Entendemos que essas dimensões impactam na maneira como os conteúdos são trabalhados, de modo que os educandos são levados a mera reprodução das lições, o que, conseqüentemente, resvala no que o referido filósofo francês denomina de “cabeça bem feita”.

Desta forma, como defende Bachelard (2005) a aprendizagem deve se contrapor a um

conhecimento anterior. É preciso oportunizar ao estudante razões que o façam mudar a sua razão de pensar, assim substituindo um conhecimento estático, fechado por um conhecimento dinâmico e aberto. Além disso, como o referido teórico destaca, o professor deve afastar-se de toda postura dogmática de ensinar e, ao mesmo tempo, procurar se ver como aluno, ou seja, desenvolver a relação de aprendiz entre seus pares.

2.4 Obstáculos epistemológicos

Ainda sobre os obstáculos do conhecimento científico, iremos tratar agora sobre o primeiro obstáculo epistemológico: **a Experiência Primeira**. Bachelard (2005) ao versar sobre esse obstáculo, traz em seus escritos vários exemplos sobre o fenômeno da eletricidade para demonstrar o quão difícil é nos desfazermos dos aspectos pitorescos da observação.

A visão empírica é para Bachelard (2005) repleta de elementos parasitas, já que não oportuniza uma descrição ordenada e hierarquizada dos fenômenos e não permite a formação do pensamento científico. Desse modo, trazemos como exemplo utilizado por este teórico, o lado sedutor do empirismo do fenômeno eletricidade.

Nessa conjuntura, se reconhece um empirismo colorido nas experiências elétricas, esses fenômenos eram marcados pela ausência da variação do fenômeno, na medida em que visava apenas ampliar os conceitos, tratando-se, pois, de uma ciência feita de justaposições. No desdobramento do desenvolvimento científico, algumas descobertas foram apresentadas como show de curiosidade, a exemplo disso, podemos trazer uma passagem descrita por Bachelard (2005) sobre a experiência da garrafa de Leyde:

A garrafa de Leyde causou um grande fascínio: Desde o ano que foi descoberta, houve muitas pessoas em quase todos os países europeus que ganharam a vida indo mostrá-la por tarde parte. O vulgo de qualquer idade, sexo e condição social considerava esse prodígio da natureza com surpresa e admiração. (p. 40)

São esses shows pitorescos, utilizando o fenômeno da eletricidade, bem como vários outros exemplos, trazidos nesta obra em estudo, que Bachelard (2005) nos leva a refletir que essas imagens pitorescas levam a uma hipótese não verificada, e que isso acarreta explicações não plausíveis acerca do fenômeno. Desse modo, o referido teórico pontua:

Uma ciência que aceita imagens é mais que qualquer outra, vítima das metáforas. Por isso, o espírito científico deve lutar contra as analogias, contra as metáforas. (*Ibid.*, p. 41)

A esse despeito, como assinala Bachelard (2005), a educação elementar faz uso de experiências cheias de imagens que provocam um verdadeiro show aos olhos dos estudantes, sem se preocupar em extrair desses experimentos o mais breve possível, o abstrato do fenômeno em estudo. Desse modo, não se utiliza do raciocínio racional para analisar tais experimentos, ao passo que não busca a formulação de um problema, um dos requisitos colocados por Bachelard (2005) para a busca da apreensão do fenômeno em estudo.

Essa racionalização discursiva, defendida pela perspectiva bachelardiana, visa romper com a certeza imediata, em que se faz necessário um jogo de razões múltiplas, superando convicções primeiras. Trindade, Nagashima e Andrade (2021) seguem a mesma linha de raciocínio de Bachelard (2005) ao passo que caracterizam a experiência primeira como algo pitoresco, colorido, repleto de imagens que prendem a atenção dos alunos. Para esses autores, os obstáculos epistemológicos, cada vez mais, são encontrados na sala de aula, pois, por meio de shows de imagens busca-se entreter e encantar os estudantes sobre o estudo de um determinado tema.

Especificamente nas aulas experimentais no ensino de Química, Trindade, Nagashima e Andrade (2021) nos chamam a atenção sobre os espetáculos descritos por Bachelard (2005). Salientamos que não retiramos a importância das aulas experimentais no processo ensino e aprendizagem, o que queremos abordar, trazendo o pensamento desses autores, é sobre o uso dos recursos experimentais como artifícios de efeitos e entretenimento, sem o uso adequado da abstração. Portanto, um dos males desses shows pitorescos é a ausência da abstração do fenômeno, pois, muitas vezes, ficando preso somente ao espetáculo do fenômeno o aluno acaba tendo uma visão generalizada, construindo conhecimentos vagos.

Nessa mesma linha de pensamento, Lopes (1990) chama a atenção sobre o quanto a ciência química possui uma tendência a amenizar o esforço cognitivo da razão e acaba prevalecendo o lado pitoresco e espetacular do ensino experimental. A autora adverte sobre esse lado pitoresco das práticas experimentais, uma vez que nele a mente permanece no concreto em face do espetáculo.

Em outras palavras, assinalamos que esse lado pitoresco das práticas experimentais são ocasiões férteis para que o estudante não abstraia, não analise e, por fim, não aprenda ciência. Isso

ocorre, porque ao invés de abordar o assunto estudado pela forma racional do pensar, o aluno fica preso ao pictórico e ao belo do fenômeno.

Ainda se tratando sobre a experiência primeira, Souza (2018) aponta que as ciências do século XVIII foi permeada por falsos centros de interesse, oferecendo satisfação imediata à curiosidade. A ciência desse século substituiu as ideias pelas imagens e o conhecimento pela admiração, ela sobrepuja-se o aspecto pitoresco, que a observação primeira apresenta.

Além do fenômeno da eletricidade, outro exemplo que podemos citar para a compreensão da Experiência Primeira, diz respeito aos obstáculos enfrentados pelas concepções evolucionistas. Sovierzoski, Gonçalves e Bastos Filho (2020) discutem alguns obstáculos nos quais o pensamento evolucionista para se firmar teve que superar algumas dificuldades.

Sobre esses obstáculos Mayr (1982, p. 9) destaca:

A narrativa criacionista presente no Gênesis, a crença difundida de uma história natural recentíssima da ordem de alguns poucos milhares de anos (em torno de seis mil anos), a filosofia de lavra essencialista, segundo a qual cada uma das espécies tem sua própria essência, essências absolutamente inalteráveis, deste modo, completamente imunes a qualquer processo evolutivo.

Então, observamos que para se firmar como construção científica a teoria da evolução teve de romper com os obstáculos epistemológicos. Identificamos na ideia de Mayr (1982) a manifestação do obstáculo “Experiência primeira”, isso porque a narrativa criacionista para explicar a teoria da evolução partiu do campo religioso e não da ciência. Essa narrativa utilizou argumentos empiristas e superou argumentos até se alcançar explicações menos ingênuas e mais racionalistas sobre a evolução da teoria evolucionista.

Ainda na ideia de Mayr (1982) é possível identificar “o obstáculo do conhecimento geral” cunhado por Bachelard (2005). Sendo assim, visualizamos no excerto que cada espécie tem sua própria essência: essências absolutamente inalteráveis, essa premissa resume as espécies como sendo imunes a qualquer processo evolutivo.

Deste modo, observamos a generalização do conhecimento, à medida que se vale de um discurso reducionista sobre as espécies, cujo obstáculo será alvo de nosso debate mais à frente. Em suma, para compreendermos melhor a experiência primeira, recorreremos ao seguinte excerto:

O conceito de obstáculo epistemológico de Gaston Bachelard envolve alguma

complexidade e pode dar margem a um espectro de interpretações de seus possíveis hermeneutas. Quando Bachelard coloca como primeiro obstáculo epistemológico a experiência primeira, ele seguramente quer dizer que a experiência das meras aparências é enganadora, posto que carente de reflexão. A experiência precisa ser pensada, pois tudo o que para o historiador é fato, para o epistemólogo é obstáculo. (SOVIERZOSKI; GONÇALVES; BASTOS FILHO, 2020, p. 12)

Como já assinalamos acima, este excerto traz para nós a necessidade da racionalização do conhecimento para superar as primeiras aparências sobre determinado fenômeno em estudo, uma vez passado por esta racionalização, este obstáculo será superado. Como podemos ver, a evolução da teoria evolucionista teve que enfrentar alguns obstáculos, dentre eles a experiência primeira, por esta ter sido a primeira forma de conceber o pensamento evolucionista preso por uma visão imediatista e não da ciência.

Nessa mesma linha de raciocínio, para finalizarmos nossa discussão sobre o primeiro obstáculo, recorreremos a outro excerto importantíssimo, trazido por Sovierzoski Gonçalves e Bastos Filho (2020), que de forma bem didática nos leva a compreensão da importância do pensamento racional para a superação da experiência primeira:

A nosso ver, um outro exemplo que se adapta muito bem ao conceito de obstáculo epistemológico representado pela experiência primeira é o do movimento aparente do Sol. Galileu, em sua seminal obra *Diálogo sobre os Dois Máximos Sistemas*, elogiou Aristarco de Samos e Copérnico pelo fato desses pensadores terem violado os próprios sentidos em nome da razão e assim preferirem parar o Sol e conceber o movimento diurno da Terra em torno de seu próprio eixo. A superação desse obstáculo é central na História da Ciência e Galileu foi um protagonista de primeiríssima importância para essa ultrapassagem. Devido à sua importância maiúscula para a História da Ciência, reproduzimos aqui o seguinte excerto de Galileu (2004, p. 413 [originalmente publicado em 1632]): “[...] não posso encontrar limite para a minha admiração de como tenha podido, em Aristarco e em Copérnico, a razão fazer tanta violência aos sentidos, que contra estes ela se tenha tornado soberana de sua credulidade”. (SOVIERZOSKI; GONÇALVES; BASTOS FILHO, 2020, p. 13)

Dando continuidade as discussões dos obstáculos epistemológicos trazidos por Bachelard, destacamos o **Conhecimento Geral**, segundo obstáculo trazido por este teórico. Para Souza (2018), assim como a experiência primeira, o conhecimento geral também se constitui uns dos obstáculos mais difíceis de serem suplantados.

Nesse sentido, todo espírito científico deve manter uma vigilância constante contra a

experiência acrítica e a doutrina generalista, pois elas impedem o indivíduo avançar no conhecimento, já que tende a conformar o sujeito com explicações vastas, dando a pseudo impressão de completude das informações. Um exemplo trazido por Souza (2018) sobre o conhecimento geral é o apontamento da ciência pré-científica, que defendia a ideia de uma natureza harmônica, homogênea.

Para ciência pré-científica não havia espaços para as singularidades, para as contradições, o que de certo modo esbarra em outro obstáculo epistemológico: o conhecimento unitário e pragmático. Nesse tipo de conhecimento, o sujeito constrói uma visão de mundo geral, uma vez que faz referência a um princípio geral da natureza, em que o sujeito fica preso a uma ideologia de mundo.

Nesse sentido, Bachelard (2005) entende que **o obstáculo generalista** consiste numa forma fácil e apressada de produzir conhecimento, induzir leis. Como exemplo desse obstáculo, o referido teórico recorre a conhecida frase tão repetida pelos professores: “todos os corpos caem”, as marcas dessas generalizações são frutos das produções do período pré-científico vivido na Física do século XVIII.

Construções dessa natureza, ainda podiam ser visualizadas na Sociologia do século XX, vejamos:

Como fundamento da mecânica: Todos os corpos caem. como fundamento da Óptica: todos os raios luminosos se propagam em linha reta. como fundamentada biologia: todos os seres vivos são mortais. (BACHELARD, 2005, p.70)

Nota-se então, que para cada ciência são colocadas verdades primeiras, definições inquestionáveis, absolutas. Bachelard (2005) nos leva a refletir se essas leis gerais se constituem de fato, científicas, ou constituem-se meramente pensamentos gerais que impedem a evolução do conhecimento científico. Portanto, o perigo dessas generalizações reside no fascínio das respostas muito rápidas, em que tudo é muito evidente, sem questionamentos.

A ausência de questionamentos, bloqueia as ideias, dessa forma, a lei é tão completa, tão fechada que não carece estudá-la mais de perto. A esse respeito Bachelard (2005) destaca:

Com a satisfação do pensamento generalizante, a experiência perdeu o estímulo. Deve-se estudar apenas o arremesso de uma pedra na vertical? Tem-se logo a

impressão de que faltam elementos de análise. Não se consegue fazera distinção entre a força da gravidade que age positivamente no movimento de cima para baixo e a força da gravidade que age negativamente no movimento de baixo para cima. Com o conhecimento muito geral, a zona de desconhecimento não resolve em problemas precisos. (p. 72).

Dessa forma, Bachelard (2005) nos leva a refletir que o mal das generalizações consiste em imobilizar o pensamento científico, ao passo que o aspecto geral nega as variantes matemáticas essenciais. O referido autor destaca, que nem sempre a primeira forma matemática é a correta, bem como, nem sempre, está primeira forma é de fato normativa.

Bachelard (2005) ainda chama a atenção para inúmeros exemplos de generalizações mal colocadas, resultando em um conhecimento estático que inibe e emperra o conhecimento científico. Como exemplo dessas generalizações, Bachelard (2005) cita o processo de coagulação:

A Académie estuda, portanto, a coagulação do leite, do sangue, do fel, da gordura. Para a gordura, que endurece nos pratos, o esfriamento é a causa visível. A Académie vai trazer então da solidificação dos metais fundidos. O congelamento da água é em seguida incluído na categoria da coagulação. A passagem é tão natural, desperta tão pouco interesse que não pode se pode ignorar a ação persuasiva da linguagem. Passa-se insensivelmente da coagulação para o congelamento. (p.78)

Nota-se então, como é perigoso o uso de generalizações mal colocadas, pois busca-se explicar fenômenos distintos, partindo-se de um mesmo princípio, ou seja, o fenômeno coagulação colocado em justaposição para explicar o fenômeno do congelamento. Sendo assim, ignora-se as variantes dos fenômenos, emperrando a construção do conhecimento científico, afinal, se conclui uma experiência específica pela generalização de seus diversos domínios.

O terceiro obstáculo tecido por Bachelard se trata do **Obstáculo Substancialista**. Acerca desse obstáculo, Souza (2018) afirma se relacionar diretamente com obstáculo generalista. Trata-se, pois, do próprio uso da linguagem que ao invés de colaborar para a compreensão do objeto pode deturpar seu entendimento. O referido autor nos alerta sobre o uso de uma única imagem, ou de uma única palavra para constituir toda explicação, como exemplo Bachelard (2005) cita a palavra esponja, destacando ser um único vocábulo utilizado para a explicação de fenômenos os mais distintos.

Ainda sobre o obstáculo substancialista, Lopes (1993) argumenta que um dos grandes problemas é conferir a substância uma única razão para todas as suas qualidades, isso significa que as qualidades são apreendidas como atributos das substâncias. Como exemplo a este atributo dado

as substâncias, Lopes (1993) recorre a uma passagem da obra de Bachelard (2005) na qual se aponta a cor amarela como predicado do ouro.

Dentro dessa lógica, em qualquer estado do material ouro, a cor amarela prevalece como atributo. Contudo, o próprio Bachelard (2005) salienta que a depender da espessura do ouro pode-se ter diferentes cores desse metal, que não só amarela, a exemplo: ouro verde, ouro violeta e azul. Esse pensamento demonstra a necessidade de superar obstáculos epistemológicos sobre conceitos cristalizados pelo senso comum.

Nesse sentido, Lopes (1993) em suas análises, encontrou a forte presença do substancialismo na ciência Química, principalmente na década de 60, onde reinava o empirismo-descritivista, vejamos o seguinte excerto:

As propriedades das substâncias são enumeradas, saber química é conhecer as substâncias como conhecemos objetos à nossa volta: quais são suas cores, seus sabores, onde podemos encontrá-las, quais são as transformações a que estão sujeitas (p. 234).

Lopes (1993) também pontua, que embora tenha existido mudanças ocorridas no século XX no ensino de Química, ainda não conseguimos vencer o substancialismo, pois, ainda se percebe a visão do químico manipulador do real, que conduz as formas de pensar cientificamente. Bachelard (2020) descreve justamente sobre as marcas desses obstáculos substancialistas, generalistas nas ciências Química, Matemática e Física do século XVIII, trazido pela epistemologia euclidiana, newtoniana, cartesiana.

Essas ciências se caracterizam pelo modo simplista, imediatista das bases positivistas, elas impedem o movimento do pensamento e defendem um pensamento fechado, desprovido de questionamentos. Lopes (1993) salienta que o conteúdo “ácido e bases” é um dos assuntos mais prejudicados pelo substancialismo nos livros didáticos da química. Em diferentes décadas, esse conteúdo foi tratado de forma muito homogêneo, nele verifica-se a permanência de erros ocasionados por este substancialismo sem grandes variações.

É válido destacar, que não é nosso objetivo aprofundar os conceitos da ciência Química, o que pretendemos com os estudos de Lopes (1993) é alertar sobre a presença dos obstáculos epistemológicos descritos por Bachelard (2005), afinal, esses se tratam de construções que sumariamente contribuem para a formação de erros conceituais, cristalizados e transmitidos por épocas. Frente a essas questões, Lopes (1993) defende um ensino das funções químicas, a partir de

uma teoria mais abrangente, como a teoria de ácido e base de Brønsted Lowry.

Segundo Lopes (1993), a teoria de ácido e base de Brønsted Lowry leva o aluno a desenvolver a noção de propriedade como originária de uma relação, em que para uma espécie ser ácida ou base não basta partir de um descritivismo desta substância; é preciso levar o estudante a compreender que para uma espécie ser ácida ou base é necessário analisar o meio em que atua e da espécie a qual reage. Portanto, com os estudos de Lopes (1993) podemos destacar o substancialismo como uma marca do ensino de Química, fruto da própria comunidade científica.

Ademais, toda discussão de Lopes (1993) nos leva a refletir sobre a necessidade de se pensar em uma **mudança de cultura para ensinar ciências**. De acordo com Lopes (1993), as preocupações dos livros didáticos se caracterizam por capacitar os educandos somente para resolução de uma lista de exercícios, sem uma devida compreensão do conteúdo em estudo. Portanto, se faz necessário valorizar os saberes prévios dos estudantes, de forma a colocá-los em questão, desestruturando saberes anteriores para a construção de um novo saber, condizente com as novas concepções de ciências.

Ainda sobre o obstáculo substancialista, Souza (2018) nos relembra que, como bem sinalizou Bachelard (2005), apresenta várias formas, isto é, ele é poliforme, inclusive, essa é uma característica presente em todos os obstáculos epistemológicos. Deste modo, o obstáculo substancialista confere a uma mesma substância qualidades diversas e até mesmo qualidades opostas em que é dado a um único substantivo vários adjetivos.

Nessa linha de raciocínio, as qualidades são ligadas à substância que podem justapô-las. Concordamos com Souza (2018), quando acentua que o perigo desse obstáculo é, através dos respectivos adjetivos, designar aos fenômenos a falsa ideia de um conhecimento apurado. Nessa mesma reflexão, Souza (2018) alerta sobre o perigo da ciência feita de justaposições geradas pelo substancialismo.

Bachelard (2005) salienta que alguns exemplos deste obstáculo são encontrados na medicina do século XVIII, que no intuito de atingir um público maior de usuários fazia uso do substancialismo para colorir de adjetivos os medicamentos. Vejamos alguns exemplos dessas qualidades que eram utilizadas pela mentalidade pré-científica: ao enxofre dourado dava-se caracterizações como: emenagogo, hepático, febrífugo, diaforético, dentre outras qualidades.

Ainda sobre os obstáculos substancialistas, Souza (2018) destaca que é um forte empecilho para o desenvolvimento da Química. Esse fator ocorre porque essa ciência ao conceber as substâncias fundamentos de uma realidade induz uma segurança material dada. Sendo assim, Santos e Nagashima (2015) adverte que na luta contra o substancialismo, o homem não pode se limitar a ligar elementos descritivos de um fenômeno à respectiva substância; é preciso buscar as relações dos fenômenos.

A esse respeito, trazemos como exemplo do obstáculo substancialista uma passagem da obra de Bachelard (2005), em que é atribuído ao fluído elétrico as qualidades de viscoso, untuoso e tenaz. Vejamos:

Pensa-se como se vê, pensa-se o que se vê: a poeira gruda na parede eletrizada, logo a eletricidade é uma cola, um visco. É assim adotada uma falsa pista, em que os falsos problemas vão suscitar experiências sem valor, cujo resultado negativo servirá como advertência, a tal ponto a imagem primeira, a imagem ingênua, chega a cegar, a tal ponto é decisiva sua atribuição a uma substância. (BACHELARD, 2005, p. 128-129).

A partir da ideia acima, Bachelard (2005) destacava a seguinte questão: já que o obstáculo substancialista induz o sujeito a ficar preso a primeira imagem, ao dado imediato e aparente, não é fácil de ser psicanalisado. Por esse motivo, o sujeito fica cego a falsas explicações, de modo a estagnar o pensamento científico.

Outro obstáculo posto por Bachelard (2005) é o **obstáculo animista**. Souza (2018) entende existir nele um fetichismo da vida, que ocorre no sentido de uma supervalorização do

termo vitalidade, empregado aos fenômenos mais diversos. Como exemplo desse obstáculo, Bachelard (2005) aborda o fenômeno vitalidade atribuído aos minerais.

Zylbersztajn e Ferrari (2002) constataram que o ensino elementar é fortemente marcado por obstáculos animistas. A utilização desse obstáculo é apresentada como uma estratégia metodológica para aprendizagem. Vale salientar que uma das grandes preocupações de Bachelard (2005), a respeito deste obstáculo, é o caráter mal colocado do fenômeno biológico e a supervalorização dos três reinos da natureza, especificamente a valorização que é dada ao reino vegetal e animal, se comparado com o reino mineral.

Dessa forma, diante dos demais reinos, percebe-se que o reino mineral é sempre depreciado. Nesse sentido, ao identificar obstáculos epistemológicos nos livros didáticos da Química, Lopes (1990) destaca que fenômenos como eletricidade e magnetismo foram fortemente estudados de forma insipiente, sendo obstaculizado pelo animismo.

Nesse processotortuoso, a energia advinda do processo de atração e repulsão dos corpos era explicada por meio de um princípio vital. Logo, para Lopes (1999), o animismo é prejudicial pelo fato de bloquear a objetividade e abstração, deixando o cientista preso ao concreto especificamente na experiência individualizada e não racionalizada.

Nas análises tecidas por Lopes (1990), vê-se exemplos desse fetichismo do princípio vital, podemos citar o emprego de metáforas utilizadas para a explicação dos conceitos de ácidos. Algumas dessas substâncias são classificadas por autores dos livros didáticos como enérgicos, ativos, reagindo com os outros corpos, nesse caso, são classificadas como ácidos fortes; e aqueles ácidos que não têm poder de reação são classificados como fracos. Assim, é atribuída à essas substâncias características de seres vivos.

Nessa perspectiva, vejamos o seguinte excerto:

Como ficariam desapontados os alunos que após essa aula, fossem colocados diante da reação do “poderoso” ácido sulfúrico concentrado com o zinco [...]. Não haveria a “vivacidade” esperada, a “energia” e o conceito de força dos ácidos teriam que ser rapidamente reformulado (LOPES, 1990, p.155-156).

Com base no fragmento acima, concordamos com Lopes (1990) quando destaca que o termo poderoso, nesse exemplo, está sendo indevido, ao passo que existe uma personificação de algumas propriedades químicas. Por sua vez, também houve uma generalização, já que o

referido fragmento, quando fala em poderoso remete à ideia de que o ácido sulfúrico é forte e muito corrosivo.

É sabido, que na química tudo depende do meio, isto é, quando comparados uns com os outros, alguns metais são mais e outros menos reativos. Logo, ao falar que um ácido é forte já se tem o problema da personificação, também resvalamos para um segundo problema: a ausência da comparação, pois na fila de reatividade o zinco é um metal, comparado com outros metais ele é um metal que está no meio desta fila.

Dessa forma, ao compararmos o zinco com outros metais, percebemos que sua reatividade varia dependendo do ambiente em que se encontra. Isso significa que a força de sua reação não é uma característica intrínseca do metal, mas sim uma resposta ao meio em que está inserido. Portanto, não é suficiente rotular um ácido como forte ou poderoso sem considerar o contexto em que ele reage. É fundamental refletir sobre as condições ambientais que influenciam as propriedades químicas e as reações dos elementos.

Lopes (1990) pontua que no objetivo de melhorar a compreensão dos conceitos de química, o uso do animismo foi fortificado após a década de 60, contudo, o que de fato ocorreu foi o desenvolvimento de um didatismo equivocado, que acabou sendo usado como prioridade para chamar a atenção do estudante a qualquer custo, ainda que tais relações não acrescentassem nada ao saber científico do educando. Observamos, então, a presença de uma das duras críticas feita por Bachelard (2005), ou seja, o uso indiscriminado do animismo.

Desse modo, as análises de Lopes (1990) destacam que quanto maior era o nível de abstração de um conteúdo, maior era o esforço dos autores dos livros didáticos em fazer acontecer o realismo. Para tanto, se recorria fortemente ao uso dos recursos anímicos no entendimento de que esse artifício fazia ponte entre o conhecimento do aluno e o conhecimento científico.

No passado, os autores de livros didáticos muitas vezes negligenciavam as banalizações e distorções que ocorriam na transmissão dos conteúdos. É importante ressaltar que Bachelard (2005) não desvalorizava o uso de linguagens metafóricas na ciência, pois reconhecia a necessidade delas na construção de modelos. O que esse pensador criticava era o uso inadequado das metáforas.

O problema surge quando essas construções metafóricas passam a ser usadas de forma a transmitir uma noção simplista e incorreta da ciência. Em outras palavras, o problema ocorre quando essas linguagens metafóricas são usadas sem uma sistematização adequada, resultando na transmissão de valores primitivos que dificultam a compreensão da ciência.

A esse despeito, Lopes (1992) nos explicita: “Serão sempre tradução grosseira do conhecimento científico sobre ele nada dizem, mas o que é pior, produzem a crença de conhecimento, a impressão de que se compreende” (p.256). A presença marcante do animismo na ciência Química é então, como nos adverte Lopes (1992), frutos de resquícios do período pré-científico. A ciência desse tempo traz como marca uma ciência descritiva, que nesse contexto, significa conhecer.

Infelizmente a ciência Química ainda é ensinada com marcas da ciência descritiva, então, percebemos um ensino de química longe da atividade racionalista, um dos quesitos abordados por Bachelard (2005). Lopes (1992) destaca nos livros didáticos cenas de amor para tratar o conceito de ligação, outros exemplos utilizam desses recursos anímicos para chamar a atenção do aluno, o perigo do uso destes recursos é quando ocorre a sobreposição do pitoresco ao conhecimento científico.

Desta forma, vida é uma palavra mágica é uma palavra valorizada, como exemplo trazemos uma passagem da obra bachelardiana, em que a ferrugem é tida como uma doença. Assim, o ferro está sujeito e o imã perde sua função magnética quando é acometido pela ferrugem. Outros exemplos de vida dado aos metais são trazidos na tese de Bachelard (2005), a partir dos anos de 1738, 1751, 1862. Por exemplo: ao falar das reproduções das minas autores de livros fazem alusão ao sêmen metálico que à sua perda, a mina perderá sua força e propriedade, de modo que este metal se tornará estéril dando a esse mineral todo um traço característico de vida, através de elementos da sexualidade humana.

Nessa perspectiva, Bachelard (2005) destaca ainda que esse mito da fecundidade das minas é herança profunda da mentalidade pré-científica e que é incompatível com o espírito científico. A intuição de Bachelard (2005) é demonstrar exemplos do conceito de vida em um âmbito que lhe é totalmente alheio. Nessa direção, Souza (2018) resgata importantes passagens da obra aqui estudada de Bachelard (2005), para característica polifórmica do obstáculo animista, o autor traz alguns trechos do mito da digestão, em que se faz o uso exacerbado de analogias com o universo inorgânico.

Outro exemplo da obra de Bachelard (2005) é denominado da libido e conhecimento objetivo. O mundo inorgânico recebe qualidades vitais, pois se emprega qualidades sexuais ao reino mineral através de metáforas. Os metais são classificados em fêmeas e machos, estéreis ou não.

Em face da sua frieza e umidade a qualidade de estéril é designada ao metal mercúrio. Contudo, quando ele é esquentado por seu enxofre perde a sua esterilidade, esses são alguns exemplos trazido na obra em estudo de Bachelard (2005).

Um dos pontos interessantes trazidos pelos estudos de Souza (2018), é a dupla funcionalidade dos obstáculos epistemológicos. Ao mesmo tempo que os obstáculos impossibilitam o ato de conhecer, se formos vigilantes na devida retificação destes obstáculos, também podem possibilitar o acesso ao conhecimento retificado, ou seja, ao conhecimento novo e mais elaborado.

O descritivismo no ensino de Química denunciado nas análises de Lopes (1992), já nos leva a outro obstáculo epistemológico, isto é, o obstáculo realista. Sobre o descritivismo, é válido destacar que embora tenha diminuído após a década 60 não foi suplantado dos livros didáticos de Química. Vejamos então alguns pressupostos dos obstáculos realistas trazidos por Lopes (1992):

Os obstáculos realistas se apresentam, portanto, na medida em que o racionalismo é pouco desenvolvido. Assim, raciocínios abstratos e transferência para o desconhecido de propriedades e características do que é próximo ao conhecido, isto é, efetuando-se a ponte entre conhecimento comum e conhecimento científico. (p.181)

Na ideia acima, observamos que o obstáculo realista promove um grande entrave na formação do novo espírito científico, o fragmento em tela trata a ideia de ponte entre conhecimento comum e conhecimento científico, a qual Bachelard (2005) duramente rechaça. A epistemologia de Bachelard (2005) aponta para um necessário rompimento da ponte entre esses conhecimentos, pois o conhecimento científico é resultante do rompimento das primeiras impressões trazidas do senso comum.

Nessa linha de raciocínio, Lopes (1992) encontra nos livros didáticos o apelo a imagens, ao realismo ingênuo como apoio didático preferido pelos autores de obras didáticas. No entanto, essas associações com o realismo são preocupantes, pois são desprovidas de espaços de problematizações dos conceitos em estudo, bem como dos raciocínios dos alunos.

Essas associações apenas consolidam o senso comum e transmitem um conhecimento vago. Com isso, vê-se nos livros didáticos um preparo dos alunos apenas para resoluções de exercícios, sem desenvolver a capacidade de compreensão.

Na busca dessa capacidade compreensiva, Lopes (1992) defende a necessidade de uma mudança na cultura do sujeito aprendiz. Nas palavras da autora é preciso lutar contra o uso de imagens que são utilizadas de forma desconexa da razão, em nome de tornar a ciência acessível ao estudante, as imagens resultam na acomodação de conhecimentos deturpados sobre a ciência, não oportunizando aos estudantes argumentos que possam mudar a forma de pensar.

Ainda sobre os obstáculos epistemológicos e os entraves que esses representam no desenvolvimento do conhecimento científico, agora iremos nos debruçar em outro tipo de

obstáculo: **o obstáculo verbalista**. Andradi e Ferrari (2000) discutirem sobre o uso da linguagem metafórica e analógica como ferramenta de estratégia facilitadora para a transferência do conhecimento de um domínio conceitual para outro.

Andradi e Ferrari (2000) destacam que apesar de existirem vantagens na utilização da linguagem metafórica e analógica é preciso atentar para o uso impróprio e indevido de tal linguagem. Desta forma, Andradi e Ferrari (2000) salientam que em face do uso mal colocado de usos linguísticos, obstáculos podem perturbar o processo de maturação do conhecimento científico dos estudantes.

Nesse sentido, como exemplo ao mau uso dessas linguagens, Andradi e Ferrari (2000) citam os modelos utilizados nos livros didáticos, vejamos o seguinte excerto:

Devemos ter cuidado como uso de analogias e metáforas apresentadas nos livros didáticos pois, em geral, não parece haver preocupação com a forma de abordagem dessas analogias nos livros, ou seja, não se consegue estabelecer se as apresentações obedecem a alguma forma sistematizada. Estas apresentações, particularmente em Biologia, não evidenciam uma preocupação com as características do conceito análogo (isto é, aquele que é mais familiar ao aluno) que não serão utilizadas como referências para se pensar sobre o conceito alvo (ou seja, aquilo que se pretende ensinar). Isto pode contribuir para a formação ou reforço de concepções alternativas, baseadas justamente em aspectos onde o análogo e o alvo não se correspondem. (ANDRADI; FERRARI, 2000, p. 183)

O excerto acima sinaliza para os perigos do mau uso das metáforas e analogias que estão presentes no livro didático, de modo a colaborar para o reforço das concepções alternativas dos estudantes, ou seja, aqueles saberes trazidos pelo estudante e que precisa ser colocado em questão. Isso significa que para que haja mudança de raciocínio, os conhecimentos trazidos pelos estudantes precisam ser confrontados com o conhecimento científico.

Dessa forma, o mal emprego das linguagens metafóricas ao invés de desconstruir concepções alternativas, advindas do senso comum, acaba alimentando-as dificultando a construção do conhecimento científico. Andradi e Ferrari (2000) acrescentam que essa linguagem metafórica, com o uso de imagens e generalizações, era existente no pensamento pré-científico.

O pensamento pré-científico, vivenciado até o final do século XVIII, se constituiu em uma fase em que o uso de uma visão concreta e imediata impossibilitava o processo de abstração necessário à formação do espírito científico (BACHELARD, 2005). Essas dificuldades de abstração são responsáveis pela estagnação do pensamento científico, são esses conhecimentos subjetivos, intuitivos, imediatos, muito presentes no período pré-científico e ainda presentes na ciência contemporânea, que entravam o conhecimento objetivo.

Nessa perspectiva, Gomes e Oliveira (2007) sinalizam que o uso das metáforas e analogias não deve ser utilizado antes dos alunos se aproximarem do conteúdo, essas construções devem ser utilizadas após o conteúdo apresentado. Nessa ordem, as metáforas funcionam como um recurso didático desprovido do risco das analogias, que são elementos constituidores de conhecimentos absolutos e independentes de mais explicações.

Assim como Bachelard (2005), Gomes e Oliveira (2007) destacam que a linguagem metafórica deve ser inserida após o contato com a teoria do conteúdo estudado. Assim, os autores advertem que o perigo do mal uso da linguagem metafórica reside no entendimento do conhecimento como absoluto. A partir dessa forma de aprendizagem, o estudante não abre espaços para dúvidas e questionamentos.

Sobre a linguagem, Lopes (1990) assinala que é um dos pontos mais carentes de atenção. Esse fator é decorrente do uso indiscriminado dos termos da linguagem comum, que além de trazer danos ao domínio do conhecimento científico pode cristalizar conceitos errados.

Um dos exemplos do uso indiscriminado dessas linguagens metafóricas é o emprego do termo nobreza, empregado no ensino de Química. Autores dos livros didáticos fazem uso deste termo para explicar o princípio da baixa reatividade da matéria. (LOPES, 1990)

A fim de caracterizar esse princípio da química como algo nobre, emprega-se o uso do termo nobreza, que no contexto humano se refere à estratificação da sociedade. Acerca do uso destas linguagens metafóricas de forma indiscriminada, vejamos o seguinte apelo feito por Lopes (1990):

Portanto, a aplicabilidade do livro didático deve ser precedida pela discussão dos termos utilizados, como forma de proceder a inserção do aluno no universo científico do estudante. (p. 232)

Em relação à criticidade que é necessária ao professor, Lopes (1990) traz como um exemplo clássico a introdução do estudo da termodinâmica, em que se deve avaliar a concepção prévia do estudante sobre calor, de modo a confrontá-la com o sentido científico. Se não houver este confronto, o aluno fica sujeito a não compreender que dois objetos, com mesmo grau de temperatura podem liberar diferentes quantidades de calor.

Ainda sobre a acuidade que se deve ter com o uso dos termos mal-empregados, Lopes (1993) nos leva a lembrar que a **linguagem científica se encontra em permanente estado de revolução**, em que uma racionalidade nova advém de uma nova linguagem. Logo, é preciso atentar-se aos novos sentidos dos termos; não havendo essa preocupação, aparecerão formulações de obstáculos epistemológicos a nova teoria científica. A esse despeito, vejamos Lopes (1993):

Ocorre que a linguagem é apresentada sem a própria discussão das ideias. Toda vez que a apreensão da linguagem se faz fora dos limites de pensamento em que foi construída acarreta interpretações falhas que entavam o conhecimento (p.317)

O trecho anterior suscita reflexões sobre os prejuízos que uma linguagem desprovida de reflexão em suas apropriações pode causar à aprendizagem, uma vez que interpretações equivocadas podem ser obstáculos ao progresso do conhecimento científico. Dado que os equívocos conceituais presentes nos livros didáticos podem ser internalizados, dificultando assim o acesso ao conhecimento científico, Lopes (1993) defende a importância de uma avaliação criteriosa da linguagem utilizada nesses materiais educacionais.

Como exemplos de obstáculos de acesso ao conhecimento científico, recorreremos a um importante trecho das elucidações de Lopes (1993). A autora salienta que no que se refere ao uso do termo “espontaneidade” utilizado nos livros didáticos com o assunto termodinâmica, classifica-se como reações espontâneas aquelas reações que não carecem de estímulos externos, ou seja, ocorrem de forma natural.

Nessa perspectiva, como não espontâneas, classificam-se aquelas reações que demandam fatores externos, como é o caso de reações que precisam de calor para acontecer. Nesse exemplo de Lopes (1993), observa-se que um obstáculo puxa outro tipo de obstáculo, pois além do obstáculo verbalista, nota-se generalizações fáceis e precipitadas.

Ao passo que essas racionalizações gerais do conhecimento impedem a observação das variações dos fenômenos em estudo, isto é, impedem a racionalização do conceito, vê-se a obstaculização do conhecimento científico. A exemplo, temos as reações exotérmicas como a queima de carvão que é problematizada por Lopes (1993) da seguinte maneira: como pode ser esta reação enquadrada como reação que ocorre de forma espontânea, se ela carece de muito calor para ocorrer.

Nessa primeira seção, discutimos como Bachelard organiza seu pensamento e com isso instaura uma nova perspectiva de como ocorre a formação do conhecimento científico. De maneira resumida, o autor sinaliza que para se reconstruir o saber e compreender conhecimentos, o conhecimento científico deve ser visto em um movimento constante de retificação do saber anterior.

Ademais, pelas ideias tecidas, percebe-se que Bachelard (2005) encara a formação do conhecimento científico não como resultados de saberes cumulativos, que se dá de forma linear. Para esse pensador, a construção do conhecimento científico acontece através do processo de rupturas, ou seja, tudo é construído, todo conhecimento científico é fruto de indagações, questionamentos e de problemas bem colocados, possíveis de serem resolvidos.

A discussão dos principais conceitos dos obstáculos epistemológicos é outro ponto marcante do pensamento de Bachelard (2005). Sobre essas construções, entendemos se constituírem de todo conhecimento mal estabelecido, isto é, daquele conhecimento não questionado.

Indiretamente, nas obras deste filósofo francês encontra-se a necessidade de reorganização da cultura escolar, especificamente para o ensino de ciências. Essa necessidade sinaliza um ensino que oportunize a transformação do sujeito por meio da mudança do pensar, aliás, essa transformação do pensar é para Bachelard (2005) fator preponderante para ocorrência da formação do pensamento científico.

Na próxima seção, iremos dialogar sobre o Ensino por Investigação no objetivo de identificar nessa abordagem possíveis elementos que se aproximam com a epistemologia Bachalerdiana.

3 CONSIDERAÇÕES SOBRE O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

Na presente seção, discutimos aspectos históricos, teóricos e metodológicos do ensino de Ciências por investigação. Para essa discussão, nós apoiamos em três domínios do conhecimento em ciências: domínio conceitual, domínio epistêmico e o domínio social.

Tais domínios são entendidos como esferas que, articuladamente, movimentam e dão forma ao ensino de ciências em uma dinâmica investigativa.

3.1 Aspectos históricos, teóricos e metodológicos do Ensino por Investigação

Ao estudarmos a historicidade do ensino de ciências, iremos nos deparar com diversas fases que podem ser denominadas de tendências. Zompero e Laburú (2016) pontuam que entre essas tendências podemos mencionar o ensino por investigação, conhecido também como inquiry, que recebeu fortes influências do filósofo e pedagogo americano Jonh Dewey.

As autoras (*Ibid.*) pontuam que o ensino com os pressupostos teóricos do inquiry permite raciocínio e habilidades dos alunos, além de promover a cooperação entre eles. As autoras ainda destacam que existem diversas denominações para a utilização de atividades investigativas no ensino com base no inquiry, como: aprendizagem por descoberta, resolução de problemas, projetos de aprendizagem, ensino por investigação. Para o desenvolvimento desse trabalho, assumimos o termo ensino por investigação.

Dentre as diferentes abordagens do ensino por investigação a proposta que pode ser salientada é a de Azevedo (2006) *apud* Zompero e Laburú (2016), pois essa tem como propósito levar o aluno a refletir, discutir, explicar, relatar, de modo, a não se limitar apenas a manipular objetos e a observar fenômenos. Além disso, a proposta de ensino por investigação de Azevedo (2006) contempla alguns momentos como: problema a ser investigado, curiosidade e levantamento de hipóteses, discussões, coleta de dados e análise de dados.

Nesse sentido, Zompero e Laburu (2011) destacam que a perspectiva do ensino com base na investigação permite o aprimoramento do raciocínio e das habilidades cognitivas, além de possibilitar o engajamento dos estudantes e a compreensão da natureza do trabalho científico. Ainda sobre os aspectos históricos da perspectiva investigativa em ciências, Zompero e Laburu (2011) abordam que a preocupação de inserir atividades investigativas na educação científica deu-se em face de um movimento das ideias progressistas na educação.

Essas ideias progressistas deram lugar a uma nova pedagogia que surgiu no final do século XIX, a defesa dessa proposta se pautava em um ensino centrado na vida. Jhon Dewey

foi diretamente associado a pedagogia progressista, a aprendizagem por projetos e por resoluções de problemas era uma máxima, teoria e prática deveriam ser alinhadas e no processo de aprendizagem o estudante deveria ser visto como ser ativo.

Sobre as modificações históricas do ensino de ciências por investigação, Trópia (2011) salienta que vem ocorrendo desde o século IX. Tais transformações aconteceram em face das concepções de investigação científica e de ciência discutidas em cada conjuntura histórica.

Outra passagem interessante no trabalho de Trópia (2011) diz respeito às reformas curriculares nas décadas de 1950 e 1960, no Brasil tais reformas impulsionaram a inserção da investigação científica por meio da implementação do método experimental nas aulas de ciências. Esse método visava introduzir os estudantes em práticas de ensino que oportunizassem a realização de atividades com características das comunidades científicas.

O objetivo do método experimental era levar o aluno a pensar como cientistas, isso através de práticas de observação, classificação, realização de inferências, coletas de dados e conclusão. Trópia (2011) destaca que as reformas curriculares, iniciadas na década de 50 no ensino de ciências, ocorreram mundialmente para atender demandas capitalistas, que em virtude da industrialização necessitava de mão de obra qualificada para o progresso do país.

Cabe destacar, que essa perspectiva de ensino por investigação foi duramente criticada por diversos estudiosos, pois partia de uma concepção de ciência neutra. Atualmente, a concepção neutra da ciência é considerada distorcida, pois, nela o conhecimento científico ocorre por meio da acumulação de ideias, ou seja, de forma linear. (TRÓPIA, 2011).

Pensar a ciência por meio do pressuposto da neutralidade, significa se apropriar do método experimental no ensino de ciências para apreender os conhecimentos científicos como verdadeiros e definitivos. Nesse sentido, Trópia (2011) defende perspectivas de ensinar ciências que sejam opostas a atividades com perspectivas simplistas e poucas reflexivas.

Assim como Trópia (2011), entendemos que as atividades investigativas devem estar para além das atividades técnicas instrumentais. Essa afirmativa significa que no processo de investigar, também é preciso se preocupar com as relações e implicações sociais, de modo a praticar a ciência a partir de ações e ideias controversas.

A perspectiva do ensino por investigação iniciada na década de 80, contrapõem-se aos intentos investigativos das décadas 60 e 70. A investigação dessas épocas visavam a formação de cientistas mirins. Campos e Sena (2020) assinalam que a visão do ensino por investigação que temos atualmente não é mimetizar o trabalho do cientista; por meio de uma pedagogia construtivista, o ensino por investigação é plurimetodológico.

A partir dessa concepção, Campos e Sena (2020) defendem o ensino por investigação como uma abordagem didática que modela o ensino de ciências, por meio de atividades práticas de acordo com as etapas próximas do método científico. Desse modo, apreende-se que para estar diante de uma atividade investigativa é preciso atender alguns requisitos como: colocar o estudante frente a solução de um problema; oportunizar ao aluno o desenvolvimento de hipóteses; possibilitar a análise de dados; formular explicações baseadas em evidências; comparar soluções propostas com outras variantes.

Ainda mais, para estar diante de uma investigação é preciso que o aluno tenha oportunidade de discutir resultados com seus pares. É válido lembrar, que cada etapa aqui citada poderá receber uma ênfase maior ou menor, tal fator depende do direcionamento dado pelo professor na aula.

Carvalho *et al.* (1998) destacam que no século XX foram instauradas mudanças no âmbito da educação. Na época, passou-se a valorizar a qualidade do que é ensinado, logo, a forma tradicional de ensinar passou a ser questionada.

Numa sociedade em que o conhecimento se alargava de forma exponencial, o ensino tradicional memorístico e conteudista passou a não ser bem-quisto. É nessa conjuntura, que Piaget e Vigostsky surgem influenciando o ensino. Embora esses pensadores tenham pensado o processo de conhecimento de forma divergente, com o passar do tempo, suas ideias foram compreendidas de forma complementar.

A partir de Piaget, a proposição de um problema foi tido como elemento importante para construção do conhecimento. A inserção de um problema passou a representar um divisor de águas entre o ensino transmissor e o ensino ativo, essa segunda forma de ensino almeja possibilitar ao aluno condições de construir seu conhecimento.

No ensino transmissor, o aluno não é agente do pensamento, cabe a esse sujeito repetir o conhecimento que lhe foi transmitido. Na forma de ensino que o professor introduz um problema a ser resolvido, o aluno passa a ser agente do conhecimento ocupando um papel ativo, construindo suas reflexões sobre o problema proposto pelo professor.

Carvalho *et al.* (2009) pontua que essa perspectiva de ensinar ciências permite a passagem da ação manipulativa do aluno para ação intelectual na construção do conhecimento. Essa transformação ocorre ao passo que o estudante toma consciência de como o problema foi resolvido e como deu certo, a ação intelectual do estudante é fortemente presente nesse processo.

Contudo, essa passagem, descrita acima, não é fácil de ser desenvolvida pelo

professor, afinal, é bem menos complexo o professor expor em sala de aula o conteúdo a ser ensinado. Desse modo, destacamos que essa perspectiva de ensino imprime valor ao papel do erro, esse elemento na construção do novo conhecimento ocupa função singular.

No ensino de ciências por investigação é preciso deixar o aluno se deparar com o erro e através dele refletir e ir em busca do acerto. Essa premissa é resumida no seguinte fragmento de Carvalho *et al.* (2009, p. 03) “[...] o erro quando trabalhado e superado pelo próprio aluno, ensina mais que muitas aulas expositivas quando o aluno segue o raciocínio do professor e não o seu”.

O ensino de ciências por investigação é estudado no Laboratório de Pesquisa e Ensino de Física da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (LAPEFE). Carvalho (2013), mentora do grupo, define o ensino por investigação como uma perspectiva em que o professor deve criar situações em sala de aula que oportunizem a argumentação e a compreensão crítica do conteúdo em estudo, através da escrita e da oralidade o estudante deve demonstrar autoria e clareza nas ideias expostas.

Entendemos que essa forma de ensinar se aproxima do pensamento bachelardiano (2005) quando nos traz a ideia de escola permanente como escola da ciência ideal. A escola permanente se contrapõe aos modelos escolares, em que os estudantes são meros receptores de informações, o que muito se aproxima da formação denominada por Bachelard de “cabeça bem-feita”.

Observamos então, nos escritos de Carvalho (2013) uma aproximação com a escola permanente defendida por Bachelard (2005), pois o ensino por investigação possibilita o desenvolvimento da autoridade intelectual do estudante. A partir dessa autoridade, o aprendiz é levado a construir o conhecimento por meio da sua capacidade de fala, de argumentação, reflexão e do exercício da leitura e escrita.

Para Carvalho (2013) um dos cuidados fundamentais na introdução de atividades investigativas é a acuidade que o professor deve ter com o grau de liberdade intelectual dado ao estudante e com a elaboração do problema. Assim, é fundamental criar condições em sala de aula para os alunos participarem sem medo de errar, isto é, é singular dar liberdade intelectual aos estudantes.

Desse modo, Carvalho (2018) acentua que a liberdade intelectual e a elaboração de problemas são condições fundamentais para o professor criar um ambiente investigativo que conduza a construção de novos conhecimentos. Sobre os graus de liberdade intelectual, Carvalho (2018) destaca que se inserem em uma escala de 1 a 5.

Desse modo, os graus 1 e 2 são graus de liberdade intelectual que estão presentes no modelo de ensino diretivo, em que o professor apresenta o problema e as hipóteses. Nesses dois graus todos os passos do plano de trabalho são apresentados ao estudante, cabendo ao aluno somente seguir o receituário que lhes foi proposto.

Apesar do grau 2 se relacionar com a figura de um professor mais aberto, o plano de trabalho ainda permanece como manual a ser seguido pelo estudante. O grau 3 de liberdade intelectual sinaliza para um ensino por investigação, nele o professor propõe o problema, as hipóteses são discutidas pelos estudantes.

Nesse grau de liberdade intelectual, o estudante passa a ter uma postura ativa: reflete sobre situações e tem possibilidades de se permitir ao erro. Aliás, o erro nesse grau é visto como etapa de aprendizagem é por meio do erro que os estudantes refazem raciocínios e chegam a ideias corretas.

Carvalho (2018) acentua que o grau 4 de liberdade intelectual é possível com estudantes habituados com situações investigativas, isto é, com estudantes que são familiarizados a trabalharem em grupos e a resolverem problemas investigativos. O grau 5 é o grau em que o problema é escolhido e proposto pelo próprio estudante, este é um grau muito difícil de ser encontrado nos cursos fundamentais e médios, segundo Carvalho (2018) raramente é encontrado em Feiras de Ciências.

O problema é outro elemento importante para o desenvolvimento do ensino por investigação, sobre este aspecto Carvalho (2018) adverte que se faz necessário diferenciar os problemas de laboratórios dos problemas abertos de lápis e papel. Dessa forma, os problemas de laboratório têm de oferecer condições aos alunos de passarem de ações manipulativas para ações intelectuais, ou seja, os estudantes devem levantar hipóteses e desenvolver o raciocínio científico, sendo capazes de construir explicações causais.

Os problemas de lápis e papel devem dar condições aos estudantes de resolverem e explicarem os fenômenos estudados, de modo que busquem identificar as variáveis da questão por meio da relação do que aprenderam com o mundo que o cercam. A preocupação com a forma de organização do problema, seja ele de laboratório ou de papel, nos remete ao pensamento de Bachelard (2005), quando defende que a construção do conhecimento científico ocorre mediante um problema.

Ainda no que diz respeito às instituições de ensino voltadas às produções de conhecimento sobre o ensino por investigação, Munford e Lima (2007) destacam o Centro de Ciências e Matemática – CECIMIG da IFMG. Nesse espaço, através da formação de

professores e da produção de material didático, são desenvolvidos estudos com o intuito de melhorar o ensino de ciências. Essa ação é bastante pertinente se pensarmos que nessa área de ensino, poucas oportunidades são oferecidas aos estudantes para realizarem atividades investigativas.

A carência de atividades dessa natureza resulta em visões equivocadas da ciência, já que não se leva em consideração seus aspectos culturais e sociais e se passa uma visão de conhecimento rígido e acabado. Sobre visões equivocadas, que podem surgir sobre o ensino de ciências é válido destacar a seguinte afirmativa de Munford e Lima (2007): existe um distanciamento entre a ciência ensinada nas escolas e a ciência praticada nas universidades e em laboratórios.

Segundo Munford e Lima (2007) esse distanciamento é evidenciado nos próprios conteúdos estudados nas escolas. Desse modo, recorremos a uma passagem descrita por Drive *et al.* (1999):

[...] aprender ciências não é uma questão de simplesmente ampliar o conhecimento dos jovens sobre os fenômenos – uma prática talvez mais aproximadamente denominado estudo da natureza- nem desenvolver e organizar o raciocínio do senso comum dos jovens. Aprender ciências requer mais do que desafiar as ideias anteriores dos alunos mediante eventos discrepantes. Aprender ciências envolve a introdução das crianças e adolescentes a uma forma diferente de pensar sobre o mundo natural e de explicá-lo; tornando-se socializado, em maior ou menor grau, nas práticas das comunidades científicas, com seus objetivos específicos, suas maneiras de ver o mundo e suas formas de dar suporte às assertivas do conhecimento (p.32).

A citação acima nos remete para ideia de planejarmos aulas em que tanto a cultura escolar, quanto a cultura científica se façam presentes nos conteúdos ensinados. Isso significa que a cultura escolar deve caminhar junto à cultura científica, afinal, práticas investigativas abarcam valores, normas e práticas dessa última comunidade.

Desse modo, o fragmento acima nos demonstra o tamanho do obstáculo epistemológico (termo já discutido anteriormente nesse trabalho) que é gerado na aprendizagem de ciências. Esses empecilhos ocorrem na medida em que se distancia a cultura escolar da cultura científica, entendemos que o ensino por investigação é uma perspectiva que pode contribuir para o rompimento desse distanciamento, pois oportuniza no ambiente escolar aspectos inerentes à prática das comunidades científicas.

Munford e Lima (2007) também caracterizam alguns equívocos comuns no ensino

por investigação, o primeiro deles é pensar que uma atividade investigativa ocorre quando se envolve os estudantes em situações práticas ou experimentais. Nesse sentido, é destacado que atividades que não são práticas podem se constituírem até mais investigativas do que uma atividade prática.

Outro equívoco destacado pelas autoras é pensar que o ensino por investigação deve envolver questões bem abertas. Esse grau de abertura é trabalhado em diferentes configurações, com diferentes níveis de direcionamentos por parte do educador, eles variam de acordo com as diversas faixas etárias dos estudantes e de diferentes perfis.

Munford e Lima (2007) também fazem reflexões acerca do ensino por investigação presentes nos documentos norte-americanos. As autoras suscitam um importante debate em torno do distanciamento que existe entre as investigações autênticas e as formas de investigações desenvolvidas em sala de aula. Para Munford e Lima (2007) as investigações realizadas em sala de aula são classificadas como investigações simples.

Uma das primeiras divergências entre esses dois tipos de investigações é que os cientistas ao planejarem seus estudos selecionam, criam variáveis, trabalhando com muitas delas. Por sua vez, nos espaços escolares, os estudantes tendem a trabalhar com poucas variáveis, essas são de fácil identificação e são fornecidas pelo professor.

Ainda é válido destacar, que na escola os procedimentos são diretos e os estudantes seguem passos já pré- estabelecidos; nas investigações autênticas esses procedimentos são mais complexos. Percebe-se que Munford e Lima (2007) com a discussão dessas formas diferentes de investigações almejam chamar atenção para o seguinte aspecto: atividades investigativas simples, desenvolvidas na prática escolar, geralmente não contribuem para o desenvolvimento da aprendizagem em ciências, isso porque passam uma visão de ciência fácil, certa, algorítmica centrada em uma única visão.

No que se refere à perspectiva de ensino por investigação delineada nos Parâmetros Curriculares, conforme Munford e Lima (2007), busca-se promover a formação de alunos que se envolvam ativamente em questionamentos orientados pela ciência. Nessa abordagem, o estudante é incentivado a dar prioridade à coleta e análise de evidências, bem como à formulação de explicações coerentes. Além disso, a comunicação e a justificação das respostas também desempenham um papel fundamental nesse contexto.

Um dado interessante apresentado no estudo de Munford e Lima (2007) refere-se aos níveis de atividades investigativas destacados nos Parâmetros Curriculares norte-americanos. Ao examinarmos esses níveis, conforme as autoras mencionam, podemos

observar semelhanças notáveis com os níveis de autoridade intelectual destacados por Carvalho (2018)

Ancoradas nos documentos norte-americanos, Munford e Lima (2007) assinalam que os níveis das atividades investigativas ocorrem de acordo com a faixas etárias dos alunos e da intimidade destes com as práticas investigativas, ou seja, quanto maior o grau de variação, maior é o grau de intimidade do aluno com essa prática. Assim como Carvallho (2018), a proposta de ensino investigativa norte-americana, citada por Munford e Lima (2007), também

dividem os níveis de atividades investigativas numa escala de 1 a 5, em que quanto maior o nível de investigação, maior é o grau de autoridade que o professor concede ao aluno.

Cabe destacar ainda, ancorados em Munford e Lima (2007), que o referido documento norte-americano aborda um dos aspectos mais importantes do ensino por investigação: a capacidade de comunicação e a habilidade de justificar ideias. Essa capacidade leva os estudantes a elaborarem suas próprias questões e a produzirem inferências sobre situações proposta por seus pares. De maneira geral, como nos pontua Munford e Lima (2007):

[...] acredita-se que na medida em que o aluno vivencia todos esses aspectos essenciais, ele passa a ter um conhecimento mais apropriado acerca das práticas científicas e dos processos de teorias científicas. A própria aprendizagem dos conceitos científicos também é mais aprofundada e significativa, uma vez que esses conceitos e teorias são introduzidos em meio a elementos essenciais do contexto de produção (p. 93).

Com base nessa citação, podemos dizer que ao colocar os estudantes em contato com práticas investigativas, de modo que demande deles a capacidade de argumentação, comunicação e explicação, contribuimos para que vivenciem práticas próprias das comunidades científicas. A ideia é que os estudantes sejam capazes de elaborar conceitos com práticas e valores de uma investigação em ciências.

Nesse sentido, Munford e Lima (2007) defendem a prática de atividades investigativas autêntica em sala de aula. Para tanto, se faz necessário apresentar aos estudantes atividades práticas mais abertas, em que eles possam discutir sobre variáveis apropriadas, desenvolver experimentos com grau maior de complexidade e realizar o exercício da reflexão sobre os erros. Contudo, Munford e Lima (2007) destacam que colocar os alunos frente a um experimento com grau maior de complexidade é um desafio para as escolas.

Esse desafio é decorrente da existência de poucos recursos para o desenvolvimento de atividades práticas. Frente à esse problema, se torna viável pensar em atividades não experimentais, como aquelas de bancos de dados, que aproximam os estudantes da investigação autêntica.

Por meio de atividades de banco de dados, a investigação autêntica pode ocorrer através de interpretações de dados, análise crítica e seleção de variáveis. Essa forma de investigação se torna possível, quando é dado ao estudante autonomia para realizar suas próprias investigações, porém a falta de autonomia é justamente destacada por Munford e Lima (2007) como uma das barreiras para a vivência de vários aspectos da investigação autêntica.

Munford e Lima (2007) trazem reflexões sobre o desafio de desenvolver atividades investigativas na Educação Básica, que sejam mais dialógicas e que instiguem os estudantes a explicações científicas com caráter menos prescritivo, autoritário e dogmático, bem como superem a investigação simples. Seguindo essa linha de raciocínio, Cardoso e Scarpa (2018) destacam que a forma de Ensino de Ciências por Investigação (ENCI) desenvolvida nas salas de aulas tem se dado de forma muito simplificada.

Essa simplificação ocorre porque o ENCI, quando não compreendido, tende a ser praticado especificamente a partir de aspectos práticos do fazer científico, como a coleta e análise dos dados. Cabe frisar, que a justificativa e discussão são elementos essenciais no desenvolvimento das investigações autênticas, ou seja, das investigações dos cientistas, logo, em questões investigativas é essencial colocar em atividade habilidades como a justificativa, argumentação e discussão de pensamentos.

O distanciamento existente entre as investigações desenvolvidas em sala de aula das investigações autênticas pode estar relacionado à dificuldade de entendimento dos educadores sobre as definições e aspectos do ENCI, o que implica em práticas equivocadas dessa perspectiva (CARDOSO; SCARPA, 2018). Para Brito (2021) as práticas equivocadas do ENCI estão diretamente associadas à incompreensão teórica dessa perspectiva didática.

Frente a esse problema, Cardoso e Scarpa (2018) criaram instrumentos de análises de aulas investigativas. Essas ferramentas além de se constituírem em um suporte para averiguar como os professores aprendem e empregam a abordagem investigativa, também servem de indicadores que subsidiam ações ligadas à formação de professores.

Cardoso e Scarpa (2018) defendem que as atividades investigativas devem ser

divididas em etapas ou fases. Ancoradas nas ideias de Pedaste *et al.* (2015), as autoras esclarecem elementos que devem ser considerados ao se estruturar uma proposta de ensino investigativa, são eles: a promoção do envolvimento dos alunos com a resolução de problemas e questões, a formulação de hipóteses, coletas e análise de dados e interpretação, a construção de conclusões e comunicação e reflexão sobre o processo investigativo.

No que diz respeito à resolução de problemas, entendemos ser elemento central na abordagem do ENCI. Os problemas são responsáveis por desafiar e suscitar nos alunos a curiosidade. Dessa forma, questões a serem investigadas devem envolver eventos do mundo natural e se relacionarem com conceitos científicos, de modo que o estudante tenha oportunidade de se envolver com investigações que permitam o uso de dados para explicações (CARDOSO; SCARPA, 2018).

Os problemas são responsáveis por guiar o trabalho pedagógico, direcionar as atividades e levar ao desenvolvimento e compreensão sobre os conceitos científicos. É válido destacar, que as formulações de hipóteses dos alunos devem ser guiadas pelo professor.

Essa questão é essencial para que a investigação cumpra o papel de revisar e refutar ideias não científicas e para que os alunos sejam encorajados a questionar seus conhecimentos anteriores. Ademais, de acordo com os estudos de Cardoso e Scarpa (2018) para o desenvolvimento das atividades investigativas é interessante que ocorram a comunicação das novas informações encontradas pelos alunos.

Outro ponto interessante presente no processo das atividades investigativas é que os estudantes ao tornar as ideias inteligíveis aos outros, bem como ao justificar um ponto de vista, através da comunicação, passam a exercitar sua capacidade de crítica. A reflexão é um outro processo que acontece junto à comunicação.

Esse processo ocorre por meio da escrita, da crítica, da avaliação e de toda a discussão da investigação. A reflexão possibilita ao aluno ascender cognitivamente através da verificação dos seus erros, o processo reflexivo é singular para que o aluno apreenda a natureza do trabalho científico (CARDOSO; SCARPA, 2018).

Desse modo, podemos dizer que o desenvolvimento do ENCI em sala de aula possibilita um ensino ativo, já que demanda o protagonismo do estudante. Contudo, é válido lembrar que esse grau de autonomia/protagonismo varia de acordo com o grau de autoridade intelectual que o professor oferecer ao estudante: se o processo investigativo for altamente prescritivo não possibilitará o protagonismo estudantil; por outro lado, se essa participação

for muito aberta poderá deixar o aluno perdido em suas investigações.

O professor possibilita as condições para que o aluno desempenhe um papel ativo na investigação. Independente do grau de autonomia dado ao estudante, o docente é o orientador da atividade. Ao planejar as situações investigativas, o professor deve levar em consideração os conhecimentos prévios dos alunos, de forma a encorajá-los na elaboração de hipóteses e a fornecer condições para a busca de dados. (CARDOSO; SCARPA, 2018).

Para Sasseron e Carvalho (2011) o ensino por investigação consiste em uma abordagem de ensino que promove a enculturação científica. Essa afirmativa significa dizer que através de atividades investigativas, o estudante tem contato com a cultura científica, de modo que vivencie práticas, valores, regras e as diferentes linguagens das ciências.

Nessa direção, Sasseron (2015) apresenta características do ensino de ciências por investigação, vejamos:

Caracteriza-se por ser uma forma de trabalho que o professor utiliza na intenção de fazer com que a turma se engaje com as discussões e ao mesmo tempo em que travam contato com fenômenos naturais, pela busca de resoluções de problemas, exercitam práticas e raciocínios de comparação, análise e avaliação bastante utilizados na prática científica (SASSERON, 2015, p. 58).

No fragmento acima, observamos elementos que são próprios da comunidade científica que demandam o uso de raciocínios, de comparações, análises e avaliações. Na ideia de Sasseron (2015) é notório o seguinte posicionamento: o ensino de ciências por investigação contribui com a inserção da cultura científica no âmbito escolar, já que coloca os estudantes em contato com as formas como a ciência é construída.

Vejamos então no tópico a seguir as características peculiares dessa abordagem de ensino e o papel do professor.

3.2 Um olhar sobre o papel do professor no ensino de ciências por investigação e as características dessa abordagem de ensino

A proposta de ensino por investigação de Carvalho (1998, p. 28) coloca o professor como chave para o desenvolvimento das atividades. Nessa perspectiva, diferentemente da abordagem de ensino tradicional, a prática do professor se apoia em questões como: “A autonomia dos alunos; A cooperação entre alunos; O papel do erro na construção do conhecimento; A avaliação; A interação professora- aluno”.

Nessa dimensão, Carvalho e Gil- Pérez (2011) estabelecem propostas de formação de professores norteadas na ideia da construção de conhecimentos com as características de uma pesquisa científica, bem como na necessidade de transformar o pensamento espontâneo dos professores. A partir dos autores, destacamos essa proposta de formação docente, como: entendimento da matéria a ser ensinada; saber problematizar, questionar o pensamento; desenvolver conhecimentos teóricos sobre ciências; criticar o ensino tradicional; desenvolver atividades; conduzir as atividades dos alunos; avaliar.

Desse modo, para desenvolver com qualidade o ensino de ciências, alcançando com eficiência os ideais da Alfabetização Científica³, os professores dos anos iniciais do Ensino recem desenvolver os tópicos supracitados. Assim como Carvalho e Gil- Pérez (2011), Mourão e Sales (2018) compartilham o pensamento de que há uma necessidade de mudança de postura do professor.

Essa mudança designa a inversão de um professor expositor de aulas para um professor orientador do estudante. O docente é uma figura que atua como agente questionador, argumentador, ou seja, é o professor que dirige as perguntas e estimula os estudantes a enfrentar desafios. Assim, vejamos o seguinte fragmento:

Nesse sentido, no ensino por investigação é necessário a proposição de um problema que desperte o interesse do aluno, e ao mesmo tempo, seja adequado para tratar conteúdos que se quer ensinar (MOURÃO; SALES, 2018, p. 430).

Por meio do fragmento acima, compreende-se que não basta a elaboração de qualquer problema, faz-se necessário a construção de uma questão que mexa com os aspectos endógenos dos alunos, isto é, que seja capaz de manifestar um interesse de dentro para fora do aluno. Esse processo é necessário para que o estudante se envolva na resolução do problema.

Seguimos em nossas explanações, destacando que estudos como de Driver *et al.* (1999) destacam que aprender ciências implica em introduzir o indivíduo nas ideias e

³ Carvalho (2013) utiliza a expressão “enculturação científica” para tratar o assunto e Lorenzetti e Delizoicov (2000) utilizam o termo alfabetização científica no sentido de se constituir como processo pelo qual a ciência se constitui como uma linguagem que significa os assuntos e Ciências. Apesar de tantas nomenclaturas utilizadas para designar a Alfabetização Científica (AC), podemos afirmar que os objetivos da AC convergem para o mesmo intento: proporcionar a compreensão dos assuntos científicos para o exercício da cidadania com ação transformadora, que por sua vez, exige posicionamento e tomada de decisão.

práticas científicas, tornando tanto as ideias como as práticas científicas significativas no nível individual. Os referidos autores defendem que o papel do professor de ciências na perspectiva aqui estudada é mediar o conhecimento científico e orientar os aprendizes, de modo a ajudá-los a conferir sentido pessoal sobre o modo como o conhecimento é gerado e validado.

Trivelato e Tonidandel (2015) destacam que uma das características do ENCI é a preocupação com a aprendizagem dos estudantes. Aprender nessa perspectiva, não significa adquirir conteúdos por repetição, simples ato de memorização, mas inserir o estudante na cultura científica, por meio de habilidades que se aproximam do fazer científico.

Dessa forma, além dos aspectos de observação e manipulação de materiais de laboratórios, as atividades investigativas possibilitam a reflexão, discussão e explicação. Tais características são próprias de uma investigação científica.

Sobre atividades com teores científicos, Trivelato e Tonidandel (2015) alertam que:

O procedimento científico não se resume a fazer experiências, usar equipamentos de laboratórios e descobrir coisas. Essa visão do procedimento científico é incompleta e enganosa e pode sugerir que a linguagem seja necessária apenas para que os cientistas contem o que descobriram, uma vez que se omite a função da linguagem na construção de novas ideias e conhecimentos que são produzidos nas atividades científicas. (p. 204)

Nesses termos, ratificamos a assertiva de que não se pode resumir as características das atividades científicas ao fazer prático laboratorial, o ensino de ciências por investigação vai além desse aspecto, nele há a construção de novas ideias e conhecimentos por parte dos alunos.

Quando se pensa em atividades investigativas, esse é um ponto importante a ser destacado, afinal, o ensino de ciências por investigação não deve ser confundido apenas com atividades práticas laboratoriais. Para além do manipular coisas e realizar procedimento, atividades investigativas desenvolvem a linguagem científica que, entre outras questões, consiste em apresentação de ideias e produção de evidências, de modo a praticar a persuasão.

Nesse sentido, Trivelato e Tonidandel (2015) destacam:

Sequência de ensino por investigação, que contemple a escrita do aluno, tende a promover que o estudante estruture seu pensamento, registre e comunique sua produção de conhecimento, bem como amplie as relações sociais que estabelecem para além do muro da escola. (p.105)

Desse modo, a partir do estímulo da escrita, os estudantes são convidados a desenvolver uma das práticas do fazer científico, qual seja: a argumentação. Esse fenômeno ocorre pelo fato de os alunos serem orientados a construir seus argumentos por meio do exercício da escrita, convencendo a si mesmo e aos outros de que suas evidências são plausíveis.

Assim, para Trivelato e Tonidandel (2015) o estudante que constrói argumentos está aprendendo ciências. Nesse processo de aprendizagem, o professor oferece questões não limitadas aos dados, no ato de investigar, os estudantes devem construir conclusões através do estabelecimento de relações entre dados e as teorias da ciência. Essa relação demonstra o papel que a argumentação exerce no desenvolvimento da cultura científica, é através dessa cultura que os alunos entram em contato com habilidades necessárias para o desenvolvimento de raciocínios praticados na ciência.

Mourão e Sales (2018) explicitam que os pressupostos do ENCI estimulam a aprendizagem dos alunos por meio de resoluções de problemas, o que desenvolve habilidades cognitivas. As autoras ressaltam o papel protagonista do aluno, que é conseguido por meio dos graus de liberdade conferidos ao estudante para exporem seus pontos de vistas e, a depender de sua faixa etária, até mesmo planejarem suas atividades.

Ainda sobre os pressupostos do ENCI, Franco e Munford (2020) destacam que se trate uma proposta de ensino que visa uma postura ativa dos alunos permitindo a esses uma visão mais complexa da ciência. Outro aspecto relevante dessa forma de ensino é o engajamento dos alunos em práticas que envolvem a construção do conhecimento científico, como: argumentação, modelagem e explicação.

Observa-se que o ensino de ciências por investigação insere o estudante em situações de construção do conhecimento, de modo que, a partir de critérios utilizados pela ciência, se apropriem daquilo que estão fazendo. Contudo, estudos como de Franco e Munford (2020) salientam que no ensino de ciências tem se observado a ênfase no ensino de conteúdos conceituais, por esse motivo, os referidos autores, através de uma sequência investigativa, apresentam o ensino por investigação como uma alternativa para desenvolver o equilíbrio

entreos objetos de aprendizagem conceitual, epistêmico e social do conhecimento.

De forma articulada, Franco e Munford (2020) abordam em um quadro esses objetos de aprendizagem.

Quadro 1 - Perguntas orientadoras e fontes de informações na constituição de bancos de dados

Observações com um objetivo particular	Experimento	Fontes secundárias
Aula 4- as crianças observam os insetos em sala de aula para responder “quantas patas eles têm? “quantas antenas?”; Aulas 4,6 e 10 – as crianças mediram os animais com régua	Aulas 4 e 9 – as crianças ofereceram diferentes tipos de folhas aos insetos para responder “o que o bicho –pau come?”;	Aulas 1 e 3- a turma discutiu a pergunta “por que ele parece um palito?” e por que ele gosta de se esconder dos outros?”, a partir de informações sobre

para responder “qual é o tamanho deles?”; Aula 9- as crianças mediram o novo bicho- pau para responder “ele já nasce grande?”	Aula 5- observação das folhas de pitangueira; Aula 6 – observação das folhas de jabuticabeira; Aula 7 – observação das folhas de goiabeira e mangueira; Aula 8 – observação das folhas de eucalipto.	camuflagem no livro “O dilema do bicho –pau”; Aula 6- as crianças utilizaram informações sobre o bicho-pau para responder sobre a postura de ovos e o tamanho a partir de consulta a livros e pesquisas que fizeram na internet.
--	---	---

Fonte: Franco e Munford (2020, p. 698)

Ao analisarmos o quadro de perguntas, identificamos que os estudantes através desse contexto de aprendizagem tiveram contato com as três formas de domínios de conhecimento científico, ou seja: domínio conceitual, domínio epistêmico e o domínio social. Vejamos a explicação da existência desses três domínios no quadro abaixo.

Quadro 2 - Indícios da articulação dos três domínios do conhecimento científico

Domínio Conceitual	Domínio Epistêmico	Domínio Social
O domínio conceitual está presente na medida, em que os estudantes passaram a estudar a anatomia do inseto, ou seja quantas patas possui o bicho – pau – o comprimento que mede o inseto. Como assinala os autores aqui em estudo, ancorados nos pressupostos de Furtak <i>et al.</i> 2012), o domínio conceitual se relaciona a explicações científicas sobre o mundo natural e o conjunto de conhecimentos que representa tais explicações.	O domínio epistêmico está presente no contexto de aprendizagem apresentado por Franco e Munford (2020), pois as crianças foram colocadas para experienciar os tipos de folhas que fazem parte do cardápio alimentar do inseto. Os alunos ao serem colocados em situação de observação abordaram critérios para se chegar à conclusão do tipo de folha que o inseto se alimenta. Com base em evidências, a exemplo de folhas mordidas, o estudante desenvolveu o domínio epistêmico, uma vez que para Franco e Munford (2020) embasados em Durschel Kelly (2008) esse domínio ocorre quando se chega a razões baseadas em evidências. Desse modo, no segundo quadro de perguntas orientadoras, o domínio epistêmico ocorreu na medida em que os estudantes foram levados a observarem os diferentes tipos de folhas que foram colocadas para o inseto se alimentar. Através da	O domínio social ocorreu em tal experiência, na medida em que o quadro de perguntas orientadora, em sua terceira coluna, questiona os alunos sobre as características do bicho- do –pau. Os alunos foram lançados ao processo de comunicação do que é observado e assim chegaram à morfologia do inseto. Como assinala Furtak <i>et al.</i> 2012 apud Franco e Munford (2020) o domínio social corresponde a formas de construção coletiva do conhecimento, em que os estudantes tornam suas falas públicas e tomam decisões coletivas. No caso da sequência investigativa analisada pelos referidos autores, os alunos ao experienciar os tipos de plantas que o bicho–pau se alimenta entraram em discordância sobre as folhas que estavam ou não mordidas e após discussões entraram em consenso que o bicho-pau se alimenta de folhas de goiabeira, jambeiro,

	observação, esses estudantes desenvolveram suas explicações, utilizando-se das folhas que foram mordidas como evidências para apontar os tipos de folhas que esse inseto se alimenta.	pitangueira e não come alface e amoreira.
--	---	---

Fonte: elaborado pela autora (2021)

Como se pode ver, as perguntas orientadoras sobre o tipo de alimentação do bicho-pau possibilitaram o desenvolvimento de conhecimentos e práticas dos três domínios de conhecimento científico. Desse modo, as atividades investigativas nessa perspectiva permitem a articulação dos três domínios do conhecimento científico, isto é, permitem ao educando um ensino crítico das ciências.

Ainda sobre os pressupostos do ENCI, Sedano e Carvalho (2017) frisam que é uma proposta que se compromete com o caráter exploratório, investigativo e com a formação crítica do aluno. Dessa forma, vê-se na concepção de ensino por investigação a superação de um ensino de ciências meramente transmissível, marcado pela supervalorização dos conteúdos conceituais.

Nesses termos, entende-se que o ensino de Ciências por investigação coloca os estudantes em contato com aspectos próprios do fazer científico, a exemplo: a problematização, atividades exploratórias, conclusão, sistematização e divulgação de trabalho. Reafirmando tais características do ensino por investigação, vejamos o seguinte excerto de Carvalho (2018):

Ao adotarmos a proposta de ensino de ciências por investigação, estamos assumindo a importância da problematização; das atividades experimentais /exploratórias; da discussão do processo investigativo com os pares, do registro tanto do processo quando dos resultados; da relação da pesquisa com a realidade cotidiana e da socialização dos resultados. (p. 203)

Todos os aspectos citados corroboram para o desenvolvimento da autonomia moral dos estudantes, que é um dos aspectos relevantes destacados nas pesquisas de Sedano e Carvalho (2017). Esse aspecto é constituinte da abordagem investigativa, já que essa vai além da valorização dos conteúdos conceituais, desenvolvendo também a aprendizagem dos conteúdos procedimentais e atitudinais, a exemplo: pensar, agir, se relacionar, cooperar.

Essas características do ensino de ciências por investigação demandam do aluno autonomia para resolução de problemas. O espírito de cooperação e respeito entre seus pares,

lhes confere um grau de autoridade moral, o aluno apoiado em suas convicções e com base nos princípios defendidos por seu grupo é levado a tomar decisões mais acertadas, o que confere um grau moral de autonomia. (SEDANO; CARVALHO, 2017).

Assim, as referidas autoras além de apontar que o ensino por investigação permite aos estudantes a apropriação dos conceitos científicos, afirmam que promove a autonomia moral, ao passo que coloca os estudantes em situação de trabalho em grupo, bem como considera e leva os estudantes a valorizar a ideia do outro. Ademais, é pontuado que o ensino de ciências por investigação ao demandar posicionamento do aluno contribui para a formação da sua autoridade moral. Nesse sentido, Sedano e Carvalho (2017) destacam:

A interação social é um elemento de suma importância na promoção da autonomia moral. Se a autonomia moral é vista como resultado de uma interação cooperativa com os demais membros de uma sociedade, ela pode ser construída na relação entre alunos no trabalho em grupo durante as aulas de ciências (p. 205).

Destacamos que essa interação social, promovida pelos trabalhos em grupos através das trocas entre os pares, é uma das características próprias das comunidades científicas. Em atividades investigativas é permitido ao aluno a troca de ideias, opiniões, reflexões, afinal, estamos diante de uma proposta problematizadora, em que os alunos constroem a sua autonomia moral por meio da expressão de suas opiniões.

Sobre os documentos legais brasileiros que trazem a perspectiva do ensino por investigação, podemos destacar a Base Nacional Comum Curricular - BNCC (BRASIL, 2017), que para o ensino de ciências preconiza:

[...] a área de Ciências da Natureza, por meio de um olhar articulado de diversos campos de saber precisa assegurar aos alunos do Ensino Fundamental o acesso a diversidade de conhecimentos científicos produzidos ao longo da história, bem como a aproximação gradativa aos principais processos, práticas e procedimentos da investigação científica. (p. 321)

A BNCC (BRASIL, 2017) orienta que para garantir aos estudantes do Ensino Fundamental o acesso à diversidade dos conhecimentos que foram produzidos ao longo da história, o ensino de ciências deve estar articulado com outras áreas do saber. O referido

documento postula que o ensino de ciências da Natureza deve acontecer através da promoção de situações investigativas.

Contudo, Sasseron (2018) constatou que embora o documento considere a diversidade de atividades envolvidas na construção de entendimento sobre conhecimentos científicos, ainda prima por ações voltadas aos aspectos conceituais das ciências. Desse modo, há pouca validação nas ações voltadas à definição de problemas, pois o documento aponta para um ensino de ciências, cujo protagonismo do aluno está mais ligado ao trabalho para o desenvolvimento do entendimento sobre conhecimentos conceituais de ciências.

Ao analisar as habilidades de ciências da Natureza dos anos iniciais do Ensino Fundamental, Sasseron (2018) nos leva a enxergar no documento a preponderância de práticas científicas em detrimento de práticas epistêmicas. Por meio dessa análise, Sasseron (2018) também nos leva a Jimenéz Aleixandre e Crujeiras (2017), pois essas autoras defendem que na atual conjuntura, o ensino de ciências deveria promover práticas científicas e epistêmicas de forma articulada.

Ao analisar a BNCC, Sasseron (2018) apontou que as 48 habilidades elencadas no documento para os primeiros cinco anos do Ensino Fundamental não atendem a todas as ações de investigação. Embora muitas das ações investigativas não encontradas na análise possam surgir no ato do trabalho do professor em sala de aula, para Sasseron (2018) ainda é uma questão preocupante.

Sobre a análise do documento curricular nacional, realizada por Sasseron (2018), almejou-se contribuir para avaliação dos elementos do Ensino de Ciências da Natureza que carecem de mais atenção nos momentos em que a proposta curricular começa a se transformar em planejamento, em atividades e em aulas. Desse modo, aponta-se para a necessidade de atenção ao desenvolvimento das práticas científicas.

É justamente pensando na proposição dessas práticas científicas, que inferimos que o ensino por investigação, defendido no documento na BNCC, supervaloriza os domínios conceituais, o que enfraquece um processo de ensino que orienta a articulação dos domínios conceituais, epistêmicos e sociais no desenvolvimento das atividades investigativas.

Assim, através dos estudos aqui apontados, compreendemos a proposta de ensino por investigação como uma abordagem didática que vai além do ensino conceitual das ciências, essa abordagem permite ao estudante aprender ciências por meio de três domínios do conhecimento científico: o domínio conceitual, o domínio epistêmico e o domínio social de acordo com Franco e Munford (2017).

Esses domínios aproximam o estudante do fazer científico pelo caráter exploratório e investigativo, afinal, no desenvolvimento das atividades investigativas quanto maior o grau de autoridade intelectual dado aos alunos, maior é o seu desenvolvimento de criticidade, conseqüentemente, mais o estudante se aproxima do fazer ciência autêntica.

4 METODOLOGIA

Na presente seção, apresentamos a metodologia que foi utilizada na pesquisa. Sendo assim, destacamos desde a técnica de coleta, tratamento e análise de dados, até indícios que foram produzidos para responder ao problema de pesquisa. Destacamos que autores como Severino (2007) e Creswell (2007) e Sousa, Oliveira e Alves (2021) se constituíram como base teórica para a compreensão e realização do estudo.

4.1 Abordagem da Pesquisa e percursos metodológicos

O presente trabalho foi desenvolvido especificamente a partir de fontes bibliográficas. Sobre essa natureza de pesquisa, Sousa, Oliveira e Alves (2021) esclarece:

[...] A pesquisa bibliográfica é o levantamento ou revisão de obras publicadas sobre a teoria que irá direcionar o trabalho científico o que necessita uma dedicação, estudo e análise pelo pesquisador que irá executar o trabalho científico e tem como objetivo reunir e analisar textos publicados, para apoiar o trabalho científico (p. 66)

Desse modo, foi realizado um estudo bibliográfico com o seguinte objetivo geral: refletir sobre o ensino de Ciências alinhado ao pensamento de Gaston Bachelard a partir do ensino de Ciências por investigação. Como objetivos específicos, buscou-se alcançar as seguintes preposições:

- Caracterizar na epistemologia de Gaston Bachelard reflexões que contribuam para o ensino de Ciências;
- Identificar na epistemologia de Gaston Bachelard pontos que se distanciam ou se aproximam do ensino de Ciências por investigação;
- Incentivar reflexões sobre práticas didáticas aproximadas à epistemologia de Gaston Bachelard;
- Pensar o ensino de Ciências por investigação como uma perspectiva que pode aproximar a epistemologia de Gaston Bachelard às práticas de Ciências em sala de aula;

Frente aos objetivos destacados, delineamos o seguinte problema de pesquisa: **a partir do ensino de Ciências por investigação como é possível pensar em práticas didáticas aproximadas à epistemologia de Bachelard?** Para responder a essa questão percorremos algumas etapas pontuadas no quadro a seguir:

Quadro 3 – Etapas percorridas na investigação

ETAPA	AÇÃO REALIZADA	OBJETIVO DA AÇÃO	COMO SE REALIZOU A AÇÃO
1ª	Leitura das seguintes obras de Gaston Bachelard: A formação do Espírito Científico (1996), Ensaio sobre o conhecimento aproximado, O Novo Espírito Científico	Compreender sobre a epistemologia de Bachelard, principalmente a obra “A formação do Espírito Científico”;	Leitura nas obras originais do autor e comentadores brasileiros da obra: A formação do Espírito científico.
2ª	Pesquisa de artigos científicos sobre a epistemologia de Gaston Bachelard;	Conhecer o que há publicado sobre a epistemologia de Gaston Bachelard;	Busca de artigos em plataformas digitais, em específico SCIELO e CAPES;
3ª	Escrita sobre as apreensões teóricas feitas sobre a epistemologia de Gaston Bachelard (1ª seção);	Construir fichamentos e o texto de dissertação. (1ª seção)	Escrita de fichamentos e escrita da 1ª seção;
4ª	Pesquisa de artigos científicos sobre o ensino de Ciências por investigação em plataformas digitais, em específico SCIELO e CAPES	Conhecer o que há publicado sobre Ensino de Ciências por investigação;	Busca de artigos em plataformas digitais, em específico SCIELO e CAPES;
5ª	Escrita sobre as apreensões teóricas feitas sobre o ensino de Ciências por investigação (2ª seção);	Construir fichamentos e o texto de dissertação. (2ª seção)	Escrita de fichamentos e escrita da 2ª seção;
6ª	Estruturação de categorias;	Delinear aproximações e distanciamentos entre a epistemologia de Gaston Bachelard e o ensino de Ciências por investigação;	Identificação de relações ou não relações entre a epistemologia de Gaston Bachelard e o ensino de Ciências por investigação;
7ª	Elaboração do produto educacional: Sete orientações para elaborar aulas de Ciências alinhadas ao pensamento de Bachelard a partir do ensino de Ciências por investigação	Analisar a SEI “Investigando o problema do magnetismo” de Lopes (2017) e a partir dela construir orientações didáticas de como elaborar aulas de Ciências alinhadas ao pensamento de Bachelard a partir do	Análise da SEI “Investigando o problema do magnetismo” de Lopes (2017) e a partir desse material construir referenciais didáticos para elaboração de aulas de Ciências alinhadas ao pensamento de Bachelard a

		ensino de Ciências por investigação	partir do ensino de Ciências por investigação
--	--	-------------------------------------	---

Fonte: elaborado pela autora (2021)

Desse modo, além de utilizar obras originais de Bachelard, também recorreremos a artigos científicos, teses e dissertações. Esses materiais se limitaram às publicações dos últimos quinze anos, critério esse utilizado com intuito de resgatar trabalhos os mais recentes possíveis sobre a temática em estudo.

Para a realização da segunda etapa desse estudo (quadro 3), utilizamos as expressões “ensino de ciências e Bachelard” ou “Bachelard e o ensino de ciências”. Das pesquisas da base eletrônica da SCIELO resultaram 15 referências das quais foram excluídas 08 por não estarem voltadas à discussão do ensino de ciências, o que ainda demonstra uma carência de publicação de trabalhos com contributos de Gaston Bachelard para a área do ensino.

Salientamos que esses 8 artigos foram excluídos a partir de uma leitura flutuante, que segundo Bardin (2011) é uma leitura mais imediata, sem observações rigorosas do texto. Essa leitura foi realizada com o objetivo de verificar se o material se enquadrava nas pretensões da pesquisa.

A escolha pelas base CAPES e SCIELO se justifica pelo fato de resultarem em materiais de fontes seguras. Justamente por essa característica, as referidas plataformas receberam destaque nas indicações dos professores de metodologia de pesquisa do Programa de Pós-graduação em ensino de Ciências e Matemática (PPGECIM).

Através dessas plataformas foram selecionados artigos científicos de revistas nas classificações de A1, A2 e B2 como demonstra o quadro abaixo.

Quadro 4 - Revistas selecionadas

REVISTAS	CLASSIFICAÇÕES
Revista Ciência & Educação	A1
Revista Brasileira de Ensino de Física	A1
Revista Helius	A1
Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciência	A2
Revista electronica de enseñanza de las ciencias	A2
Revista Química Nova na Escola	B2

Revista Ciências e Cognição	B2
-----------------------------	----

Fonte: elaborado pela autora (2021)

Em relação a quarta etapa dessa pesquisa (quadro 4) utilizamos a base de dados do Portal Eletrônico da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Nessa busca, a expressão utilizada foi “ensino por investigação” ou “ensino de ciências por investigação”.

As expressões acima resultaram 2.186 referências das quais 2.156 foram excluídas por não estarem voltadas às discussões do ensino por investigação, a maioria desses trabalhos discutiam a investigação de práticas docentes, o que nos leva a crer que a palavra investigação foi filtrada com outro sentido, ou seja, deu margem a trabalhos com cariz investigativo de práticas docentes e não da abordagem didática relacionada ao ensino por investigação. Cabe destacar, que esses trabalhos quando traziam a perspectiva do ensino por investigação sobressaíam áreas de conhecimento como a química, física e biologia

Assim, em um primeiro instante chegamos a um total de 30 referências selecionadas, por meio da leitura do resumo dos referidos trabalhos, excluímos todos aqueles que não iriam dar suporte ao desenvolvimento da pesquisa, já que traziam em seu bojo a discussão da formação docente. Após uma leitura mais aprofundada do material, finalizamos com a seleção de 24 desses estudos, pois esses materiais traziam elementos enriquecedores para a nossa discussão, no que se refere ao Ensino por Investigação.

Com relação as pesquisas relacionadas as contribuições de Bachelard no Ensino de ciências, 50 artigos foram inicialmente pré-selecionados, chegamos a 17 que seriam analisados para a pesquisa por trazerem em seu bojo a perspectiva bachelardiana. Após leituras minuciosas, identificamos 12 entre, artigos, dissertações e livros que contribuíam de forma significativa para discussão da perspectiva bachelardiana.

Os resultados mostraram uma fragilidade de produções acerca das contribuições da epistemologia de Gaston Bachelard para o ensino de Ciências. Os trabalhos tratavam da epistemologia de Gaston Bachelard especificamente nas áreas das Ciências Química e da Física.

Após proceder com a pesquisa de fontes, bem como após realizar as depreensões escritas sobre o tema em estudo, partimos para a sexta etapa dessa investigação de cunho

bibliográfico. Nessa fase, recorreremos ao processo de tratamento e análise de dados, essas ações foram realizadas a partir da proposta de Bardin (2011).

Sendo assim, conforme falaremos em tópico específico, organizamos os dados da pesquisa em categorias. É justamente a partir dessas categorias que envidamos esforços para analisar informações e assim chegar aos resultados da pesquisa.

4.2 Tipo da Pesquisa

Com base nos pressupostos de Creswell (2007) e Severino (2007), tivemos como intuito realizar um estudo sob os postulados da pesquisa qualitativa. Essa forma de investigação, de acordo com Severino (2007) tem como premissa atribuir sentido aos fenômenos em seu estatuto social. O estudo em tela se enquadra nessas características, já que nos propomos coletar dados bibliográficos e em seguida interpretá-los por meio de uma análise sistemática (CRESWELL, 2007).

Por entendermos que não se deve confiar em uma única fonte de dados (marca da pesquisa qualitativa), buscamos desenvolver a coleta por diversos tipos de materiais de pesquisa como: livros, artigos científicos, teses e dissertações. Dessa forma, realizamos a interpretação dos dados, de modo a apreender as múltiplas visões que puderam emergir do problema.

É esse cariz interpretativo que enquadra este estudo na pesquisa qualitativa. Nesse sentido, esta forma de pesquisa contribui para o pesquisador descrever e decodificar o significado da situação estudada.

4.3 Tratamento dos dados e método de análise

Como rigor metodológico para a análise dos resultados desse estudo, buscamos subsídios na técnica de análise de conteúdo, que conforme Bardin (2011, p. 44) visa “[...] a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção. Nesses termos, utilizamos fontes bibliográficas para produção de dados.

Esses dados foram tratados e organizados a partir da técnica categorial, que nas palavras de Bardin (2011, p. 43) é realizada como uma “[...] espécie de gavetas ou rubricas significativas que permitem a classificação dos elementos de significações constitutivas da mensagem [...]”. Com base nessa técnica, realizamos uma leitura nos materiais de estudo levantados sobre Bachelard e o ensino de Ciências por investigação e identificando nessas duas temáticas de pesquisa elementos que se aproximam ou se distanciam.

Essas identificações e aproximações foram construídas por meio da identificação de elementos que se aproximaram ou se distanciaram entre as duas temáticas de pesquisa. Quando elementos se aproximaram ou se distanciaram foram devidamente caracterizados, logo em seguida procedemos com o recorte e classificação das informações em unidade que constituímos temáticas.

Essa sistemática de trabalho gerou categorias, que devidamente estruturadas, transformaram informações em dados possíveis de análise. E foi por meio dessa análise que chegamos a resultados capazes de responder ao seguinte problema de pesquisa: **a partir do ensino de Ciências por investigação como é possível pensar em práticas didáticas aproximadas à epistemologia de Bachelard?**

Pelo trabalho realizado, tivemos indícios de que o ensino de Ciências por investigação é uma abordagem que por suas características aproxima o pensamento Bachelardiano da prática de ensino de Ciências. Isso ocorre, porque os dados indicam que essa abordagem de ensino por meio da proposição de problemas conduz o aluno a construção dos seus próprios raciocínios, culminando com uma mudança de cultura experimental escolar que coloca o aluno como ser ativo em todo o seu processo de aprendizagem.

5 ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO: CORRELAÇÕES E CONTRAPONTOS COM A EPISTEMOLOGIA BACHELARDIANA

Por meio dos estudos da epistemologia bachelardiana e do ensino por investigação desenvolvemos categorias que abordam correlações e não correlações entre o ensino por investigação e a epistemologia de Bachelard. Na presente seção, apresentamos e discutimos esses elementos no intuito de caracterizar como a epistemologia de Bachelard pode ser pensada em práticas de ensino a partir do ensino de ciências por investigação.

5.1 Categorias que abordam aproximações e distâncias entre a epistemologia de Bachelard e o ensino de ciências por investigação

Quadro 5 – Categorias que apontam correlações entre o ensino de ciências por investigação e a epistemologia de Bachelard

Categoria	Descritor
Problema	Coloca o problema como eixo central da construção do conhecimento científico.
Levantamento de dados, argumentação, explicação, comunicação	Elementos que fazem parte da construção do conhecimento científico
Erro	Mola mestre da construção do conhecimento científico.
Autoridade intelectual	Elemento fundamental nas práticas da ciência autêntica
Papel do aluno no ENCI	Representação da mudança de cultura experimental destacado na perspectiva bachelardiana.
Papel do professor no ENCI	Representação da noção de “escola permanente” termo criado pela perspectiva bachelardiana

Fonte: elaborado pela autora .

5.2 Categoria 1: O problema

Bachelard (2005) defende a ideia de que uma escola permanente é a escola que a ciência deve fundar. A escola permanente destacada por Bachelard é um *lócus* de produção de conhecimento dinâmico e aberto (esse inclusive é um dos grandes contributos do referido teórico para o ensino).

Em se tratando especificamente do ensino de ciências, podemos inferir que ao defender a ideia de uma escola permanente, Bachelard (2005) nos incita a necessidade de mudança de cultura experimental. Trazendo esse pensamento do autor especificamente para o ensino de ciências, geramos um desafio para didática da área, pois as bases teóricas de Bachelard possui muito das características do ensino ativo, construtivista.

Desse modo, através da perspectiva bachelardiana apreendemos que não é possível ensinar ciências através do ensino expositivo, ou seja, do método de ensino tradicional, pois esse modelo representa o que Bachelard (2005) traz para nós, vejamos:

Os professores de ciências imaginam que o espírito começa com uma aula, que é sempre possível reconstruir uma cultura falha pela repetição da lição, que pode se fazer entender uma demonstração repetindo-o ponto-a-ponto. (p. 23)

É com base nesse fragmento que realizamos a nossa primeira aproximação da epistemologia bachelardiana com o ENCI, pois Munford e Lima (2007), Sedano e Carvalho (2017) destacam que o ENCI tem se apresentado como uma abordagem de ciências que se distancia das aulas comuns na escola, ou seja, do modelo em que o professor realiza suas anotações no quadro em seguida realiza explicações. Desse modo, o ENCI permite aos alunos uma postura crítica, autônoma e pensante.

Bachelard (2006) deixa claro que ensinar ciências vai além de colocar os estudantes para repetir as atividades. Por essa razão, entendemos que o ENCI proporciona a mudança de cultura experimental destacada por Bachelard, já que se distancia do modelo tradicional que é praticado por meio do quadro branco e pincel.

Carvalho (2013) apresenta o ENCI como um divisor de águas entre o ensino expositivo e o ensino ativo. O ensino ativo é aquele que dar condições ao aluno para raciocinar e reconstruir seus conhecimentos.

Desse modo, assim como Bachelard (2005) aponta sobre as dificuldades de mudança cultural experimental no ensino de ciências, Carvalho (2013) destaca que passar de uma cultura experimental espontânea para uma cultura científica é um desafio para a escola, contudo, a autora reconhece essa passagem como necessária para que os estudantes sejam capazes de construir seus conhecimentos.

A desconstrução dos conhecimentos prévios é um componente fundamental no ensino de ciências por meio da investigação, destacando-se como um dos principais enfoques no processo de ensino e aprendizagem. Conforme Bachelard (2005) ressalta, é a partir das concepções iniciais dos estudantes que os professores têm a oportunidade de auxiliá-los na superação de seus conhecimentos prévios, abrindo caminho para a construção do conhecimento científico.

Para Bachelard (2005), o problema é a mola mestra para construção do conhecimento científico. Vamos recapitular o seguinte fragmento do próprio Bachelard (2005): “Para o espírito científico, todo conhecimento é a resposta a uma pergunta. Se não há pergunta não pode haver conhecimento científico.” (p.18). Desse modo, o referido autor salienta que toda construção do conhecimento científico é resultante da resposta há uma questão.

Nessa direção, Cardoso e Scarpa (2018) apontam que a resolução de problemas é o elemento central na abordagem do ENCI, são os problemas que oferecem a direção e o propósito para o trabalho pedagógico. As autoras destacam ainda, que são nas possíveis resoluções de problemas que os alunos podem definir ideias e testá-las no desenvolvimento da investigação, desse modo, os alunos são levados a mobilizar os saberes que já possuem.

Nesse processo, com a ajuda dos professores, os alunos transcendem seus conhecimentos primeiros. Por meio do problema investigado, os estudantes passam para um conhecimento mais apurado, ou seja, sistematizado e científico. Desse modo, na medida em que o professor coloca o aluno frente à resolução de um problema aproximando-o da atividade científica, também aproxima sua prática da epistemologia de Bachelard, ou seja, do modo com o qual esse pensador apresenta a construção do conhecimento científico.

Ainda sobre a importância do problema, Carvalho (2013) nos leva a aproximações do ENCI com a epistemologia de Bachelard. A autora acentua que para o estudante se sentir engajado na atividade, o problema não pode ser uma questão qualquer. Para ser investigativo, o problema deve ter relação com a vida social do aluno. É nesse sentido, que o pensamento de Carvalho (2013) se alinha ao pensamento de Bachelard (2005), pois para esse pensador é preciso saber formular problemas.

Sasseron (2018) define bons problemas como aqueles que engajam os estudantes na resolução, para a autora é imprescindível diferenciar problema de lápis e papel de problemas de laboratório. Identificar tais diferenças deve ser uma preocupação dos professores ao introduzirem o ENCI nas aulas, demonstraremos tais diferenças mais à frente a partir do trabalho de Carvalho (2013), o qual foi utilizado pela própria Sasseron (2018) para ancorar suas ideias.

Como elementos positivos sobre a elaboração de bons problemas, recorreremos a outro estudo de Sasseron (2013) que discute em específico o papel do problema. A autora assinala que um bom problema nas aulas de ciências possibilita a construção de um cenário investigativo e que o principal papel desse elemento é estimular a ação do aluno.

É justamente por esse papel relevante que Sasseron (2013) defende que os problemas sejam relacionados a saberes já adquiridos. Sobre este aspecto, Sasseron 2013:

Resulta em oferecer condições para o estabelecimento de investigações, em que informações são colocados ou observadas, hipóteses são levantadas e colocadas em testes, explicações e previsões são construídas considerando o contexto em que atua se atua. (p. 12)

Desse modo, no desenvolvimento de problemas, levar em consideração os saberes já adquiridos pelos estudantes é dar-lhes condições para aprender a partir do levantamento e teste de hipóteses. Dar atenção aos saberes que os alunos já possuem é conduzi-los para trabalhar a partir de dados e explicações que se transformam ao longo do processo de aprendizagem.

Sobre a importância de saber diferenciar os tipos de problemas, estudos de Carvalho (2013) discutem que estes podem ser apresentados de diversas maneiras, ou seja, o problema pode ter caráter experimental ou não experimental. Esse último é denominado de problemas de lápis e papel. Carvalho (2013) explicita que no desenvolvimento das atividades investigativas, independentemente de ser uma atividade experimental ou não, os problemas devem oportunizar ao aluno ações como: testar e levantar hipóteses, passagem da ação manipulativa à intelectual.

Assim como Carvalho (2013), Solino e Sasseron (2018) discutem sobre os tipos de problemas, esses podem ser experimental ou teórico. Nesses problemas, o grau de abertura para investigar pode variar, isto é, os problemas podem ser mais abertos ou mais fechados, esse fator depende da forma como o professor conduz o processo investigativo. Solino e Sasseron (2018) ainda acentuam que no decorrer da resolução do problema, novas questões podem surgir da relação professor - aluno, aluno e material didático.

O estudo de Solino e Sasseron (2018) frisa a importância do problema para o

desenvolvimento cognitivo e social. A partir do problema, o aluno busca a solução da questão e nesse processo é possível uma transformação de si mesmo, pois ao enfrentar um problema esse aluno é impulsionado a construir novos conhecimentos e conseqüentemente constrói novas formas de enxergar o fenômeno em estudo.

Santana, Capecchi e Franzolin (2018) conceituam o ENCI como uma abordagem de ensino que por meio de um problema auxilia o estudante no entendimento da Ciência. Como complemento a este pensamento, vejamos o seguinte fragmento de Santana, Capecchi e Franzolin (2018).

Com base nesses referenciais, na presente pesquisa, está sendo concebida como ensino de ciências por investigação a abordagem didática que procura envolver os alunos nas soluções para “**problemas**”, de modo que eles compreendam como o conhecimento científico é elaborado, desenvolvam habilidades investigativas podendo potencialmente aprender conceitos procedimentais, atitudinais e conhecimento sobre a ciência e a natureza do conhecimento científico (p. 690, grifo nosso)

Como podemos observar, o problema é caracterizado como norte das atividades investigativas é esse elemento que impulsiona os estudantes a desenvolverem habilidades cognitivas que vão além das conceituais. Assim, podemos dizer que tanto a epistemologia de Bachelard quanto a perspectiva do ENCI valorizam a questão da problematização para a construção do conhecimento científico, ambas perspectivas consideram o problema como elemento fundamental para essa construção.

Outro aspecto que nos leva a correlacionar o ENCI com a epistemologia bachelardiana é o fato de essa abordagem de ensino fazer uso de elementos fundamentais da atividade científica. As práticas dessa atividade consistem na segunda categoria levantada no presente trabalho, ou seja, essa abordagem didática é utilizada para estimular os alunos a utilizarem dados, a levantarem hipóteses, a praticarem a argumentação, comunicação e a explicação.

Na ação de introduzir esses elementos nas aulas de ciências, os professores contribuem para o desenvolvimento de uma pedagogia científica. Entendemos que o ENCI é uma abordagem didática assertiva, isso porque ela é condizente com perspectiva bachelardiana, ou

seja, o ENCI por suas características aproxima e coloca os estudantes em contato com os próprios modos de construção do conhecimento científico.

5.3 Categoria 2: Elementos da prática epistêmica das ciências

A segunda categoria levantada e que aproxima o ENCI da epistemologia de Bachelard se refere a elementos fundamentais que fazem parte da construção do conhecimento científico, como: levantamento de dados, hipóteses, argumentação, comunicação e explicação. Desse modo, quando o estudante se depara com uma situação investigativa vivencia a prática de todos esses elementos pertencentes à linguagem científica.

Salientamos que esses elementos da prática investigativa foram apontados de forma unânime como etapas vivenciadas pelo ENCI. Com essa afirmativa, frisamos que os diversos teóricos utilizados por nós para o desenvolvimento deste trabalho, citaram essas etapas como vivências do ENCI, citamos os nomes de alguns deles: Carvalho (2013), Munford e Lima (2007), Sedano e Carvalho (2017), Sasseron (2015), Cardoso e Scarpa (2018) dentre outros.

Cardoso e Scarpa (2018) compreendem que ao se inserir uma atividade investigativa em sala de aula, na tentativa de solução do problema, os alunos agem em busca do levantamento de dados, inclusive, o dado no processo investigativo é o primeiro elemento destacado por nós como parte da construção do conhecimento científico. Sendo assim, destacamos que ao catalogar dados sobre a investigação, o estudante começa a elaborar suas hipóteses, que devem ser guiadas por conceitos, teorias e modelos científicos. Esses elementos como guias orientam os estudantes a justificar e diferenciar explicações argumentativas de simples palpites.

Ainda sobre a obtenção de dados, Trivelato e Tonidandel (2015) entendem que ocorre no desenvolvimento do ENCI como questão singular. Os dados imersos em uma situação investigativa levam os estudantes a selecionar, registrar e analisar diferentes situações por diferentes ângulos. Nesse processo, o conhecimento conceitual emerge como resultante da ação investigativa.

A hipótese é outro elemento da comunidade científica e que também faz parte do ENCI. De acordo com Trivelato e Tonidandel (2015) as hipóteses são construídas na busca de soluções para o problema. No ENCI as hipóteses ocupam um importante papel, os estudantes ao construir suas explicações sobre determinados fenômenos permitem ao professor captar

concepções que possuem sobre o fenômeno em estudo, o que facilita o planejamento do professor.

Sobre a argumentação, Trivelato e Tonindadel (2015) destacam como fundamental na aprendizagem de Ciências, os autores defendem ser necessário dar condições aos estudantes para construírem seus argumentos, de modo a serem capazes de persuadirem seus pares. Além disso, os referidos autores apontam a argumentação como parte integral da Ciência devendo esse elemento ser incluso na educação científica.

Desse modo, faz-se necessário que os professores criem questões que envolvam os alunos em interpretações de evidências, de modo que estes sejam capazes de criarem suas conclusões a partir dos dados e das teorias científicas. Nesse sentido, Trivelato e Tonindadel (2015) nos levam a refletir sobre as vantagens de colocar os alunos em contato com prática argumentativa, vejamos:

Essa prática pode coordenar, dentro dos objetos da educação científica, dois propósitos: o de proporcionar o interesse a aprendizagem de conceitos científicos e também de ampliar as possibilidades de envolvimento dos estudantes no discurso científico. (p. 18)

Como propõe o próprio Bachelard (2005) “[...] é sempre a interpretação racional que põe os fatos em seu devido lugar [...]” (p. 18). É, pois através da racionalidade que formamos o espírito científico.

Desse modo, podemos dizer que o ENCI incita os alunos a prática da argumentação, uma vez que a sala de aula se transforma em palco de discussões, em que os estudantes trabalham com evidências e explicações para construção de justificativas e conclusões acerca da situação investigada. Outros autores que também apontam o ENCI como uma proposta que instiga a argumentação em sala de aula é Franco e Munford (2020), para esses pesquisadores essa perspectiva de ensino envolve os estudantes em um processo de construção de conhecimento.

Franco e Munford (2020) em seus estudos trazem a discussão do conhecimento científico em esferas que, articuladamente, movimentam e dão forma ao ensino de ciências em uma dinâmica investigativa (já destacados no corpo desse texto). Ao colocar os estudantes em situações que permitem a articulação dos três domínios epistêmicos tratados por nós anteriormente, na seção de Ensino por Investigação, o aproximamos da cultura científica.

Mobilizar essa cultura nos estudantes é muito importante do ponto de vista de um ensino de ciências crítico, como defende Bachelard (2005):

Resta então, a tarefa mais difícil: colocar a cultura científica em estado de mobilização permanente, substituir o saber fechado e estático por um conhecimento aberto e dinâmico, dialetizar todas as variáveis experimentais, oferecer enfim à razão razões para evoluir. (p. 24)

Bachelard (2006) defende a construção do conhecimento aberto e dinâmico, ele estimula práticas de ensino que levem os estudantes a construir argumentos. Na nossa visão, o ENCI oportunizar um *locus* de desenvolvimento para esse conhecimento aberto e dinâmico no ensino de ciência.

Nessa mesma linha de raciocínio de Bachelard (2006), caminha algumas considerações de Carvalho e Sasseron (2014). Sobre a argumentação, as autoras afirmam ser um dos elementos que deve estar presente na prática do ensino investigativo. Entendemos que esse quesito da cultura científica, ou seja, a argumentação, é uma questão que permite a construção do conhecimento aberto e dinâmico, descrito por Bachelard (2006) anteriormente.

Dessa forma, Sasseron e Carvalho (2014 *apud*) Jimenez Alexandre; Bugallo Rodrigues e Dushel (2000) buscaram compreender como ocorre a construção do conhecimento e perceberam que é possível conceber a argumentação como um dos elementos essenciais desse processo. Vejamos o que as referidas autoras destacam sobre a argumentação: “[...] uma estratégia de raciocínio em dados, evidências, crenças e saberes anteriores, assim como na construção do conhecimento científico, são as bases que conduzem à aprendizagem.” (SASSERON; CARVALHO, 2014, p. 397).

A partir do excerto acima, podemos dizer que a argumentação consiste em uma forma de desenvolver raciocínios em que evidências e saberes anteriores servem de base à aprendizagem. Ressaltamos que esses saberes no ENCI são reconstruídos para se alcançar um formato mais científico.

Em seus estudos Sasseron e Carvalho (2014) buscaram compreender como ocorre a argumentação de forma oral ou escrita em sala de aula. As pesquisadoras buscaram analisar a construção da argumentação em situações didáticas a partir de temas das Ciências, em que dados, evidências e variáveis foram postas em ação.

Com base em Sasseron e Carvalho (2014), entendemos que as interações discursivas fomentam o processo de argumentação e que ao estabelecer discussões, conseqüentemente, se desenvolve o pensamento e o desenvolvimento intelectual. Desse modo, Sasseron e Carvalho

(2014) defendem que a argumentação nas aulas de ciências contribui para o envolvimento dos estudantes no processo de entendimento do tema em estudo, que ocorre por meio dessas interações discursivas durante o período das aulas.

Ademais, uma vez que a argumentação é um dos elementos que compõe o fazer científico, acreditamos que oportunizar em sala de aula momentos discursivos em que a argumentação seja uma tônica é inserir neste ambiente elementos da cultura científica. O ENCI corrobora para a inserção dessa cultura, pois a sala de aula se torna palco de discussões, o ambiente escolar por meio dessa abordagem trata assuntos científicos através dos aspectos discursivos.

Encontramos no ENCI a abertura de desenvolvimento de uma pedagogia científica, a qual correlacionamos como os pressupostos bachelardiano. Essa afirmativa é para esclarecer que a argumentação provoca um ensino voltado à dialética, um dos pontos cruciais para o desenvolvimento do conhecimento científico defendido por Bachelard.

É válido destacar que a argumentação que se promove nas aulas de ciências através do ENCI não representa integralmente as práticas de argumentação do fazer Ciências. A argumentação em espaços escolares oportuniza aos estudantes o entendimento sobre o que seja Ciências. Além disso, a argumentação nesses espaços oportuniza meios para que conceitos, noções e modelos científicos sejam debatidos com os alunos.

A argumentação exerce esse papel, porque como bem acentua vários teóricos aqui trazidos, o ENCI aproxima o estudante das práticas científicas. É justamente essa aproximação que nos leva a produzir um trabalho de interlocução entre o ENCI e o pensamento bachelardiano. Delinear essas aproximações se torna válido, se pensarmos que Bachelard propõe o ensino de Ciências autêntico, essa discussão será pauta de nossas categorias.

Dando continuidade a nossa discussão sobre aos elementos fundamentais para construção do conhecimento científico, iremos versar sobre mais um deles, ou seja, a comunicação. Com base em estudos de Cardoso e Scarpa (2018) salientamos que o desenvolvimento de atividades investigativas promove a construção de outro elemento da cultura científica, qual seja: a comunicação.

É por meio desse elemento inerente à atividade científica que novas informações encontradas pelos alunos se tornam inteligíveis aos demais estudantes, é por meio da comunicação que os estudantes justificam ideias com base em evidências. Aliás, é experimentando a comunicação que os estudantes, com base em evidências, exercitam a criticidade.

Não menos importante, é válido mencionar que a comunicação é um processo que ocorre

durante todo o ato investigativo. A comunicação deve se fazer presente, desde a questão disparadora da investigação até a etapa de apresentação de resultados e considerações finais.

Em conjunto ao processo de comunicação, ocorre o processo da reflexão que se dá por meio do exercício da escrita, críticas, avaliação e discussão da investigação. A reflexão possibilita ao aluno ascender cognitivamente através da verificação dos seus erros, o processo reflexivo é singular para que o aluno corrija seus erros e apreenda a natureza do trabalho científico. (CARDOSO; SCARPA, 2018).

Outro elemento da cultura científica trazido no desenvolvimento do ENCI e que é condizente com a perspectiva bachalerdiana é a construção de afirmações, ou, explicações. Para que exista esses dois elementos na prática da investigação é preciso ter em mente a necessidade de uma orientação teórica imersa na compreensão do problema, a teoria orienta a produção de dados, evidências, afirmações e explicações sobre a situação investigada.

Ademais, a interpretação dos dados, colhidos pelos estudantes no processo de desenvolvimento da atividade investigativa, é imensamente sustentada nos conhecimentos teóricos compartilhados, ou trazidos pelo professor. Podemos dizer, que colocar o estudante em contato com essa forma de interpretação de dados é mais um elemento da atividade científica aproximada ao pensamento de Bachelard.

Nessa perspectiva, estudos como de Franco e Munford (2020) também destacam que práticas inovadoras de ensinar ciências como o ENCI colocam os estudantes em contato com elementos da comunidade científica, ou seja, a argumentação, modelagem e explicação. Essas práticas trazidas por Franco e Munford (2020) são apresentadas como maneiras de envolver os estudantes em processos de construção do conhecimento.

É essa prática de ensinar ciências que buscamos aproximamos da forma como o estudante deve aprender Ciências na perspectiva bachalerdiana. São os elementos da cultura científica que almejamos pontuar em contraposição à pedagogia da mera repetição da lição, pois já mencionava o próprio Bachelard (2005):

Resta então, a tarefa mais difícil: colocar a cultura científica em estado de mobilização permanente, substituir o saber fechado e estático por um conhecimento aberto e dinâmico, dialetizar todas as variáveis experimentais, oferecer razão à razão razões para evoluir (p.24)

Desse modo, o professor ao inserir o estudante em práticas de ensino que lhe permite o desenvolvimento dos elementos fundamentais do conhecimento científico, como: o levantamento de dados, a argumentação, explicação e comunicação, contribui para o desenvolvimento de um ambiente de aprendizagem dinâmico e aberto. Esse tipo de espaço é

necessário para que se possa mudar de razão de pensar, uma das molas mestre do pensamento bachelardiano, ou seja, é necessário se desfazer da produção de conhecimentos fechados, para a construção de um conhecimento aberto e dinâmico.

Sendo assim, acreditamos que os alunos inseridos nessa nova cultura experimental trazida pelo ENCI vivenciam a construção de um conhecimento aberto e dinâmico, defendido por Bachelard.

5.4 Categoria 3: O papel ressignificante do erro para produção do conhecimento científico

Outro aspecto do ENCI que correlacionamos com a perspectiva bachelardiana tem a ver com mais uma das categorias que conseguimos identificar: o papel que o erro ocupa na construção do conhecimento. Ao tratar o ato de ensinar, Bachelard (2005) acentua a seguinte questão: para auxiliar a passagem de concepções ingênuas para concepções científicas, os professores precisam considerar os saberes que os estudantes acumulam no dia a dia.

A esse despeito, Mourão e Sales (2018) também trazem em seus estudos a importância da valorização das concepções prévias dos estudantes para o desenvolvimento de quaisquer ações pedagógicas. Acerca das concepções anteriores trazidas pelos estudantes, ainda que apareceram como incoerentes do ponto de vista científico as entendemos como processo pertencente ao crescimento intelectual.

Desse modo, tanto Mourão e Sales (2018) como Bachelard (2006) percebem o erro como elemento central do processo de construção do ensino e aprendizagem. Ambos os teóricos consideram o erro como mola propulsora da aprendizagem, uma vez que é por meio da superação desse quesito que se constrói o conhecimento. Para Bachelard (2006), o erro é a mola mestre para construção do conhecimento.

Assim, trazemos à baila, mais uma aproximação do ENCI com a epistemologia de Bachelard, pois podemos inferir que para ambas as teorias o erro desenvolve um papel positivo

na construção do conhecimento. Sustentamos tais argumentos a partir dos próprios escritos de Bachelard (2020), vejamos:

[...] está perspectiva de erros retificados que caracterizamos ao nosso ver, o pensamento científico, a essência do pensamento científico é justamente o movimento de retificações do conhecimento, o erro possibilita a retificação do conhecimento é através dele que se constrói novos conhecimentos. (p.84)

Apreendemos através do fragmento citado, que o erro é para perspectiva bachelardiana mola de construção do pensamento científico. Carvalho (2013) ao descrever o papel do erro no ENCI, também assinala os aspectos positivos do erro para a construção de novos conhecimentos, desse modo, a referida autora destaca que é importante deixar o aluno errar, pois é a partir do erro que se cria cadeias reflexivas que conduzem ao acerto.

Desse modo, Carvalho (2013) defende que ao superar seu erro, o aluno tende a aprender muito mais do que por meio de aulas expositivas. Esse fato ocorre, porque o estudante não se situa no processo de aprendizagem como mero espectador, no ato de construir conhecimento, ele raciocina e é plenamente ativo.

Vimos no desenvolvimento do corpo desse trabalho que o ENCI concebe ao aluno graus de autoridade intelectual e é a partir desse grau que os estudantes são encorajados a errar. Também vimos em Bachelard (2005) que é através da retificação de erros que os estudantes são levados a produzir novos conhecimentos.

Sendo assim, se observa o erro como elemento propulsor do conhecimento, esse elemento é mais uma das categorias que aproxima o ENCI da perspectiva bachelardiana. Essa aproximação se justifica pelo fato de ambas as teorias perceberem o erro como mola propulsora do desenvolvimento do saber.

5.5 Categoria 4: Autoridade intelectual elemento fundante para o desenvolvimento da ciência autêntica

A autoridade intelectual é para nós um dos importantes aspectos para o desenvolvimento da ciência autêntica defendida pela perspectiva bachelardiana. Por esse motivo, através das leituras do ENCI observamos alguns aspectos nos trabalhos que tratam sobre essa temática. O

primeiro desses aspectos é a seguinte constatação: a maioria das práticas de ENCI coloca o aluno em níveis muitos elementares de autoridade intelectual, o que caracteriza um dos contrapontos do ENCI com a perspectiva bachelardiana.

Para o ENCI, quanto menor for o nível de autoridade intelectual concedido ao aluno, menor é a aproximação desse ensino com o ensino de ciências autêntico. Desse modo, iniciaremos essa discussão trazendo alguns trabalhos que mostram essa pouca abertura de autoridade intelectual dos estudantes, envolvidos em práticas do ENCI.

Cardoso e Scarpa (2018) delinearam uma ferramenta com o objetivo de diagnosticar

elementos do ensino de Ciências por Investigação, esse instrumento recebeu a nomenclatura de DEEnCI⁵. Através dessa ferramenta, as autoras avaliaram a ação docente nos processos investigativos e identificaram pontos que julgamos se constituírem em níveis muito raso de autoridade intelectual concebido aos alunos.

Verificamos nos pontos encontrados por Cardoso e Scarpa (2018) elementos constituintes do nível 1 de autoridade intelectual, isto é, encontramos características de um aluno que ainda se mantém em uma situação de aprendizagem muito comum das aulas tradicionais, ou seja, o professor ditando todas as regras e o aluno apenas seguindo seu receituário. Nessa perspectiva, alguns dos itens avaliados por Cardoso e Scarpa (2018) foram: “O professor envolve os alunos na definição do problema / ou questão de investigação, [bem como] O professor envolve os alunos na definição de hipóteses / e ou previsão [e] O professor envolve os alunos na justificação das hipóteses / e ou previsão” (p. 1052).

A análise feita por Cardoso e Scarpa (2018) dessas três categorias nos leva a compreender que não foi possível aos estudantes desenvolver a autoridade intelectual. Essa afirmativa é construída, pelo fato de os estudantes nas análises feitas pelas autoras não terem abertura para definir as questões da atividade investigativa, bem como elaborar suas hipóteses e justificativas.

Apreendemos que essas práticas permitem ao aluno a elaborar sua síntese e a criar novos conhecimentos e isso foi podado na medida em que a situação analisada por Cardoso e Scarpa (2018) apontou que não foi dado aos estudantes outras condições de investigação, bem como não foi fornecida todas as condições necessárias para coleta de dados que possibilitasse aos

5 Diagnóstico de Elementos do Ensino por Investigação (DEEnCI) ferramenta criada por Cardoso e Scarpa (2018) para analisarem a ação docente em atividades investigativas.

alunos um estudo das variáveis do fenômeno. Ao nosso olhar, esse cenário implicou na impossibilidade de os alunos formularem hipóteses variadas sobre o fenômeno investigado, o que distanciou essa atividade investigativa de um dos elementos da ciência autêntica.

A ciência autêntica trabalha com a diversidade das variáveis para se chegar à elaboração do conhecimento científico. Desse modo, a situação investigativa analisada por Cardoso e Scarpa (2018) apontou a categoria “envolver os alunos na definição de problemas” como ausente e não aplicável para o envolvimento dos estudantes na definição de problemas. A categoria “envolver os alunos na justificação de hipóteses” também não foi aplicável, uma vez que nos planos de aulas investigados por Cardoso e Scarpa (2018) não foi presente a abertura aos estudantes para o planejamento das hipóteses.

Consequentemente a definição de hipóteses não foi possível de mensuração, o que implicou na avaliação de Cardoso e Scarpa (2018) como não aplicável para categoria “envolver os alunos na justificação de hipóteses”. grosso modo, o que queremos destacar dessa passagem do trabalho das autoras é a seguinte ideia: não havendo espaço para os alunos elaborarem e testarem suas hipóteses, a atividade investigativa não promove o interesse dos alunos e não promove a autoridade intelectual dos estudantes.

É sabido que quanto maior o nível de autoridade concedido ao aluno, maior é a aproximação deste com a ciência autêntica. Essa assertiva se alinha à epistemologia de Bachelard quando defende a promoção da ciência autêntica e rechaça qualquer forma de conhecimento que leve o indivíduo a uma ciência fácil.

Nesse sentido, Munford e Lima (2007) destacam que um dos principais elementos que distancia as práticas escolares das práticas científicas é a seguinte questão: a prática escolar ocorre através da resolução de problemas bem definidos, resultando em significados fixos e imutáveis; as práticas autênticas dos cientistas partem de resoluções de problemas menos definidos, chegando em resultados negociáveis e socialmente construídos. Outra diferença entre estas duas práticas, ou seja, a escolar e a científica é a própria falta de estrutura física.

Os espaços das práticas científicas são adequados à ciência e contam com aportes tecnológicos de ponta e equipamentos sofisticados. Os espaços em que são realizadas as práticas escolares, além de infraestrutura limitada, possuem recursos humanos com pouca bagagem teórica.

Desse modo, não basta colocar os estudantes para fazer observações e levantar hipóteses sobre determinado fenômeno em estudo, ao dirigir os alunos em práticas investigativas é preciso fazê-los se apropriarem de teorias do campo científico. Esse ponto não tem sido considerado na hora de se desenvolver práticas investigativas. (MUNFORD; LIMA, 2007).

Ainda se faz necessário desenvolver práticas investigativas no âmbito escolar que enfatizem o desenvolvimento de evidências. Essa afirmativa é tão somente para explicitar sobre a elaboração e explicações de evidências, especialmente as que refletem o teor científico, para tanto, é preciso sempre ter em mente sobre as condições para que os estudantes busquem evidências que sustentem uma explicação científica, ainda que se trate da ciência escolar.

Ainda sobre o distanciamento das atividades investigativas que são desenvolvidas no chão da escola com as atividades autênticas, Munford e Lima (2007) destacam que no máximo a escola consegue desenvolver atividade investigativa simples. Uma diferenciação básica da investigação autêntica trazida por essas autoras é que os cientistas desenvolvem suas próprias questões investigativas, ao passo que na escola os alunos recebem essas questões formuladas. Além disso, os cientistas ao planejarem suas investigações elaboram variáveis e trabalham com uma gama delas, um dos requisitos essenciais para Bachelard (2005), no que diz respeito para a construção do conhecimento científico.

Nas atividades investigativas desenvolvidas no âmbito escolar, o número de variáveis fornecidas pelo professor é pequeno e de fácil identificação, os estudantes são levados a seguir passos estabelecidos. A investigação autêntica se distancia da investigação escolar à medida que possui um caráter mais complexo e envolve questões mais abertas.

Em investigações autênticas a preocupação reside na identificação de vários vieses de suas observações; em atividades investigativas simples não é comum realizar discussões sobre essas percepções da situação investigada.

Nesse sentido, Munford e Lima (2007) destacam que em atividades simples de investigação os alunos não são levados a coordenar resultados múltiplos de um estudo, ou seja, não realizam atividades práticas variadas que geram explicações. Já os cientistas buscam coordenar resultados entre diversos estudos, especialmente em situações que os resultados são conflituosos.

Vejamos o seguinte excerto que justamente aborda a diferenciação entre esses dois tipos de investigações:

Principalmente o de que é um propósito central da pesquisa na ciência real [...] é desenvolver e refinar modelos teóricos em resposta a evidência. Ao contrário, o objetivo das atividades de investigação simples é apenas detectar regularidades facilmente observáveis. (CHINN; MALHOTRA, 2002 *apud* MUNFORD; LIMA, 2007, p. 107).

Nessa dimensão, estudos como os de Munford e Lima (2007) trazem a reflexão de que as atividades investigativas desenvolvidas nas escolas, denominadas de atividades simples, podem corroborar para uma visão simples de ciências. Esse fato ocorre porque nesse tipo de atividade, o raciocínio científico pode ser compreendido como algo certo, algorítmico.

Por meio de observações superficiais, as atividades simples podem contribuir para uma visão simplista da ciência, o que não ajuda o estudante a aprender raciocinar cientificamente. Entendemos que Bachelard (2005) chama atividades simples de obstaculização do conhecimento científico.

Desse modo, Munford e Lima (2007) defendem o desenvolvimento de atividades investigativas mais complexas em sala de aula, isto é, propõem a aproximação de problemas investigativos escolares com modelos autênticos da investigação em ciência. Tais propostas investigativas devem propor situações práticas mais abertas e devem abordar problemas experimentais mais complexos que deem condições aos estudantes de refletirem sobre “erros”, selecionar variáveis, gerarem suas próprias questões, bem como desenvolverem múltiplas observações.

Contudo, Munford e Lima (2007) discutem o grau de complexidade que é para se conduzir os alunos a esses níveis teóricos, profundo de análise, complexos e abstratos da investigação autêntica. As autoras argumentam que, quando se pensa na realidade do contexto escolar, dificilmente seria explorado essa forma de investigar.

Contudo, as autoras propõem o trabalho com bancos de dados como uma das possíveis alternativas dos alunos experienciar práticas investigativas autênticas. Por meio dessas fontes, o estudante pode interpretar e fazer análise crítica de dados, como também pode praticar outros aspectos da investigação autêntica, a exemplo de vários estudos de diferentes tipos.

Entretanto, Munford e Lima (2007) reconhecem que os estudantes não possuem autonomia para elaborar suas próprias investigações, isso significa que os professores precisam considerar certos aspectos ao proporem atividades dessa natureza, a exemplo: seleção de variáveis, trabalho com hipóteses e controle de dados. Em suma, para além de discursos autoritários, dogmáticos e prescritivos da ciência é preciso refletir sobre atividades investigativas que promovam um ensino dialógico, que estimule os estudantes a explicações

científicas.

Frente aos trabalhos aqui discutidos, entendemos o grau de autoridade intelectual concebido aos alunos em atividades investigativa, ainda elementar frente à perspectiva bachelardiana. Essa elementaridade se constitui como um dos contra pontos do ENCI com o pensamento de Bachelard.

5.6 Categoria 5: Papel do estudante no ENCI como representatividade de mudança da cultura experimental

O papel do aluno no ENCI é mais uma das categorias identificadas nesse trabalho. Entendemos essa categoria como representativa da mudança de cultura experimental na perspectiva bachelardiana, isto é, o papel do estudante é elemento essencial para a formação do espírito científico.

Para sustentar nossa argumentação sobre esse ponto, recorreremos em primeira linha aos escritos de Carvalho (2013), pois para essa autora o papel do aluno no ENCI é singular para mudança de cultura experimental no ensino de ciências. Ao focalizar que as práticas do ENCI corroboram para a reconstrução de conhecimento dos alunos, Carvalho (2013) aborda sobre o processo de mudança de cultura experimental.

É a partir do papel do aluno em práticas investigativas que aproximamos a didática em ciências da necessária mudança de cultura experimental tecida por Bachelard (2005). A mudança experimental é um quesito pontuado tanto no ENCI, quanto por Bachelard (2005), vejamos:

[...] não se trata, portanto, de adquirir uma cultura experimental, mas sim de mudar de cultura experimental de derrubar os obstáculos já sedimentados pela vida cotidiana (p. 23).

Essa mudança de cultura experimental, que ocorre por meio do papel que o aluno ocupa no ENCI, se realiza ao passo que este terá que refletir sobre os problemas que lhes são propostos, abandonando a postura de passividade que lhe era concebida quando o enfoque do ensino de ciências era somente nos conceitos. No ensino de ciências de conceitos prontos, o aluno se localiza como sujeito que não pensa cientificamente sobre o mundo e nem constrói uma visão sobre este.

Essa mudança de um ser passivo na aprendizagem para um ser ativo no ENCI foi

encontrada por nós em todos os trabalhos utilizados nessa pesquisa que tratava sobre o ENCI como: Sasseron (2015); Cardoso e Scarpa (2018); Franco e Munford (2020); Trivelato e Tonindadel (2015). Sendo assim, podemos dizer que através do ENCI e construído um ambiente de sala de aula intelectualmente ativo, um espaço que impulsiona uma mudança de cultura experimental totalmente oposta à cultura que é trazida pelo ensino memorístico, o qual é totalmente rechaçado por Bachelard (2005).

Nessa perspectiva, no ENCI o aluno se depara com um problema a ser resolvido e na busca da solução é levado a levantar hipóteses e testá-las empiricamente. O conhecimento produzido passa a ser do aluno, pois é por ele construído com o subsídio do professor.

Nesse processo construtivo do conhecimento, é possível observar a mudança de cultura experimental, o aluno passa a ser sujeito pensante e reflexivo, que não somente reproduz a lógica do professor, mas também constrói suas explicações. Enxergamos essa cultura experimental através do papel do aluno em práticas de ensino investigativa.

Para afirmar esse pensamento, vejamos o seguinte excerto de Carvalho (2013):

Portanto, as aulas de ciências podem e devem ser planejadas para que os estudantes ultrapassem a ação contemplativa e encaminhe-se para a reflexão e a busca de explicações, pois é dessa forma que os estudantes terão a chance de relacionar objetos e acontecimentos e expressar suas ideias. (p. 37)

Essa mudança de cultura experimental, destacada no fragmento de Carvalho (2013), pode ser relacionada à mudança de cultura experimental defendida por Bachelard (2006), pois para esse pensador, o estudante na evolução de seu espírito científico deve ser levado a desenvolver seu próprio raciocínio. Esse ponto muda totalmente a cultura escolar, que, infelizmente, ainda é vista nas aulas de ciências como ideias a serem apenas aprendidas, sem o processo da dúvida e do contraditório.

Além disso, relacionamos o pensamento de Carvalho (2013) com a epistemologia bachelardiana, quando esta discute sobre o tipo de atividade investigativa. Em relação a atividades experimentais, Carvalho (2013) destaca que precisam ir além da simples manipulação de materiais.

Enxergamos nessa assertiva um pensamento bachelardiano, pois a base teórica desse pensador sinaliza uma mudança de cultura experimental, a qual se contrapõe à toda prática experimental que só serve para ludibriar os estudantes e não de fato em fazê-los retirar o abstrato do fenômeno. Muitas dessas práticas, não passam de show em sala de aula.

Sobre essa questão, vejamos o que destaca o próprio Bachelard (2005):

Em resumo no ensino elementar, as experiências muitos marcantes, cheias de imagens, são falsos centros de interesses. É indispensável que o professor passe continuamente da mesa de experiências para a lousa a fim de extrair o mais depressa possível o abstrato do concreto. (p.50)

Como podemos observar, a preocupação descrita acima por Bachelard (2005) entra em consonância como o pensamento de Carvalho (2013), pois a autora destaca que nas atividades experimentais é preciso ir além da simples manipulação, é preciso retirar o abstrato do concreto, esse feito também é bem pontuado por Bachelard (2005). Desse modo, a atividade experimental deve mover ações dos estudantes para que possam refletir, discutir, criar explicações, abstrair o fenômeno em estudo, é essa mudança de cultura experimental que a perspectiva bachelardiana defende.

Assim, o papel que o aluno desempenha no ENCI corrobora com essa mudança de cultura experimental, afinal, a postura do estudante muda totalmente a dinâmica da sala de aula. A partir de um novo papel do aluno e professor a cultura escolar se desvencilha totalmente da forma tradicional de ensino, que preza pela prática da memorização e da passividade do sujeito aprendiz.

Sobre pontos no ENCI que contribuem para essa mudança de cultura, Carvalho (2013) acentua:

O professor é a figura chave no desenvolvimento de nossas atividades, e por esse motivo, é importante discutir alguns pontos relacionados a sua atitude em sala de aula bastante diferente da do professor que trabalha de forma tradicional: a autonomia do aluno; cooperação entre alunos; o papel do erro na construção do conhecimento; a avaliação; a interação professora aluno (p. 21)

Os elementos destacados por Carvalho (2013) são fundamentais para demonstrarmos a mudança de cultura experimental que acreditamos ocorrer através do ENCI, afinal, tais elementos, descritos acima, culminam numa nova organização escolar. Podemos citar a autonomia dos alunos como um dos primeiros desses pontos, pois, ao trazer o ENCI para sala de aula se abre espaço para que os estudantes construam suas próprias razões morais, o que lhes concede essa autonomia.

Além disso, nessa abordagem de ensino abre-se espaço para que aconteça o trabalho em cooperação entre professor e aluno. Dessa cooperação se desenvolve a autoridade intelectual do aluno. Outro ponto interessante, e que já foi discutido como sendo uma das nossas categorias, é o papel do erro na construção do conhecimento.

Perceber o erro como constructo do conhecimento é introduzir uma nova cultura experimental escolar. Na perspectiva tradicional, o erro é algo que não deve acontecer e que deve ser corrigido o mais depressa possível.

O erro no ENCI é um elemento considerado positivo, a partir dele o professor cria situações de questionamentos e propicia conflitos cognitivos para que os alunos superem o erro. Nesse processo, o erro se transforma em condições de aprendizagem.

O processo de avaliação no ENCI é outro elemento que configura para nós uma nova cultura experimental na sala de aula. A ação de avaliar nessa abordagem didática se contrapõe à função classificatória e punitiva, em que o baixo desempenho no processo de aprendizagem é visto como culpa exclusiva do aluno. Podemos dizer que a avaliação no ENCI parte de uma concepção formativa que se preocupa em acompanhar todo o processo, a ação de avaliar acontece durante toda a produção do aluno.

E por último, a questão da interação professor e aluno é outro aspecto que leva a essa mudança de cultura experimental. A interação abre espaço para uma nova cultura escolar, pois é pelo interagir que professor e aluno se relacionam em movimento cooperativo.

É pela interação que alunos constroem novos conhecimentos em modelos diferentes daqueles em que apenas manipulam e observam o professor desenvolver uma atividade experimental. Para além disso, é pela interação que os estudantes elaboram suas explicações e argumentam criticamente sobre questões analisadas.

Assim, definir o ENCI como uma abordagem didática em sala de aula é situar o aluno em um papel ativo no processo de ensino e aprendizagem. Inserir essa abordagem nas aulas de ciências é gerar umas das principais mudanças em sala de aula, com base na literatura na didática em ciências, chamamos essa mudança de cultura experimental.

Essa relação é possível, ao passo que a mudança de cultura experimental demanda que o aluno pense e com isso desenvolva argumentos de forma a aprender ciências e a escrever com autoridade intelectual. Ao nosso ver, todos elementos citados convergem para uma mudança de cultura experimental clara no ensino de ciências.

5.7 Categoria 6: Papel do professor no ENCI como abertura para noção de escola permanente (terminologia utilizada na perspectiva bachelardiana)

O professor ao promover um ambiente discursivo em sala de aula a partir de práticas investigativas coloca o estudante em contato com um ambiente de aprendizagem aberto e dinâmico. Entendemos que esse ambiente é mais um ponto aproximado ao que Bachelard (2006) denomina de escola permanente.

Defendemos que o papel do professor no ENCI se aproxima da noção de escola permanente, termo utilizado por Bachelard (2005) para designar um *lócus* de aprendizagem

dinâmico e aberto. Sasseron (2013) esclarece que com a inserção do ENCI o ambiente de sala de aula se torna palco de discussões, investigações e divulgações de ideias.

Com essa dinâmica de trabalho, o professor se distancia do papel de reprodutor de listas de conteúdo. Para Bachelard (2006), uma prática didática nessa linha contribui para o que chama de “cabeça fechada”. Acreditamos que essa cabeça só se molda em práticas de ensino como ENCI.

Bachelard (2005) chama a atenção para a necessidade de se refazer essa cabeça bem-feita, é por isso, que sugerimos o ENCI como uma das formas de se refazer a formação do sujeito. Essa sugestão se alicerça em argumentações que apontam o ENCI como abordagem em que o professor leva o estudante a construção de uma explicação sobre determinado estudo de um fenômeno.

É por esse motivo que entendemos o ENCI como abordagem didática alinhada à perspectiva bachelardiana, pois na construção do conhecimento científico, essa perspectiva movimenta o estudante em pautas orientadas pelo raciocínio abstrato e argumentativo. O professor ao estimular a argumentação aborda aspectos do que Bachelard (2005) denomina de escola permanente.

Praticar a argumentação é vivenciar uma cultura experimental diferente da cultura da mera repetição da atividade, a qual é totalmente rechaçada pela epistemologia bachelardiana. Desse modo, as práticas investigativas permitem aos estudantes acesso aos conteúdos científicos e a forma aproximada de se fazer ciência em vieses problemáticos.

A cultura experimental pela ótica investigativa coloca o aluno em processo de coleta e análise de dados, nela os estudantes aprendem ciências por meio de variáveis e evidências. Vejamos um quadro em que Sasseron (2013) mostra as ações que o professor desenvolve na perspectiva do ENCI. As ações apresentadas desenvolvem a argumentação em sala de aula.

Quadro 6 - Propósitos e ações pedagógicas do professor para promover argumentação

Propósitos pedagógicos	Ações pedagógicas
Planejamento da atividade	Definição dos objetivos, organização de materiais necessários e preparação de cronograma
Organização para a atividade	Divisão de grupos e/ou tarefas, organização do espaço, distribuição de materiais, limite de tempo
Ações disciplinares	Proposição clara das atividades e das ações a serem realizadas, atenção ao trabalho dos alunos, ações disciplinares
Motivação	Estímulo à participação, acolhida das ideias dos alunos.

Fonte: Sasseron (2013, p.06)

Cada propósito e ações pedagógicas destrinchadas no quadro acima demonstra que o professor deve ter bem planejada a investigação que irá desenvolver, as ações imersas na atividade devem estar claras para o docente. Após esse planejamento, é preciso que esse profissional promova condições para que os estudantes desenvolvam a investigação.

Essas condições vão desde a organização da turma até os materiais que serão distribuídos. Além disso, para que se envolva adequadamente na investigação, o professor deve saber estimular o estudante.

Por entendermos que se aproxima da escola permanente pensada por Bachelard (2006), apresentaremos mais um quadro de Sasseron (2013), vejamos:

Quadro 7 - Propósitos e ações epistemológicas do professor para promover argumentação

Propósitos epistemológicos do professor	Ações epistemológicas do professor
Retomada de ideias	Referência a ideias previamente trabalhadas e/ou experiências prévias dos alunos
Proposição de problemas	Problematização de uma situação
Teste de ideias	Reconhecimento e teste de hipóteses
Delimitação de condições	Descrição, nomeação e caracterização dos fenômenos e/ou objetos.
Reconhecimento de variáveis	Delimitação e explicação de variáveis
Correlação de variáveis	Construção de relação entre variáveis, construção de explicações
Avaliação de ideias	Estabelecimento de justificativas e refutações

Fonte: Sasseron (2013, p. 7)

O respectivo quadro aborda uma visão dos propósitos e ações epistemológicas que o professor deve desenvolver para a promoção da argumentação ligada à epistemologia científica. Desse modo, uma dessas primeiras proposições diz respeito à retomada de ideias anteriores trazidas pelos alunos.

Para que as ideias anteriores deem alicerce às discussões que irão ocorrer é preciso que o docente organize as informações, de modo que os estudantes tomem consciência dos dados que dispõem para investigar. A retomada de ideias implica na valorização dos saberes prévios dos estudantes, os quais para a perspectiva bachelardiana devem ser observadas.

A proposição de um problema, elemento central na elaboração da proposta investigativa, é o gatilho da investigação. O professor munido de informações do que faz parte do conhecimento dos alunos lança uma proposta de investigação. O teste de ideias é o momento, em que os estudantes colocam em xeque e testam suas hipóteses, buscando a resolução do problema.

A delimitação de ideias é uma etapa importante da atividade investigativa para que ações sejam construídas ou reconstruídas. Esse processo possibilita a tomada de consciência sobre as determinações em volta do fenômeno em estudo.

O reconhecimento das variáveis é uma etapa posterior ao reconhecimento das ações concluídas, é nessa fase da investigação que são identificadas as variáveis que atuam no fenômeno e que são relevantes para compreensão do que está em questão. A correlação de variáveis é um momento importante dos propósitos epistemológicos do professor é a partir desse trabalho que se inicia a construção de ideias.

Nessa etapa do trabalho investigativo, as variáveis são delimitadas pela identificação de quais delas são relevantes para o processo de compreensão e explicação do fenômeno em estudo. Por último, o referido quadro traz a avaliação de ideias, que se trata de reconhecer as relações entre as variáveis e análise do fenômeno em estudo, essa etapa da avaliação corrobora para a construção das explicações.

Pelas discussões abordadas ao longo do presente estudo, podemos dizer que os propósitos e ações epistemológicas do ENCI se aproximam da noção de uma escola permanente defendida pela perspectiva bachelardiana. Essa afirmativa é decorrente da ideia de que o aluno por meio dessa abordagem didática é inserido em várias etapas da construção do conhecimento científico.

Essa inserção no ENCI acontece de forma totalmente avessa aos modelos em que o estudante simplesmente segue uma cartilha escolar com conhecimentos prontos e acabados. Assim, o professor ao desenvolver práticas investigativas abandona seu papel de expositor de aulas e assume um papel de orientador, questionador, motivador e pesquisador.

Essa figura docente sinaliza uma aproximação com a escola permanente cunhada por Bachelard (2006), pois designa uma mudança de cultura escolar. Através de atividades investigativas, os alunos são levados a construir seus próprios raciocínios, tornando o ambiente escolar um espaço dialógico, aberto e dinâmico.

Esse clima no ambiente escolar institui a mudança experimental em ciências, que é necessária para a formação do espírito científico dos estudantes. Finalizamos com a afirmativa de Carvalho (2013), quando sinaliza que o papel do professor no ENCI é de orientador e promovedor de reflexões.

Esse papel tem o objetivo de auxiliar os alunos na construção do novo conhecimento. Desse modo, Carvalho (2013) defende que os alunos imersos em práticas investigativas possuem acesso às diversas linguagens científicas, dentre elas, como pudemos ver a da

argumentação, cujo papel do professor está em conduzir o aluno a construir seus próprios raciocínios.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesse trabalho tivemos a pretensão de refletir sobre a epistemologia de Gaston Bachelard e suas possíveis contribuições para o ensino de Ciências, a partir do ensino de Ciências por investigação. Para tanto, delineamos o seguinte problema de pesquisa: **a partir do ensino de Ciências por investigação como é possível pensar em práticas didáticas aproximadas à epistemologia de Bachelard?**

Para tornar esse estudo plausível, recorremos à literatura de Bachelard e do ensino de Ciências por investigação e a partir da análise de conteúdo de Bardin (2011) estruturamos categorias que permitiu tratar, organizar e interpretar os dados, tornando-os aptos para análise. Essa pretensão de pesquisa surgiu porque Gil Perez (2005) e Briccia (2013) chamam a atenção para a existência de obstáculos epistemológicos na aprendizagem.

Conforme os autores, essas construções ocorrem em virtude de práticas de Ciências em que o conteúdo é passado em sua forma pronta e acabada, sem inclinação para experiências que estimulem aos estudantes pensar sobre processos envolvidos na construção científica do conhecimento.

É nessa perspectiva, que propomos um ensino a partir do pensamento de Bachelard, pois assim como Gil Perez (2005) e Briccia (2013) entendemos que essa forma simplista e ingênua de fazer Ciência não forma o cidadão para a compreensão dos processos. Para tanto, buscamos refletir o pensamento de Bachelard no âmbito didático, tendo o ensino por investigação como base de orientação.

É a partir dessa perspectiva que buscamos aproximar as propostas de Bachelard a sala de aula, especificamente as aulas de Ciências. Dessa forma, o presente estudo tem como relevância social incentivar a reflexão de práticas de ensino de Ciências que possam impulsionar os alunos a experienciar uma Ciência contrária ao que Bachelard denomina de ciência imediata.

Nesse sentido, o presente estudo sinalizou que Bachelard por ser um filósofo francês conhecido como amante do conhecimento, que instaurou uma nova forma de conceber a Ciência, ainda é um referencial atual para pensar em novas práticas para o ensino de Ciências. É justamente por esse motivo, que nos desafiamos a aproximá-lo da sala de aula a partir do ensino de Ciências por investigação, pois assim como essa abordagem didática, Bachelard entende que a Ciência está associada a uma dialética movida por uma constante retificação dos conceitos. Desse modo, o referido filósofo defende uma razão aberta, em que faz uso de

pluralismo de filosofias, pois para ele não se pode analisar um objeto apenas pelo viés de uma única filosofia é preciso ter vários mirantes de análises.

No que diz respeito a sua principal contribuição para educação, podemos citar que está na noção de formação de sujeito, ou seja, vai para além da noção de educação advinda de uma cultura que leva aprender o conhecimento como ato de memorizar e repetir. A perspectiva bachelardiana enfatiza a criação e a invenção do sujeito.

Assim, para esse teórico só há formação do sujeito, quando há retificação do saber anterior, quando há desconstrução e reforma do sujeito. Outra temática interessante, diz respeito aos principais conceitos trabalhado por Bachelard, trata-se da noção de obstáculo epistemológico.

Desse modo, apreendemos que obstáculo epistemológico é todo conhecimento mal estabelecido que engessa a construção do novo conhecimento causando má formação, ele nasce em face de um conhecimento não questionado. A partir da ideia de obstáculos existentes no ato de aprender, buscamos referenciais para respostas ao nosso questionamento.

Em primeiro lugar, destacamos a categoria problema como elemento central na abordagem do ENCI, são os problemas que oferecem a direção e o propósito para o trabalho pedagógico. Para Bachelard (2005) o problema é a mola mestra para a construção do conhecimento. Por meio do problema investigado, os estudantes passam para um conhecimento mais apurado, ou seja, sistematizado e científico.

Assim, tanto a perspectiva bachelardiana quanto o ENCI valorizam a questão da problematização para a construção do conhecimento científico. Ainda destacamos segundo Sasseron (2013) que o ENCI consiste numa abordagem didática, em que o aluno na busca de resolução de um problema exercita práticas e raciocínios de comparação, análise, avaliação bastante utilizado na prática científica.

A segunda aproximação do ENCI com a perspectiva bachelardiana, trata-se dos elementos da prática epistêmica das Ciências encontrados por nos trabalhos que submetiam os alunos em atividades investigativas como: levantamento de dados, hipóteses, argumentação, comunicação, explicação. Desse modo, quando os alunos se deparam com uma situação investigada vivencia na prática todos esses elementos pertencentes à linguagem científica.

Outro elemento interessante que aproxima o ENCI da perspectiva bachelardiana é o papel ressignificante do erro para a produção do conhecimento científico. Tanto Mourão e Sales (2018) como Bachelard (2005) percebem o erro como elemento central no processo ensino e aprendizagem, uma vez que é através da superação desse quesito que se constrói um novo

conhecimento. No ENCI, é importante deixar o aluno errar, pois é a partir do erro que se cria cadeias de reflexões que conduzem o acerto, desse modo ambas as teorias percebem o erro como mola propulsora do desenvolvimento do saber.

Identificamos também, a autoridade intelectual como elemento fundante para o desenvolvimento da Ciência autêntica, nesse aspecto levando em consideração os anos iniciais, encontrou-se um nível de autoridade intelectual num nível raso. Segundo Carvalho (2013) esse nível de autoridade encontra-se dividido numa escala de 1 a 5, quanto maior for o nível concebido ao aluno, mais ele se aproxima da ciência autêntica e os trabalhos analisados por nós concebiam do nível 1 a 3, em que nesses níveis os alunos são colocados a problemas de fácil identificação e são levados a seguir passos estabelecidos pelo professor.

Assim, o grau de autoridade intelectual concebido aos alunos nessa faixa etária investigada por nós ainda é elementar frente a perspectiva bachelardiana. Essa elementaridade se constitui como um dos contrapontos para nós em relação ao pensamento de Bachelard.

Outro dado encontrado por nós diz respeito ao papel do estudante no ENCI como representatividade de mudança de cultura experimental. Essa mudança de cultura ocorre, por meio do papel que o aluno ocupa no ENCI. Se realiza ao passo que o aluno terá que refletir sobre os problemas que lhes são propostos abandonando a postura de passividade que lhe era concebida quando o enfoque no ensino de ciências era somente nos conceitos.

E por último, o papel do professor no ENCI como abertura para a noção de escola permanente, O professor ao promover um ambiente discursivo em sala de aula a partir de práticas investigativas coloca o estudante em contato com um ambiente aberto e dinâmico. Apreendemos que esse ambiente é mais um ponto aproximado ao que Bachelard (2005) denomina de escola permanente.

Não podemos encerrar as considerações finais desse trabalho destacando, que o produto educacional “sete orientações para elaborar aulas de Ciências alinhadas ao pensamento de Bachelard a partir do ensino de Ciências por investigação” foi um exercício para trabalhar a teoria na prática. Nesse material, a partir de uma SEI já implementada construímos

indicativos/sinalizações de como o professor pode contextualizar as suas aulas de Ciências à perspectiva bachelardiana.

A partir desse trabalho, percebemos, que embora seja um desafio aos professores propor bons problemas, é plenamente possível vivenciar aulas a partir das ideias de Bachelard, uma Ciência dinâmica e aberta a reformulação e reconstrução de ideias. Uma Ciência que forma o sujeito, enquanto se reforma.

Assim, as categorias descritas, juntamente com o produto educacional aqui produzido, nos leva a crer que através dos postulados do ENCI é possível pensar em práticas didáticas alinhada ao pensamento de Bachelard capaz de contribuir com a formação do espírito científico do aluno.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Beatrice L.; ZYLBERSZTAJN, Arden; FERRARI, Nadir. As analogias e metáforas no ensino de ciências à luz da epistemologia de Gaston Bachelard. **Ensaio: pesquisa em educação em ciências**, v. 2, n. 2, dez. 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/jQy5DqkTSvZzmVcSXX9m46F/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 16/03/2021.

BACHELARD, Gaston. **A Formação do Espírito Científico**: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Rio de Janeiro: Contraponto, 2005.

BACHELARD, Gaston. **O Novo Espírito Científico**. São Paulo, Edições 70, 2020.

BACHELARD, . La Formation de l'Esprit Scientifique (Contribution à une Psychanalyse de la Connaissance Objective), Paris: Librairie Philosophique J. Vrin 5ª edition, Colletion: Bibliothèque des textes philosophiques, 1967 [originalmente publicado em francês em 1934].

BARBOSA, E.; BULCÃO, M. **Bacherlard**: pedagogia da razão, pedagogia da imaginação. 2. ed. Petrópolis: Vozes, 2011.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. **Base Nacional Comum Curricular**: Educação é a Base. Brasília, 2017. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/04/BNCC_19marc2018-versaofinal.pdf. Acesso em: 02/02/2020.

BRICCIA, Viviane. Sobre a natureza da Ciência e o ensino. *In: Ensino de Ciências por investigação*: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 111 – 128

BRITO, Liliane Oliveira de. **Ensino de Ciências por Investigação na perspectiva da Alfabetização Científica**: Uma incursão teórico-prática nos saberes dos professores dos Anos Iniciais. 2021. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de Alagoas, Centro de Educação, Maceió, 2021.

CACHAPUZ, Antônio *et al.* **A necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.

CARVALHO, Ana Maria Pessoa de; GIL-PÉREZ, Daniel. **Formação de professores de Ciências**: tendências e inovações. São Paulo: Cortez, 2011.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. **Ensino de ciências por investigação**: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 3, p. 765-94, 2018.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de *et al.* **Ciências no Ensino Fundamental: O Conhecimento Físico**. São Paulo: Scipione, 1998. (Pensamento e Ação no Magistério).

CARDOSO, Milena Jansen Curtim, SCARPA, Daniela Lopes. Diagnóstico de elementos do Ensino de Ciências por Investigação (DEENCI): Uma ferramenta de análise de proposta de ensino investigativas. **Rev. Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 3, p. 1025-1059, 2018.

CAMPOS, José Galúcio; SENA, Daniel Richardson de Carvalho. Aspectos teóricos sobre o ensino por investigação. **Rev. Ensino em revista**, v. 27, n. esp., p. 1467-1491, 2020.

CRESWELL, Jonh W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativos, quantitativo e misto**. 2 ed. Porto Alegre: Bookmann, 2007.

DRIVER, Rosalind *et al.* Construindo conhecimento científico na sala de aula. **Revista Química Nova na Escola**, v. 1, n. 9, p. 31-40, 1999.

FRANCO, Luiz Gustavo; MUFORD, Danusa. O Ensino de Ciências por Investigação em Construção: Possibilidades de Articulações entre os Domínios Conceitual, Epistêmico e Social do Conhecimento Científico em Sala de Aula. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação Ciências**, v. 20, p. 687-719, 2020.

GIL PÉREZ, Daniel *et al.* Cómo promover el interés por la cultura científica?: Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años. Chile: OREALC/UNESCO, 2005. Disponível em: <http://www.oie.es/decada/libro.htm>. Acesso em: 5/10/2019

GOMES, Henrique José Polato; OLIVEIRA, Odisseia Boa Ventura de. Obstáculos Epistemológicos no ensino de ciências: um estudo sobre suas influências nas concepções de átomos. **Ciências e Cognição**, Rio de Janeiro v.12, nov. 2007. Disponível em: <http://www.cienciasecognicao.org/pdf/v12/m347194.pdf>. Acesso em: 22/06/2020.

JAPIASSÚ, Hilton. **Para ler Bachelard**. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1976. (Série Para ler).

LOPES, Alice Ribeiro Casimiro. **Livros didáticos: obstáculos ao aprendizado da ciência química: obstáculos animistas e realistas.** Rio de Janeiro: IESAE, 1990.

LOPES, Alice Ribeiro Casimiro. Livros didáticos: obstáculos ao aprendizado da ciência química-I obstáculos animistas e realistas. **Química nova**, São Paulo, v.15, n.3, p.256-261, 1992.

LOPES, Alice Ribeiro Casimiro. Livros didáticos: obstáculos verbais e substancialistas* ao aprendizado da ciência química. **R. bras. Est. pedag.**, Brasília, v.74, n.177, p.309-334, maio/ago. 1993. Disponível em: <http://rbepold.inep.gov.br/index.php/rbep/article/download/1196/1170>. Acesso em: 15/03/2021.

LOPES, Alice Ribeiro Casimiro. Bachelard: o filósofo da desilusão. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 13, 1996. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7049>. Acesso em: 15/09/2020.

LOPES, Elian Silva. **Investigando o fenômeno magnetismo com alunos do 4º ano do ensino fundamental na perspectiva da alfabetização científica.** Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática na área de ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Alagoas, Alagoas, 2017. Disponível em: <https://www.repositorio.ufal.br/.pdf> Acesso em: 30/06/2020.

LORENZETTI, Leonir; DELIZOICOV, Demétrio. **Alfabetização científica no contexto das séries iniciais.** 2000. Dissertação (Mestrado em Educação na área de Educação em Ciência) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000. Disponível em: <http://www.portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/ensaio/article/viewFile/35/66>. Acesso em: 2/11/2019.

MUNFORD, Danusa; LIMA, Maria Emília Caixeta de Castro e. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo?. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 9, n. 1, p. 89-111, 2007.

MOURÃO, Matheus Fernandes; SALES, Gilvandenys Leite. O uso do Ensino por Investigação como Ferramenta Didático - Pedagógica no Ensino de Física. **Revis. Experiências em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 5, p. 428 – 440, 2018

SANTANA, Ronaldo Santos; CAPECCHI, Maria Cândida Varone de Moraes; FRANZOLIN, Fernanda. O ensino de ciências por Investigação nos anos Iniciais: possibilidades na implementação de atividades investigativas. **Rev. Electrónica de Enseña de las Ciências**, v. 17, n. 3, p. 686-710, 2018

SANTOS, Diego Marlon; NAGASHIMA, Lucila Akiko. A epistemologia de Gaston Bachelard e suas contribuições para o ensino de química. **Revista Paradigma**, v. 36, n. 2, p. 37 – 48, dez. 2015.

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Ana Maria Pessoa de. A construção de argumentos em aulas de ciências: o papel dos dados, evidências e variáveis no estabelecimento de justificativas. **Revis. Ciênc. Educ.**, Bauru, v. 20, n. 2, p. 393-410, 2014

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Ana Maria Pessoa de. Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de Alfabetização Científica e o padrão de Toulimin. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 1, 2011.

SASSERON, Lúcia Helena. **Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor.** Disponível em:
[https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/1926810/mod_resource/content/1/Sasseron_2013_In terac%CC%A7o%CC%83es%20discursivas%20em%20sala%20de%20aula.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/1926810/mod_resource/content/1/Sasseron_2013_In%20terac%CC%A7o%CC%83es%20discursivas%20em%20sala%20de%20aula.pdf). Acesso em: 18/12/2021

SASSERON, Lúcia Helena. Ensino de Ciências por Investigação e o Desenvolvimento de Práticas: Uma Mirada para a Base Nacional Comum Curricular. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, São Paulo, v. 13, n. 3, p. 333-352, jun. 2018.
Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Lucia_Sasseron. Acesso em: 20/06/2019

SASSERON, Lúcia Helena. Alfabetização Científica, Ensino por Investigação, Argumentação: Relações entre Ciência e Natureza e Escola. **Revista Ensaio**, v. 17, n. esp., p. 49-67, 2015.

SEDANO, Luciana; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Ensino de Ciências por Investigação: oportunidades de Interação Social e sua importância para a construção da Autonomia Moral. **Rev. Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 10, n. 1, p. 199-220, 2017.

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do trabalho científico**. 23. ed. São Paulo: Cortez, 2007

SOLINO, Ana Paula; SASSERON, Lúcia Helena. Investigando a significação de problemas em sequências de Ensino Investigativo. **Revis. Investigações em Ensino de Ciências**, v. 23, n. 2, p 104-129, 2018

SOUZA, Tairone Lima de. **De Gaston Bachelard e a Educação**. 2018. Dissertação (Mestrado em educação) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.

SOUSA, Angélica Silva de; OLIVEIRA, Guilherme Saramago de; ALVES, Laís Hilário. A pesquisa bibliográfica: Princípios e Fundamentos. **Cadernos da Fucamp**, v. 20, n. 43, p.64-83, 2021.

SOVIERZOSKI, Hilda Helena; GONÇALVES, Maria das Graças Leopardi; BASTOS FILHO, Jenner Barreto Bastos. Universalidade versus contingência: o desafio do diálogo interdisciplinar face às diferentes culturas epistemológicas da física e da biologia. **Rev. Helius**, Sobral, v. 3, n.2, p. 138 – 170, jul./dez. 2020. Disponível em: <https://helius.uvanet.br/index.php/helius/article/download/175/164/>. Acesso em: 18/03/2021.

TRINDADE, Daniela Jéssica; NAGASHIMA, Lucila Akiko; ANDRADE, Cíntia Cristiane de. **Obstáculos epistemológicos sob a perspectiva de Bachelard**. Disponível em: https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2017/24165_12889.pdf. Acesso em: 16/03/2021.

TRIVELATO, Sílvia L. Frateschi; TONIDANIEL, Sandra M. Rudella. Ensino por Investigação: Eixos organizadores para sequencias didáticas de ensino de Biologia. **Rev. Ensaio**, Belo Horizonte, v. 17, n. esp., p. 97-114, 2015.

TRÓPIA, A. B. Percursos Históricos de Ensinar Ciências através de atividades investigativas. **Rev. Ensaio**, v.13, n. 1, p. 121-138, 2011.

ZOMPERO, Andreia de Freitas; LABURÚ, Carlos Eduardo. **Atividades investigativas para aulas de ciências**: um diálogo com a teoria da aprendizagem significativa. Curitiba: Apppris, 2016.

ZOMPERO, A.; LABURÚ, C. . Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Revista Ensaio**, v. 13, n. 3, p. 67-80, 2011.

APÊNDICES

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS

CENTRO DE EDUCAÇÃO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

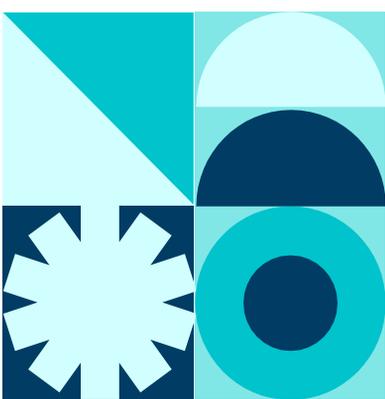
AUTOR: ÂNGELA MARIA FERREIRA BELÉM

ORIENTADOR: PROFº Drº ELTON CASADO FIREMAN

PRODUTO EDUCACIONAL: SETE ORIENTAÇÕES PARA ELABORAR AULAS DE CIÊNCIAS ALINHADAS AO PENSAMENTO DE BACHELARD A PARTIR DO ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO

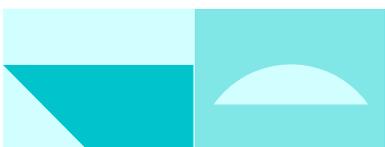


CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO



O que é esse produto educacional?

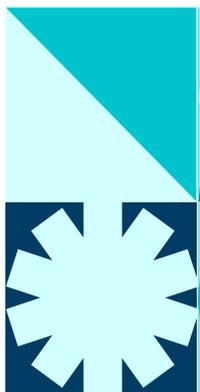
Esse produto educacional é parte de uma pesquisa de mestrado intitulada "Pensando a epistemologia de Gaston Bachelard a partir de práticas investigativas" desenvolvida no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática-PPGCIM da universidade Federal de Alagoas-UFAL, sob a orientação do professor Drº Elton Casado Fireman e Prof. Drº. Anderson de Alencar Menezes.





Qual o objetivo desse material?

O objetivo desse produto educacional é orientar professores, especialmente dos anos iniciais a analisar e propor planejamentos de aulas de Ciências alinhadas ao pensamento de Gaston Bachelard por meio do Ensino de Ciências por investigação.



O porquê desse objetivo?



Bem, para responder a essa pergunta, antes é preciso pensar no contexto, ou motivação de pesquisa

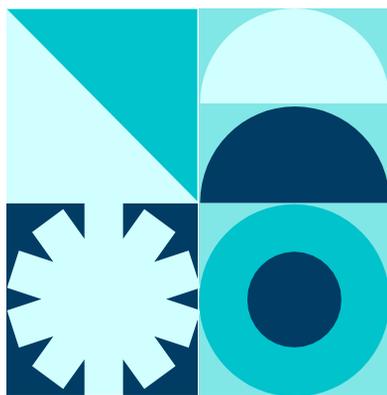
O ensino de Ciências, ainda é vivenciado em sala de aula com práticas embasadas na memorização e transmissão de conceitos. Nos dias atuais, ainda é bastante viva a figura de um professor que expõe conteúdos de Ciências sem um mínimo de engajamento intelectual dos estudantes. Nessa perspectiva, os questionários de ordem imperativa são instrumentos utilizados para que os estudantes mostrem o quanto foram capazes de memorizar as informações transmitidas pelo professor. Embora as reflexões de Gaston Bachelard tenham sido na área de filosofia e psicologia da ciência, por trazer elementos sobre a construção do conhecimento, pautado na cultura das perguntas e da crítica as respostas prontas, são bastante bem-vindas no ensino de Ciências.

A filosofia de Gaston Bachelard é um corpo de boas referências para a didática em Ciências, porque justamente promove a reflexão do quanto as prática de Ciência assentadas na transmissão de conceitos absolutos, estáticos e acabados, agencia a construção de uma didática promotora de conhecimentos superficiais, falhos e ingênuos do conhecimento científico. Esse agenciamento ocorre porque, ao invés de promover a ruptura de conhecimentos anteriores, pré -estabelecidos, a prática de didática de Ciências habitual por

não inserir o sujeito em um contexto de dúvidas, questionamento e reflexão, designa no sujeito a cultura do apego a ideias já estabelecidas. Para Bachelard (1938), ideias dessa natureza são de natureza concisa e coesa para o sujeito de forma, que mesmo diante de novas evidências, não são abandonadas ou desconstruídas para dar lugar a novos conhecimentos.

Para Bachelard (1938), essa resistência de mudança é decorrente de uma cabeça bem feita, fechada, avessa à ruptura com o conhecimento anterior. Trazendo essa reflexão para o ensino de Ciências, podemos dizer que essa cabeça bem feita é construída no momento em que planejamos nossa aula de Ciências a partir da cultura das respostas e não das perguntas. É nessa máxima de aula que continuamos a ensinar, enquanto nossos alunos, passivos e repetindo o conteúdo, aprendem uma Ciência simplista, fugaz e dogmática.

Diante dessa situação, buscamos no ensino de Ciências por investigação elementos didáticos que possam contribuir para aproximar os pensamentos de Bachelard às nossas aulas de Ciências, que, pelo exposto, precisam ser renovadas.



E onde entra o ensino de Ciências por investigação nessa história?

O ensino de Ciências por investigação é uma abordagem didática que visa promover a aprendizagem dos conteúdos científicos por meio da participação ativa dos alunos. O objetivo dessa perspectiva é propor os conteúdos de Ciências a partir de problemas a serem explorados pela construção e teste de hipóteses, pela produção e análise de evidências, comparação de dados, explicação, conclusão e discussão de resultado entre os pares.

Importante compreender que essa maneira de propor os conteúdos de Ciências, a partir da perspectiva de atividades práticas experimentais, não deve ser vivenciada na máxima da limitação à observação e manipulação de objetos. Assim como propõe Carvalho (1998) ver e manipular aparatos experimentais são práticas insuficientes para que nossos alunos signifiquem e compreendam os conhecimentos científicos.

Esse pensamento se alinha as teorias de Gaston Bachelard (1938), quando o epistemólogo acentua que para haver a ruptura das ideias anteriores, em uma atividade experimental, é preciso retirar o abstrato do concreto, isto é, envolver o sujeito intelectualmente na atividade.

Envolver o estudante intelectualmente na atividade, no ensino de Ciências por Investigação pode ser compreendido como a atividade mental que, transcendendo o ver e manipular objetos, engaja o estudante em práticas que impulsiona, desafia e coloca em dúvida os conhecimentos prévios. Importante lembrar que para Bachelard (1938) desestabilizar os

conhecimentos prévios, rompê-los é uma atividade singular para formação do espírito científico: o sujeito se forma, enquanto se reforma!

No ensino de Ciências por investigação, as práticas que concorrem para essa transformação do conhecimento do sujeito, ou para essa mudança de cultura experimental se pautam em ações que destinam uma forte atividade mental, à exemplo de construir e testar hipóteses, produzir variáveis separando as erradas das corretas, refletir sobre dados produzidos, delineando explicações sobre eles, construir conclusões e comunicá-las entre seus pares.

Essas práticas que transcendem o simples ver e manipular objetos são estabelecidas para que a vivência de uma Ciência mais ativa, significativa e reflexiva, já pensada por Bachelard (1938), seja realidade para nossos estudantes. É justamente nesse sentido, que o ensino de Ciências por investigação, aproxima a epistemologia de Gaston Bachelard (1938) às práticas didáticas em Ciências.

Pensando a teoria na prática

Com o objetivo de demonstrar como a epistemologia de Bachelard pode ser vivenciada nas aulas a partir do ensino de Ciências por investigação, vamos analisar uma Sequência de ensino investigativa- SEI denominada de "**Investigando o fenômeno Magnetismo**" de Lopes (2017). Vejamos principalmente na metodologia da SEI elementos que se alinham e que também se afastam da epistemologia de Gaston Bachelard, especialmente em suas discussões referentes à construção do conhecimento.

A nossa pretensão é que a partir das sinalizações aqui feitas, você, enquanto educador, ao elaborar seus planejamentos de Ciências, possa refletir e buscar por estratégias que diminuam, ou mesmo quebrem com práticas que concorrem para promoção de obstáculos epistemológicos, ou em outras palavras, nosso objetivo é que os professores ousem a ensinar uma Ciência que pautada em problemas e na ação ativa dos estudantes, lhes deem oportunidade de questionar, desafiar, desequilibrar e romper com suas concepções prévias. Essas ações são singulares, dentro da teoria Bachelardiana para transformar, (re)dimensionar e significar o conhecimento dessa área do saber humano, que é tão dinâmica e transformadora das questões socioculturais.

Insights de análise

A sequência aqui analisada é composta de seis problemas investigativos que foram propostos a partir da metodologia de Carvalho (1998). Essa metodologia tem como base o desenvolvimento do conteúdo de Ciências em algumas etapas, as quais apresentamos na imagem a seguir:



Étapas da metodologia de Carvalho (1998;2013;2018)

1.

Distribuição do material experimental e proposição dos problemas

O professor organiza a sala para realização da atividade: Estrutura grupos, distribui o material e apresenta o problema.

Resolução dos problemas pelos alunos

2.

Os alunos manipulam os materiais para testar suas hipóteses

3.

Sistematização dos conhecimentos elaborados nos grupos

O professor, por questionamentos, orienta os alunos a passar da ação manipulativa à ação intelectual para promover o entendimento do conteúdo.

Tomada de consciência do que foi aprendido

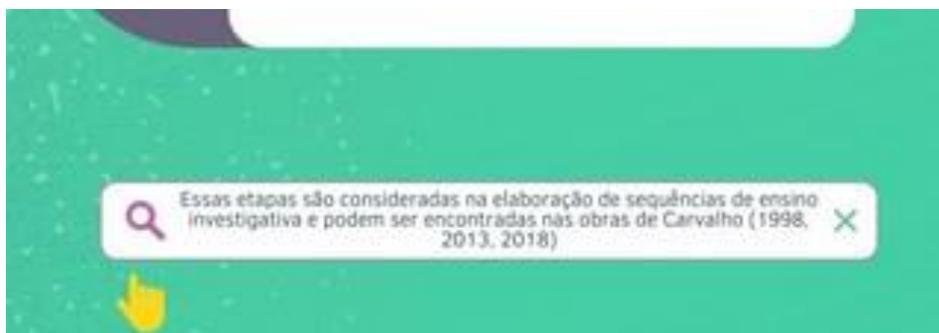
4.

Momento em que o professor orienta os alunos para que conversem entre si e elaborem explicações do que aprenderam, relacionando o aprendido com as situações cotidianas

5.

Desenhar e escrever

Representa suas experiências, retrata situações vividas e organiza suas explicações



A partir dessa proposta metodológica, Carvalho (2013) propõe o planejamento de sequências de ensino investigativas – SEIs com o objetivo de possibilitar ao aluno passar de uma experiência espontânea à uma experiência científica. Nesse propósito, a autora enfatiza estratégias em que os alunos não somente observam os fenômenos - papel contemplativo -, ou somente executam os passos de um experimento - papel manipulativo.

Como é possível perceber nas etapas metodológicas de Carvalho (1998), com o ensino de Ciências por investigação é almejado que os alunos, além das ações contemplativas e manipulativas, tenham tempo e espaço para questionamentos, testes de hipóteses, trocas de informações, sistematizações de ideias e compreensão do conteúdo.

Agora, apresentamos os problemas, seguidos dos seus respectivos objetivos e materiais didáticos retirados da SEI "**Investigando o fenômeno Magnetismo**" de Lopes (2017). Salientamos que essa SEI foi gestada a partir da metodologia de Carvalho (1998,) a qual acabamos de explicar.

NÚMERO	PROBLEMA	CONTEÚDO	OBJETIVO DA AULA	MATERIAIS/KITS
01	Em quais materiais o ímã pode exercer o “poder de atração”?	Atração magnética	Promover questões investigativas sobre ímãs, a fim de possibilitar o manuseio de materiais, a manifestação e emissão de opiniões, o levantamento	Ímãs redondos e de barra, botões de plástico, clips de metal, Tampas de caneta, parafusos, moedas, pedaços de alumínio, palitos de fósforos, pregos, moedas, ligas de borracha, caixa de fósforo,

			de hipóteses e, posteriormente, a constatação ou não destas.	tiras de cobre, linha, régua, arruelas de metal
02	Um objeto pode virar ímã? Como podemos pegar uma arruela sem deixar que um ímã e suas mãos a toque?	Processo de imantação		Ímãs tipo barra e arruelas de metal
03	Ímã atrai ímã? De que forma podemos deslocar a caixa de fósforo sem que as mãos toquem a mesma e sem que seja possível a visualização dos ímãs.	Campo e força magnética		Ímãs tipo barra, ímãs redondos e caixinha de fósforos
04	Descubram os lados em que os ímãs se atraem e os lados que os ímãs se afastam; Mudem as posições e repitam as ações com distâncias diferentes. O que ocorre? O que acontece quando	Atração e repulsão magnética		ímãs tipo barra, ímãs redondos, adesivos azuis e adesivos vermelhos

	aproximamos os lados do ímã da mesma cor?		
05	Se quebrarmos o ímã no meio, o que será que acontece? Ele permanece do mesmo jeito? Ou será que os lados vão ficar diferentes? Será que as partes irão se atrair ou se repelir?	Atração e repulsão magnética	Ímãs tipo barra,
06	Qual dos ímãs é o mais forte? Diferenciem os ímãs quanto a sua força de atração magnética e relacione-o com a distância máxima que atraem um material ferromagnético; Produção de texto (relato e desenho das vivências e aprendizagens decorrentes das aulas investigativas).	Potência de um ímã (distância e força da atração magnética)	

É com base nos elementos dessa SEI, que faremos algumas orientações para que você, professor, possa planejar e implementar aulas alinhadas aos pressupostos

1. Transforme conteúdos de Ciências em problemas

Para Bachelard a escola permanente é um *lócus* de produção de conhecimento dinâmico e aberto (esse inclusive é um dos grandes contributos do referido teórico para o ensino). Ao abordar essa ideia, Bachelard nos remete as premissas do ensino ativo, construtivista.

Desse modo, através da perspectiva bachelardiana apreendemos que não é possível ensinar ciências através do ensino expositivo, ou seja, do método de ensino tradicional. E nesse sentido, a SEI em questão ao abordar os conteúdos por meio de problemas vem quebrar com o que Bachelard denomina de cultura das respostas em detrimento da cultura das perguntas.

Para o epistemólogo, a cultura das respostas que a escola tradicionalmente pratica incentiva a memorização e isso não possibilita o questionar, o refletir e o contradizer ideias prontas. O autor defende a cultura das perguntas, o que significa praticar uma abordagem que designe a construção ativa do conhecimento.

E para vivencia dessa construção ativa dos conhecimentos científicos, transformar respostas em perguntas é interessante para tirar a trava cognitiva que limita e emperra o pensar crítico, tão necessário para a ruptura e desabrochar de novas ideias dos estudantes.

2. Promova práticas experimentais que vão além do observar fenômenos e manipular objetos

A SEI "Investigando o fenômeno Magnetismo" foi proposta a partir de materiais manipulativos, chamados de KITS. A partir dos critérios propostos por Lopes (2017) para o desenvolvimento da SEI, constata-se que os estudantes trabalharam em grupos e tiveram a oportunidade de resolver os problemas propostos testando suas hipóteses pela manipulação dos recursos disponibilizados.

Importante observar que o objetivo da atividade não reside e, nem muito menos, se limita na ação dos estudantes observarem os efeitos de suas ações sob os objetos (no manipular o objeto para ver o que acontece). Conforme estabelecido por Lopes (2017) para além dessa atividade, por meio da estimulação de situações investigativas sobre ímãs, os estudantes devem construir hipóteses e por meio do teste dessas hipóteses construir opiniões sobre o fenômeno em analisado.

A construção dessas opiniões perpassa por uma série de práticas ligadas ao raciocínio, ao pensar para comparar, contradizer, identificar evidências que confrontadas designam a crítica ao pensamento pronto e acabado. Essas ações do intelecto nos remete ao que Bachelard (1938) denomina de mudança de cultura experimental, que pode ser praticada pelo que denomina de retirar o abstrato do concreto, isto é, construir o raciocínio a explicação dos conhecimentos aprendidos no decorrer de uma atividade prática experimental.

3. Permita liberdade intelectual ao aluno para construir seus próprios itinerários experimentais

Um dos critérios de desenvolvimento da referida SEI em análise é organizar os estudantes em grupos para que coletivamente manipulem os objetos disponibilizados para prática experimental. A partir dessa organização, Lopes (2017) estabelece mais dois critérios que são: "acompanhar a realização das experiências de perto, circulando entre os grupos e ouvir atentamente e mediar a manifestação e emissão de opiniões, o levantamento de hipóteses, permitindo aos alunos argumentá-las, refutá-las e, posteriormente verificarem a constatação ou não das mesmas."

"Acompanhar" a realização das experiências, circular por entre os grupos, ouvir e mediar as opiniões dos estudantes são palavras que designam a figura de um professor aberto às proposições dos estudantes. Essas expressões remetem ao que Carvalho (2018) designa de liberdade intelectual dos estudantes, cujo conceito se relaciona à autonomia dos alunos para, diante uma atividade experimental ou não experimental, pensar, explorar e vivenciar diversas abordagens e perspectivas de um problema a ser resolvido.

Ao estabelecer essa figura docente, a SEI em questão convida os estudantes a fazerem uso da sua liberdade intelectual para investigar o problema, a partir da construção dos seus próprios itinerários experimentais, o que significa refletir sobre o desafio a ser resolvido e traçar um plano de ação próprio a ser testado, construído e referendado pelos pares.

Ao permitir que os estudantes decidam o que fazer para investigar o problema, a SEI em questão promove o engajamento e motivação, o que aumenta as possibilidades de liberdade intelectual dos estudantes para promover o que Bachelard (1938) denomina de variar as variáveis envolvidas na investigação, construindo um processo investigativo aberto e dinâmico .

4. Conceba o erro como parte do processo de aprendizagem

Ao permitir liberdade intelectual para desenvolver seus próprios planos experimentais, A SEI "Investigando o fenômeno Magnetismo" de Lopes (2017) abre espaço para que os estudantes

incorram em erros. Sobre essas construções, Bachelard (1938) destaca que o conhecimento não parte de uma verdade primeira como defendia o filósofo Descartes. Ao contrário da perspectiva cartesiana, a construção do conhecimento começa sempre através de um diálogo, pela troca de argumentos, pela negação e retificação do conhecimento anterior para conseguinte atingir novos conhecimentos.

Para retificar os conhecimentos anteriores, negá-los é preciso apreciar, analisar, questionar e aprender com os erros. Para Bachelard (1938) por meio da suplantação do erro, o sujeito se forma, enquanto se reforma, se permite a construção de um novo conhecimento. Alinhando-se aos pressupostos de Bachelard (1938), o erro também é considerado como parte do processo de aprendizagem no ensino de Ciências por investigação.

Sobre essa questão, Carvalho *et al.* (2011, S. p. 03) destaca que “[...] o erro quando trabalhado e superado pelo próprio aluno, ensina mais que muitas aulas expositivas, quando o aluno segue o raciocínio do professor e não o seu”. E nesse ponto, a SEI aqui em questão, ao apresentar o problema aos estudantes e lhes permitir tempo e espaço para que manipulemos objetos experimentais de modo a testar as próprias ideias, acaba por situar o erro como elemento bem-vindo, visto que é inerente ao processo construtivo do saber.

5. Desperte o espírito investigativo por meio das práticas científicas e epistêmicas da Ciência

Bachelard (2005) designa a ideia de escola permanente como lócus da ciência ideal. Para o epistemólogo, a escola permanente se contrapõe aos modelos escolares, em que os estudantes são meros receptores de informações, o que muito se aproxima da formação denominada por Bachelard de “cabeça fechada”. Para o epistemólogo, a cabeça fechada é um produto da escola tradicional, que prefere aquilo que confirma os seus saberes (as respostas prontas) à aquilo que o contradiz (as perguntas).

Nessa linha de pensamento, Bachelard (1938) assinala que os sujeitos tendem a considerar como coeso, certo e confiável os conhecimentos que costumam utilizar com mais frequência, sendo essa ação um fator de inércia para evolução do espírito científico, que precisa se desfazer da adesão apaixonada a dogmas, a opinião colocada acima da crítica. Nesses termos, ao analisar a SEI " Investigando o fenômeno Magnetismo", uma das coisas que nos salta aos olhos é justamente a mudança de uma metodologia baseada na cultura das respostas para uma metodologia em que os estudantes, imersos em um problema a ser resolvido com protagonismo, parafraseando Bachelard (1938), se transformam, rejuvenescem frente à Ciência para contradizer suas ideias prévias, que amordaçam a construção de um novo saber.

Para que os estudantes sempre se apresentem jovens à Ciência, o que em Bachelard (1938) significa, diante do conhecimento não agir ingenuamente, sem um exercício de destruição das ideias inconsistentes, frágeis e não questionadas, pensamos ser singular propor os conteúdos por meio das práticas científicas e epistêmicas da Ciência. Para Sasseron (2021),

as práticas científicas são aquelas mais relacionadas à resolução do problema, a exemplo de levantamento e teste de hipóteses; elaboração de argumentos e explicações, por sua vez, as práticas epistêmicas são aquelas que dão vazão à construção de raciocínios relacionados à compreensão do como o problema foi resolvido, à exemplo de: elaboração de argumentos e explicações, comunicação, avaliação e legitimação das ideias propostas.

6. Incentive a discussão/ debate de ideias

O pensamento de Bachelard (2020) condiz com uma filosofia pluralista, em que não se deve analisar um objeto a partir de uma única doutrina, ou seja, somente por uma abordagem idealista, racionalista, realista ou positivista é preciso ter diversos mirantes de análises. A ciência moderna não se deixa enquadrar por uma única filosofia, ela se pauta de várias filosofias coordenadas.

Nesse sentido, fica claro que uma única filosofia não dá conta de explicar um fenômeno, se faz necessário o reagrupamento delas para se alcançar uma visão mais completa. Portanto, em Bachelard (2020) compreende-se a defesa de um pluralismo filosófico para que se possa dar conta da diversidade que o objeto apresenta. Essa compreensão, somada a defesa de desconstrução das certezas, das ideias ingênuas e simplistas por meio do exercício do questionamento e da crítica, deixa transparecer o papel especial da discussão de ideias nos postulados de Bachelard (2020).

Sendo assim, a discussão de ideias é uma premissa estampada na SEI "investigando o fenômeno Magnetismo", pois critérios como " [...] "oportunar trabalhos em grupos visando o desenvolvimento da coletividade, do diálogo, da interação e da formulação de hipóteses de forma que confrontem as explicações individuais e coletivas sobre o tema (LOPES, 2017, p.03) nos leva, em grande medida, a contextualizar os aspectos metodológicos da SEI à filosofia do não de Bachelard, que, de um modo geral, rejeita a absoluta certeza já consolidada e propõe a reorganização, a ruptura e a construção de ideias por meio do questionamento e do uso dialético da crítica.

7. Faça bons problemas, os que evitem a promoção de obstáculos epistemológicos

Muitas vezes, na intenção de facilitar o processo de aprendizagem, o professor faz uso de metáforas para explicar conceitos. Ainda que essa ação seja prestimosa no âmbito didático, ao fazê-la é interessante ter clara a seguinte ideia de Bachelard (1938): as analogias, a depender da maneira em que são abordadas, ao invés de facilitar, podem funcionar como empecilhos à aprendizagem.

Para Bachelard (1938) esse empecilho é denominado de obstáculo verbal, presente em situações em que uma única palavra prejudica a razão/explicação . Essa situação ocorre, porque a palavra, em sua forma análoga, no objetivo de simplificar, desfoca a compreensão abstrata e se constitui em toda a explicação do fenômeno, o que é bastante limitante .

Sendo a linguagem elemento que pode enterrar a compreensão e ocasionar obstáculos epistemológicos, destacamos a importância de no ensino de Ciências por investigação elaborar

bons problemas. Aqui, falamos de bons problemas, mais relacionado à ideia de propor questões que sejam de fato estimulantes, intrigantes e convidativos e que especialmente prezem por palavras que tenham o papel de facilitar à aprendizagem sem esbarrar em palavras que, de tão imersas no concreto do mundo sensível, sejam elucidativas do próprio fenômeno e se constituam em sua própria explicação.

Dito isso, destacamos que de acordo com a perspectiva de Gaston Bachelard (1938), é possível identificar no problema "Em quais materiais o ímã pode exercer o poder de atração?" (LOPES, 2017) a presença de um possível obstáculo verbal. No caso em tela, o problema sobre os materiais nos quais um ímã pode exercer o "poder de atração", o obstáculo verbal se encontra no uso da palavra "poder". Esse vocábulo por estar carregado das marcas do mundo sensível tem por possibilitado a expressão do fenômeno sem uma devida explicação. Por isso, as perguntas que poderiam surgir da questão proposta para investigação são desconsideradas em nome de uma generalização vaga.

A partir de Gaston Bachelard (1938) também é possível verificar no termo "poder" um outro entrave à aprendizagem, denominado de obstáculo animista. Nesse tipo de obstáculo há uma supervalorização ao sentido dos elementos vivos/humanizados contidos na palavra, o que leva ao surgimento de compreensões dessoantes dos valores inerentes à explicação científica. Sendo assim, no problema "Em quais materiais o ímã pode exercer o poder de atração?" (LOPES, 2017) a palavra "poder" pode funcionar como um obstáculo à aprendizagem, pois na comparação do ímã a essa forte adjetivação humana, o sujeito ao invés de focar na ideia de força magnética pode fixar a atenção na ideia personificada do ímã como algo com super poderes.

Nesse caso, os verdadeiros valores contido no conceito de atração magnética se perdem em meio à metáforas mal colocadas.

Resumindo as orientações aqui feitas!



7 ORIENTAÇÕES PARA ELABORAR AULAS DE CIÊNCIAS
ALINHADAS AO PENSAMENTO DE GASTON BACHELARD A
PARTIR DO ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO

1

TRANSFORME CONTEÚDOS DE CIÊNCIAS EM PROBLEMAS

PROMOVA PRÁTICAS EXPERIMENTAIS QUE VÃO ALÉM DO OBSERVAR FENÔMENOS E MANIPULAR OBJETOS

2

3

PERMITA LIBERDADE INTELLECTUAL AO ALUNO PARA CONSTRUI SEUS PRÓPRIOS ITINERÁRIOS EXPERIMENTAIS

CONCEBA O ERRO COMO PARTE DO PROCESSO DE APRENDIZAGEM

4

5

DESPERTE O ESPÍRITO INVESTIGATIVO POR MEIO DAS PRÁTICAS CIENTÍFICAS E EPISTÉMICAS DA CIÊNCIA

INCENTIVE A DISCUSSÃO/ DEBATE DE IDEIAS

6

7

FAÇA BONS PROBLEMAS, OS QUE EVITEM A PROMOÇÃO DE OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS

Referências bibliográficas

BACHELARD, Gaston. **Formação do espírito científico**: Contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Rio de Janeiro: Contraponto, 1938.

BACHELARD, G. **A dialética da duração**. 2. ed. São Paulo: Ática, 1994.

BACHELARD, G. **O Novo Espírito Científico**. Rio de Janeiro: Edições 70, 2020.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de *et al.* **Ciências no Ensino Fundamental**: O Conhecimento Físico. São Paulo: Scipione, 1998.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (org.). **Ensino de Ciências Unindo a Pesquisa e a Prática**. São Paulo: Pioneira Thomson, 2013

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. **Ensino de Ciências por investigação**: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CARVALHO, Anna Maria pessoa de. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista brasileira de pesquisa em educação e Ciências**, Belo Horizonte, v. 18, n.03, p.765-794, dez. 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4852>. Acesso em: 9 out. 2019.

LOPES, Elian Silva. **Investigando o fenômeno magnetismo com alunos do 4º ano do ensino fundamental na perspectiva da alfabetização científica**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática na área de ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Alagoas, Alagoas, 2017. Disponível em: <https://www.repositorio.ufal.br/.pdf> Acesso em: 30/06/2020.

SASSERON, Lúcia Helena. Práticas constituintes de investigação planejada por estudantes em aula de Ciências: Análise de uma situação. **Ensaio**, Belo Horizonte, v. 23, p. 1-18, jan. 2021. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1983-21172021000100301&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 19 abr. 2021