



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA E CIENTÍFICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICAS
MESTRADO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICAS

JEFFERSON RODRIGUES PEREIRA

**A Física nos Anos Iniciais: Obstáculos Verbais em Livros Didáticos em
uma perspectiva Bachelardiana**

**BELÉM-PA
2017**

JEFFERSON RODRIGUES PEREIRA

**A Física nos Anos Iniciais: Obstáculos Verbais em Livros Didáticos em
uma Perspectiva Bachelardiana**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas do Instituto de Educação Matemática e Científica, da Universidade Federal do Pará, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Educação em Ciências e Matemáticas.

Área de concentração: Educação em Ciências.

Orientador: Dr. Eduardo Paiva de Pontes Vieira

BELÉM-PA
2017

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP) –
Biblioteca do IEMCI, UFPA**

Pereira, Jefferson Rodrigues. 1985-

A física nos anos iniciais: obstáculos verbais em livros didáticos em uma perspectiva bachelardiana / Jefferson Rodrigues Pereira, orientador Prof. Dr. Eduardo de Paiva Pontes Vieira – 2017.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Educação Matemática e Científica, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas, Belém, 2017.

1. Física – Estudo e ensino. 2. Energia. 3. Livros didáticos. 4. Bachelard, Gaston, 1884-1962. I. Vieira, Eduardo de Paiva Pontes, orient. II. Título.

CDD - 22. ed. 530

JEFFERSON RODRIGUES PEREIRA

**A Física nos Anos Iniciais: Obstáculos Verbais em Livros Didáticos em
uma perspectiva Bachelardiana**

Autor: Jefferson Rodrigues Pereira
Orientador: Prof.º Eduardo de Paiva Pontes Vieira

Data de aprovação: 08 de junho de 2017

Banca Examinadora

Prof.º Dr. Eduardo Paiva de Pontes Vieira
Presidente da Banca (PPGECM/UFPA)

Prof.º Dr. Wilton Rabelo Pessoa
Membro Externo (PPGDOC/UFPA)

Prof.º Dr. José Jeronimo de Alencar Alves
Membro Interno (PPGECM/UFPA)

Prof.º Dr. Jonatas Barros e Barros
Membro Externo (FEMCI/UFPA)

**BELÉM-PA
2017**

Aos os meus pais.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, a confiança Nele sempre me fizeram alcançar objetivos e realizar sonhos.

À toda a minha família, em especial a minha mãe Edna de Nazaré Sales Rodrigues e meu pai José Maria Gonçalves Pereira que sempre incentivaram acreditar no valor da educação.

Ao professor Eduardo Paiva de Pontes Vieira, que mostrou ser mais que um orientador, sua amizade e inferências foram fundamentais a construção desta pesquisa.

Aos professores Jonatas Barros e Barros, José Jeronimo de Alencar Alves e Wilton Rabelo Pessoa pelas contribuições para melhoria deste trabalho.

Ao Grupo de Estudo em História e Filosofia da Ciência (GHFC) pelos momentos de discussões que certamente foram enriquecedores e influenciaram a escrita deste trabalho.

Aos professores e colegas do PPGECM, especialmente a Nely Soares e Raimundo Nascimento que se tornaram amigos.

Ao amigo Alcemir Sarges pelo acolhimento em Belém, sua ajuda foi imprescindível para este momento.

À Secretaria Municipal de Educação do município de Breves (PA) pelo apoio para cursar o mestrado.

A todas as pessoas que fazem parte da minha vida!

“É essa ciência para filósofos que ainda ensinamos a nossos filhos. É a ciência experimental dos decretos ministeriais: pese, meça, conte; desconfie do abstrato, da regra; dirija a mente dos jovens para o concreto, para o fato. Ver para compreender é o ideal dessa estranha pedagogia.”

Bachelard

RESUMO

Os obstáculos epistemológicos elencados por Gaston Bachelard configuram-se como entraves ao conhecimento científico sendo necessário à superação de tais obstáculos para a formação do espírito científico. Sendo assim, esta pesquisa objetiva analisar conceitos de energia em livros didáticos dos anos iniciais do ensino fundamental através da idealização de obstáculo verbal na perspectiva bachelardiana. Para isto, utilizamos elementos da análise de conteúdo, dirigida ao material empírico constituído por livros didáticos de ciências produzidos para os anos iniciais. As questões analíticas se detêm ao livro didático por ser este um importante instrumento pedagógico, pertencente ao cotidiano da sala de aula, e que pode em certa medida ser considerado um produto histórico; assim, produzindo idealizações e significados. Nesta perspectiva, os livros didáticos apresentam situações nas quais palavras e a maneira como são colocadas propiciam o surgimento de obstáculos epistemológicos verbais. Dentre os vários assuntos que os livros didáticos abordam, as discussões relacionadas a energia mostram-se entre as mais significativas ao ensino de ciências, sobretudo, por seu caráter unificador. A tendência em fazer uso do termo energia em diferentes áreas torna difícil distinguir a "energia do cotidiano" e o "conceito científico de energia", pois a conceituação científica é tratada após a utilização da palavra, por isto, não surpreende que o conceito científico de energia seja tão complexo. Desta forma, a dificuldade quanto ao que é energia sustenta o caráter de obstáculo verbal que o termo expressa, especificamente, com razões justificadas nas análises dos livros didáticos que demonstram palavras ou esquemas que remetem energia ao *trabalho, consumo, geração, transporte*, o que substancializa ou materializa a energia e que podem ser consideradas como idealizações do obstáculo epistemológico verbal.

Palavras– chaves: Gaston Bachelard, Energia, Livros didáticos, Obstáculo epistemológico verbal.

ABSTRACT

The epistemological obstacles listed by Gaston Bachelard are configured as obstacles to scientific knowledge and are necessary to overcome such obstacles to the formation of the scientific spirit. Thus, this research aims to analyze energy concepts in textbooks from the early years of elementary school through the idealization of verbal obstacle in the perceptual bachelardiana. For this, we use elements of the content analysis, directed to the empirical material constituted by didactic books of sciences produced for the initial years. The analytical questions are confined to the didactic book because this is an important pedagogical instrument, pertaining to the daily life of the classroom, that can to some extent be considered a historical product; Thus producing idealizations and meanings. In this perspective, didactic books present situations in which words and the manner in which they are posed allow for the emergence of verbal epistemological obstacles. Among the various subjects that the textbooks discuss, the discussions related to energy are among the most significant to science education, mainly because of its unifying character. The tendency to use the term energy in different areas makes it difficult to distinguish "everyday energy" and "scientific concept of energy" because scientific conceptualization is treated after the use of the word, so it is not surprising that the scientific concept is so complex. In this way, the difficulty with what is energy sustains the verbal obstacle that the term expresses, specifically, with justified reasons in the analysis of textbooks that demonstrate words or schemes that send energy to work, consumption, generation, transportation, which Substantializes or materializes energy and can be considered as idealizations of the verbal epistemological obstacle.

Keywords: Gaston Bachelard, Energy, Textbooks, Verbal epistemological obstacle.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Explicação dos alunos sobre o experimento.....	15
Figura 2 - Representação animista do átomo.....	28
Figura 3- Modelo atômico de Thompson	29
Figura 4 -Temas de artigos Qualis A no em ensino de física nas series iniciais.....	30
Figura 5 - Livros selecionados	33
Figura 6 - Nescou energia que dá gosto.....	35
Figura 7 - Concepções de energia apresentadas nos livros didáticos analisados.....	37
Figura 8 - O que é energia?.....	46
Figura 9 - Energia vista como um produto que é consumido.....	48
Figura 10 - Fatura de energia elétrica.....	48
Figura 11 - Geração de energia.....	49
Figura 12 - Geração e transporte de energia.....	50
Figura 13 - Transporte de energia.....	50
Figura 14 - Tentando acender uma lâmpada de LED com limões.....	51
Figura 15 - Energia como um depósito.....	52

SUMÁRIO

INQUIETAÇÕES INICIAIS	12
1. PENSAMENTOS BACHELARDIANO (diurno e noturno, descontinuidades e rupturas, obstáculo epistemológico verbal).....	17
2 . PROBLEMAS NO ENSINO DE FÍSICA	25
2.1 - Temos problemas na Formação de Professores de Física.. ..	25
2.2 - Temos obstáculos epistemológicos nos livros didáticos.....	26
3 - PERCUSOS METODOLOGICO	33
3.1- O que pesquisar no ensino da física.....	33
3.2 - Iniciando a conversa sobre o tema pesquisado.....	35
4. ENERGIA E OBSTÁCULO VERBAL NOS LIVROS DIDÁTICOS	38
4.1-A energia e seu percurso histórico.....	38
4.2- O que os livros didáticos dizem ser energia.....	41
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	58
REFERÊNCIAS	60

INQUIETAÇÕES INICIAIS

Em 2009 iniciei minha trajetória profissional na educação, haviam se passado mais de 8 anos desde que deixei a escola onde cursei os primeiros anos do Ensino Fundamental e agora voltava como professor, tinha terminado o curso de Ensino Normal¹ e a vontade de realizar um trabalho diferente em sala de aula era enorme, algo comum, entusiasmo de um professor em sua primeira turma. Aspirando essas ideias, tentava ser um bom professor, foi um período de frustração, desencanto e conflito, os pensamentos teóricos assimilados na formação figuravam-se agora como *utopia*, com apenas um ano na sala de aula pensei em deixar a educação de 1º ao 5º ano do ensino fundamental e fazer outra coisa.

Precisava de um estímulo para continuar nesta profissão. No final de 2009 o ingresso na Licenciatura em Ciências Naturais foi o ânimo necessário. Ser professor dos anos iniciais e ao mesmo tempo cursar a licenciatura em ciências naturais, foram responsáveis pela minha permanência como docente e pelo objeto que passei a explorar. Comecei a focar minhas observações no ensino de ciências, e deste movimento inicial, concomitante aos estágios supervisionados, surgiu o interesse em pesquisar o ensino de física, que passou a povoar meus pensamentos, pois percebi que os alunos consideravam os conteúdos dessa disciplina chatos e desinteressantes, ao tempo em que eu os considerava instigantes...por vezes fascinantes.

Ao conversar com alguns alunos do 8º e 9º ano da educação básica, as impressões sobre a física manifestadas me deixavam ainda mais inquieto, eles a visualizavam como: *“Algo de outro mundo”* e associavam o seu entendimento *“a um grau elevado de inteligência”*. Um aluno me disse que *“Só os gênios entendem física, a história demonstra isso”*², ele estava se referindo aos “ícones” da ciência, como Galileu Galilei, Isaac Newton e Albert Einstein... estariam os alunos corretos? Essas afirmações me causavam/ causam certo desconforto, sempre resisti a ideia de que a “Física” era um lugar especial, um reduto para a genialidade.

Durante os estágios supervisionados observei que mesmo os alunos que demonstravam interesse pela física possuíam dificuldade em compreender os assuntos, e acabavam se tornando uma “caixa” de depósitos de conteúdos e memorizações. Colombari e Melo (2006) defendem a ideia de que, quando o aluno “aprende” através da memorização ele será capaz de repetir ou utilizar apenas mecanicamente o que aprendeu sem entender, em

¹ Habilitação para o magistério na educação infantil e 1º ao 5º ano do ensino fundamental.

² Lembranças de uma conversa informal.

absoluto, o que está dizendo ou que está fazendo, ou seja, eles reproduzirão conteúdos, mas não lhes atribuirão quaisquer significados.

Notei que haviam barreiras, ou ao menos, passei a acreditar na existência destas barreiras que impediam os alunos de compreender a física. Os estudantes decoravam fórmulas e conceitos apenas para transcrevê-los em provas e testes, mas não conheciam e nem se questionavam sobre o que tinham memorizado.

Entre o período em que ministrava aulas e o curso de graduação, passei a fazer reflexões constantes. Estas ponderações levaram-me a visualizar possibilidades do ensino de física nos anos iniciais do ensino fundamental. Percebi que nesta etapa da educação básica prioriza-se a alfabetização, sendo os conteúdos de ciências geralmente trabalhados uma vez por semana. Os relacionados a física são vistos superficialmente e conseqüentemente, deixados em segundo plano, além disso, há uma ideia de que esses tópicos serão efetivados do 6º ao 9º ano do ensino fundamental, pois nestes anos os alunos teriam um professor com formação específica em ciências para ministrar esses temas.

Um questionamento que me fazia neste período era o de entender - *por quais razões adiávamos até o início do fundamental maior ou o ensino médio o contato com alguns conteúdos associados à física?* o que invariavelmente me conduzia para outras questões - *a demora de se trabalhar com a física seria um dos motivos da rejeição dos alunos pela disciplina?* - *porque considerar a física menos importante nos primeiros anos da educação básica?* ...Com essas indagações iniciei pesquisas relacionadas ao ensino de física nos anos iniciais, posto que, autores como Filho (2011) referem ser necessária:

[...] uma reversão de pressupostos, isto é, os alunos têm claramente a pressuposição equivocada de que o estudo da Física é difícil demais; é o estigma de um verdadeiro “*bicho-papão*” que deve ser desconstruído. (FILHO, 2011, p.10).

Propor que se pense em discutir física nos anos iniciais é algo que pode parecer “estranho”. Seria realmente possível trabalhar conceitos físicos no início do ensino fundamental? Passei boa parte da graduação lendo sobre este assunto, um dos destaques mais diretos a serem evidenciados pode ser observado em Schroeder (2005), para qual:

Ensinar Física desde as séries iniciais do Ensino Fundamental é, acima de tudo, ensinar as crianças a refletir, a ousar e propor suas próprias ideias e a comunicar-se de maneira honesta e clara. Incluí-la no currículo das séries iniciais representa oferecer um meio eficiente para que as crianças não somente possam ter notas melhores no Ensino Médio, mas também

desenvolver uma atitude construtiva com relação a seu aprendizado, reconhecendo-o como um processo que envolve esforço e participação ativa. (SCHROEDER, 2005, p. 01).

Convém destacar que em pesquisa realizada por Rodrigues e Teixeira (2011) sobre o ensino de física nos anos iniciais de uma escola de Recife-PE, se obtiveram os seguintes resultados:

[...] mais da metade dos docentes (57,93%) respondeu que não gostam de física, contra 39,31% que afirmaram gostar e 2,76% que se abstiveram de responder. (RODRIGUES e TEIXEIRA, 2011, p. 10).

Além do desinteresse dos alunos, física não parece algo que suscita maiores apreços nos professores pesquisados – seria este outro problema enfrentado por esta disciplina? Os motivos que desestimulam os professores são vários, mas pesquisas demonstram que a formação é uma das principais. Geralmente os professores dos primeiros anos do ensino fundamental tem sua formação em ensino médio (magistério) ou em pedagogia e apresentam dificuldades em trabalhar com determinados assuntos relacionados a física. (ZIMMERMANN e EVANGELISTA, 2005).

Em vistas dessas questões entendo que este ciclo da educação básica possibilita a quebra de estruturas não condizentes ao que é preconizado pela comunidade científica, modificando estes pensamentos de que a “Física” é indecifrável ou compreendida por poucos. E, assim como Rosa et al (2007) entendo que a criança é curiosa, deseja testar, investigar, experimentar e propor soluções, sendo papel da escola e do professor incentivar e usufruir destas características. Avante para o ensino de física nos anos iniciais, contudo, isso pode ser ainda mais difícil do que se imagina...

Na tentativa de vencer essa barreira e baseado em leituras introduzi na escola onde trabalhava o uso de experimentos, mas antecipo que não tive muito sucesso. Os alunos acabavam encarando a experimentação como uma brincadeira, em sentido “alegórico”... eles se interessavam pelo experimento, mas não buscavam entender os conceitos físicos que ocorriam, queriam ver o “pequeno espetáculo”. Onde estaria o erro? Seria minha metodologia? As experiências?

Sendo assim, apresento um recorte das experiências realizadas com alunos do 5º ano do ensino fundamental. Conhecido como “foguetete de água” este experimento buscava trabalhar noções de conceitos físicos como a ação e reação. Vale destacar que os

experimentos eram feitos a partir de materiais alternativos, já que a maioria das escolas no Brasil não possuem laboratórios de ciências. Basicamente o experimento constituía-se em criar um protótipo de foguete utilizando materiais como: garrafas pet, mangueira; pratinhos de isopor e bomba de encher pneu de bicicleta. Nas aulas que antecederam a realização do experimento eram trabalhados os conceitos científicos que seriam demonstrados na experimentação. Objetivava com isso que os alunos no fim da atividade reproduzissem desenhos trazendo explicações.

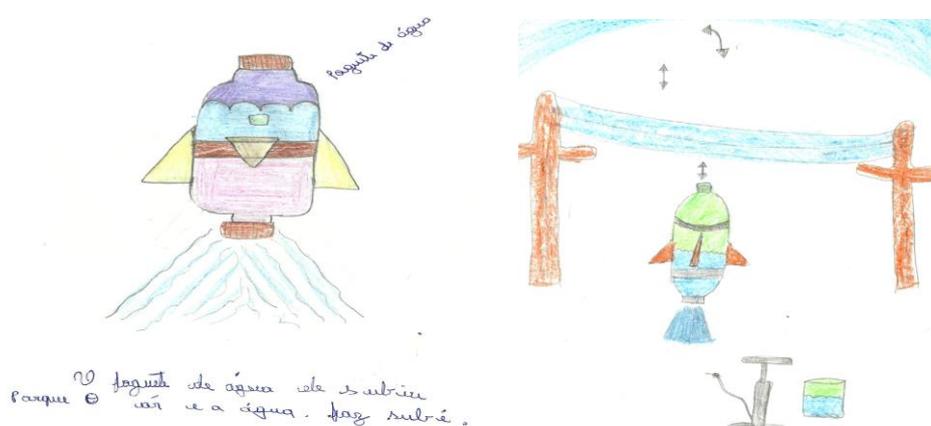


Figura 1 - Explicação dos alunos sobre o experimento
Fonte: Autor

A necessidade de aprimorar-me profissionalmente em aspectos relacionados à docência, às oportunidades de trabalho e sobretudo na busca de novos olhares que pudessem trazer respostas para as minhas questões fizera-me ingressar no mestrado. Em minhas conversas iniciais com colegas e professores obtive informações sobre a obra de Gaston Bachelard³, especificamente e em primeiro momento com o livro “A Formação do Espírito Científico”, escrito em 1938 no qual se discute o que Bachelard denominou de obstáculos epistemológicos⁴. A influência da epistemologia Bachelardiana mostrou-me uma nova ótica ao ensino de física e passou então a direcionar a pesquisa que proponho fazer.

Entre os obstáculos epistemológicos elencados por Gaston Bachelard, um especial será o foco desta pesquisa, o obstáculo epistemológico verbal, que juntamente com

³ Nasceu em 1884 em Bar-sur-Aube na França e morreu em 1962 em Paris. Membro da academia de ciências morais e políticas da França, recebeu o Prêmio Nacional de Letras. Era Professor de matemática, química e física, filósofo das ciências e poeta que trouxe valiosas contribuições no campo da epistemologia.

⁴ Os obstáculos epistemológicos são impedimentos que resistem ao conhecimento científico, encontram-se no íntimo do próprio ato de conhecer.

princípios da Análise de Conteúdo⁵ o qual tive contado no decorrer do mestrado conduziu minhas opções na exploração do material (livro didático).

Desta forma, as inquietações, reflexões e percursos traçados até aqui, são responsáveis por conceberem este trabalho, que tem como objetivo: *Analisar o conceito de energia em livros didáticos dos anos iniciais do ensino fundamental a partir da perspectiva de Bachelard, buscando a teorização do obstáculo verbal.*

Esta dissertação estruturalmente está organizada em quatro capítulos. No primeiro capítulo denominado de **Pensamento bachelardiano** trago as ideias de *diurno e noturno, descontinuidades e rupturas, obstáculo epistemológico verbal*; que são importantes pontos da filosofia de Gaston Bachelard. No segundo capítulo intitulado **Problemas no ensino de física** abordo as evasões que os cursos de física apresentam, assim como os obstáculos epistemológicos que alguns livros didáticos trazem. No terceiro capítulo **Percursos metodológicos**, estabeleço a escolha do objeto de pesquisa e os procedimentos metodológicos. No quarto capítulo chamado de **Energia e obstáculo verbal nos livros didáticos**, apresento uma breve história sobre o conceito energia e os resultados das análises feitas nos livros.

⁵ Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos, sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens. (Bardin, 1977).

1. PENSAMENTOS BACHELARDIANO (diurno e noturno, descontinuidades e rupturas, obstáculo epistemológico verbal)

Quando comecei a ler Bachelard me vi envolto em mundos distintos; mundos que causam confusão ao primeiro contato com sua obra. Como pode ser possível ter faces tão diferentes em uma única pessoa? Bachelard "[...] vai de um racionalismo científico ortodoxo a um estado de devaneio absoluto" (FARIA, 1980, p. 124). Essa dicotomia do pensamento Bachelardiano passaram a fazer frente aos pensamentos de um único homem, que se apegava a uma forma de pensar e faz dela toda sua verdade.

Gaston Bachelard demonstrou ser um filósofo que vivia em um período denominado “*diurno*” onde escreve suas obras epistemológicas e o “*noturno*” no qual dedicava-se aos textos poéticos. Impossível não pensar que o dia e a noite nunca poderão encontra-se, são opostos, seria então o Bachelard diurno um pensador e o noturno outro?

A busca em tentar compreender este questionamento, revelou ser a racionalidade científica do discurso diurno de Bachelard uma ideia de libertação do pensamento, do homem que anda pela luz. Freitas (2006) utiliza o mito de Apolo e Prometeu para demarcar esse pensamento, ao fazer a analogia entre esses personagens temos que Apolo como o deus da luz, representará a “*claridade, dia*”, e Prometeu personagem que na mitologia grega rouba o fogo para dar aos mortais, como um tipo de “*salvador*”. Esses dois personagens estão ligados a luz e ao fogo, elementos que permitem iluminar a escuridão e assim, metaforicamente, o propósito do pensamento diurno de Bachelard, que seria o de levar o pensamento a um caminho iluminado através da lucidez.

Ainda segundo este autor teremos a flecha com que Apolo matou a píton, assim como o bico da águia que se alimentava do fígado de Prometeu, que seria a escuridão presente em Prometeu, representados pela razão, psicanálise e abstração. Essas três vertentes seriam cruciais para o espírito científico, responsáveis pelo desprendimento de uma ciência feita de evoluções. Esse homem diurno deveria ser totalmente racionalista, livrar-se da escuridão que o cerca e limpar os obstáculos epistemológicos que impedem que se alcance o espírito científico. Por essa concepção Bachelard (1967) *apud* Freitas (2006) nós dirá:

Quero limitar-me ao homem em vigília, ao homem super acordado, ao homem que eu denominaria precisamente “o homem racionalista” [...]. Quando me ocupo das matemáticas o faço precisamente nas horas do meu dia, naquelas em que há o máximo de claridade, que seria creio, o caráter fundamental do homem racionalista. (BACHELARD, 1973, *apud* FREITAS, 2006).

Basicamente o pensamento diurno seria o suporte “certo” para se fazer uma pesquisa, ir contra as paixões, exorcizar a imaginação e todo obstáculo que atrapalhe a realização dos percursos de pesquisar. Mas, a ciência que Bachelard preconizava é feita de descontinuidades e rupturas e não diferente a isso, sua vida também conforme apontam Lima e Marinelli (2011) se desenrolará em *descontinuidades e rupturas*.

Necessário foi então adentrar neste mundo noturno de Bachelard. Freitas (2006) representa este período através de Dionísio, personagem da mitologia grega conhecido como deus do vinho, e toda a imaginação, euforia, devaneios que o vinho ocasiona, seria uma representatividade do homem noturno. Nas palavras de Faria (1980)

Gaston Bachelard começa o caminho de volta. Como um aprendiz de feiticeiro ele será envolvido aos poucos pelos encantos dessa faculdade que considerava até então como "intelectualmente perversa". Agora ele começa a orientar suas meditações no sentido da valorização da imaginação, mas numa direção inteiramente diferente daquela em que evoluía seu pensamento racional: a do sonho e do mundo noturno. (FARIA, 1980, p.125)

Estes dois lados de um mesmo pensador certamente causam questionamentos quanto a credibilidade e coerência da sua obra. De acordo com Bulcão (2003) ao ser indagado sobre estas questões Bachelard respondia:

Quando passei da prática e do ensino das ciências à filosofia, não me senti tão plenamente feliz quanto havia esperado. Procurei, em vão a razão da minha insatisfação até o dia em que, no ambiente familiar dos trabalhos práticos na Faculdade de Dijon, ouvi um estudante falar de meu universo pasteurizado. Isso foi uma iluminação para mim; era isso; nenhum homem poderia ser feliz num mundo esterilizado. Era preciso urgentemente que eu fizesse pulular e formigar nele os micróbios para lhe restabelecer a vida. Corri, então, para os poetas e ingressei na escola da imaginação. (BACHELARD apud BULCÃO, 2003, p.12).

Logicamente, me fiz a mesma pergunta. Porém, através de leituras percebi que os pesquisadores da filosofia bachelardiana não chegam a um consenso quanto a obra desse pensador, alguns alegam a existência de divergências entre o diurno e o noturno, havendo, portanto, “dois” Bachelard, um epistemólogo e outro poético, já outros apontam ser a obra coesa (BULCÃO, 2010).

Estas questões me levaram a enveredar em leituras mais profundas de Bachelard e discussões do pensamento bachelardiano. Para Bulcão (2003) a obra de Bachelard divide-se em flancos contrários, no entanto em determinados pontos completam-se. Neste mesmo

sentido, Lima e Marinelli (2011, p. 394) afirmam ser a filosofia bachelardiana de dupla polaridade em que se aceita “[...] o realismo e o idealismo, o empirismo e o racionalismo”, que ao invés de enfrentarem-se, se completam, demonstrando o dinamismo da ciência.

Tomando este ponto de vista passei a visualizar o homem como sendo o que Bachelard chama de o *homem das 24 horas*. Este homem não se resumiria há um *homem de 12 horas*, que se limita ao diurno ou o noturno, mas um ser que vive os dois. O diurno uma alusão a claridade que o dia traz, período em que se é guiado pela razão; e o noturno que estaria relacionado aos devaneios, imaginação e sonhos que a noite permite.

Nas palavras de Freitas (2006) esta dualidade representada pelo materialismo científico e o materialismo imaginário forja o homem das 24 horas que se completa a cada 12 horas, e esta dualidade admitida pelos pensamentos de Bachelard causa desconforto ao espírito apegado a uma única forma de ver a ciência.

A complexidade apresentada pelo homem das 24 horas de Bachelard me assustaram no início, mas a ideia me atraiu.... Em seu livro a poética do devaneio Bachelard (1996 p.52) diz: “Tarde demais conheci a tranquilidade de consciência no trabalho alternado das imagens e dos conceitos, duas tranquilidades de consciência que seriam a do pleno dia e a que aceita o lado noturno da alma”.

A ideia de diurno nas obras bachelardiana é apontada por Freitas (2006) como uma forma:

[...] de iluminar o inconsciente, de civilizá-lo, que a psicanálise, colocada como divisora de águas entre materialismo racional e o imaginário, explicará as metáforas da claridade no homem diurno, no homem superacordado, no homem em vigília de Bachelard. (FREITAS, 2006, p.108).

Bulcão (2003, p.13) ao descrever sobre o conceito de imaginação na perspectiva noturna, traz a explicação de que a imaginação na visão cartesiana se resumia a repetir, desta forma, a imaginação reproduzia o real, já a imaginação em Bachelard é uma imaginação criadora que resulta do devaneio, “[...] que se libertando dos sentidos, deixa de ser simplesmente memória”.

Tal concepção traz reflexões importantes quanto a discussão da unidade do pensamento de Gaston Bachelard, pois quando propõe ser necessário a superação dos obstáculos epistemológicos, a descontinuidade e ruptura que a ciência apresenta em sua obra diurna, não a desfaz na noturna, uma vez que a imaginação em Bachelard vai de encontro a ideia de verdade imutáveis, do real e continuidade, já que em sua obra *“Ensaio sobre o*

conhecimento aproximado” afirma não haver certezas absolutas, pois o que existe são apenas aproximações.

Assim, a obra de Bachelard perpassa pela racionalidade e imaginação, dois lados distintos que dialogam e se completam, na visão de Bulcão (2013, p.72) “razão e imaginação” são elementos vitais para o homem das 24 horas, essas direções do pensamento bachelardiano se ramificam em direções discrepantes, mas completam-se e harmonizam-se.

Ao escrever sobre os obstáculos epistemológicos e sobre um autor tão dinâmico como Bachelard, resolvi me apropriar desse homem noturno e diurno, que se reinventa através de rupturas, que vive a racionalidade que a ciência prega, mas que tem momentos de devaneios e que sonha. Freitas (2001) ao escrever sobre a poesia e imaginação em Bachelard, intitula de “*ronda noturna*”, o que acredito remeter aos passeios que o homem diurno faz através da imaginação. Ainda segundo Freitas (2001) Bachelard por meio do diurno e noturno:

[...] lança luzes no reconhecimento do mundo, o dia iluminando a noite e a noite dando sentido ao dia. Como se o perceber das diferenças nos conduziisse para constituir unidades e como se cada realidade se mostrasse complexa em suas contradições. Sobretudo, na alusão de uma dimensão onde imagens e sentidos dialogam. Uma nova alquimia, uma nova dialética, uma poesis. Ler Bachelard parece nos por em contato com nosso próprio ser e nesse ínterim e íntimo, nos sussurra a vontade de consciência: a olhar nosso próprio olhar, ou melhor ainda para o poder conscientemente construir esse olhar. (FREITAS, 2001).

Desta forma os escritos bachelardianos podem conduzir a pontos centrais da sua filosofia que será a descontinuidade e a ruptura da ciência, essenciais para o espírito científico. Creio estar o homem das 24 horas presente em toda forma de pensar e que seja necessário essa coexistência entre o diurno e noturno, pois a racionalidade indicada no período diurno em que procurava-se romper com um conhecimento fixo defendido pelo cartesianismo, será reforçado ao se enveredar por passeios noturnos, já que em sua obra o direito de sonhar Bachelard (1994 p.95) declara, “[...] que nada é fixo para aquele que alternadamente pensa e sonha”. Logo sonhar também é uma forma de desprender o espírito de certezas.

O pensamento epistemológico de Bachelard desenvolve-se no âmbito das transformações causadas pelos pensamentos do final do século XIX e início do século XX, fazendo com que a realidade passa-se a ser vista de uma forma diferente (LIMA e MARINELLI, 2011). Filho (2012) aponta a teoria da Relatividade de Albert Einstein como

sendo uma das principais teorias que impulsionam o pensamento de Bachelard, já que será a partir desta teoria se poderá admitir que não há um tempo universal, e neste termo, desenvolver a ideia de descontinuidade.

Barbosa (1995) afirma que Bachelard, ao olhar a o percurso histórico da Física, compreendeu “[...]que, entre os Paradigmas de Galileu, Newton e Einstein, não há passagem; são momentos descontínuos”. A descontinuidade em Bachelard está fortemente ligada as críticas que ele fez ao pensamento de Henri Bergson⁶. Desta forma Bachelard vai de encontro a Filosofia Bergsoniana “[...] que discute a existência de um tempo único através da ideia de duração, num sentido anti-einsteiniano” (FILHO, 2012, p. 57).

Logo, ideias como a de descontinuidades e rupturas no pensamento bachelardiano são formulados no campo da filosofia da ciência contrapondo-se ao pensamento filosófico linear da época. Sendo assim, acredito ser importante elencar os principais pontos da epistemologia de Bachelard conforme aponta Lima e Marinelli (2011):

[...] A ciência esteniana constitui profunda ruptura com a Física e Mecânica newtoniana, impondo-se como uma teoria, cujo os princípios são uma retificação dos princípios da física clássica... A razão é fundamentalmente descontínua, retificando-se em si mesma, a seus métodos e a seus próprios princípios, o que a torna dinâmica e inconstante... A descontinuidade entre o conhecimento científico e o conhecimento comum, pois a ciência não procede deste último, mas, ao contrário se constrói através da negação da experiência primeira...A razão tem uma história e essa história é uma demonstração de que sua trajetória é descontínua e plena de obstáculos... A descontinuidade e a ruptura com o saber anterior são a mola propulsora do progresso e do desenvolvimento da razão. (LIMA e MARINELLI, 2011, p. 397- 399).

Lopes (1993) acredita que a descontinuidade em Bachelard não permite a relação entre o conhecimento comum e o conhecimento científico, ou seja, não há linearidade entre esses conhecimentos, mas, descontinuidades e rupturas. Portanto:

A racionalidade do conhecimento científico não é um refinamento da racionalidade do senso comum, mas, ao contrário, rompe com seus princípios, exige uma nova razão que se constrói à medida em que são suplantados os obstáculos epistemológicos (LOPES, 1993, p. 325).

Nas palavras de Bachelard, é o não questionamento que gera os obstáculos epistemológicos, alertando para os perigos de que os obstáculos trazem ao dizer que:

⁶ Filósofo francês que defende concepções relacionadas ao positivismo, sua obra é marcada pelo conceito de duração, segundo o próprio filósofo sua obra só pode ser compreendida a partir da ideia que apresenta sobre duração.

É aí que mostraremos causas de estagnação e até de regressão, detectaremos causas de inércia às quais daremos o nome de obstáculos epistemológicos. (BACHELARD, 1996, p.17).

Os obstáculos epistemológicos não apenas ocasionam a estagnação da construção do conhecimento científico, mas, também podem colaborar para sua regressão. Para que aconteça a construção do conhecimento científico é necessária a transposição destes obstáculos. Bachelard classifica os obstáculos epistemológicos em: *Experiência Primeira, Conhecimento Geral, Conhecimento Unitário e Pragmático, Substancialista, Animismo e Verbal*.

Bachelard (1996) delinea vários obstáculos epistemológicos e acredito ser interessante destacar ainda que brevemente as idealizações de Bachelard sobre tais obstáculos, todavia, neste trabalho emprego como análise somente o obstáculo epistemológico **verbal**.

Desta forma, a *Experiência Primeira* segundo Bachelard (1996, p. 29) se constitui como sendo o primeiro obstáculo na formação do espírito científico, “[...]a experiência colocada antes e acima da crítica”. O *Conhecimento Geral* fundamenta-se nas generalizações e é apontado por Bachelard (1996, p. 69) como sendo um dos principais responsáveis pela estagnação do conhecimento científico, já que “[...] há de fato um perigoso prazer intelectual na generalização apressada e fácil”. Quanto ao *Conhecimento Unitário e Pragmático* teremos a ideia de um conhecimento que dificulta a formação do espírito científico, pois é feito de verdades e utilitarismos, de acordo com Bachelard (1996, p.117) este obstáculo epistemológico idealiza que “[...] o verdadeiro deve ser acompanhado do útil. O verdadeiro sem função é um verdadeiro mutilado”.

O obstáculo *Substancialista* segundo Bachelard (1996) está entre os mais difíceis de ser suplantado, pois utiliza uma filosofia simplista para trazer explicações pelo substancialismo. Bachelard (1996, p.128) exemplifica este obstáculo usando a Teoria de Boyle que caracterizava o fluido elétrico como algo viscoso, em que “[...] o corpo Elétrico lançava uma emanção viscosa que ia apanhando pequenos corpos pelo caminho e os trazia com ela, ao voltar ao corpo de onde tinha saído”. O *Animismo* vai ser caracterizado por Bachelard (1996, p.186) como atribuições de adjetivos próprios de seres vivos a objetos não vivos, sendo “[...] um verdadeiro fetichismo da vida, com cara de ciência...”

Sobre o *obstáculo epistemológico verbal* Bachelard (1996, p. 27) o descreve como sendo uma [...] falsa explicação obtida com a ajuda de uma palavra explicativa”. As

proposições bachelardianas trazem idealizações em que os obstáculos epistemológicos são situações em que:

[...] uma *única* imagem, ou até uma única palavra, constitui toda a explicação. Pretendemos assim caracterizar, como obstáculos ao pensamento científico, hábitos de natureza verbal. (BACHERLARD, 1996, p. 91).

É o que Bachelard (1996) considera, utilizar palavras que possuem inúmeros atributos para explicar determinados fenômenos. E, como nas ciências temos um campo marcado por representações, torna-se comum a utilização de substantivos que na tentativa de elucidar situações científicas, podem agir como obstáculo verbal. Já que é necessário simplificar, usar palavras para aproximar, facilitar a compreensão, tornar o abstrato concreto.

Bachelard (1996) alega que todos os obstáculos epistemológicos são polimorfos, logo o obstáculo verbal será marcado pelas diferentes formas que os significados das palavras apresentam.

Numa mesma época, sob uma mesma palavra, coexistem conceitos tão diferentes! O que engana é que a mesma palavra tanto designa quanto explica. A designação é a mesma; a explicação é diferente. Por exemplo, a palavra telefone corresponde a conceitos que são totalmente diferentes para o assinante, a telefonista, o engenheiro, o matemático preocupado com equações diferenciais da corrente telefônica. (BACHELARD, 1996, p. 22).

Através da palavra "esponja" Bachelard (1996) demonstra que se tentou explicar diversos fenômenos, pois a mesma remete a um termo cheio de adjetivos. Bachelard (1996) aponta que o uso da esponja para exemplificar esse número enorme de fenômenos “corresponde portanto a um *denkmittel* do empirismo ingênuo”, ou seja, um pensamento lento, necessitado de metáforas e analogias para compreender o conhecimento científico. O obstáculo epistemológico verbal terá a característica de materializar situações abstratas.

Fazendo críticas a estas questões, Bachelard (1996) enumera exemplos em que a utilização de uma simples palavra; "esponja", explica diferentes fenômenos:

Aí está a prova de um movimento pura e simplesmente linguístico que, ao associar a uma palavra concreta uma palavra abstrata, pensa ter feito avançar as ideias. Para ser *coerente*, uma teoria da *abstração* necessita afastar-se bastante das imagens primitivas. (BACHELARD, 1996, p.94).

A capacidade de absorção da esponja é utilizada para ilustrar as mais diferentes situações:

No caso, o ar e a água agem apenas como esponjas; porque um corpo, quando encosta em outro, só o resfria se absorver o fluido ígneo que este outro corpo desprende" (BACHELARD, 1996, p. 95).

As ideias bachelardianas de: *diurno e noturno, descontinuidades e rupturas, obstáculo epistemológico verbal*, são usadas no texto de forma a apresentar situações de abstrações, racionalismo, imaginação; o que formam o pensamento de Bachelard, uma vez que Freitas (2001) aponta que a obra de Bachelard busca por um tipo de *elo perdido*, levando-nos a locais em que ocorrem união entre: ciência e poesia, razão e sentimento, matéria e espírito.

2. PROBLEMAS NO ENSINO DE FÍSICA

2.1 Temos problemas na Formação de Professores de Física

A física figura entre os cursos de graduação com maiores índices de evasão, alguns autores alegam que o ensino de física se encontra em crise, nesta perspectiva, Mozena e Ostermann (2008) apontam ser consenso entre pesquisadores e professores da área o desinteresse em aprender ou ensinar física.

Na Universidade Federal do Rio de Janeiro dos 120 alunos que ingressam por ano no curso de Física, apenas 10% concluem (BARROSO e FALCÃO, 2004). No Campus de Catalão da Universidade Federal de Goiás, a turma de 2006, dos 50 alunos somente cinco se formaram no prazo e os outros 45 tentavam concluir ainda o curso (SILVA, et al. 2011). Estudos feitos por Arruda e Ueno (2003) trazem dados dos últimos 10 anos, do curso de bacharelado e licenciatura, sendo que de 436 alunos matriculados no curso de bacharelado em física na Universidade Estadual de Londrina, somente 61 se formaram e 67 continuam ativos e na graduação dos 319, apenas 22 se formaram e permaneciam 78 ativos.

De acordo com Silva, et al (2012), as desistências nos cursos de graduação em física precisam de uma solução, já que existe carência desses profissionais para que aconteça o desenvolvimento educacional em municípios periférico e na zona rural e não somente nas metrópoles. Esta “antipatia” pela física apresenta-se também na educação básica, espaço no qual, geralmente a física é “temida” pelos alunos. Em 2012 os resultados do PISA⁷ (Programa Internacional de Avaliação de Estudantes) que verifica o nível de habilidades dos estudantes em áreas como leitura, matemática e ciências, mostraram que de um total de 65 países que participaram da avaliação, o Brasil aparece longe das primeiras posições do ranking. Em Ciências ocupa a 59ª posição⁸. Em relação ao ensino de ciências, vale lembrar que a “física” é um de seus constituintes.

Filho (2011) afirma que, os estudantes do ensino médio em sua maioria não gostam e visualizam a física como um “bicho-papão”. Esse temor é quantificado em vestibulares, nos quais se constata notas baixas nas provas de física, o que reforça, portanto, o discurso corrente de que a disciplina física é uma das que mais preocupam os estudantes. A

⁷ O Programme for International Student Assessment (PISA) é uma iniciativa de avaliação comparada, aplicada a estudantes na faixa dos 15 anos. No Brasil, o Pisa é coordenado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). Disponível em: <http://www.portal.inep.gov.br/pisa-programa-internacional-de-avaliacao-de-alunos>. Acesso em: 12 de jul. de 2015.

⁸ Disponível em: www.ebc.com.br/educacao/2013/12/ranking-do-pisa-2012 - Acesso em: 10 de fev. de 2016.

Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) é recordista em número de zeros nas provas de física de seus vestibulares, em 2004 apresentou um percentual de 17,4% de candidatos que tiveram grau zero, em 2005 de 5,3% e em 2006 foi de 19,6%. (DUTRA e BARROSO, 2009).

Este cenário é preocupante, a concepção de que a física é um “monstro”, compreendida somente pelos gênios, me causa desconforto, não consigo visualizar a física como algo incompreensível. Tais situações nos levam a considerar a importância de vencer esses obstáculos que tornaram a física esse “vilão”, temido por alunos em todos os níveis de ensino. Os índices de reprovações e evasões abalizam essa ideia, já que na prática, os números comprovam que a disciplina não é a preferida dos estudantes.

2.2 Temos obstáculos epistemológicos nos livros didáticos

Os livros didáticos figuram no cenário brasileiro desde o século XIX, quando exemplares europeus foram utilizados no colégio Pedro II. Na obra intitulada “*Ciência, Educação e Livros Didáticos do Século XIX: Os compêndios das ciências naturais do Colégio de Pedro II*”, Lorenz (2010) aponta que em particular, o ensino de ciências possuía modelos curriculares, proposições pedagógicas e práticas didáticas provenientes da França. Logo, os livros didáticos neste período, principalmente os de ciências eram na maioria, compêndios franceses. A relação Estado/Livro, contudo, surge a partir de 1938 com a criação da Comissão Nacional do Livro Didático (CNLD) através do Decreto-Lei nº 1006 que instituiu termos para produção, utilização e importação do livro didático no Brasil (HÖFFLING 2000).

Os anos seguintes são marcados por adequações até que em 1985 é criado o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) que atualmente movimentava bilhões de reais sendo um dos principais programas do governo federal. Para o ano letivo de 2016 segundo fontes do FNDE foram gastos R\$ 1.135.255.882,00, o ensino fundamental de 1ª ao 5º ano utilizou R\$ 425.590.144,13, o ensino fundamental de 6ª ao 9ª ano representou um investimento de R\$ 280.607.019,37 e o ensino médio consumiu um total de verbas públicas no valor de R\$ 429.058.718,16.

Além de ser um produto histórico, percebi em minha prática docente⁹ que a falta de infraestrutura educacional do país acaba limitando os professores aos livros didáticos, assim,

⁹ - Ressalto em relação a minha prática docente, na perspectiva de se desenvolver em um município do interior do Brasil, especificamente na Região Norte/Ilha do Marajó. O município de Breves é um dos maiores municípios da região com uma população estimada segundo o IBGE em 2016 de 99.080 habitantes e que

os livros são assumidos como principal instrumento pedagógico do docente, nesta perspectiva, a análise dos conteúdos desses livros torna-se importante, pois, de acordo com Dominguni e Silva (2010) é necessário discutir os conteúdos e as relações com os obstáculos epistemológicos nos livros didáticos já que são um dos materiais que abrigam as informações que serão trabalhadas com as novas gerações.

Os materiais didáticos apresentam modelos, imagens, metáforas e analogias, que necessitam de reflexões sobre suas implicações. Mesmo sendo utilizadas com o intuito de simplificar o entendimento de alguns assuntos, essas estratégias podem se tornar prejudiciais à aprendizagem, já que substituem linhas de raciocínio por resultados e esquemas (GOMES e OLIVEIRA, 2007). Alguns trabalhos apresentam discussões e resultados que permitem afirmar que os obstáculos epistemológicos presentes nos livros didáticos impedem a construção do conhecimento científico, dentre estes, Lopes (1990), Dominguni e Silva (2010), Stadler et al (2012), ressalte-se que em outras áreas trabalhos similares podem ser mencionados como o realizado por Lins (1997) ao analisar livros de língua portuguesa, sinalizando para o perigo da infantilização de imagens como virgulas e pontos finais que eram representados como personagens falantes e desenhos com olhos, bocas, braços, etc. Designando esses abusos de imagens ironicamente provenientes de uma *Disneylândia Pedagógica*. (LINS, 1997 apud FREITAS, 2002).

Lopes (1990) analisou em livros didáticos de química obstáculos animistas, realistas, verbais e substancialistas. Tal pesquisa foi feita em 107 livros a partir do ano de 1931 a 1990. Objetivou com isso verificar aspectos epistemológicos e históricos, usando a epistemologia bachelardiana como referencial teórico. Concluiu naquele período que os livros de química teoricamente apresentavam lacunas e um número significativo de obstáculos epistemológicos.

Dominguni e Silva (2010) problematizaram os obstáculos epistemológicos nos livros didáticos trazendo reflexões sobre o tema. O trabalho é sobre o discurso filosófico em relação aos obstáculos epistemológicos, contudo baseando na noção de obstáculos e literatura da área, na qual acreditam apresentar obstáculos que dificultam a apropriação do conhecimento.

Stadler et al (2012) analisou quatro livros aprovados pelo Plano Nacional do Livro Didático (PNLD) com o objetivo de verificar a presença de obstáculos epistemológicos

apresenta problemas estruturais similares ao que já tive oportunidade de saber em outros municípios por meio de leituras e diálogos com colegas que atua em outros Estados brasileiros.

idealizados por Bachelard. Como resultado percebeu-se que os livros didáticos apresentam principalmente obstáculos verbais.

Além desses autores, o trabalho de Leite et al (2006) estudou os obstáculos epistemológicos e as imagens de átomos que os livros didáticos apresentam. Tal estudo revelou situações como a ilustrada abaixo:



Figura 2 - Representação animista do átomo. (Hartwing et al. Cap. 5, p. 138).
Fonte: Leite *et al* (2006).

Segundo Leite (2006), a banalização de figuras e linguagens causam obstruções ao entendimento desejado levando em consideração alguns objetivos:

[...] um átomo “macho” e uma “fêmea”, com cabelo, olhos, boca e ouvidos. Eles conversam, têm um relacionamento e são capazes de pensar e sentir, ilustrando a atribuição de animismo para o inanimado. O átomo é apresentado como um ser vivente, com sentimentos e vontades próprios dos seres humanos. Essas distorções geram problemas de aprendizagem de tal modo que os alunos influenciados pelas figuras são levados a pensar nos modelos de átomos como “pequenos seres” dotados de características vivas. Daí os alunos terem dificuldades de entenderem o significado científico desta partícula como formadora da matéria. (LEITE et al, 2006 p.75).

Bachelard (1996) aponta que tais situações são cômodas para as mentes preguiçosas e afirma a necessidade da abstração na construção do conhecimento científico, já que abstrair desimpede o espírito, tornando-o mais leve e ativo. Mas como desobstruir o pensamento se os livros didáticos não permitem a abstração, se dão aos alunos figuras e representações? Domingui e Silva (2010) afirmam que a utilização de imagens acaba trocando o sentido abstrato por aproximações e o que deveria ser demonstrado teoricamente é exemplificado pelas analogias.

De acordo com Ribeiro (2004) os obstáculos epistemológicos estão presentes nas mais variadas áreas do conhecimento e pressupõem que a física não é exceção. Na tentativa de “facilitar” a compreensão são utilizados artifícios que podem gerar obstáculos epistemológicos, uma vez que no ensino de física o uso de analogias é rotineiro, exemplo básico, é o modelo atômico de Thomson, comumente visto como modelo “pudim de passas”, usado tanto na física como na química.

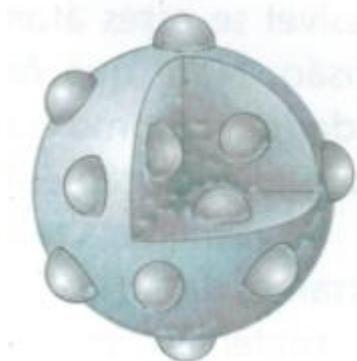


Figura 3 - Modelo atômico de Thomson.
Fonte: Extraído de FELTRE, R. (2004).

O átomo representado desta forma segundo Ramos (2014, p.13) possibilita “[...] realçar possíveis obstáculos epistemológicos nos alunos em lugar de superá-los”. Isso porque de acordo com os estudos de Ramos (2014) aponta que grande parcela dos estudantes brasileiros entende que o modelo atômico “pudim de passas” seria um pudim com passas por cima e uma abertura do centro. O que é diferente do modelo inglês análogo ao idealizado por Thomson.

Isso porque, como apontado, se as principais relações analógicas ou ainda as limitações pertinentes da analogia não forem devidamente trabalhadas, podem realçar possíveis obstáculos epistemológicos nos alunos em lugar de superá-los

Pretendendo realizar esta pesquisa em livros didáticos dos anos iniciais do ensino fundamental, uma vez que o ensino de física nos primeiros anos da educação básica têm sido pouco estudados no Brasil e a análise de livros didáticos com foco em física são ainda menores como demonstra a revisão de literatura feita por Mozena e Ostermann (2008), que analisou periódicos nacionais com conceito “*Qualis A*”, produzindo os seguintes resultados:

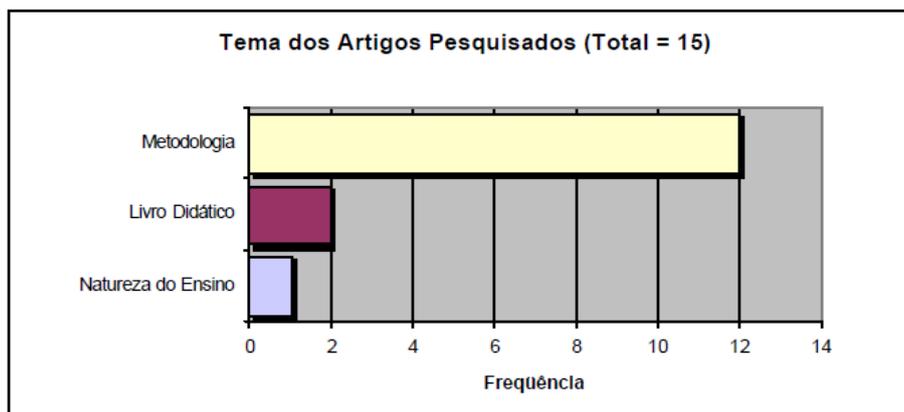


Figura 4 - Temas de artigos Qualis A no em ensino de física nas series iniciais.
Fonte: Mozena e Ostermann, 2008.

Percebe-se que há escassez de publicações que abordam este tema, isto confirma o que diz Guimarães (2011, p. 11), que são poucos as pesquisas que tem o cuidado em analisar “[...] o cotidiano do livro didático na sala de aula ou das concepções dos usuários – professores e alunos – a respeito desse material curricular”. Sendo assim os obstáculos epistemológicos propostos por Bachelard e a análise dos livros didáticos podem contribuir para as discussões relacionadas com a construção do conhecimento no ensino de física. Nas palavras de Lopes (1990) a análise dos livros didáticos em conjunto com as principais ideias de Bachelard sobre educação:

Não compõem elas uma teoria da aprendizagem ou uma metodologia de ensino- longe disso. Mas enriquecem sobremaneira a discussão a respeito do ensino de ciências do ponto-de-vista epistemológico. (LOPES 1990 p.6).

Com um panorama como este, existe a necessidade de contestar esta situação, e o estudo epistemológico me parece fundamental para esta discussão. Nas palavras de Bachelard (1996) os professores não compreendem que alguém não compreende. E esta questão necessita de reflexão, problematização.

Desta forma, a abordagem da física nos anos iniciais parece ser uma boa alternativa na compreensão do pouco entendimento conceitual e mesmo da aversão que os alunos tem por ela. Os anos iniciais introduzem os primeiros conceitos de física e segundo Damasio e Steffani (2008) é necessário fazer esta introdução de forma que não se torne um obstáculo ao ensino subsequente. Tais questões me levam a pensar nos livros didáticos como objetos a serem analisados, já que em tese eles possuem um conhecimento sistematizado que deve ser “repassado” aos alunos.

Ademais, nas palavras de Siganski et al (2008, p.6), “[...] sendo o livro didático uma produção do ser humano, ele é um produto não neutro estando sujeito às limitações filosóficas, ideológicas e culturais dos autores que os produzem”. Neste sentido, Amaral e Neto (1997) alegam que os livros didáticos idealizam o conhecimento científico como produto acabado, produzido por mentes privilegiadas, seguros e a-históricos. E isso contribui para que:

Noções equivocadas presentes nos livros didáticos e no processo metodológico de sua utilização, nos moldes sugerido explícita ou implicitamente e pelos seus autores, são extremamente difíceis de se modificar. Elas se incorporam ao substrato do aluno e, a cada ano de escolaridade, a cada livro didático estudado, vão sendo reforçadas, mais e mais tais noções e sendo enraizadas posturas decorrentes. (AMARAL e NETO, 1997, p. 13).

Tais situações discutidas desde os primeiros anos de escolarização, possibilitam pensar sobre as perspectivas do ensino de física. Ao investigar obstáculos epistemológicos pode-se “[...] substituir o saber fechado e estático por um conhecimento aberto e dinâmico” (BACHELARD, 1996, p. 24). O estudo epistemológico não visa mostrar um passo-a-passo para o ensino, ou universalizar um método, mas proporcionar ponderações sobre a física, cogitar impasses...problematizar a prática docente.

O mundo alegórico presente nos livros didáticos pode nos fazer avaliar como isto contribui para a resistência que se tem a física. Pensar o ensino a partir da problematização de assuntos, leva-nos a “catarse intelectual e afetiva” apontada por Bachelard (1996, P.24) como começo de uma cultura científica, que acredito ser uma alternativa para estas inquietações iniciais.

O uso exagerado de analogias e metáforas prejudicaria a construção do conhecimento científico e sobre esta questão Bachelard diz:

Uma ciência que aceita as imagens é, mais que qualquer outra, vítima das metáforas. Por isso, o espírito científico deve lutar sempre contra as imagens, contra as analogias, contra as metáforas. (BACHELARD, 1996, p.48).

Ainda que necessário, o uso da linguagem metafórica no ensino de ciências, deve considerar as situações que resultarão em empregos equivocados ou ausência de sistematização para sua utilização. (ANDRADE et al 2002). Nas palavras de Gomes e Oliveira:

E, de fato, há que se considerar que, quando apropriadamente usadas, metáforas e analogias podem ser boas ferramentas para ilustrar uma explicação; mas essas devem ser transitórias, devem ser usados como andaimes (*scaffolding*), conforme terminologia de Jerome Bruner, isto é, apenas como um suporte para o alcance do conhecimento científico. (GOMES e OLIVEIRA, 2007, p.98).

Acredito que a apropriação de aspectos dos obstáculos epistemológicos pode contribuir para entender melhor esse processo.

3. PERCUSOS METODOLOGICOS

3.1 O que pesquisar no ensino da física

Decidido a pesquisar o ensino de física nos anos iniciais do ensino fundamental com a proposta de basear-me em alguns pressupostos da Análise de Conteúdo, iniciei a leitura de um documento oficial¹⁰, o Guia de Livros Didáticos PNLD de ciências (2016), para verificar quais livros didáticos tinham sido aprovados para o triênio.

Foram apontadas pelo Ministério da Educação (MEC) 13 coleções, apesar de realizar um estudo apenas com os livros de ciências, percebi a necessidade de estabelecer quais séries fariam parte desse trabalho, optei por limitar a pesquisa aos livros de 5º ano, pois, como professor, tenho conhecimento que neste ciclo os assuntos relacionados a física são vistos com maior intensidade, estabeleci fazer uma análise nos livros selecionados na figura abaixo:

Título da coleção	Autor(es)	Editora
Manacá	PAULINO, W.	IBEP
Projeto Coopera	JÚNIOR, C. S.; SASSON, S.; SANCHES, P.S. B.; CIZOTO, S.A.; GODOY, D.C.A.	Saraiva
Aprender Juntos	MOTTA, C.	SM
Ligados.com	JÚLIO	Saraiva
Ápis	NIGRO, R.G.	Ática
Juntos Nessa	MICHELAN, V.S.	LeYa

Figura 5 - Livros selecionados.

Optei pela Análise de Conteúdo por acreditar que a verificação de conteúdo possibilitaria levantar outras discussões a partir dos elementos que estou organizado, e como esta pesquisa preconiza não criar fórmulas e certezas, esta técnica deve favorecer o desígnio deste trabalho. Após definir quais seriam os livros analisados, seguindo a metodologia de Bardin (1977) que salienta ser a Análise de Conteúdo caracterizada por três fases: *Pré-análise*, *Exploração do material* e *Tratamentos dos resultados* (inferência e interpretação) dei início ao processo analítico propriamente dito.

¹⁰ Entendido como como documento institucional produzido pelo Estado.

A pré-análise, se constitui com a “leitura flutuante”, uma atividade essencial para conhecer o texto. Essas leituras mostraram a necessidade de escolher qual tema seria pesquisado, dado que se tornaria inviável realizar uma pesquisa deste caráter sem delimitar um tema, em razão dos livros didáticos possuírem uma gama enorme de conteúdos relacionados a física. A escolha pelo tema deu-se através de dois critérios. Um é de cunho pessoal, pois como professor das séries iniciais recordei um tema que sempre trouxe confusão ao entendimento dos alunos, **energia**. No entanto por se tratar de uma pesquisa científica a justificativa vai além das questões pessoais, está na importância que o tema traz para área da ciência e pelo caráter unificador que energia tem, caráter esse que segundo Angotti (1993) possibilita relações com outras áreas do conhecimento, o que neste trabalho é relevante, já que uma das características do ensino nas séries iniciais é a relação com diferentes áreas.

Fato este que é observado nos livros de ciências do 1º ao 5º ano do ensino fundamental e que abordam temas ligados a biologia, química e física somente em um livro. Vale destacar também que estudos como os de Sefton (2002; 2004), Matozzo *et al* (2014), Quadros e Santos (2007) levanta problematizações quanto a compreensão do tema energia, já que dependendo do contexto em que são inseridas possuem significados distintos.

Estruturalmente os livros didáticos de 1ª ao 5ª ano do ensino fundamental como citato anteriormente abordam temas que perpassam por diferentes áreas, tendo em cada uma, formas distintas de apresentá-las. Sendo assim nas primeiras leituras selecionei capítulos, textos, trechos que se referiam a **energia**, nos diferentes contextos. Assim defini quais seriam os documentos e o tema a ser explorado. A escolha dos livros didáticos a serem analisados deu-se pela disponibilidade dos mesmos, por fazerem parte do PLND e serem livros que seriam utilizados no município onde trabalho.

Ainda na perspectiva teórica utilizada trabalhei na formulação de uma hipótese que segundo Bardin (1977) *é uma afirmação provisória que nos propomos a verificar (confirmar ou infirmar), recorrendo aos procedimentos de análise.* Seguindo esta concepção apresento em minha perspectiva, pertinentes os impasses vinculados ao estudo do tema energia, por meio das concepções de obstáculos epistemológicos.

3.2 Iniciando a conversa sobre o tema pesquisado

O termo **energia** faz parte do dia-a-dia dos alunos e, é utilizado constantemente nos mais variados casos, em rótulos de alimentos, em produtos energéticos, na mídia, etc. Sendo assim, este termo faz parte da nossa vida e o uso genérico e impreciso deste termo pode distorcer e gerar concepções científicas equivocadas. (MARTINS, 2010).

Professor a energia tem gosto? Esta pergunta foi feita por um aluno do 5º ano do ensino fundamental, de 11 anos de idade na escola onde trabalho como professor. A princípio pareceu estranho ou algo sem fundamento, já fazia algumas horas que a aula havia iniciado e este questionamento sinalizava que ele não estava entendendo. Respondi que não, e quis saber o porquê da pergunta. O aluno fez menção ao produto abaixo:



Figura 6 - Nescau energia que dá gosto.
Fonte: <http://www.mundodasmarcas.blogspot.com>

Nunca havia pensado nisso. Eu conseguia subentender o uso da linguagem e as ilustrações que o produto utilizava, mas para o aluno as palavras davam sabor a energia transformando-a em uma substância. Isto poderia criar obstruções ao entendimento, já que:

Pode-se pensar que a energia é uma *substância*, algo *material* que está *contido* num alimento, por exemplo (trabalhos de pesquisa em educação mostram que muitas pessoas pensam dessa forma). Isto contraria o conceito científico associado a este termo, e deve ser evitado. A expressão *consumo de energia* também gera equívocos, pois sugere que a energia *consumida* desaparece, o que violaria um importante princípio da Física: o princípio de conservação da energia (MARTINS, 2010, p.13).

Sendo assim, fica claro que os conceitos das ciências expõem, na linguagem habitual, um sentido diferente do que se espera que os alunos compreendam. Isto acontece porque os alunos não chegam na escola como uma “caixa vazia”, eles trazem consigo conhecimentos. Segundo Bachelard:

Os professores de ciências imaginam que o espírito começa como uma aula, que é sempre possível reconstruir uma cultura falha pela repetição da lição, que se pode fazer entender uma demonstração repetindo-a ponto por ponto. Não levam em conta que o adolescente entra na aula de física com conhecimentos empíricos já constituídos: 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. (BACHELARD, 1996, p. 23).

Os livros didáticos geralmente definem energia de forma divergente dependendo da disciplina trabalhada, a Biologia afirma que “**energia flui**”; a Física, que “**é capacidade de realizar trabalho**”; e a Química, que “**é agente de transformações e de movimento**”. (ARAÚJO e NONENMACH, 2009, p. 6).

Uma vez que as acepções entre o senso comum e o científico diferem, passamos a compreender a importância do questionamento do empirismo, da falsa continuidade entre o conhecimento comum e o conhecimento científico efetuada no ensino e o dogmatismo científico desenvolvido pelos livros didáticos. (LOPES, 1990, p. 6).

Gaston Bachelard (1996, p.17) com sua epistemologia fornece críticas importantes ao afirmar que “[...] 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”. Assim o aprendizado é assinalado por rupturas, pois o conhecimento científico não é produto da continuidade do conhecimento cotidiano, mas acontece a partir da superação dos obstáculos epistemológicos se estabelecendo como um conjunto de retificações de erros (BACHELARD, 1996). Acredito que estas questões demonstram a extensão e relevância da problematização deste tema para o ensino de física,

pois a frequência com que o termo é usado e a forma como é retratado nos livros didáticos podem constituir-se como um obstáculo ao ensino.

Após esses primeiros contatos com os documentos, iniciei a fase seguinte, qual seja, a exploração do material, conforme definição de Bardin (1977), que a caracteriza pela codificação levado em considerações recorte, agregação, e enumeração, por exemplo. Este estágio resultou nos seguintes dados:

Título do livro	Concepções sobre energia
Ápis	Gasto de energia, consumo de energia, capacidade de realizar trabalho, fontes de energia, energia “limpa”.
Manacá	Geração de energia elétrica, consumo de energia elétrica, funcionalismo da energia, obtenção de energia, fontes de energia.
Ligados.com	Armazenamento da energia, formas de energia, economia de energia.
Projeto Coopera	Funcionalismo da energia elétrica, geração de energia, distribuição de energia, consumo de energia, economia de energia, fontes de energia.
Aprender Juntos	Formas de energia, transformação de energia, geração de energia elétrica, geradoras de energia, transmissão de energia elétrica, funcionalismo da energia elétrica, economia de energia, desperdício de energia, consumo de energia.
Juntos Nessa	Obtenção de energia elétrica, geração de energia elétrica, transporte de energia elétrica, desperdício de energia, consumo de energia elétrica, condutores de energia elétrica.

Figura 7 - Concepções de energia apresentadas nos livros didáticos analisados.

Desta maneira realizei recortes necessários que foram submetidos à análise da teorização de obstáculo epistemológico verbal, fase esta conhecida como tratamento dos resultados, que segundo Bardin (1977) inclui procedimentos que visam dar significados aos dados brutos¹¹.

¹¹ São os dados primários de um documento que através da codificação são transformados sistematicamente, possibilitando a descrição das características do conteúdo. Bardin (1977).

4. ENERGIA E OBSTÁCULO VERBAL NOS LIVROS DIDÁTICOS

4.1 - A energia e seu percurso histórico

Ao propor um trabalho neste sentido, questionamentos, reflexões e incertezas passaram a ser companheiros inseparáveis. A necessidade de ter “bases sólidas”, algo para poder “pisar”, estruturas seguras... ainda estavam impregnadas aos pensamentos que tinha da ciência. Fiquei sem “chão”, me vi afundando em incertezas. O apego as verdades e uma ciência feita de evoluções e linearidade resistiam e nas palavras de Bachelard (1996) “*o homem se apega aquilo que foi conquistado com esforço*”... por vezes me senti apegado aos anos de aprendizado em uma perspectiva inflexível.

Difícil deixar a ideia de “certezas” e passar a questionar, até então, o que tinha como não questionável. Já que a física é uma ciência exata e o exato é algo: “*certo; em que não há erro; fiel; pontual; perfeito, rigoroso; etc...*”¹², logo não poderia apresentar incertezas, suas verdades seriam irrefutáveis. Porém, o campo da física para Gaston Bachelard (1996) é feito de questionamentos e revoluções. Necessário então, foi resistir aos desejos de uma formação cartesiana e como propôs Bachelard (1996) “*pensar contra o cérebro*”.

Ao contrário das idealizações de conceitos universais defendido pela corrente filosófica realista, em que se utilizava de artifícios para definir verdades, conforme aponta Bachelard (2010):

Se o Realista precisa de mais certeza, ele vai ampliar a célula tópica onde pretende encontrar seguramente o real; não vai diminuí-la. Não vai tenta torná-la mais precisa, mas bem definida; tem medo de que por exigir demais provoque um acidente, uma anomalia, uma fuga. Escolherá por tanto uma célula de localização bem grande para contar com uma boa margem de segurança. (BACHELARD, 2010, p.15).

A teoria de Heisenberg segundo Bachelard (2010) vai de encontro as ponderações da física clássica criando uma ruptura no pensamento científico, já que agora é impossível precisar com exatidão a localização de um corpúsculo. Essa ruptura provocada pelo princípio da incerteza de Heisenberg permitiu visualizar apenas probabilidades. Bachelard (1978) aponta ser necessário que os filósofos suprimam o desejo de encontrar um ponto de vista único é fixo para a física. Consequentemente na obra *a formação do espírito científico*, Bachelard (1996) evidencia obstáculos epistemológicos que devem ser superados para a

¹² Disponível em: <https://dicionariodoaurelio.com/>. Acesso em: 02 de maio de 2016.

formação deste espírito. Utilizando textos de livros científicos da época destaca situações em que obstáculos epistemológicos se faziam/fazem presentes.

Sendo este trabalho de caráter epistemológico, acredito que os estudos de Valente (1993), Coelho (2012) e Melo (2014) que discorrem sobre questões históricas do termo energia auxiliam na visualização da dificuldade em compreender tal conceito, uma vez que, de acordo com Bachelard (1996, p.6) o epistemólogo não vê a história construída de verdades, “[...] Um fato mal interpretado por uma época permanece, para o historiador, um *fato*. Para o epistemólogo, é um *obstáculo*, um contra pensamento”.

Nesta perspectiva, torna-se interessante perceber, assim como aponta Peters (1977) *apud* Valente (1993) que a palavra energia deriva da palavra grega *energeia* que tem o sentido de: “*funcionamento, actividade, acto e actualização*”. A utilização da palavra energia data de Aristóteles (DELON, *apud* VALENTE 1993). De acordo com Valente (1993) a ideia de energia é:

Difundida e no mundo cristão ela surge associada a Deus, é da ordem da divindade. A partir do séc. XVI, em França ela surge como forma de expressão literária ou como qualidade de um discurso ou de uma forma de expressão artística. (VALENTE, 1993, p.16;17).

É pertinente também o conhecimento de que a palavra energia já era utilizada dentro de diferentes contextos, sem, no entanto, existir um conceito científico que a definisse como a conhecemos hoje. Para Melo (2014) “o termo era usado para a conduta de coisas públicas e privadas: uma administração cheia de energia; ele comporta-se com bastante energia”. Sobre esta questão, segundo Delon (1988) *apud* Valente (1993):

A palavra energia ocorre com uma grande frequência nos textos datando do último terço do séc. XVIII e início do séc. XIX, havendo indícios de que esteve na moda, nesta altura. (DELON, (1988) *apud* VALENTE, 1993, p. 21).

Esta tendência em fazer uso do termo energia em diferentes áreas como literatura, arte e medicina torna difícil distinguir a energia do cotidiano e o conceito científico de energia, pois o conceito científico veio após a palavra já estar sendo utilizada. Por isto não é de se admirar que o conceito científico de energia conforme apontam Valente (1993), Melo (2014), Coelho (2012) seja tão complexo.

A dificuldade em compreender o que seria o conceito de energia pode ser observado nas palavras de renomados cientistas, como Richard Feynman¹³, ganhador do prêmio Nobel de Física. De acordo com Coelho (2012), Richard Feynman “dizia, ser importante ter consciência de que na física de hoje não temos um conhecimento do que seja a energia”. Para Melo (2014):

[...] de facto Feynman tinha razão ao dizer que ainda não se sabe o que é a energia. Mas vamos mais longe dizendo que a energia nunca poderá ser conhecida e explicada e que apenas poderemos construir modelos ao longo da história. Modelos diversos de acordo com o contexto em questão e com as condições contextuais e históricas em cada momento. Assim, falamos de energia física, química, biológica, entre outras. E cada um destes modelos de energia tem a sua própria história e metodologia científica. (MELO, 2014, p. 8;9)

Neste percurso histórico, a energia como conceito científico surge pela primeira vez nas publicações de Tomas Young intitulada “*Lecturas on Natural Philosophy*” em 1807. (Valente, 1993). De acordo com Melo (2014) “em 1807, Thomas Young usou energia para definir uma grandeza, a massa vezes o quadrado da velocidade”. O princípio da conservação da energia tem diferentes histórias, sendo atribuído a Hermann von Helmholtz em 1847 a formulação do princípio “*matematicamente, em toda a sua generalidade* (ELKANA *apud* VALENTE, 1993).

De acordo com Melo (2014) não existe um consenso na determinação do conceito científico de energia, pois no decorrer da história a energia vem sendo definida por vários estudiosos como: “*substância, capacidade de realizar trabalho, algo transferível, um princípio matemático, uma propriedade da matéria*”. Desta forma entendemos que a discordância quanto ao que é energia sustenta o caráter de obstáculo verbal que o termo expressa, já que é uma palavra que tem suas origens anterior ao emprego da mesma pelo meio científico.

No entanto, para realizar as análises utilizamos neste trabalho a ideia do princípio da conservação da energia, que segundo Bucussi (2007, p,19) afirma já se apontar entre os anos de 1837 e 1844 a energia “como sendo resultado da manifestação de uma única “força” que poderia aparecer sob várias formas: elétrica, térmica, dinâmica, mas nunca poderia ser criada nem destruída”.

¹³ Prêmio Nobel de física em 1965 pela teoria sobre partículas subatômicas denominada eletrodinâmica quântica. Disponível em: <http://super.abril.com.br/ciencia/a-fisica-quantica-e-richard-phillips-feynman-o-mais-divertido-dos-genios> . Acesso em: 05 de maio de 2016.

4.2 - O que os livros didáticos dizem ser energia

Os livros nunca estão errados! Quando eu era aluno do ensino fundamental, ouvi alguns professores repetirem isso, o conhecimento do livro didático era dogmático. As respostas tinham que ser idênticas ao que o livro demonstrava. Quando me tornei professor, os livros não eram os mesmos, haviam melhorado em muitos aspectos, mas a forma como a ciência era vista era a mesma. Os livros ainda contavam/contam histórias de “heróis” e “mentes privilegiadas”.

Sobre esta questão Silva (p. 11, 1996) diz que os livros didáticos para alguns professores tornam-se “[...] como uma insubstituível muleta ... Não é à toa que a imagem estilizada do professor apresenta-o com um livro nas mãos, dando a entender que o ensino, o livro e o conhecimento são elementos inseparáveis, indicotomizáveis”.

O livro didático segundo Lajoto (1996) é:

[...] o livro que vai ser utilizado em aulas e cursos, que provavelmente foi escrito, editado, vendido e comprado, tendo em vista essa utilização escolar e sistemática [...] Como sugere o adjetivo *didático*, que qualifica e define um certo tipo de obra, o livro didático é instrumento específico e importantíssimo de ensino e de aprendizagem formal. (LAJOTO, 1996, , p.4)

Cabe lembrar que não estou afirmando que o livro didático não deva ser usado pelo professor, pelo contrário, por reconhecer a importância que eles representam para o processo ensino aprendizagem entendo ser relevante discussões das visões e idealizações que ele carrega. Assim como Fiorese e Delizoicov (2015) acredito que os livros didáticos:

[...] tiveram qualidade questionável, tanto a erros conceituais quanto a preconceitos, ilustrações que induziam a erros, exercícios para mera memorização, entre outros. Com a avaliação dos livros didáticos por especialistas, esses problemas foram sanados ou minimizados. (FIORESE e DELIZOICOV, 2015, p.103)

Assim, o livro didático desde seu surgimento no cenário nacional até hoje sofreu modificações significativas, tanto em questões estéticas como conceituais, contudo ao tratar o conhecimento em uma perspectiva bacheladiana entendo que “[...] o ato de conhecimento

não é um ato pleno [...] (BACHELARD, 2004, p.17). Logo, não haverá visões infalíveis, o que permite pressupor que exista obstáculos epistemológicos no livros didáticos.

Bachelard afirmava no século XX que:

Mesmo no novo homem, permanecem vestígios do homem velho. Em nós, o século XVIII prossegue sua vida latente; infelizmente, pode até voltar. Não vemos nisso, como Meyerson, uma prova da permanência e da fixidez da razão humana, mas antes uma prova da sonolência do saber, prova da avareza do homem erudito que vive ruminando o mesmo conhecimento adquirido, a mesma cultura, e que se torna, como todo avarento, vítima do ouro acariciado. (BACHELARD, 1996, p.10).

Desta forma, existem questões que no campo do conhecimento científico resistem às rupturas, os obstáculos epistemológicos são um deles, que segundo Lopes (1990) nunca são definitivamente suplantados, sempre se manifestam diante de um problema novo. Contudo alguns obstáculos praticamente foram superados, que é o caso do animismo. Conforme aponta Bachelard (1996, p 27) “[...] Ele foi quase totalmente superado pela física do Século XIX”[..].

Enquanto uns são superados, outros cristalizam-se e são entraves ao conhecimento. Hoje, dificilmente os livros didáticos apresentam situações como uma Disneylândia Pedagógica (conforme página 27), ou situações como as demonstradas pela figura 2 (conforme página 28). No entanto, ao se tratar de obstáculos verbais ainda teremos situações que necessitam de cuidados, uma vez que certas palavras levantam verdadeiras barreiras ao espírito científico. Palavras estas, quer sejam pelo caráter polissêmico, quer sejam pelas imagens que permitem ser construídas, trazendo idealizações e significados completamente diferentes.

Bachelard (1996) utiliza os diferentes significados conferidos a palavra *“esponja”* para problematizar o obstáculo epistemológico verbal. Desta forma, segundo Bachelard (1996, p. 92) os adjetivos que a palavra esponja possui era usado para explicar diferentes fenômenos, como ar, pois era habitual “[...] considerar o ar como se fosse algodão, lã, esponja”.

A palavra **energia**, tema que será analisado neste trabalho possui características de obstáculo epistemológico verbal. Para demonstrar isso, antes de adentrar nas análises dos livros didáticos trago o seguinte texto:

Qual o seu nome? As pessoas me chamam de Energia. **Quer dizer que esse não é seu nome?** Na verdade não tenho nome próprio. As pessoas me chamam como acham melhor. Até com nomes mais longos, como *energia elétrica*, *energia mecânica* ou, ainda, *energia solar*. **Então, além do nome, você também é chamada pelo sobrenome?** É mais ou menos isso... **Mais ou menos? Esses complementos ao seu nome não são sobrenomes?** É que, ao dizer “sobrenomes”, você poderia pensar em um grupo de “indivíduos” que se divide em famílias, como ocorre com as pessoas. Mas, na verdade, sou uma única entidade. **Isso está começando a se complicar! Logo agora que estava achando nossa conversa interessante. Você não poderia ser mais explícita e dizer, afinal, quem é você.** O problema está justamente aí. Eu até poderia enunciar uma definição sobre o que sou... mas não acredito que isso torne as coisas mais fáceis. Vou tentar explicar de outra forma. As pessoas vivem falando a meu respeito. Você já deve ter ouvido ou falado algo do tipo: “Precisarei de energia para enfrentar o dia de hoje”, “Tive uma semana dura e estou sem energia para passear”, “Vou tomar algo energético antes da partida de futebol”. **Então você realiza tarefas?** Digamos que seja quase isso. Não realizo tarefas. Quem faz isso são os corpos – como a enceradeira, o liquidificador, a bomba de água, os animais e os próprios seres humanos. Sou apenas uma forma de indicar a possibilidade de isso acontecer. **Parece complicado...** (FIGUEIREDO e PIETROCOLA, 1998)

É nesta perceptiva que o termo energia se constituirá como um obstáculo epistemológico verbal, seja pelo traço polifórmico ou aos adjetivos que a ela é atribuída.

De acordo com Andrade *et al* (2002, p. 1) “[...]as questões linguísticas têm atraído grande parte da atenção de pesquisadores em educação devido a sua grande importância no processo de construção da ciência e do conhecimento individual do ser humano”.

Início as análises dos livros didáticos buscando trechos que tragam relações históricas com o tema pesquisado. Para Assis e Teixeira (2003) ao desprezar a historicidade do conceito energia, possibilita-se produzir um conhecimento pulverizado. Sendo assim, dos seis livros analisados encontramos duas citações que acho relevantes ao estudo. Os livros didáticos analisados basicamente trazem uma citação ao “descobridor” de determinado fenômeno que deve ser incorporado pelos alunos. Tal situação é observada nos recortes seguintes:

A eletricidade foi descoberta por Tales de Mileto, que vivia na antiga Grécia, quando ele fez experimentos usando uma pedra de âmbar. Tales notou que esse âmbar, quando era esfregado com pele de animal, atraía pedaços de palhas e penas (JÚNIOR et al, 2014, p. 142).

O fenômeno que você observou ao realizar essa atividade, está relacionado ao à eletricidade e já era conhecido na antiguidade. Por volta do século VI a.C, o filósofo e matemático, Tales de Mileto (624 a.C.- 548 a.C.) percebeu que o âmbar atraía alguns pedaços de palha e folhas após ser esfregado na pele de alguns animais (MICHELAN, 2014, p. 125).

Os trechos acima, fazem uma pequena alusão ao descobridor da eletricidade, no entanto não trazem discussões que contribuam ao percurso histórico desse conceito, após ser descoberto traz uma abordagem atual do uso da mesma. Vale destacar que a historicidade relacionada propriamente ao conceito de **energia** não é retratado nos livros didáticos.

Ainda trazendo explicações sobre a energia elétrica, o livro didático diz:

É comum associarmos a eletricidade a equipamentos, a alguma coisa criada pelos seres humanos. Mas a eletricidade sempre existiu, desde o surgimento do universo. Portanto, mesmo antes do desenvolvimento da vida do nosso planeta, a eletricidade já estava presente e se manifestava, por exemplo, por meio dos raios. Se a eletricidade não tivesse sido “domesticada” pelo ser humano, nossa vida hoje seria muito diferente (PAULINO, 2014, P.117).

Situações como essas passam a manifestar a presença de obstáculo epistemológico verbal. O texto traz uma reflexão da existência da energia elétrica, já que geralmente a eletricidade é relacionada a equipamentos eletrônicos dando a entender ao aluno que é uma criação humana. O autor deixa claro que a eletricidade sempre existiu desde os primórdios do universo. No entanto, entendo que a palavra “**domesticada**”, presente no texto pode atuar como obstáculo epistemológico verbal. Será o problema apresentado pelas analogias e metáforas que geralmente constituem obstáculos, que de acordo com Bachelard (1996, p.109) são casos em que [...] Será preciso dizer que tais *analogias* não ajudam nenhuma pesquisa? Ao inverso, provocam *fugas* de ideias”[...]

Esta palavra terá características de obstáculo verbal, levando em consideração que os livros didáticos analisados são do 5º ano da educação básica, logo são destinados a alunos na faixa etária de 10 anos de idade. Além do que, a forma como os conteúdos são distribuídos nos livros didáticos nestes anos escolares e o conhecimento proveniente do dia-a-dia podem

proporcionar situações conflitantes. Consequentemente a palavra **domesticada** traz esses atributos. Pois se olharmos através do conhecimento comum será entendida como algo: *sociável, reduzida a domesticidade*¹⁴.

Logo, o significado de **domesticada** poderá idealizar a energia como algo concreto, material, pois a sociabilidade e domesticidade lhes conferirá atributos de algo tangível.

Dentre as várias questões que os LD trazem, a conceituação é um deles. Ribeiro (p.13, 2004) ao falar sobre os obstáculos epistemológicos diz que o conhecimento científico é influenciado por experiências anteriores resultando em diferentes situações que poderão ser vistas como “[...] positivo, no sentido de facilitar a construção do conhecimento, assim como, aspectos negativos, podendo dificultar a compreensão de conceitos”. Sobre isso Bachelard (2004) diz que em determinadas ocasiões o espírito é assinalado por conceitos que não podem ser extinguidos e que nada retificam. Desta forma os conceitos se constituem como obstáculo verbal, se estabelecem como verdades sendo que dentro de diferentes contextos divergem. Em um dos livros didáticos é apresentado o seguinte texto que orienta os alunos a refletirem sobre o que seria energia.

¹⁴ Disponível em: <https://dicionariodoaurelio.com/domestica>.

O livro didático conceitua energia como a capacidade de realizar **trabalho**.

6 Leia o texto e reflita: o que é energia?

Feche os olhos e imagine coisas bem diferentes: um motor funcionando, um animal pulando, uma lâmpada acendendo. Você sabe explicar o que é necessário para que cada uma dessas coisas ocorra?

Pois a resposta pode ser uma só: **energia**.

Dizemos que o funcionamento de nosso coração, o de um aparelho de som ou o de uma turbina de avião são exemplos de **trabalho**. E como todo trabalho precisa de energia para ser realizado, então podemos definir **energia** como a capacidade de realizar **trabalho**!

Nós mesmos precisamos de energia para tudo: para enxergar, comer, pensar, correr, dormir, dar risada, ouvir uma música...

A energia pode ser obtida de várias fontes. Por exemplo, nós nos alimentamos. Os alimentos são transformados dentro do nosso corpo e assim obtemos a energia de que precisamos. Usamos essa energia para coisas básicas, como manter a temperatura corporal, por exemplo.

Esse é um dos motivos pelos quais você deve se alimentar direitinho. Afinal, como você já deve ter ouvido falar alguma vez em sua vida: “Os alimentos servem de combustível para o funcionamento do corpo.”



Os atletas necessitam de muita energia para realizar atividades físicas intensas.

Figura 8 – O que é energia?

Fonte – (NIGRO, 2014, p.61)

Segundo Martins (2010) esta definição para a energia no ensino fundamental não ajuda um professor que esteja discutindo o tema com seus alunos, uma vez que trabalho em física é diferente de trabalho do dia-a-dia. Outro trecho que traz essa visão no livro didático é demonstrado abaixo:

A energia está associada à capacidade de qualquer corpo produzir trabalho, ação ou movimento. Ela pode ser percebida pelos efeitos que produz. Podemos aproveitar diversas formas de energia transformando um tipo de energia em outro (JÚLIO, 2014, p.115).

Na física a ideia de trabalho está relacionada com a produção de movimento e ação, contudo [...] esta definição, embora frequente, é uma contradição direta de leis da termodinâmica. Energia é uma medida quantitativa de condição de um sistema, enquanto trabalho é um processo (HICKS, 1983 *apud* QUADRO e SANTOS, 2007 p. 35).

A partir da figura 6 destacamos também os seguintes trechos: “*os alimentos são transformados dentro do nosso corpo e assim obtemos energia que precisamos*”, e “*os alimentos servem de combustível para o funcionamento do corpo*”. Aqui, a forma como as palavras são postas comunicam idealizações de energia como ingrediente e substância que vai sendo transferido. Tal visão é defendida por Watts (1983) que diz que a energia pode ser visualizada pelos estudantes como “*um ingrediente dormente dentro de objetos ou situações que precisa de algum 'gatilho' para liberá-lo*”.

Para sobreviver, os seres humanos e todos os outros seres vivos dependem do alimento, ou melhor, da **energia** obtida do alimento. E o que é preciso para acender uma lâmpada, fazer a geladeira funcionar, usar o ferro de passar roupas, pôr um carro ou um barco a vela em movimento? Essa é muitas outras situações do dia a dia dependem de algum tipo de energia para acontecer (MOTTA, 2014, p.53).

A palavra **combustível** também contribuirá para surgimento de obstáculo epistemológico verbal, pois o sentido da palavra literalmente significará: *substância que serve para arder. Carvão; lenha*¹⁵. Nestes casos Bachelard (1996) alerta para o perigo que o obstáculo epistemológico verbal traz ao conhecimento científico, pois poderá levar a outro obstáculo epistemológico, o substancialismo.

O aluno logo relacionará a energia a um fluído, o que de acordo com Quadros e Santos (2007, p. 30) deturpa a compressão da mesma como algo abstrato, já que a aborda como sendo “[...]algo real,...fluído,...combustível,... produto, que pode ser armazenado, comprado, produzido, gasto, etc.”

Tal situação também é apresentada nos seguintes recortes:

Mês e ano da conta.
O consumo de energia do mês(em kWh).

¹⁵ Consulta ao dicionário de Língua Portuguesa disponível em: <https://dicionariodoaurelio.com/combustivel>.

- O vencimento da conta (a data máxima para pagamento).
- O consumo dos quatros meses anteriores.
- O mês que apresentou maior consumo. (JÚNIOR et al 2014 p 149)

DESCRIÇÃO DE FATURAMENTO

FORNECIMENTO		
CONSUMO X TUSD (VALOR DO kWh)		
259,0 kWh X R\$ 0,09120000		23,82
CONSUMO X TE (VALOR DO kWh)		
259,0 kWh X R\$ 0,14724000		38,13
TRIBUTOS		
PIS/PASEP (0,70%)		0,80
COFINS (3,21%)		2,78
ICMS		21,70
OUTROS PRODUTOS E SERVIÇOS		
COSIP LEI 13.479/02		4,72

Composição do fornecimento e tributos cobrados nesta conta - Res. 166/2005

Energia	Distribuição	Transmissão	Encargos	Tributos
R\$ 39,88	14,88	2,61	4,37	25,06

- No mês de 06/2014 vigoraria a bandeira vermelha, a qual implicaria R\$ 0,030/kWh de acréscimo ao valor da tarifa, líquido de tributos.
 - Unidade Consumidora faturada pela Tarifa Residencial Plena.

ICMS - Lei Estadual 6374 de 01/03/89
 Valor da Nota Fiscal: R\$ 91,55 Base de Cálculo R\$ 86,83
 Alíquota 25% - Valor R\$ 21,70

PRODUTO	QUANTIDADE	VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL
ENERGIA	259,00	0,33525	86,83
DEDUÇÃO	0,00	0,00000	0,00
OUTROS NÃO TRIBUTÁVEIS	0,30	0,00000	0,00

Consumo (kWh)	Vencimento	Total a Pagar (R\$)
259	07 JUL 2014	91,55

Figura 9 – Energia vista como um produto que é consumido.
 Fonte – (PAULINO, 2014, p.116)

A energia elétrica produzida em uma usina é transmitida por fios, que chegam as cidades e aos campos (MOTTA, 2014, p.80).

LUZ

Atendimento Elétrico
 Valor a pagar (R\$)
 Quilômetro (Em dias úteis das 8h00 às 18h00) **R\$ 91,79**
 0800 123 4567
 Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL
 144 - Ligação Gratuita de telefones fixos e
 tarifada no envelope para telefones celulares
Vencimento 03/01/2016

VANESSA SILVA TÁVORA
 AV. MARQUÊS DE POMBAL, 1758
 80123-456 CURITIBA - PR

NOTA FISCAL CONTA DE ENERGIA ELÉTRICA N. 0009.876.5432 SÉRIE B

SEQ	PRODUTOS E SERVIÇOS	Valores em R\$
001	IMPORTE DE CONSUMO DE 217 kWh	84,83
002	CONT. ELÉTRICA PÚBLICA - MUNICÍPIO	7,16
VALOR TOTAL		91,79

MÊS	CONSUMO	VALOR
NOV/2015	192	74,88

MÊS	CONSUMO	VALOR	DATA PICO
NOV/2015	192	74,88	05/12/2015
OUT/2015	185	78,05	03/11/2015
SET/2015	180	78,30	02/09/2015
AGO/2015	190	74,10	03/08/2015

DESCRIÇÃO	ALÍQUOTA	BASE DE CÁLCULO	VALOR
ICMS	27,00%	84,83	22,85

DESCRIÇÃO	VALOR
Energia	23,86
Distribuição	19,42
Transmissão	4,28
Encargos	7,97
Tributos	39,16
Total	84,83

HISTÓRICO DE CONSUMO E PAGAMENTO - 18/12/2015	VALOR
LEITURA EM 18/12/2015	2562
LEITURA EM 18/11/2015	2345

Figura 10 – Fatura de energia elétrica.
 Fonte – (MICHELAN, 2014, p.145)

Os exemplos acima possuem a palavra “**consumo**” de energia. É outro termo que que pode causar confusões, já que segundo Watts (1983), remete a uma visão de energia como sendo um produto, que pode ser feita em algum lugar e é vendida. Para Quadros e Santos (2007) essa situação repassa energia como sendo [...] algo não sujeito às leis de conservação, que pode ser produzido – eventualmente numa ‘fábrica’ – e consumido”.

Para Andrade et al (2002), os obstáculos verbais expostos por Bachelard dentro de uma perspectiva de ensino intensificam as concepções alternativas no imaginário infantil. Estas questões são apontadas por Michael Watts, (1983) ao enfatizar que essas situações sugerem a energia como um produto de breve existencia, *que é gerado, está ativo e, em seguida, desaparece ou se desvanece*. Continuando com as exemplificações de possíveis obstáculos epistemológicos nos livros didáticos apresento os seguintes recortes, nos quais, o uso da palavra **geração** de energia remete a ideia que a *energia é feita*.

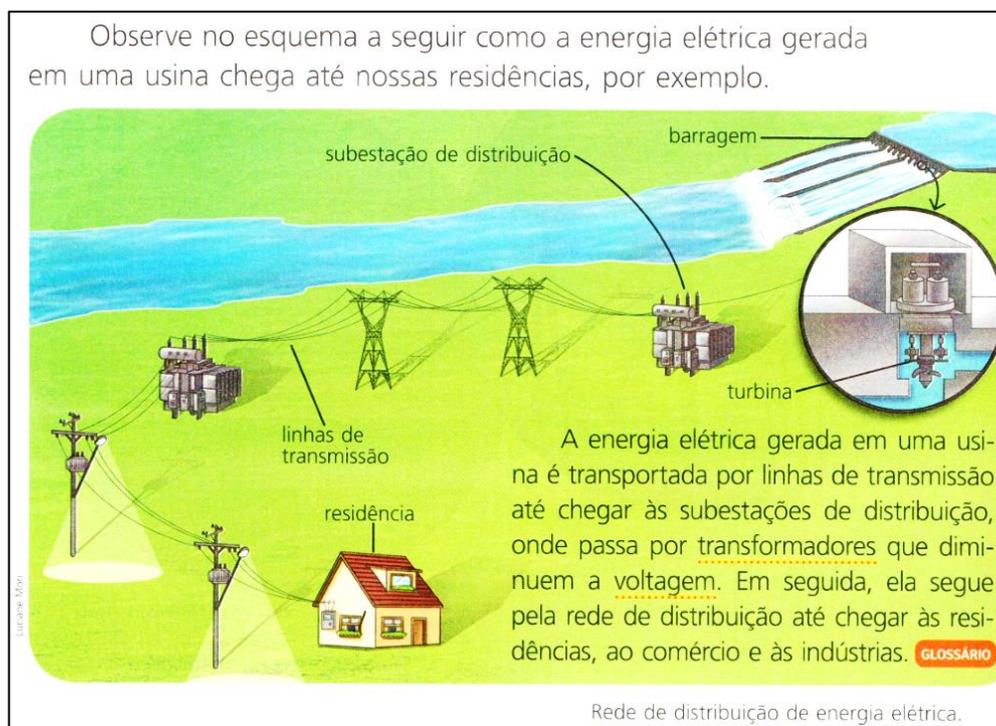


Figura 11 – Geração de energia elétrica.
Fonte – (MICHELAN, 2014, p.136)

Por volta do fim século XIX, o ser humano começou a gerar energia elétrica. A partir disso, o modo de vida das pessoas mudou bastante. Mas de onde vem a energia elétrica que usamos (MOTTA, 2014, P.77).

Na figura 11, além da palavra “**gerada**”, o trecho “*a energia elétrica gerada em uma usina é transportada por linhas de transmissão ...*”. Há a palavra “**transportada**”, o que

substantializará energia. Para Watts (1983) isso idealiza energia como algo transferível, há transferência de energia. De acordo com Quadros e Santos (2007) tais situações podem sugerir que: [...] a energia é algo que precisa fluir pelas “linhas de transmissão” para ser utilizada, um fornecimento que pode ser interrompido como redes de água ou de gás encanado”. Ainda segundo os autores:

[...] existe uma visão “materialista” de energia, onde ela é representada como um tipo de fluido que viaja através de máquinas e ao longo de fios. (DUIT,1987 apud QUADRO e SANTOS, 2007)

Temos exemplos desse modelo de energia na figura 12.

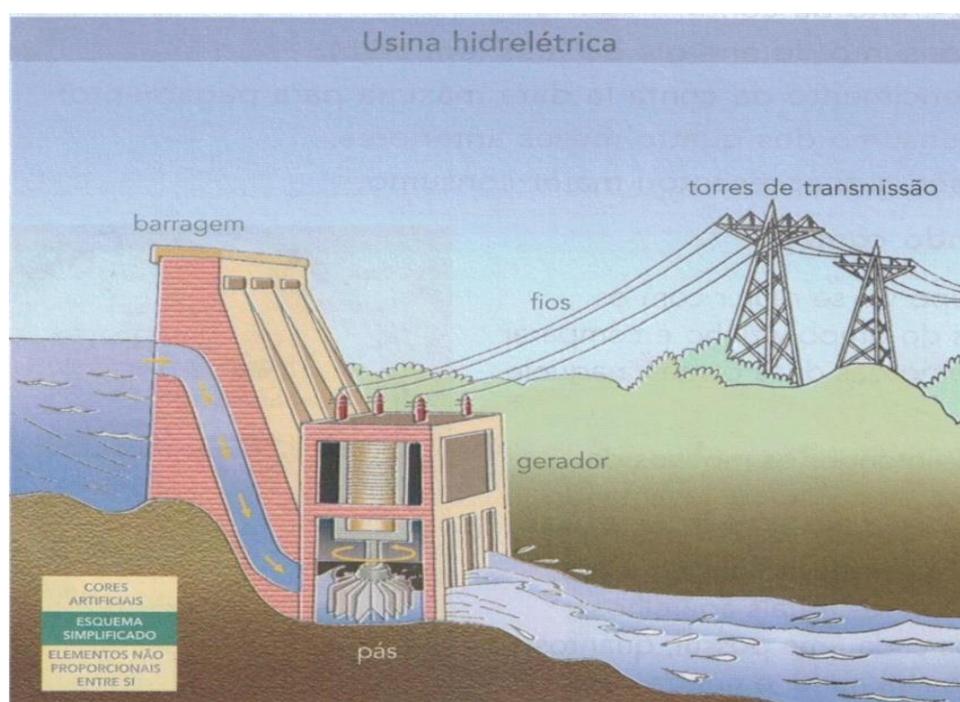


Figura 12 – Geração e transporte de energia.
Fonte – (JÚNIOR et al, 2014, p.150)

Após apresentar esta imagem o livro didático propõe algumas questões que devem ser respondidas pelos alunos. Os recortes da figura 12 e 13 são do livro do professor, logo possui respostas que se espera que o aluno produza. Uma das perguntas feitas ao aluno é

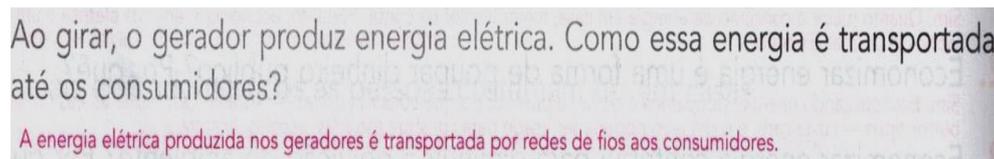


Figura 13 – Transporte de energia.
Fonte – (JÚNIOR et al, 2014, p.150)

Como já apresentado e discutido anteriormente o verbo “gerar” pode trazer problemas, nestes termos, também considero esses recortes para demonstrar a concepção de que a energia é *transportada*, algo que é reforçado pela figura, pela pergunta e pela resposta que o professor deve esperar dos alunos. Esse caso poderá proporcionar aos alunos o entendimento de que a energia é um fluido ou algo material capaz de ser transportado por fios.

Para exemplificar outra situação que movimentava o obstáculo epistemológico verbal, utilizo como próxima figura um experimento comum nas aulas de ciências e demonstrado pelo livro didático, que em meu entendimento pode contribuir para ideia de que a energia é um elemento.

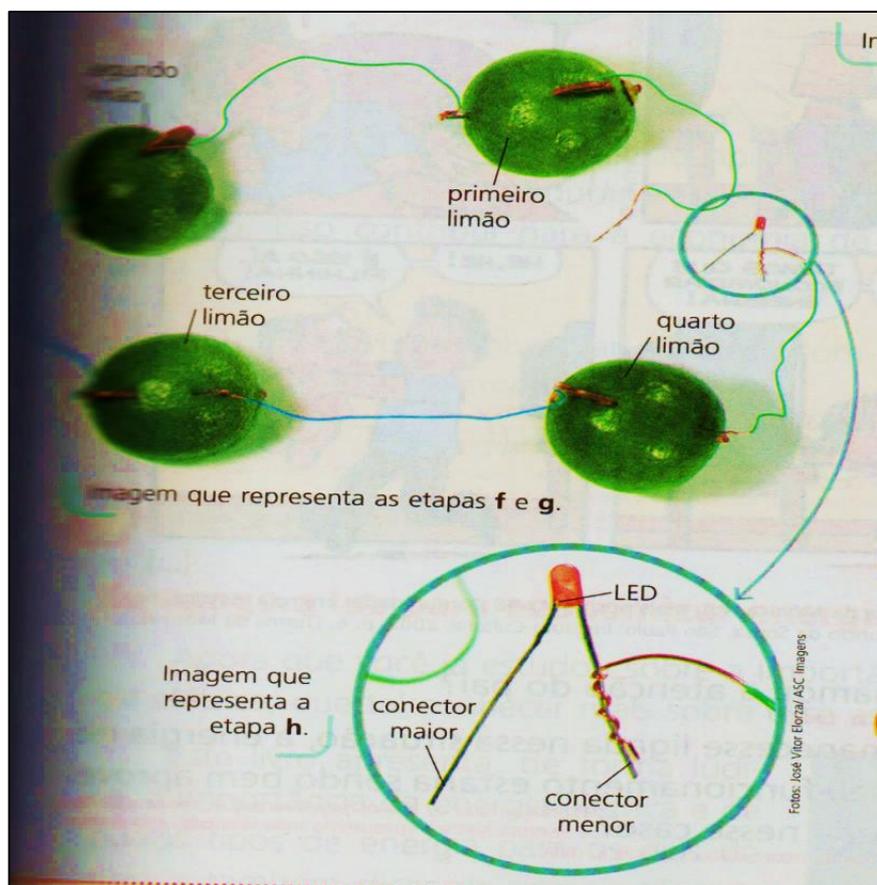


Figura 14 – Tentando acender uma lâmpada de LED com limões.
Fonte – (MICHELAN, 2014, p. 141)

Observando a figura, acredito que a forma como ela se apresenta criará obstáculos verbais, pois basicamente se tem a impressão que a energia sai dos limões e percorre os

fios chegando até o LED (light emitting diode / diodo emissor de luz) e o acendendo, talvez, pensar assim seja uma forma simples de tornar algo complexo compreensivo, ainda que tenhamos mais uma vez a ideia de energia como um ingrediente ou uma substância.

Para Sefton (2002) os livros geralmente trazem situações que acabam estabelecendo e estimulando confusões. Ainda segundo o autor alguns mitos relacionados à energia devem ser demolidos, como a ideia que a energia é algo material que posto na extremidade de um objeto irá sair pela outra extremidade. Sefton (2002, p. 2) chama atenção para estas concepções, já que [...] a energia não é assim; é apenas um atributo abstrato de um sistema que, quando calculado sempre se conserva”.

Para Barbosa e Borges (2006):

A energia é substancializada, algo concreto que se pode transferir de um corpo a outro; é utilizada com sentido diversificado, tendo um significado específico para cada tópico estudado, e dependendo da situação ou problema, a energia poderia ser criada ou destruída, como no caso da energia dos combustíveis que é produzida ou liberada na combustão, ou da energia elétrica de uma pilha que é ‘gasta’ para acender uma lâmpada. (BARBOSA e BORGES, 2006, p. 9).

Seguindo esta linha de pensamento temos a seguinte figura, que pode produzir a concepção de energia como algo que pode ser depositado.

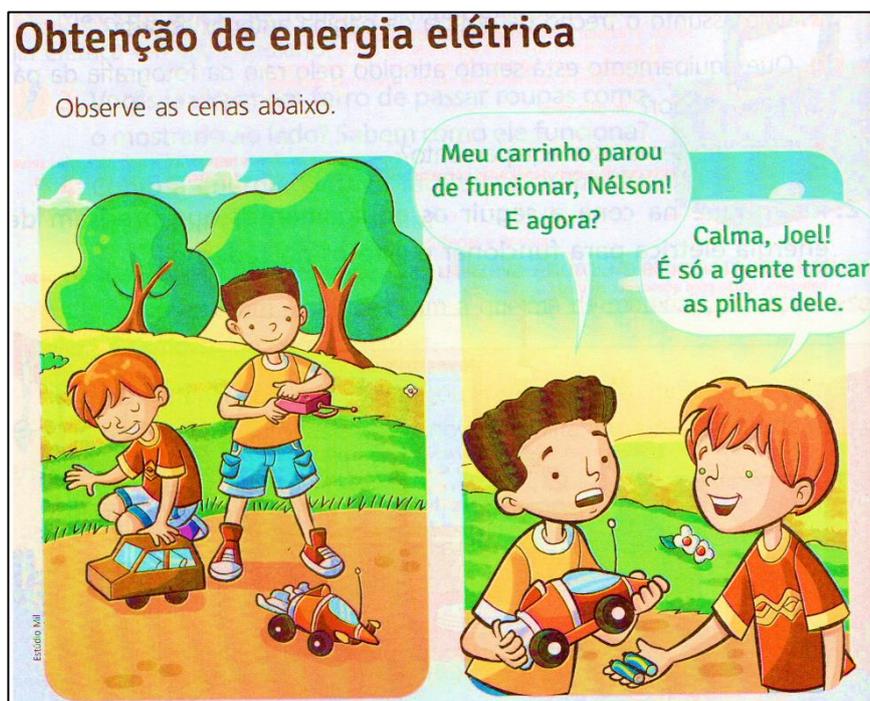


Figura 15 – Energia como um depósito.
Fonte – (MICHELAN, 2014, p. 130)

O livro então sugere que os alunos respondam algumas questões entre elas: *Por que o carrinho de Joel parou de funcionar?*

Espera-se que os alunos em suas repostas citem que o carinho parou de funcionar porque as pilhas estavam descarregadas, e será preciso recarrega-las ou troca-las por pilhas novas. (MICHELAN, 2014, p. 130)

Em sequência o livro didático diz que:

As pilhas e baterias são geradores que fornecem energia elétrica por meio de reações químicas que ocorrem em seu interior (MICHELAN, 2014, p. 130)

Outras situações semelhantes presentes nos livros didáticos são vistas em situações como:

A pilha é uma fonte de energia elétrica. Ela é feita de tal modo que as cargas elétricas saem de um lado e entram pelo outro quando temos um circuito fechado. Esse movimento de cargas elétricas se chama corrente elétrica. (JÚNIOR *et al*, 2014, p. 114).

Algumas pilhas e baterias são **recarregáveis**, ou seja, após usadas elas podem ser carregadas novamente utilizando-se a energia elétrica de uma tomada. É o que acontece com a bateria de telefones celulares e de telefones sem fio. (MOTTA, 2014, p. 78).

Poderia continuar dando exemplos, no entanto o texto se tornaria carregado de repetições, pois a forma como energia é apresentada aos alunos se assemelha nos livros didáticos analisados. Acredito que as questões aqui apresentadas se configuram como obstáculo verbal. Os adjetivos que *energia* possui, fazem com que no ensino seja um tema complexo.

Angotti (1993, p.195) declarava que “[...] energia é um sutil “camaleão” do conhecimento científico”. Desta forma, trago algumas ideias elencadas por usuários de um página eletrônica na rede mundial de computadores, em que se fez a seguinte pergunta:

O que é energia para você? Qual a primeira coisa que vem na sua cabeça quando fala de energia?¹⁶

¹⁶ Transcrição obtida em : <https://br.answers.yahoo.com/question/index?qid=20080924095940AAYuIJe>

Tudo que tem vida, tem energia... tudo que se move tem vida. A vida é um composto de várias energias[...]
 É tudo que se move no espaço!!!! [...]

Em geral, o conceito e uso da palavra energia se refere "ao potencial inato para executar trabalho ou realizar uma ação" [...]

Energia é a matéria em movimento, portanto ela é algo material. Por isso, espírito não é energia, logo não é material (por definição) [...]

Força, Combustível...

Energia = massa * velocidade da luz * velocidade da luz.

Luz.

A energia não pode ser criada nem destruída, apenas pode ser transformada em outra energia! [...]

Estas respostas demonstram que energia é vista e retratada por olhares diferentes, e sabendo que o processo de ensino é construído com sujeitos heterogêneos, esses múltiplos olhares e vivências que os sujeitos trazem poderão atuar como obstáculo epistemológico verbal, uma vez que, o termo tem um significado diferente para cada aluno. Nas transcrições feitas observa-se que a energia vai desde visão espiritual até a ideia de que é apenas luz. Esta questão é elencada por Martins (p.11, 2010) ao exemplificar que a palavra *ambiente* e *espaço* depende do contexto e do sujeito “[...] Que compreensões de *ambiente* são possíveis a partir dos olhares de um biólogo, um historiador ou um arquiteto? O que é *espaço* para um engenheiro, um taxista e um astronauta?”.

Discutir energia na escola, em turmas compostas por alunos que possuem diferenças quanto ao credo religioso, situação econômica, cultural entre outros fatores proporcionarão o surgimento de obstáculos.

Sobre este assunto Jacques e Filho (2008) salienta que o conceito de energia levou séculos para ser construído e que geralmente entra em atrito nas aulas de ciências frente ao conhecimento prévio dos alunos. Corroborando com as dificuldades que o estudo de energia traz, Matozzo et al (2014) apontam que:

O mais trivial que se pode dizer sobre energia é que o termo abarca múltiplos aspectos, desde a explicação científica fornecida pela física até o significado dado pela percepção comum. A utilização do conceito é diversa e, frequentemente, equivocada, considerando as circunstâncias em que o termo é empregado ou pensado, algumas vezes com sentidos vagos e, vez por outra, até esotéricos. (MATOZZO et al, p. 101, 2014)

Feynman et al. (1963) apud Sefton (2004) ao tentar explicar energia não limita o conceito que “[...] com efeito, ele diz: “Não sei o que Energia é, mas se você tem muito tempo eu posso ensinar-lhe como calculá-lo”. Segundo Jacques e Filho (2008, p.18) “[...] por ser abstrato e muito abrangente, o conceito de Energia é de difícil compreensão e fica muitas vezes a mercê de interpretações casuais...”

Sefton (2004) alega no ensino parece haver uma preocupação para que conceitos sejam estabelecidas, no entanto:

Energia pode ser um conceito escorregadio: apenas quando você pensa que você o compreendeu algum novo exemplo é susceptível de eludir você. Realmente não há um conceito único, absoluto ou universal de energia e não tem nenhuma definição simples. Além disso, embora seja bom se o conceito de energia fosse imutável, a história da física mostra que as concepções mudam. Ideias sobre energia ainda estão se desenvolvendo e crescendo em novos contextos. Por exemplo, físicos de meio século atrás (como eu Era) dificilmente entenderiam o conceito moderno, um pouco especulativo, de uma “Energia escura” que impulsiona a expansão do cosmo. (SEFTON, 2004, p.2)

Bachelard (1996) ao levantar o obstáculo epistemológico verbal enfatizava que os textos científicos conceituavam o ar como sendo algo esponjoso e isso explicaria sua capacidade de ser comprimido e rarefeito. Ainda, segundo Bachelard *“munido desse aparato metafórico”*, os autores vão discorrendo sobre a palavra esponja para explicar os mais diferentes enunciados. Estas concepções demonstram para Bachelard (1996) que isto é *“a prova de um movimento pura e simplesmente lingüístico que, ao associar a uma palavra concreta uma palavra abstrata, pensa ter feito avançar as idéias”*. Nesta perspectiva os livros didáticos nos exemplos citados anteriormente tentam transformar algo abstrato em concreto. Para Lopes (1993):

A razão acomodada ao que já conhece, procurando manter a continuidade do conhecimento, opõe-se à retificação dos erros introduzindo um número excessivo de analogias, metáforas e imagens no próprio ato de conhecer, com o fim de tornar familiar todo conhecimento abstrato, constituindo, assim, os obstáculos epistemológicos. (BACHELARD, 1993, p.315).

Contudo, acredito assim como Lopes (1993) que Bachelard não afirmou que as metáforas e analogias não poderiam ser usadas nas ciências, mas seus exemplos se referem ao uso abusivo das mesmas. Pois segundo Bachelard o problema do obstáculo verbal é que:

O perigo das metáforas imediatas para a formação do espírito científico é que nem sempre são imagens passageiras; levam a um pensamento autônomo; tendem a completar-se, a concluir-se no reino da imagem. (BACHELARD, 1996, p. 101).

Assim sendo, os obstáculos epistemológicos verbais se impregnam ao pensamento, ao passo que deveriam ser apenas caminhos que conduzem a um conhecimento, sendo possível desfazê-los quando for necessário, nas palavras de Lopes (1993, p.315) em relação as metáforas e analogias entende que na epistemologia bachelardiana “[...] a razão não pode se acomodar a elas, estando pronta a desconstruí-las sempre que o processo de construção do conhecimento científico assim o exigir”.

O obstáculo verbal estimula a incorporação de imagens, que a partir de elucidações inteligíveis inibem o espírito (LOPES, 1990). Essa facilidade que as explicações simplistas oferecem, como aponta Gaston Bachelard são cômodas ao pensamento inerte. Os livros didáticos apresentam informações neste sentido, em que a compreensão é facilitada, sendo os conceitos científicos retratados sem levar em consideração a historicidade que possuem.

No entanto, a visão bachelardiana entende ser a ciência uma constante descontinuidade, o que segundo Lopes (1996) traz confusões ao entendimento, uma vez que, no campo da linguagem científica há quebras entre teorias distintas, de forma que um termo científico recebe diferente significado na divisa de uma teoria nova, tornando-se um obstáculo verbal.

Segundo Lajoto (1996) os livros trazem e modificam significados, uma vez que apresentam os conhecimentos estabelecidos como verdadeiros em determinado campo científico, estabelecendo o que é ensinado e como é ensinado, tornando os livros didáticos praticamente em um manual de usuário. Ainda de acordo com a autora podemos exemplificar isso da seguinte maneira:

O manual de instalação de um aparelho, por exemplo, *produz significados*, na medida em que, a partir da leitura dele, seu leitor aprende a instalar um videocassete, distinguindo pólo positivo de pólo negativo e ambos do fio de terra, ligando cabos diferentes a diferentes chaves, e assim por diante. Um livro de receitas, por sua vez, ao sugerir que o leitor cozinhe abóbora com feijão, *produz significados* para os leitores que jamais cozinham ou viram cozinhar aquele vegetal alaranjado de casca dura e cheio de sementes; mas também *altera significados* para aqueles leitores que, até lerem a receita, só sabiam que se utilizava abóbora como ingrediente de doce e que só tinham comido feijão cozido com linguiça (LAJOTO, 1996, p.3).

Desta forma, os livros didáticos influenciarão o conhecimento, dependendo da forma como são utilizados pelo professor, e no caso do estudo de *energia*, apresentando obstáculos epistemológicos verbais, pois Martins (2010) corrobora que a conhecimento científico não está separado de questões culturais, logo inúmeras palavras não ficam restritas a discursos da comunidade científica e espalham-se em diferentes contextos no dia-a-dia. Além de que, “[...] o processo de construção histórica do conhecimento científico evidencia que a Ciência apropriou-se de – e transformou – conceitos presentes na linguagem cotidiana” (MARTINS, p.13, 2010).

Ainda segundo Lopes (1993):

Tendo-se em vista os livros didáticos, a linguagem é um dos pontos que mais necessitam de avaliação criteriosa. O uso indiscriminado de termos científicos, sem distinguir seus significados em relação aos termos da linguagem comum, pode não apenas impedir o domínio do conhecimento científico, como também cristalizar conceitos errados, verdadeiros obstáculos à abstração. Retêm o aluno no realismo ingênuo ou transmite uma visão animica e antropomórfica do mundo. (LOPES, 1993, p. 317).

Estas maneiras de buscar definir o conceito de energia, se assemelham ao obstáculo verbal elencado por Gaston Bachelard, uma vez que:

[...] a imagem da esponja é *suficiente* numa explicação particular e, portanto, pode ser utilizada para organizar experiências diversas. Por que ir procurar mais longe? Por que não pensar seguindo esse tema geral? Por que não generalizar o que é claro e simples? Logo, expliquemos os fenômenos complicados com material formado de fenômenos simples, exatamente como se esclarece uma ideia complexa decompondo-a em ideias simples. (BACHELARD, 1996, p. 98).

Souza et al (2012) afirma ser um desejo de alguns pesquisadores e professores encontrar uma definição científica harmoniosa para o termo energia que atenda essas definições “*particulares, incompletas e insatisfatórias*”

No entanto, não busco apontar uma metodologia ou um conceito que julgo mais apropriado ao termo energia, mas colocar em discussão a forma como os livros didáticos a apresentam. Até porque entedemos assim como Lopes (1993, p. 310) “[...] que pouco adianta modificarmos metodologias de ensino, caso não enfrentemos a discussão da tessitura epistemológica dos conceitos científicos ensinados”.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa buscou analisar em livros didáticos dos anos iniciais da educação básica as concepções de energia, para isso utilizou-se a teorização do obstáculo epistemológico verbal elencado por Gaston Bachelard. Neste sentido, a análise foi feita em cinco livros didáticos do 5º ano do ensino fundamental que permitiram chegar as seguintes constatações.

Os livros didáticos, quanto as questões históricas do tema energia apresentam pouca discussão, os conceitos são fornecidos/informados aos alunos como verdades prontas. Logo, se tem uma ciência linear, o que pouco contribuirá para a formação do pensamento crítico. Neste sentido as descontinuidades e rupturas apontadas pela filosofia bachelardiana não tem espaço de discussão, contrapondo-se em certa medida ao que pode ser observado no processo histórico de construção dos saberes, não obstante, proporcionando o surgimento de obstáculos epistemológicos.

Os livros didáticos tiveram melhorias significativas tanto esteticamente, quanto em termos conceituais, no entanto, considerando especificamente o conceito de energia esta pesquisa possibilita perceber que os livros didáticos, dos anos iniciais do ensino fundamental podem apresentar obstáculos epistemológicos verbais.

O obstáculo epistemológico verbal aparece nestes livros, através de palavras que difundidas no cotidiano e usadas em diferentes contextos, de caráter polissêmico ou por subjetivarem situações, entrarão em conflito com o conhecimento científico. Por sua característica abstrata o conceito de energia é trabalhado no livro didático de forma a permitir linhas de pensamento tangíveis sobre o tema, utilizando inúmeras ilustrações ou esquemas, que são complementadas por explicações. Além do que, pela potencialidade que o livro didático possui em trazer significados que serão construídos pelos alunos, suas páginas revelam situações nas quais energia será substancializada, tornando-se algo material que flui, que pode ser depositada ou está dentro de objetos que podem ser retirados e usados.

Estas formas situações impedem a abstração, criando concepções de materialidade a energia. Isto não significa dizer que os livros didáticos não possam utilizar dispositivos como analogias e metáforas no processo de ensino, contudo deve-se ter cuidado, para que na

tentativa de auxiliar na abstração torne o abstrato em concreto. Esses dispositivos deverão ser apenas caminhos, não se tornando a explicação literal e definitiva

Desta forma teremos idealizações nos livros didáticos que serão entraves ao conhecimento científico como o uso das palavras: *trabalho*, *consumo*, *geração*, *transportada*, ou esquemas que remetam ao obstáculo epistemológico verbal. Acredito que dificilmente se chegará a uma definição de energia que consiga explicar satisfatoriamente o que ela realmente seria..., Consequentemente o obstáculo epistemológico verbal será sempre uma barreira ao se trabalhar o tema com os alunos. Mas, entendo que as proposições bachelardianas permitem desenvolver linhas de pensamento que favorecem a abstração e visualização do conhecimento como algo aproximado, nunca definitivo ou irrefutável, o que é importante ao ensino de ciência, logo, permitir que energia seja vista como uma verdade temporal e contextual, poderá ser uma possibilidade ao levantar o tema com os alunos, ainda que possamos estar distantes da possibilidade de instrumentalizar nos anos iniciais, para a formação de professores, entender e considerar tais pressupostos teóricos parece ser algo promissor.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, B. L.; ZYLBERSZTAJN, Arden.; FERRARI, N. As analogias e metáforas no ensino de ciências á luz da epistemologia de Gaston Bachelard. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências. v. 2, n. 2. p. 1-11. dezembro de 2002.

ANGOTTI, J. A. P. Conceitos unificadores e ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 15, n. 1, p. 191-198, 1993.

AMARAL, I. A. & NETO, J. M. Qualidade do livro didáticos de ciências: o que define e quem define? Ciência & Ensino. v. 2. n. 1 p. 13-14. junho de 1997.

ARAÚJO, Maria Cristina Pansera de & NONENMACHER, Sandra. Energia: um conceito presente nos livros didáticos de Física, Biologia e Química do ensino médio. Poiésis-Revista do Programa de Pós-Graduação em Educação, v. 2, n. 3, p. p. 1-13, 2010.

ARRUDA , S. de M. UENO, M. H. Sobre o ingresso, desistência e permanência no curso de Física da Universidade Estadual de Londrina: algumas reflexões. Ciência & Educação, v. 9, n. 2, p. 159-175, 2003.

ASSIS, A.; TEIXIERA, O.P.B. Algumas considerações sobre o ensino e a aprendizagem do conceito de energia. **Ciências & Educação**, Bauru, v. 9, n. 1, p.41-52, 2003.

BARBOSA, E. Espaço-tempo e poder-saber. Uma nova epistémé?(Foucault e Bachelard). **Tempo social**, v. 7, n. 1/2, p. 111-120, 1995.

BACHELARD, G. Ensaio sobre o conhecimento aproximado. Contraponto, 2004.

BACHELARD, G. A formação do Espírito Científico: Contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Contraponto, 1996.

BACHELARD, G. A experiência do espaço na física contemporânea. Rio de Janeiro, Contraponto, 2010.

BACHELARD, Gaston. Poética do devaneio. Martins Fontes, 1996.

BACHELARD, G. O direito de sonhar. Tradução de José Américo Motta Pessanha. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994.

BARBOSA, J. P. V.; BORGES, A. T. Ambiente de aprendizagem para o modelamento de energia. In: Atas do V ENPEC - Nº 5. 2005.

BARDIN, L. Análise de Conteúdo. 1ª ed. Lisboa: Edições 70, 1977

BARROSO, M. F.; FALCÃO, E. B. M. Evasão universitária: O caso do Instituto de Física da UFRJ. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física. 2004 v. 9. p. 1-14.

BULCÃO, M. Ensaio Filosóficos, Volume II - outubro/2010.

BULCÃO, M. Bachelard: A noção de imaginação. Revista Reflexão, Campinas, nos 83/84, p. 11-14, jan./dez., 2003.

BUCUSSI, A. A. Introdução ao conceito de energia. Porto Alegre. Dissertação de mestrado profissional em Ensino de Física. UFRGS, Instituto de Física, 2007. P.32.

COELHO, R. L. Conexões filosóficas do conceito de energia. **Ensaio Filosóficos**, Volume V - abril/2012.

COLOMBARI, M. R. B.; MELO, S. R. Como Trabalhar Temas de Ciências de Forma Dinâmica e Construtivista: Uma Experiência. ArqMudi, v.10. p.23-28, 2006.

DAMASIO, F. STEFFANI M. H. A física nas series iniciais (2ª a 5ª) do ensino fundamental: desenvolvimento e aplicação de um programa visando a qualificação de professores. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 30, n. 4, 4503 (2008).

DOMINGUINI, Lucas; SILVA, Ilton Benoni. Obstáculos à construção do espírito científico: reflexões sobre o livro didático. Revista Plures Humanidades. v. 12 n. 15 p. 101-116. janeiro/junho de 2011.

DUTRA, L. ; BARROSO, M. F. A física no vestibular da UFRJ In: XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física. Vitória, 2009. Disponível em:http://www.if.ufrj.br/~pef/producao_academica/anais/2009snef/MartaBT0164-1.pdf
Acesso em: 20/07/2015.

FARIA, A. de O. A poética de Gaston Bachelard. Rev. Let., São Paulo, 1980.

FELTRE, R. Química. 6. ed. São Paulo, Moderna, 2004

FIGUEIREDO, A.; PIETROCOLA, M. Faces da Energia – Física um outro lado. São Paulo: FTD, 1998.

FILHO, J. E. C.C. O tempo em Bachelard : Uma ruptura com o continuísmo bergsoniano. In: Revista do Núcleo Interdisciplinar de Estudos e Pesquisas Filosóficas da Universidade Estadual de Feira de Santana - Feira de Santana - v. 1, n. 1 (1997)

FILHO, N. R. A Interação professor-aluno e o mito de “bicho papão” atribuído à física. Rio de Janeiro: Dissertação de Mestrado em Linguística Aplicada. Faculdade de Letras, UFRJ, 2011.183 p.

FIGOIRESE, J. Z.; DELIZOICOV, Nadir Castilho. Livros didáticos de biologia e a história da ciência. **Roteiro**, v. 40, n. 1, p. 79-100, 2015.

FREITAS, D. S. Imagens visuais nos livros didáticos de Biologia do ensino médio: o caso do DNA. 187p. 2002. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Educação) Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2002.

FREITAS, A. de. Apolo-Prometeu e Dioniso: dois perfis mitológicos do “homem das 24 horas” de Gaston Bachelard. *Educação e Pesquisa*, São Paulo, v.32, n.1, p. 103-116, jan./abr. 2006

FREITAS, E. B. de. Entre a poesia das imagens e o imaginário da criação: a ronda noturna de Bachelard. **Labirinto–Revista Eletrônica do Centro de Estudos do Imaginário**. (2001) Universidade Federal de Rondônia, UNIR. Disponível em: www.filoczar.com.br/.../Bachelard/Revista%20Eletrônica%20do%20Centro%20de%20*Acesso em: 09 de Agosto de 2016.*

GOMES, H. J. P. OLIVEIRA, O. B. de. Obstáculos epistemológicos no ensino de ciências: um estudo sobre suas influências nas concepções de átomo. *Ciências & Cognição* 2007. v.12. p. 96-109. dezembro de 2007.

GUIMARÃES, F. M. Como os professores de 6º ao 9º anos usam o livro didático de ciências. Dissertação de mestrado em Educação. Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação. Campinas 2011.

HÖFFLING, E. M. Notas para discussão quanto à implementação de programas de governo: em foco o Programa Nacional do Livro Didático. *Educação e Sociedade*. São Paulo, n. 70, p.159-170, abr. 2000.

JACQUES, V.; FILHO, J. P. A.O conceito de energia: Os livros didáticos e as concepções alternativas. In: XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física – Curitiba – 2008

LAJOLO, M. P. (1996) Livro didático: um (quase) manual didático. *Em aberto*. Brasília, p. 3-7. Disponível em: <http://www.publicacoes.inep.gov.br/arquivos/%7B5F8D6FDF-2BF0-476F-9271-88ADE36BAD1A%7D_Em_Aberto_69.pdf>. Acesso em: 25 out. 2016.

LEITE, V. M.; SILVEIRA, H. E. da.; DIAS, S. S. Obstáculos epistemológicos em livros didáticos: Um estudo das imagens de átomos. *Candombá – Revista Virtual*, v. 2, n. 2, p. 72–79, jul – dezembro, 2006.

LIMA, M. A. M.; MARINELLI, M.. A epistemologia de Gaston Bachelard: uma ruptura com as filosofias do imobilismo. **Revista de Ciências Humanas**, v. 45, n. 2, p. 393-406, 2011.

LOPES, A.R.C. Livros didáticos: obstáculos ao aprendizado da ciência química. Dissertação de mestrado em educação. Fundação Getúlio Vargas. Instituto de Estudos Avançados em Educação. 1990. 3003 p.

LOPES, A.R.C. Livros didáticos: obstáculos verbais e substancialistas ao aprendizado da ciência química. **Revista brasileira de Estudos pedagógicos**, v. 74, n. 177, 2007.

LOPES, A.R.C. Bachelard: o filósofo da desilusão. **Caderno brasileiro de ensino de Física**, v. 13, n. 3, p. 248-273, 1996.

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

LORENZ, K. M.; *Ciência, Educação e Livros Didáticos do Século XIX: os Compêndios das Ciências Naturais do Colégio de Pedro II*, EDUFU: Uberlândia, 2010.

MARTINS, A. F. P. Palavras, Textos & Contextos. Ciências: ensino fundamental/Coordenação Antônio Carlos Pavão. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, p. 11-24, 2010.

MATTOZO, V.; CAMARGO, C. C. B.; LAGE, N. L. Jornalismo científico aplicado à área de energia no contexto do desenvolvimento sustentável. **Ci. Inf**, v. 33, n. 1, p. 101-107, 2004.

MELO, M. T. R. R. H. Energia e medicina: Mayer e Helmholtz. 192p. Tese de doutorado. 2014. Tese de doutorado em história e filosofia das ciências. Universidade de Lisboa, 2014.

MOZENA, E. R. A OSTERMANN, F. pesquisa em ensino de física nas séries iniciais do ensino fundamental: Uma revisão de literatura em artigos recentes de periódicos nacionais "Qualis A". In: Encontro de Pesquisas em Ensino de Física. Curitiba, 2008 v.11.p. 1- 12.

RAMOS, T. C. Análise da analogia do " pudim de passas" e do modelo" Ensinando com analogias" no contexto do ensino de Química. Monografia. Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2014.

RIBEIRO, E. O. R. Obstáculos epistemológicos ao estudo do calor. Belém: Dissertação de Mestrado em Educação em Ciências e Matemática – Núcleo Pedagógico de Apoio ao Desenvolvimento Científico, UFPA, 2004. 79p.

RODRIGUES, M. A.; TEIXEIRA F. M. O ensino de física nas series iniciais do ensino fundamental na rede municipal de ensino do Recife segundo os seus docentes. Revista Brasileira de Ensino de Física v. 33. n. 4 p. 4401-1/4401-11. novembro de 2011.

ROSA, C. W.; PEREZ, C. A. S.; DRUM, C. Ensino de Física nas Séries Iniciais: Concepções da Prática Docente. *Investigações em Ensino de Ciências*, v.12, p. 357-368, 2007.

QUADROS, P. P.; SANTOS, R. P. A energia nossa na leitura de cada dia. **Acta Scientiae**, v. 9, n. 2, p. 27, 2007.

SIGANSKI, B. P.; FRISON, M. D.; BOFF, E. T. O. O Livro didático e o ensino de ciências. In: *XIV Encontro Nacional de Ensino de Química (XIV ENEQ)*. Curitiba/PR, 2008.

SILVA, E. T. (1996) Livros didáticos: do ritual de passagem a ultrapassagem. *Em aberto*. Brasília, p. 8-11. Disponível em: <<http://www.publicacoes.inep.gov.br/arquivos/>

%7B5F8D6FDF-2BF0-476F-9271-88ADE36BAD1A%7D_Em_Aberto_69.pdf>. Acesso em: 25 out. 2016.

SILVA, M. P.; SOUSA, F. L. T.; PORTELA, T. Á. M.; FERREIRA, G. S. S. F. Evasão escolar no curso de Licenciatura em Física: um estudo de caso no IFCE –*campus* avançado de Tianguá.. In: congresso norte nordeste de pesquisa e inovação. Palmas Tocantins. 2012

SILVA, W. M.; ALMEIDA, A. A. C.; SILVA, J. D.; PEREIRA, M. P.; PEREIRA, V. O. B.; RIBEIRO, L. D. M.; GONZALES, M. M.; PEREIRA, A. R.; SILVA, A. V. Uma reflexão sobre a evasão no curso de Física do campus Catalão da UFG. In: Simpósio Nacional de Ensino de Física. Manaus. 2011.

SOUSA, E.; MIGUELOTE, A. Y.; NOVIKOFF, C. Energia em diferentes contextos: uma proposta atual para sua definição. Cadernos UniFOA. Edição nº 20. Dezembro de 2012.

STADLER, J. P.; JÚNIOR, FS Sousa; GEBARA, M. J. F. Análise de Obstáculos Epistemológicos em livros didáticos de química do ensino médio do PNLD 2012. HOLOS, v. 2, p. 234-243, 2012.

SCHROEDER, C. Atividades experimentais de Física para crianças de 07 a 10 anos. Textos de apoio o professor de Física. n.16. p.01-60. UFRGS 2005.

SEFTON, I. M. Understanding Electricity and Circuits: What the Text Books Don't Tell You. In: **Science Teachers' Workshop**. 2002.

SEFTON, I.M. Understanding energy. In: **Proceedings of 11th biennial science teachers' Workshop**. 2004. p. 17-18.

VALENTE, M. J. P.. A Pedagogia do Conceito de Energia: Contributo para a Utilização Formativa do Conceito de Energia. 289p. dissertação de mestrado. 1993. Dissertação de mestrado em ciências da educação. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, 1993.

WATTS, D. M. Some alternative views of energy. **Physics education**, v. 18, n. 5, p. 213, 1983.

ZIMMERMANN, E.; EVANGELISTA, P. C. Q. Motivando pedagogos a ensinar física nas séries iniciais do ensino fundamental. ATAS do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física, p. 1-13, 2005.

LIVROS ANALISADOS

JÚLIO, S.R. Ligados. com. Ciências, 5º ano do ensino fundamental. São Paulo. Saraiva, 2014.

JÚNIOR, C.S; SASSON, S.; SANCHES, P.S.B.; CIZOTO, S.A.; GODOY, D.C.A. Projeto Coopera. Ciências, 5º ano do ensino fundamental. São Paulo. Saraiva, 2014.

MICHELAN, V.S. Juntos nessa. Ciências, 5º ano do ensino fundamental. São Paulo. Saraiva, 2014.

MOTA, C. Aprender juntos. Ciências, 5º ano do ensino fundamental. São Paulo. Edições SM, 2014.

NIGRO, R. G. Ápis. Ciências, 5º ano do ensino fundamental. São Paulo. Ática, 2014.

PAULINO, W. Manacá. Ciências, 5º ano do ensino fundamental. Curitiba. Positivo, 2014.