



**INSTITUTO
FEDERAL**

Paraíba

Campus

Sousa

INSTITUTO FEDERAL DA PARAÍBA – CAMPUS SOUSA

CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

MARCELIO ALVES DOS SANTOS

**ANÁLISE DAS ABORDAGENS DOS CONCEITOS SOBRE SUBSTÂNCIAS E
MISTURAS NOS LIVROS DIDÁTICOS APROVADOS PELO PNLEM 2018-2020**

SOUSA – PB

2018

MARCELIO ALVES DOS SANTOS

**ANÁLISE DAS ABORDAGENS DOS CONCEITOS SOBRE SUBSTÂNCIAS E
MISTURAS NOS LIVROS DIDÁTICOS APROVADOS PELO PNLEM 2018-2020**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Campus Sousa, como requisito para obtenção do título de Licenciado em Química.

Orientador: Dr. João Batista Moura de Resende Filho

Coorientadora: Dra. Yen Galdino de Paiva

SOUSA – PB

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Edgreyce Bezerra dos Santos – Bibliotecária CRB 15/586

S237a Santos, Marcielio Alves dos.
Análise das abordagens dos conceitos sobre substâncias e misturas nos livros didáticos aprovados pelo PNLEM 2018-2020 / Marcielio Alves dos Santos. – Sousa: O Autor, 2018. 45 p.
Orientador: Dr. João Batista Moura de Resende Filho.
Coorientadora: Dra. Yen Galdino de Paiva

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura em Química, IFPB – Sousa.
– Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba.

1 Ensino - química. 2 Livros química – ensino superior. I Título.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA –
CAMPUS SOUSA – COORDENAÇÃO DOS CURSOS SUPERIORES
COORDENAÇÃO DO CURSO SUPERIOR DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: Análise das abordagens dos conceitos sobre Substâncias e Misturas nos livros didáticos aprovados pelo PNLEM 2018-2020.

Autor(a): Marcielio Alves dos Santos.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Campus Sousa, como parte das exigências para a obtenção do título de Licenciado em Química.

Aprovado pela Comissão Examinadora em: 05/09/2018.

João Batista Moura de Resende Filho

Dr. João Batista Moura de Resende Filho

IFPB, Campus Sousa
Professor(a) Orientador(a)

Higo de Lima Bezerra Cavalcanti

Dr. Higo de Lima Bezerra Cavalcanti

IFPB, Campus Sousa
Examinador 1

Patrícia Roque Lemos Azevedo

Esp. Patrícia Roque Lemos Azevedo

IFPB, Campus Sousa
Examinador 2



Dedico este trabalho à minha esposa e ao meu filho, com todo meu carinho, admiração e amor.

AGRADECIMENTOS

Muitos me ajudaram a chegar até aqui, então, escrevo este espaço para agradecer algumas pessoas que foram de extrema importância para que esse sonho tornasse possível de ser realizado. Certamente esquecer-me-ei de mencionar algumas pessoas importantes, porém, saiba que lembrarei eternamente de todos.

Inicialmente agradeço a Deus por ser minha força, minha vida e a razão de tudo o que fazemos.

De forma especial agradeço à minha esposa, Ana Paula, e ao meu filho, Luan Bruno, pelo amor, incentivo, apoio incondicional, companheirismo e suporte emocional, além dos sacrifícios e concessões.

Agradeço aos meus pais, por ser a razão maior da minha existência e exemplo de amor como que fui criado. Às minhas irmãs que sempre me ajudaram e me deram forças para continuar, em caráter especial a Marcilene que, como irmã e ao mesmo tempo diretora do meu local de trabalho, sempre me ajudou de forma compreensiva, tornando possível a minha participação em projetos, eventos e demais necessidades na vida acadêmica.

Aos meus professores, sou muito grato pelos valiosos ensinamentos, tanto profissionais quanto pessoais. Tive a honra de ter, além de excelentes professores, grandes amigos, que me ensinaram a ser uma pessoa melhor.

Agradeço em especial ao orientador deste TCC, o professor João Batista, que por meio de seu trabalho árduo e sério, pelo profissional que é e pelo exemplo de ética e de dinamismo, estímulos certos que trilharam o meu caminho no desenrolar deste trabalho.

Agradeço também aos professores que me orientaram nos meus estágios, na pessoa de Anderson Sávio e Patrícia Roque, exercendo papel fundamental na minha futura profissão pelos exemplos de profissionais que são. Também não poderia esquecer da professora Valmiza, pela paciência e sabedoria para tirar dúvidas nos estágios.

Enfim, agradeço aos meus colegas e amigos de “aperreio” em todas as noites: Edvan Alves (mago), Paloma Abrantes, Júnior Alves, Jadson Gilliardy, Bárbara Mileny, Luís Carlos, Rosângela Cruz (Rosinha). Vocês sempre estarão em minha memória.

“Existem muitas hipóteses em ciência que estão erradas. Isso é perfeitamente aceitável, elas são a abertura para achar as que estão certas”. (Carl Sagan)

RESUMO

Os conceitos relativos ao tema Substâncias e Misturas são estruturantes no ensino de Química, pois eles embasam uma série de outros conceitos e teorias na determinada Ciência. Logo, a abordagem de tais conceitos nos livros didáticos do Ensino Médio deve ser feita de forma cuidadosa, para se evitar equívocos conceituais e/ou obstáculos epistemológicos. O presente objetivou analisar o modo como as terminologias relacionadas aos conceitos pertinentes ao tópico Substâncias e Misturas são desenvolvidos nos LDs de Química aprovados pelo PNLEM, triênio 2018-2020, comparando-os aos apresentados nos livros de Química do Ensino Superior, para assim apontar supostos equívocos conceituais e possíveis obstáculos epistemológicos. Para tanto, foi utilizado como método para coleta de dados a pesquisa bibliográfica, através do estudo levantado no referencial teórico sobre a linguagem usada nos livros didáticos de Química, tal como uma leitura acurada dos capítulos relacionados ao conteúdo de Substâncias e Misturas para assim embasar a análise e as críticas aos mesmos. Identificou-se, a presença de diversos equívocos conceituais, definições limitadas, a presença de obstáculos epistemológicos e apresentação de ideias não convencionais com a linguagem científica. A partir da análise de dados foi possível perceber a importância deste trabalho, uma vez que os livros didáticos são uma ferramenta muito utilizada no meio educacional, e que mesmo havendo vários trabalhos abordando a temática e suas implicações para o processo de ensino-aprendizagem ainda há incidência dos mesmos, tendo em vista que os problemas supracitados não foram percebidos pelos avaliadores do PNLEM.

Palavras-chave: Livros Didáticos, Substâncias e Misturas, PNLEM, Obstáculos epistemológicos.

ABSTRACT

The concepts about Substances and Mixtures are fundamental in Chemistry teaching, because they base a several concepts and theories in this Science. There fore, the approach of these concepts in High School textbooks must be done carefully in order to avoid misconceptions and/or epistemological obstacles. The purpose of this study was to analyze how the terminologies related to the concepts relevant to the topic Substances and Mixtures are developed in the Chemistry LDs approved by the PNLEM, triennium 2018-2020, comparing them to those presented in the Chemistry of Higher Education books, in order to point out supposed conceptual misunderstandings and possible epistemological obstacles. For this purpose, a bibliographical research was used as a method for collecting data, through a study based on the theoretical reference on the language used in the textbooks of Chemistry, such as an accurate reading of the chapters related to the content of Substances and Mixtures, in order to support the analysis and criticism. It was identified, the presence of several conceptual misunderstandings, limited definitions, the presence of epistemological obstacles and presence of unconventional ideas with the scientific language. Based on data analysis, it was possible to perceive the importance of this work, since textbooks are a widely used tool in the educational environment, and that although there are several works addressing the theme and its implications for the teaching-learning process there is still incidence, since the abovementioned problems were not perceived by the PNLEM evaluators.

Keywords: Didactic Books, Substances and Mixtures, PNLEM, Epistemological Obstacles.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Obstáculos epistemológicos no processo de ensino-aprendizagem de Química apontados por Bachelard	15
Tabela 2 –	Alguns obstáculos epistemológicos encontrados por Stadler et al. (2012) nos LDs aprovados pelo PNLEM, triênio 2012-2014	16
Tabela 3 –	Definição, subdivisões e exemplos de substâncias e misturas	20
Tabela 4 –	Livros didáticos de Química aprovados no PNLEM 2018-2020, objetos da presente pesquisa	24
Tabela 5 –	Quadro sintético com estratégias para apresentação dos conceitos de Substâncias e Misturas usados nos LDs analisados	26

LISTA DE SIGLAS, SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

ACT	Alfabetização Científica e Tecnológica
Au	Ouro
$C_{12}H_{22}O_{11}$	Sacarose
C(n)	Diamante
CTS	Ciência-Tecnologia-Sociedade
H ₂	Gás Hidrogênio
H ₂ O	Água
INL	Instituto Nacional do Livro
IUPAC	<i>International Union of Pure and Applied Chemistry</i>
LD	Livro Didático
N ₂	Gás Nitrogênio
NaCl	Cloreto de Sódio
O ₂	Gás Oxigênio
O ₃	Gás Ozônio
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PNLD	Programa Nacional do Livro Didático
PNLEM	Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio
QNEsc	Química Nova na Escola
S ₈	Enxofre
TE	Temperatura de Ebulição
TF	Temperatura de Fusão

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
1.1	A linguagem usada nos livros didáticos de Química.....	13
1.2	Considerações sobre Substâncias e Misturas.....	19
2	OBJETIVOS	23
2.1	Objetivo Geral.....	23
2.2	Objetivos Específicos.....	23
3	METODOLOGIA.....	24
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	26
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	39

1 INTRODUÇÃO

No ensino de Química uma das preocupações que tem orientado pesquisas e revisões bibliográficas é compreender como os estudantes constroem seus próprios conceitos científicos e quais seriam os fatores que podem influenciar no processo de aprendizagem.

A transformação das concepções apreendidas pelos alunos da linguagem do senso comum em conhecimentos científicos pode ser evidenciada através dos métodos de ensino utilizados pelo professor, na forma de transmissão/construção dos conhecimentos científicos nas aulas teóricas, nas atividades experimentais e/ou mesmo na forma de apresentação dos conceitos químicos nos livros didáticos (LDs). Evidentemente que a linguagem científica pode causar estranheza ao aluno, pois a mesma tem características próprias que a distinguem da linguagem comum (MACHADO; MORTIMER, 2012).

De acordo com Machado e Mortimer (2012, p. 34):

Enquanto na linguagem comum predominam narrativas que relatam sequências lineares de eventos, a linguagem científica congela os processos, transformando-os em grupos nominais que são ligados por verbos que exprimem relações entre esses processos. A linguagem científica é, portanto, predominantemente estrutural, enquanto que a linguagem cotidiana é linear, apresentando uma ordem sequencial que é estabelecida e mantida.

Assim, podemos considerar que a linguagem científica depende de uma leitura e reflexão minuciosa, diferentemente da linguagem cotidiana que não exige essa necessidade. Entretanto, corroboramos com Moscovici (2003) ao afirmar que o conhecimento do senso comum não pode ser considerado distorcido e errado. De acordo com Germano (2011, p. 277), o conhecimento do senso comum “se enquadra perfeitamente aos propósitos e necessidades da vida cotidiana”, e ainda auxiliou na construção de muitos princípios científicos que tiveram seus pontos de partida nas intuições do senso comum, conforme explicita Koyré (1922, p. 22 apud Germano, 2011, p. 277):

[...] quando a termodinâmica afirma à laia de princípio, que o calor [energia térmica em trânsito] não passa de um corpo frio para um corpo quente, faz ela outra coisa que não seja transpor uma intuição do senso comum, segundo a qual um corpo quente arrefece “naturalmente”, enquanto que um corpo frio “naturalmente” não aquece? E mesmo quando dizemos que o centro de gravidade de um sistema tende a tomar posição mais baixa e não torna a subir por si mesmo, não é isso ainda uma transposição da intuição fundamental do senso comum? [...]

Na visão de Driver e colaboradores (1999), o desafio está em criar nos alunos uma perspectiva crítica sobre a cultura científica, em que eles precisarão compreender os objetivos, suas limitações e as bases desse conhecimento que assentam tais afirmativas, no processo de conhecimento de conceitos, símbolos e convenções da linguagem científica etc. Portanto,

aprender ciência na sala de aula requer que haja uma intervenção dialógica pelo professor entre o mundo cotidiano e o mundo da Ciência através de uma perspectiva crítica.

Nesse sentido, vale destacar que no processo de utilização (e também na confecção) dos LDs, a linguagem é um dos pontos que mais necessita de um olhar criterioso, tanto do professor quanto dos alunos (e também dos autores). O uso indiscriminado de termos científicos descontextualizados, ou seja, sem definir seus significados e suas diferenças em relação aos termos da linguagem comum, pode não apenas impedir a compreensão do conhecimento científico, como também cristalizar conceitos errados, o que, por sua vez, pode provocar verdadeiros obstáculos à aprendizagem (LOPES, 2007).

Em linhas gerais, considerando o exposto, o presente trabalho pretende analisar o modo como as terminologias relacionadas aos conceitos pertinentes ao tópico *Substâncias e Misturas* são trabalhadas nos LDs de Química aprovados pelo PNLEM, triênio 2018-2020, identificando e avaliando as alterações que perpassam ora os conhecimentos científicos ora aqueles oriundos do senso comum nos respectivos materiais didáticos.

1.1 A linguagem usada nos livros didáticos de Química

O LD é um instrumento didático-pedagógico utilizado por professores e alunos de todas as áreas que compõe o currículo escolar, seu principal propósito é o de auxiliar no processo de ensino-aprendizagem. No caso da Química, essa ferramenta apresenta conceitos, procedimentos, informações sobre a ciência, a tecnologia, o ambiente, a indústria etc. Além disso, é importante que as abordagens que serão transpostas sobre o conhecimento científico contribuam para que os estudantes percebam as relações entre os três níveis de compreensão: macroscópico, teórico (ou representacional) e microscópico (BRASIL, 2017).

Conforme estudo histórico de Maia et al. (2011), os LDs chegaram às escolas em 1929 através do INL, que tinha como funções avaliar e selecionar esses recursos didáticos. Depois de muitos programas criados pelo governo para produção, gerenciamento e distribuição do LD, sempre com foco no Ensino Fundamental, foi criado em 2004 o PNLEM, no qual prevê a universalização do LD para os alunos de escola pública do ensino médio de todo o país.

De acordo com Echeverría et al. (2013, p. 274):

[...] o PNLEM apresenta-se com o objetivo de democratizar o acesso ao livro didático, à medida que propicia a distribuição gratuita de livros aos estudantes das redes públicas brasileiras. Almeja-se, por meio do Programa, promover a melhoria da qualidade do processo de ensino-aprendizagem no Ensino Médio. Certamente

inscreve-se também com o propósito de impor um padrão mínimo de qualidade aos livros didáticos oferecidos ao mercado editorial brasileiro [...]

Conforme verificado por Choppin (2004), em uma revisão da história dos LDs, os livros escolares assumem várias funções importantes: 1) a função referencial ou curricular que seria a de depositário dos conhecimentos técnicos, que traduziria os conteúdos programáticos de uma disciplina; 2) a função instrumental, relacionada às aplicações metodológicas e práticas; 3) a função ideológica e cultural, na qual faz do livro vetor da língua, da cultura, da identidade, da política, na medida em que reproduz os valores da sociedade em relação à sua visão da Ciência, da História e da interpretação dos fatos; e 4) a função documental, que corresponde ao conjunto de documentos, textuais ou icônicos, com o intuito de desenvolver o espírito crítico do aluno na construção de conhecimentos.

Na visão de Mendonça et al. (2004), o LD precisa ser constantemente avaliado no que tange ao seu aspecto mediador, o qual está inegavelmente relacionado à promoção de uma educação de qualidade para todos. Seria um erro, portanto, considerar o LD como um produto que oferece conhecimento sem questionamentos, uma verdade acabada, o que diverge da ideia de Ciência e conhecimento científico. Pesquisas realizadas por vários autores têm apontado diversos problemas em livros de Química da Educação Básica: extrema uniformidade dos textos (FRACALANZA, 1992; SILVA et al., 2012), erros conceituais (TIEDEMANN, 1998; COSTA; MESQUITA, 2015; PORTO et al., 2016), desatualização do conhecimento químico (MORTIMER, 1988; SANTOS et al., 2010), utilização inadequada de analogias (THIELE; TREAGUST, 1995); JUSTI, 2000; MELZER et al., 2009; GONÇALVES; JULIÃO, 2016) e presença de obstáculos epistemológicos (LOPES, 1992; 1996; MELZER et al., 2009; STADLER, 2012).

O trabalho de Tiedemann (1998), por exemplo, aponta problemas no ensino dos conteúdos de Química presentes nos livros didáticos do 9º ano do Ensino Fundamental, destacando que determinados temas são inadequados para os alunos, tendo em vista que esse nível de ensino não consiste em uma etapa de formação acadêmica na área de Química. Além disso, o autor aponta erros conceituais presentes nos materiais didáticos analisados, o que também dificulta a aprendizagem de conceitos científicos. Por exemplo, na conceituação dos estados físicos da matéria “o estado sólido [...] é definido como aquele em que as forças de atração são maiores que as de repulsão. Se isto fosse verdade as moléculas chegariam cada vez mais perto uma das outras, até quando as forças de atração se tornarem iguais às de repulsão” (p. 18). Portanto, é incorreto afirmar que em um determinado estado físico essas forças exerceriam papel fundamental na definição desse conceito, pois geralmente é

observada certa igualdade entre as forças de atração e repulsão, conferindo estabilidade ao sistema. Além disso, do ponto de vista termodinâmico, a maneira mais aceita para a definição dos estados de agregação da matéria envolve a forma e o volume que ocupam em um determinado sistema (visão macroscópica) e a organização das suas unidades estruturantes (átomos, moléculas ou íons), assim como seus graus de liberdade (movimentos vibracionais, translacionais e rotacionais) (ATKINS; PAULA, 2006; LEVINE, 2012).

Diversos erros ou equívocos conceituais podem ser encontrados em livros de Química da Educação Básica, entretanto, eles não são os únicos problemas. Baseado nas ideias de Bachelard (1996) sobre os possíveis obstáculos epistemológicos que podem ocorrer no processo de ensino-aprendizagem, Melzer et al.(2009) afirmam que a presença desses obstáculos na aprendizagem de química pode ser evidenciada nos LDs de diferentes formas (**Tabela 1**). Stadler e coautores (2012) analisaram os LDs de Química, aprovados no PNLEM 2012-2014, e também conseguiram identificar diversos obstáculos epistemológicos, categorizando-os assim como os referidos autores anteriores (**Tabela 2**).

Tabela 1 – Obstáculos epistemológicos no processo de ensino-aprendizagem de Química apontados por Bachelard. (continua)

Nome do Obstáculo	Conceito/Caracterização	Exemplificação
Obstáculo da experiência primeira	Aquele gerado pela divergência entre o conhecimento científico e o senso comum de cada estudante. Quando este conhecimento se depara e difere das teorias científicas existentes nos LDs causa estranhamento, um conflito de ideias e saberes entre aquele de cunho científico presente no LD e aquele adquirido durante sua vivência, seu cotidiano (BACHELARD, 1996; STADLER et al., 2012).	Ao explicar o conceito científico de dureza (resistência ao risco), a maioria dos estudantes tem dificuldades em aceitar ou compreender tal conceito, tendo em vista que ele vai de encontro àquele apreendido cotidianamente, no qual a dureza é associada à tenacidade, ou seja, resistência a impactos.
Obstáculo Animista	Uso de características e/ou atribuições dos seres vivos para explicar fenômenos ou estruturas inanimadas. Pode também ser associado ao uso indiscriminado de algumas analogias baseadas no animismo para explicar fenômenos ou estruturas químicas (MELZER et al., 2009; STADLER et al., 2012).	Ao falarmos que ácidos de Arrhenius “gostam” de reagir com bases de Arrhenius para formar sais e água; ou que os metais alcalinos apresentam um “comportamento violento” na presença de água, liberando grande quantidade de energia, estamos conferindo características e atributos de seres vivos a espécies inanimadas.
Obstáculo Realista	Dificuldade relacionada à incompreensão dos limites do nível representacional, em que a explicação concreta de um fenômeno (macroscópico) pelo primeiro nível mencionado, não consegue promover a abstração para a compreensão do nível microscópico (STADLER et al., 2012).	A compreensão dos modelos atômicos como representações reais dos átomos e não como modelos (idealizações simplificadas de sistemas mais complexos).

FONTE: Autoria própria. Baseado nos trabalhos de Bachelard (1996), Melzer et al. (2009) e Stadler et al. (2012).

Tabela 1 – (continuação) Obstáculos epistemológicos no processo de ensino-aprendizagem de Química apontados por Bachelard.

Nome do Obstáculo	Conceito/Caracterização	Exemplificação
Obstáculo Substancialista	Esse obstáculo pode ser caracterizado quando, na explicação dos fenômenos, substitui-se ou simplifica-se a explicação correta daqueles (interações e ações dinâmicas entre diversas entidades químicas em dadas condições) pela análise exclusiva das características da(s) substância(s), como se o fenômeno observado fosse algo intrínseco da entidade química (STADLER et al., 2012).	Ao restringir o conceito de acidez exclusivamente à presença de hidrogênios ionizáveis (prótons), como se fosse uma característica inerente da substância, independentemente do meio e dos tipos de interações que aquela substância teria e que, conseqüentemente, iriam influenciar no seu comportamento ácido-base e na determinação da força do ácido.
Obstáculo Verbal	Os obstáculos verbais se projetam pela implementação imprudente da linguagem científica, pois se utilizam termos do senso comum ou o uso indiscriminado de analogias para explicar fenômenos ou estruturas químicas em um contexto acadêmico-científico (MELZER et al., 2009; STADLER et al., 2012).	Na utilização do uso da analogia do “pudim de passas” (sobremesa britânica) para se referir ao modelo atômico de Thomson, no contexto educacional brasileiro.

FONTE: Autoria própria. Baseado nos trabalhos de Bachelard (1996), Melzer et al. (2009) e Stadler et al. (2012).

Tabela 2 – Alguns obstáculos epistemológicos encontrados por Stadler et al. (2012) nos LDs aprovados pelo PNLEM, triênio 2012-2014. (continua)

Nome do Obstáculo	Descrição do Obstáculo	LD
Obstáculo da experiência primeira	✓ Uso de orações ao longo dos LDs utilizando-se excessivamente de termos científicos sem elucidações adequadas ou cujas associações entre as duas linguagens (conhecimento científico e senso comum) não eram facilmente observadas, tendo em vista a dificuldade de promover a evolução conceitual.	1) CANTO; PERUZZO, 2010; 2) FONSECA, 2010; 3) LISBOA, 2010; 4) SANTOS; MÓL, 2010.
Obstáculo Animista	Esse tipo de obstáculo não foi encontrado em nenhum dos LDs analisados.	_____
Obstáculo Realista	Esse tipo de obstáculo não foi encontrado em nenhum dos LDs analisados.	_____
Obstáculo Substancialista	✓ Demonstração da lei de proporção de volume nas reações com gases utilizando uma equivalência entre o número de galões e o coeficiente estequiométrico do composto na reação, sem, contudo, mencionar as quantidades corretas dos reagentes e trabalhando com as substâncias em sistemas separados, conferindo a ideia de que a reação pode ocorrer em sistemas distintos sem a necessidade do choque entre as moléculas das substâncias reagentes.	1) FONSECA, 2010;
	✓ Representações de átomos de sódio e cloro, no estado fundamental, com o mesmo tamanho para a explicação de ligação iônica, pode se constituir em obstáculo para a consolidação da compreensão sobre raio atômico.	2) LISBOA, 2010

FONTE: Autoria própria. Baseado no trabalho de Stadler et al. (2012).

Tabela 2 –(continuação) Alguns obstáculos epistemológicos encontrados por Stadler et al. (2012) nos LDs aprovados pelo PNLEM, triênio 2012-2014.

Nome do Obstáculo	Descrição do Obstáculo	LD
Obstáculo Verbal	✓ Analogia do experimento de Rutherford com tiros de uma metralhadora direcionados a um caixote constituído de madeira. O uso inadequado de analogias, associadas às generalizações e explicações científicas insuficientes, pode dificultar a abstração, por parte do aluno, da analogia para o modelo científico que se está estudando. Se constitui, portanto, no uso inadequado da linguagem.	1) CANTO; PERUZZO, 2010;
	✓ Na comparação de um átomo com um grão. Comparação análoga do átomo à noção, do senso comum, de que o termo grão geralmente refere-se a algo pequeno, mas que ainda assim é possível ver. Além disso, outras atribuições dos grãos podem ser associadas aos átomos se a forma de abordagem for descuidada.	2) MORTIMER; MACHADO, 2011;
	✓ Utilização de palavras inadequadas ao modelo trabalhado: uso do termo “incrustado” para descrever como os elétrons encontram-se no Modelo Atômico de Thompson. Incrustar significa cobrir, revestir algo formando uma crosta em sua superfície, dando a ideia, portanto, de que os elétrons no determinado modelo encontram-se unicamente na superfície do átomo, recobrimo-o totalmente.	3) SANTOS; MÓL, 2010.

FONTE: Autoria própria. Baseado no trabalho de Stadler et al. (2012).

Podemos perceber que, de acordo com o trabalho de Stadler e coautores (2012), a maioria das obras analisadas apresentou os obstáculos de experiência primeira, inferindo que a linguagem utilizada nos livros não consegue construir de forma eficiente a ligação entre as linguagens do senso comum e a científica. Quanto aos obstáculos animista e realista, os autores não conseguiram identificar nos livros analisados, sugerindo certa preocupação, na utilização correta da linguagem científica, respeitando-se o nível de ensino em que está sendo trabalhada, e da não utilização de analogias desvinculadas do contexto científico e sociocultural ao qual é orientada, que se caracterizam como obstáculos.

Logo, observando-se o que foi exposto anteriormente, podemos perceber que a “dependência” do planejamento das aulas de muitos professores, baseado apenas em um único LD (geralmente o que é adotado na instituição de ensino em que trabalha), pode gerar limitações de abordagens sobre um determinado tema/conteúdo, implicando em dificuldades epistemológicas e didático-pedagógicas no processo de ensino-aprendizagem. Segundo Tavares (2009, p. 1016), “o professor poderá utilizar materiais diferenciados como revistas, artigos, sites disponíveis na internet e materiais alternativos de diferentes autores, possibilitando outros olhares que auxiliem na seleção, organização e no tratamento dos conceitos científicos”. Sendo assim, é perceptível a importância de utilizar não somente

diversos livros, mas também variados recursos pedagógicos, tanto para oferecer aos alunos uma vasta fonte de instrumentos de pesquisas e informações, como também servir de material de suporte ao professor.

Em 1997, os PCN já mencionavam a importância da utilização de LDs dentro das escolas brasileiras. O uso frequente desse recurso de ensino é uma realidade e, por isso, é preciso ter cautela no momento de utilizá-la. O próprio documento alerta para isso:

O livro didático é um material de forte influência na prática de ensino brasileira. É preciso que os professores estejam atentos à qualidade, à coerência e a eventuais restrições que apresentem em relação aos objetivos educacionais propostos. Além disso, **é importante considerar que o livro didático não deve ser o único material a ser utilizado**, pois a variedade de fontes de informação é que contribuirá para o aluno ter uma visão ampla do conhecimento (BRASIL, 1997, p. 67. Grifo nosso).

É importante ressaltar que o ensino de Química não pode ser restrito aos processos mecânicos que desconsiderem sua importância na constituição de um mundo transformado científica e tecnologicamente. Seria um erro, portanto, restringir o potencial educativo da Química na escola, pois assim estaria negando o direito aos estudantes de participarem desse mundo que se transforma cotidianamente, tanto do ponto de vista cultural e político, como também tecnológico e científico (BRASIL, 2017).

Há que se considerar ainda que a maioria dos LDs de Química utilizados nas escolas do Brasil traz um número excessivo de conceitos, fórmulas, equações, classificações e regras, favorecendo à memorização em detrimento da compreensão da interrelação entre os conceitos, assim como a contextualização desses (BRASIL, 2017). Além disso, muitas vezes a linguagem química empregada nos LDs é utilizada de forma mecânica, o que dificulta o processo de aprendizagem, causando a impressão aos alunos de que a Química é uma ciência que nada tem em comum com a realidade em que vivem.

Roque e Silva (2008) estabelecem a correlação que toda linguagem desenvolve-se na medida em que as estruturas do pensamento evoluem do concreto para o abstrato e vice-versa. Dessa forma, a relação entre professor-aluno e LD deve se complementar na linguagem científica e linguagem do cotidiano (senso comum). Esse processo possibilita a reconstrução de conceitos, pois “aprender Química é apropriar-se dos significados do conhecimento científico como ideia própria e ser capaz de dialogar (não só memorizar)” (SILVA et al., 2011, p. 71), o que possibilita a ampliação dos conhecimentos prévios e estimula o aprendiz a perceber que o conhecimento científico (e também o senso comum) é dinâmico e, ao mesmo tempo, parcial.

1.2 Considerações sobre Substâncias e Misturas

Os conceitos relacionados a *Substâncias e Misturas* são extremamente importantes na Química, sendo considerados estruturantes, pois permitiram e impulsionaram a transformação dessa ciência, de forma direta ou indireta, na elaboração de novas teorias, na utilização de novos métodos e novos instrumentos conceituais (GLAGLIARDI, 1988).

Atualmente, os conceitos iniciais de *Substâncias e Misturas* são introduzidos, de um modo geral, nos primeiros capítulos dos livros de Química. Na definição de Brown et al. (2005, p. 4) “Substância é a matéria que tem propriedades distintas e uma composição que não varia de amostra para amostra. E mistura são combinações de duas ou mais substâncias nas quais cada uma mantém sua própria identidade química”.

Conforme verificado, as substâncias diferem umas das outras na composição e podem ser identificadas por suas propriedades físicas, tais como temperatura de fusão, temperatura de ebulição, densidade, calor específico, dentre outras. Temos como exemplo de substâncias, a água destilada (H_2O), o açúcar (sacarose, $C_{12}H_{22}O_{11}$), o ouro (Au) etc. As misturas não têm uma composição constante (em termos de diferentes entidades químicas que as constituem) e temos como exemplo o ar, as madeiras, o leite etc. (CHANG; KENNETH, 2013).

As misturas cujos conjuntos de partículas que as compõe apresentam dimensões suficientes para serem percebidas com a ajuda de um microscópio ou mesmo a olho nu, como o granito e o leite, são consideradas misturas heterogêneas. Enquanto que as misturas que apresentam constituintes bem dispersos, na qual a composição química é a mesma por toda a amostra são chamadas de misturas homogêneas (ATKINS; JONES, 2012).

A definição citada anteriormente e em outros livros de química para o ensino superior da atualidade consideram o aspecto microscópico da matéria para conceituar substâncias e misturas. A **Tabela 3** apresenta resumidamente a definição, subdivisões e exemplos de substâncias e misturas que serão consideradas no presente trabalho.

Tabela 3 – Definição, subdivisões e exemplos de substâncias e misturas.

Conceito Químico	Definição	Subdivisões
Substâncias	Porção de matéria que, a princípio, é formada por um único tipo de entidade química* em toda sua extensão, apresentando propriedades físicas distintas capazes de caracterizá-las.	Elementares ou Simples: apresentam entidades químicas constituídas por apenas um elemento químico. Ex.: gás oxigênio (O ₂), ozônio (O ₃), gás nitrogênio (N ₂), Diamante (C _n), gás hidrogênio (H ₂), enxofre (S ₈), ouro puro (Au _n) etc. Compostas: apresentam entidades químicas constituídas por dois ou mais elementos químicos diferentes. Ex.: cloreto de sódio (NaCl), água (H ₂ O), açúcar (sacarose, C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁) etc.
Misturas	Porção de matéria formada pela associação de duas ou mais substâncias, em que estas permanecem com sua identidade química.	Heterogêneas: são aquelas que não têm a mesma composição (polifásica**), propriedades e aparência por toda a sua extensão. Ex.: mistura de água e óleo, mistura de água e areia, madeiras, leite, sangue etc. Homogêneas: são aquelas que apresentam composição uniforme por toda a amostra (monofásica**). Ex.: ar atmosférico (livre de partículas sólidas em suspensão), soro caseiro, gasolina, vinagre, mistura de sal ou açúcar dissolvidos em água etc.

***Entidades químicas:** termo designado para se referir a moléculas, fórmulas unitárias, íons ou átomos isolados ou agregados. **Constituintes:** esse termo é empregado para designar as entidades químicas que fazem parte de uma mistura. Entretanto, não deve ser confundido com o termo **componente**, que em Termodinâmica apresenta um conceito bem definido. Este último está relacionado ao número mínimo de entidades químicas independentes necessárias para definir a composição em todas as fases de um sistema.

****Fase:** porção de um sistema que apresenta uniformidade em sua composição, estado de agregação e variação alotrópica (caso houver). **Monofásica:** termo que indica presença de única fase em uma mistura ou sistema; **Bifásica:** duas fases; **Trifásica:** três fases; e assim sucessivamente. **Polifásica:** termo que indica duas ou mais fases.

FONTE: Autoria própria. Definições e subdivisões baseadas nos conceitos presentes em BROWN et al., 2005 e no Gold Book da IUPAC (Disponível em: <<https://goldbook.iupac.org/>>. Acesso em: 17 abr. 2018).

É importante destacar que ainda existem muitas dificuldades entre os estudantes de apropriar-se desses conceitos estruturantes no ensino de Química, como aponta pesquisas em Educação Química realizadas por Araújo et al. (1995), Oki (2002), Silva e Aguiar (2008), Bastos et al. (2011) e Pane, 2015.

Araújo et al. (1995), por exemplo, mostraram que os estudantes atribuíam o conceito de substância a termos do cotidiano, como sendo sinônimo de “coisa”, “material”, “elemento”, e para mistura “o ato de misturar coisas”, ou seja, associaram o conceito a uma ação que consiste em juntar duas ou mais coisas não necessariamente diferentes. Além do mais, eles associavam a distinção de mistura homogênea e heterogênea considerando apenas as fases visíveis a olho nu. Logo, misturas como o leite e o sangue, que são misturas heterogêneas quando observadas ao microscópio, foram consideradas como homogêneas pelos estudantes devido ao fato de existir apenas uma fase observável a olho nu.

Podemos considerar nessa mesma perspectiva, que a maioria dos alunos relacionam as definições de substâncias e misturas à visualização, ou seja, aos aspectos

macroscópicos. Como exemplo, podemos citar o leite e a água mineral, que na compreensão dos alunos possivelmente seria classificado como substância pela sua aparência de aspecto contínuo e não uma mistura como é caracterizado cientificamente. Dessa forma, ainda são identificadas muitas confusões conceituais pelos alunos e pelos livros didáticos sobre a abordagem de conceitos científicos (OKI, 2002).

É interessante observar a ressalva de Oki (2002), na introdução do seu trabalho publicado no periódico *Química Nova na Escola (QNEsc)*, intitulado *O Conceito de Elemento: da Antiguidade à Modernidade*:

[...] Nota-se que o **conceito de elemento** [presente em diversos livros adotados em cursos de graduação no Brasil e traduzidos dos originais na língua inglesa] remete ao **conceito de substância**, mais especificamente ao de **substância simples**. A simbiose entre os dois conceitos gera confusão, que poderia ser evitada se os tradutores esclarecessem aos leitores o duplo sentido associado ao emprego dessa palavra na língua inglesa (OKI, 2002, p. 21. Grifo nosso).

Numa análise de LDs aprovados pelo PNL D, triênio 2014-2016, Pane (2015) afirma que o conteúdo de *Substâncias* abordado em um dos livros remete a uma visão macroscópica quando conceitua substâncias ao material formado por um único tipo de constituinte, sem relacioná-lo às entidades químicas microscópicas (moléculas, átomos etc.). Em outros livros, é identificada uma abordagem microscópica da matéria, na qual o autor do LD conceitua que substâncias são formadas por partículas extremamente pequenas, denominadas átomos, sem que haja uma explicação do que seja átomo anteriormente.

De acordo com Abreu e César (2015, p. 162):

[...] a forma com que tais conceitos são abordados nas escolas parece envolver a valorização de um conhecimento potencialmente abstrato, remetendo-se aos modelos criados para explicar o que ocorre em nível microscópico, sem associação ou discussão com os aspectos macroscópicos do conhecimento químico. Essa forma de abordagem parece envolver ainda diversas classificações, indicando a valorização de um ensino mnemônico e desconectado do cotidiano do aluno.

Vale salientar que essas concepções equivocadas não ocorre somente pelos alunos e também não são exclusivas da realidade educacional brasileira. Papageorgiou e Sakka (2000), realizaram uma investigação com 75 professores de química da educação básica de escolas na Trácia, Grécia, e identificaram erros e/ou equívocos conceituais relativos a átomos, elementos químicos, moléculas, compostos, substâncias, misturas e soluções. Os autores mostraram que sobre o conceito de substância, 57% dos professores entendiam como “uma substância sem mistura”. Além disso, constataram que 20% dos professores fizeram relação do conceito de substância com elemento ou composto, porém, nos mapas conceituais elaborados por estes, apenas 17% estabeleceram relações entre esses conceitos de forma correta; 9% dos professores afirmaram que substância e composto são sinônimos. Ainda de

acordo com a pesquisa, 65% dos professores afirmaram que a água destilada era considerada uma substância pura, enquanto o ouro e o oxigênio são considerados como tal apenas por 20% e 11% da amostra, respectivamente. O que podemos perceber através desse estudo de Papageorgiou e Sakka (2000) é que os problemas referentes à compreensão dessas terminologias fundamentais e estruturantes na Química são perpassadas ao longo de todo o processo educacional, podendo-se perdurar até mesmo na prática profissional de docentes da área.

Não menos relevante que os dados do trabalho citado acima são os resultados do artigo de Silva e Amaral (2016) que, de um modo geral, verificaram e analisaram as concepções de estudantes e professores relacionadas ao conceito de substâncias. Eles identificaram que os professores conseguiam expressar uma visão científica do conceito, fazendo distinção entre os do senso comum e a visão científica. Entretanto, nas concepções dos alunos verificou-se a ocorrência de correlação entre o conceito de substâncias e objetos presentes na vida deles, além de a associar substância a algum tipo de transformação química como condição essencial na sua identificação.

Silva e Amaral (2016) também identificam e comentaram uma série de trabalhos que demonstram essa incompreensão, tanto por parte de alunos como de professores, no que diz respeito aos conceitos relativos ao tópico de *Substâncias e Misturas*: VOGELZANG, 1987; ARAÚJO et al., 1995; OLIVEIRA, 1995; JOHNSON, 2000; PAPAGEORGIOU; SAKKA, 2000; LOVERUDE, 2002; SOARES; AGUIAR, 2008; SILVA; AMARAL, 2016. De modo geral, eles apresentam as dificuldades que os sujeitos do conhecimento (professores e alunos) têm na diferenciação (para posterior articulação e discussão crítica) de conceitos oriundos do senso comum com aqueles aceitos no meio acadêmico-científico.

Fica evidente, diante desse quadro, a dificuldade em caracterizar substâncias e misturas quanto aos seus aspectos, seja pelo uso de terminologias inadequadas, pela forma de abordagem utilizada nos LDs (nem sempre adequada) ou pela visão tradicional no ensino de química. Apesar do grande número de trabalhos que buscam identificar e analisar os problemas conceituais relativos ao referido tema, poucos são reportados na literatura que buscam analisar tais problemas presentes em livros didáticos de Química (BRITO et al., 2009). Traduções equivocadas de material didático escrito em línguas estrangeiras, a utilização de conceitos divergentes ou não consensuais para um mesmo termo e as confusões entre definições usadas em diferentes âmbitos do conhecimento (científico e senso comum) presentes em LDs podem dificultar (e muito) a compreensão dos alunos no que tange a esses conceitos estruturantes da Ciência Química.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O presente trabalho tem como objetivo geral analisar o modo como as terminologias relacionadas aos conceitos pertinentes ao tópico *Substâncias e Misturas* são trabalhados nos livros didáticos (LDs) de Química aprovados pelo PNLEM 2018-2020.

2.2 Objetivos Específicos

- ✓ Conhecer como os LDs de Química aprovados pelo PNLEM, triênio 2018-2020, compreendem os conceitos de substâncias e misturas e como utilizam as terminologias a eles relacionados;
- ✓ Comparar tais conceitos com aqueles abordados nos livros de Química do ensino superior;
- ✓ Apontar os equívocos conceituais e os obstáculos epistemológicos encontrados nos LDs de Química do ensino médio;
- ✓ Analisar o uso consonante ou discordante das terminologias associadas aos conceitos de substâncias e misturas, no âmbito do conhecimento científico e no do senso comum, nos respectivos LDs.

3 METODOLOGIA

O presente trabalho consiste em analisar a abordagem dos conceitos relacionados ao tema *Substâncias e Misturas* nos livros didáticos de Química aprovados no PNLEM (Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio), triênio 2018-2020 (**Tabela 4**). As coleções aprovadas no mencionado programa são constituídas de três volumes, um para cada série do Ensino Médio. Os volumes e os seus conteúdos estão divididos em unidades e cada uma delas é dividida em capítulos. Para este trabalho, apenas o volume 1 de cada uma das coleções será analisada, tendo em vista que é nele que se encontra o tema foco desta pesquisa.

Tabela 4 – Livros didáticos de Química aprovados no PNLEM 2018-2020, objetos da presente pesquisa.

Livro	Título e Subtítulo	Autor(es)	Editora	Ano
LD1	Química	Martha R. da Fonseca	Ática	2016
LD2	Química	Eduardo F. Mortimer e Andréa H. Machado	Scipione	2016
LD3	Química: Ser Protagonista	Lisboa, Bruni, Nery, Liegel e Aoki	SM	2016
LD4	Vivá – Química	Novaes e Tissoni	Positivo	2016
LD5	Química	Ciscato, Pereira, Chemelo e Proti	Moderna	2016
LD6	Química Cidadã	Wildson Santos e Gerson Mól (Coord.)	AJS	2016

FONTE: Autoria própria.

Quanto aos procedimentos desta investigação, ela pode ser considerada uma pesquisa bibliográfica. De acordo com Souza et al. (2013, p. 66) "a pesquisa bibliográfica é desenvolvida a partir de material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos". Segundo Prodanov e Freitas (2013, p. 55), para realização deste tipo de pesquisa, é de fundamental importância a observância de algumas etapas: "1) escolha do tema; 2) levantamento bibliográfico preliminar; 3) formulação do problema; 4) elaboração do plano provisório de assunto; 5) busca de fontes; 6) leitura do material; 7) fichamento; 8) organização lógica do assunto; 9) redação do texto." Os autores ainda ressaltam a importância de "que o pesquisador verifique a veracidade dos dados obtidos, observando as possíveis incoerências ou contradições que as obras possam apresentar" (PRODANOV; FREITAS, 2013, p. 54).

Diante do uso de uma pesquisa bibliográfica com base em análise de livros didáticos, será utilizada a abordagem qualitativa para tratamento e interpretação dos dados. A pesquisa qualitativa usa a literatura de forma indutiva, no final do estudo, para compará-la e contrastá-la com seus resultados. De um modo geral, as pesquisas qualitativas visam à

compreensão de uma realidade específica, ideográfica, cujos significados são vinculados a um dado contexto (GRESSLER, 2004).

Quanto aos objetivos desta pesquisa, ela pode ser classificada como exploratória. Segundo Prodanov e Freitas (2013), esse tipo de estudo busca proporcionar um detalhamento maior sobre um determinado assunto que se deseja investigar para, assim, facilitar o delineamento do tema, nortear a fixação dos objetivos e descobrir um novo tipo de enfoque para um dado assunto. Em outras palavras, uma pesquisa exploratória tem como principal finalidade desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias com vistas na formulação de problemas para estudos posteriores.

Como instrumento para coleta e organização de dados serão utilizados resumos dos livros didáticos, estruturados em fichas documentais. A técnica de fichamento consiste em transcrever anotações e dados sobre determinado assunto com o máximo de exatidão possível. Essa técnica permite a ordenação do estudo para futuramente realizar análises e elaborar críticas (SOUZA et al., 2013). Assim, através dessa técnica os conteúdos presentes nos respectivos livros serão analisados e comparados com aqueles presentes em livros de graduação e artigos acadêmico-científicos sobre o tema (*Substâncias e Misturas*). Com esse tipo de resumo é possível levantar as informações mais importantes sobre o referido tópico que servirá como fonte de dados para a pesquisa bibliográfica.

De modo geral, iremos analisar nos LDs selecionados os seguintes aspectos referentes ao tema *Substâncias e Misturas*:

- 1) Qual o conceito de Substância dado no LD? E o de Mistura?
- 2) Como as classificações de *Substâncias e Misturas* são abordadas?
- 3) Quais os outros termos usados para embasar os conceitos estruturantes de substâncias e misturas, assim como fundamentar a construção da respectiva unidade?
- 4) Quais os obstáculos epistemológicos (se houver) presentes na unidade referente à *Substâncias e Misturas*?

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A realização deste trabalho mostra que análises de LDs é um processo bastante complexo, uma vez que exige uma busca de definições e conceitos em fontes atualizadas e de extrema relevância, pois a transposição dos dados que serão apontados no decorrer deste trabalho devem fomentar uma discussão séria e aguçada dos conteúdos que instrumentalizam o processo de ensino-aprendizagem.

Uma das maneiras de analisar determinada formulação de um conceito científico remete a maneira pelo qual aquele é apresentado e discutido. De uma forma simples e resumida, denominaremos de “método dedutivo” a forma de expor um conceito inicialmente no texto para posteriormente demonstrar exemplos e como tal conceito é aplicado numa área específica e na sociedade em geral. Por sua vez, denominaremos de “método indutivo” o caminho oposto, ou seja, realizar primeiramente uma explanação com exemplos e aplicações de um certo conceito, e assim induzir o leitor a compreender o conceito que é inserido no final do texto. Tal classificação inicial foi embasada em conformidade com os trabalhos de Martorano (2007) e Canzian (2011).

Desta forma, analisou-se a estratégia que cada livro adotou com relação ao tema *Substâncias e Misturas*, como mostra os dados da **Tabela 5**. Vale considerar que o método indutivo é utilizado por metade dos livros, sendo que a forma de justificar a estratégia utilizada é pautada, na maioria daqueles, por exemplos que demonstrem mudança ou valor constante nas propriedades específicas dos materiais.

Tabela 5. Quadro sintético com as estratégias para apresentação dos conceitos de substâncias e misturas usado nos LDs analisados.

Livro	Conceito analisado	Método
LD1	Substância Mistura	Dedutivo e Indutivo Dedutivo
LD2	Substância Mistura	Indutivo Indutivo
LD3	Substância Mistura	Indutivo Dedutivo
LD4	Substância Mistura	Indutivo Indutivo
LD5	Substância Mistura	Dedutivo Dedutivo
LD6	Substância Mistura	Indutivo Dedutivo

FONTE: Autoria própria.

Cada LD traz uma definição própria dos conceitos relativos a substâncias e misturas, apresentando tanto características similares quanto dessemelhantes. O LD1 define substância como:

Um **material** qualquer é considerado uma substância quando observamos que suas propriedades químicas, de grupo e físicas, como densidade, solubilidade e temperaturas de fusão e de ebulição apresentam valores que praticamente não variam de uma amostra para outra, quando medidos nas mesmas condições de pressão e temperatura. Substância é identificada por um conjunto de propriedades próprias (FONSECA, 2016, p. 48. Grifo nosso.)

Ao analisar todo o capítulo do LD1, pode-se perceber a preocupação da autora em utilizar o termo material para referir-se tanto a substâncias quanto misturas. De acordo com o Gold Book da IUPAC (2017), material é um termo designado para englobar todos os tipos de substâncias ou misturas. Em conformidade com a definição dada anteriormente, a autora também relaciona o termo a misturas: “Quando o **material** não possui todas as propriedades definidas e bem determinadas, ou quando as propriedades de um **material** variam mesmo com as condições de temperatura e pressão mantidas constantes, dizemos que esse **material** é uma **mistura**” (FONSECA, 2016, p. 50. Grifos nossos.).

A autora do LD1 inicialmente aborda a palavra material como uma terminação geral nos capítulos iniciais; somente depois a mesma o classifica e define, relacionando-o com os conceitos de substância e mistura, mantendo assim uma sequência lógica de conhecimento que permeia do mais geral para um mais aprofundado. Diferentemente da estrutura abordada pelo LD1, quando termos são tratados sem as devidas diferenciações, as dificuldades envolvidas no processo de aprendizagem podem ser agravadas.

Verificou-se que em todos os LDs analisados, os autores abordam as propriedades físicas e químicas para compreender o conceito de substâncias e também para diferenciá-las, segundo o princípio de que tais propriedades são diferentes para cada substância. Por exemplo, no LD2, os autores descrevem da seguinte forma: “[...] cada material tem um valor característico para cada uma dessas propriedades (densidade, TF, TE), [...] a água tem densidade igual a $1,0 \text{ g/cm}^3$ a 20°C à pressão de 1 atmosfera (atm)” (MORTIMER; MACHADO, 2016, p. 44). Já no LD3, nós podemos observar o seguinte trecho:

Ser líquida, incolor, inodora e insípida não é característica exclusiva da água. Podemos afirmar, entretanto, que ferver a água a 100°C e congelar a 0°C (ambos a 1 atm), ter densidade de 1 g/cm^3 , ser incolor, inodora, insípida correspondem a um conjunto de propriedades que pertencem somente a água (LISBOA et al., 2016, p. 29).

Vale destacar que os autores não relacionam a diferenciação entre substâncias a apenas uma propriedade, mas sim ao conjunto delas como explicita o LD4:

[...] a densidade a 25°C do monóxido de carbono e do nitrogênio é idêntica. Isso quer dizer que, se uma pessoa estiver identificando uma amostra de uma substância desconhecida e obtiver um valor de densidade igual a 1,14 g/L (a 25°C), não conseguirá identificá-la utilizando somente essa propriedade. Por isso, é importante destacar que, para caracterizar uma substância, é necessário conhecer o conjunto de suas propriedades específicas. (NOVAIS; ANTUNES, 2016)

De acordo com Alves e Núñez (2016), a apropriação dos conceitos de substâncias e misturas através das propriedades físicas tem uma importância estratégica para os estudantes de química da educação básica, pois possibilita a explicação e proporciona a virtude de prever muitos fenômenos que ocorrem na natureza, assim como a ação consciente sobre problemas do dia a dia e sua solução em diferentes esferas da vida social, das ciências e das tecnologias. Além disso, outros autores consideram relevante o estudo dos conceitos de substâncias e misturas por suas propriedades físicas que são relativas ao conjunto das entidades químicas que as constituem e não àquelas individualmente (átomos e/ou moléculas). Eles destacam também que tais propriedades derivam-se de uma visão microscópica da composição química como: 1) a organização e estrutura dos átomos presentes nas entidades químicas, 2) os tipos de ligações que prevalecem naquelas e suas interações, 3) a estrutura e organização das entidades químicas nas substâncias e 4) o estado de agregação e o arranjo interno (ALVES; NÚÑEZ, 2016; SILVA, 2017).

Ainda sobre o termo material, o LD6 aborda-o de forma confusa, como podemos observar nos trechos a seguir:

[...] Somente tem propriedades específicas definidas os **materiais puros**, ou seja, formados por um mesmo **tipo de constituinte**. Esses materiais puros são denominados **substâncias**. [...] (SANTOS; MÓL, 2016, p. 34. Grifos nossos.)

[...] Os **materiais** em que as propriedades específicas variam **não são puros**, ou seja, são formados por mais de um **tipo de matéria**. Esses materiais que não são puros, são constituídos por mais de uma substância e, por isso, são geralmente denominados **materiais** [...] (SANTOS; MÓL, 2016, p. 34. Grifos nossos.)

[...] porção da matéria que contém mais de um substância [conceito de material]. Em geral a matéria se apresenta como **material**, e não como **substância**. [...] (SANTOS; MÓL, 2016, p. 49. Grifos nossos.)

[...] Substância é uma porção da matéria constituída por um, e somente um, **tipo de constituinte**. [...] (SANTOS; MÓL, 2016, p. 94. Grifos nossos.)

Percebeu-se que o autor supracitado se apropria do adjetivo puro para criar uma nova espécie de classificação na química, denominada de “materiais puros” e “não puros”, referindo-os a termos já existentes no meio acadêmico-científico (“substâncias” e “misturas”, respectivamente). O uso do adjetivo puro ao substantivo materiais é uma convenção adotada pelos autores na presente obra, e não há o uso recorrente e consensual dessas terminologias no meio acadêmico-científico. O que podemos observar é a presença de um obstáculo epistemológico verbal, em que há a projeção de termos da linguagem do senso comum em

substituição a outros já utilizados na linguagem científica. A presença de tais obstáculos pode prejudicar a fluidez necessária ao processo de ensino, levando a uma dificuldade estrutural conceitual, dificultando a apropriação da linguagem científica pelos alunos e o processo de evolução conceitual.

Outro ponto relevante a se analisar é quando os autores falam em “tipo de matéria” para caracterizar a definição de materiais. Percebe-se que a terminologia utilizada no LD6 pode gerar uma confusão nos estudantes, pois os autores não deixam claro o que seriam esses “tipos de matéria”. É possível que seja uma provável substituição ao termo “entidades químicas”, tendo em vista que “tipos de matéria” se aproxima mais de vocábulos usados pelos alunos cotidianamente do que aquele último, constituindo-se, portanto, em um obstáculo epistemológico verbal.

Os autores também usam os termos “tipos de constituintes” mais de uma vez para se referir às substâncias. Estes consideram constituintes como sendo: “[...] o átomo ou grupo de átomos que formam a partícula da substância” (SANTOS; MÓL, 2016, p. 94). Destacamos que em uma possível utilização desse livro, o professor deve enfatizar aos alunos a definição dos termos ausentes nos capítulos iniciais, para assim não gerar obstáculos epistemológicos de experiência primeira.

Em relação ao uso do termo material propriamente dito, observamos claramente uma semântica mixórdica no LD6, em que não há clareza na explanação de um termo usado para explicar conceitos estruturantes da química dessemelhantes. Em um primeiro momento, os autores indicam a existência de “materiais puros e impuros”, sendo o primeiro denominado de substância e o segundo simplesmente denominado de “material”. Percebe-se, portanto, um conflito semântico do uso da palavra material que passa de um sentido amplo para um sentido restrito, assumindo papéis dicotômicos. Não obstante a esse quadro, o penúltimo conceito é contraditório ao que é compreendido no Gold Book da IUPAC (2017).

Ainda sobre o LD6, os autores colocam as seguintes notas no final do material didático (manual do professor):

Esperamos que você possa ir incorporando em suas aulas essa nova linguagem e procure evitar aqueles termos já ultrapassados:

- Não empregamos a denominação substância pura, a ela nos referimos apenas como substância, **pois se ela não for pura será um material;**
- **Adotamos o termo material em vez de mistura;** [...] [Termo consensual neste LD] (SANTOS; MÓL, 2016, p. 302. Grifos nossos).

A relação de sinonímia utilizada pelos autores entre material e mistura fica clara nessas notas, reafirmando o obstáculo verbal mencionado anteriormente e consolidando um obstáculo epistemológico de experiência primeira. Em linhas gerais, as definições limitadas

do termo material relacionando-o apenas ao conceito de mistura pode impedir não apenas que o aluno venha a compreender corretamente a linguagem científica, como também pode fazer com que ele crie conceitos científicos equivocados (MELZER, 2009).

Embora o LD3 utilize o termo material na definição de substância, não há nenhum equívoco conceitual e a sua abordagem segue uma linha de raciocínio similar ao do LD1: “Substância química (ou apenas substância) é um **material** que apresenta um conjunto de propriedades bem definido e constante e tem composição fixa, independente da origem ou forma de obtenção” (LISBOA et al., 2016, p. 41. Grifo nosso.). Assim como nos outros LDs já mencionados, os autores focam a definição de substância em suas propriedades. Ao se analisar todo o texto em que o conceito é inserido, os termos “composição fixa” mencionados no determinado conceito não é explorado pelos autores, que mantem suas discussões pautadas apenas nas propriedades das substâncias, o que pode constituir-se em um obstáculo epistemológico substancialista, caso não fique claro que tais propriedades são características da interação entre várias entidades químicas (idênticas entre si) que constituem uma dada substância e não àquelas isoladamente.

Na visão de Oliveira (1995), quando os livros didáticos transcrevem definições substancialistas relacionando seus conceitos à parte microscópica (entidades químicas) e/ou a parte de propriedades, sem relacionar uma com a as outras, a ideia transmitida ao estudante é que um constituinte isolado contém em si todas as características de uma substância. Desta forma, o autor conclui que tais propriedades como densidade, tensão superficial, ponto de fusão, ebulição etc se manifestam nas relações que as entidades mantêm entre si e que uma entidade química isoladamente não representa ou caracteriza uma substância.

Cabe ressaltar que alguns autores (como dos LD3) ainda utilizam o termo “substâncias puras” que é redundante. O pleonasma causado pela junção desses dois termos (substância e pura) pode ser percebido ao se compreender o real conceito de substância, que indica a existência de uma única entidade química (essa singularidade estaria associado à qualidade de pureza). Dessa forma, o adjetivo “pura” é dispensável, pois ao se falar em “substância impura” estar-se-ia fazendo referência a uma mistura e não mais a uma substância (ROCHA-FILHO et al, 1988). Esse pleonasma presente tanto em livros didáticos quanto na fala de muitos professores podem ser entendido como obstáculo epistemológico verbal e de experiência primeira, em que nos atemos a vocábulos do senso comum para explicar ou caracterizar conceitos científicos que já contém implicitamente esse significado (explicação ou caracterização).

Na linguagem do senso comum, emprega-se o termo “puro” para indicar que o material não foi alterado, falsificado ou mesmo para indicar que o material não contém impurezas que possam prejudicar a saúde, ou seja, não está contaminado. Os termos “água pura”, por exemplo, na linguagem cotidiana não significa tratar-se da substância água, mas sim de uma mistura de água e outros constituintes que atendam aos requisitos de potabilidade da água para consumo. Já no meio acadêmico-científico um material é considerado puro, quando passa por seguidos testes de pureza e essas novas tentativas de purificação não produzem resultados dessemelhantes (SCHUMMER, 1998). Vale a pena ressaltar que um material 100% puro é uma idealização, pois o que se manipula e o que está disponível na natureza são misturas e o termo puro é um modelo químico macroscópico para materiais com 99,99% de pureza, o qual denominamos de substâncias (SILVA, 2017; DOTTO; SILVA, 2010). Portanto, o processo de aquisição da linguagem científica sobre determinados conceitos deve envolver mais de uma forma de pensar e ver, para assim relacionar esse novo sistema semântico (LAHORE, 1993)

Ao analisar o LD2, percebemos que este material didático tem uma maneira diferente dos demais LDs para trabalhar os conceitos: não há um capítulo específico de *Substâncias e Misturas*, mas sim uma série de capítulos, organizados em temas sob uma perspectiva CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade), que compreendem os respectivos conceitos, relacionando-os a outros de Química e demais áreas. Assim, a análise desses conceitos foi realizada no contexto dos capítulos que evidenciavam a abordagem implícita de *Substâncias e Misturas*. Frisamos que essa abordagem não reflete uma fragilidade da obra, mas pelo contrário, anuncia uma nova perspectiva de ensinar conceitos químicos, de forma contextualizada e interdisciplinar, tornando-os bastante significativos, no intuito de aproximar os saberes do senso comum do conhecimento científico.

Moreira e Aires (2017) abordam que o currículo CTS quando inserido na educação química se apresenta com a finalidade de “promover o conhecimento científico e tecnológico, porém de maneira que auxilie o estudante a desenvolver conhecimentos e habilidades que o oriente à tomar decisões sobre questões relacionadas a ciência e a tecnologia e as relações destas com a sociedade” (p. 198). Zanotto et al. (2016) reforçam:

A abordagem dos conteúdos num enfoque CTS é comentada nos documentos oficiais, como [...] na Lei de Diretrizes e Bases [...] referindo-se à dimensão social da ciência e da tecnologia em relação às suas aplicações e aos seus impactos na sociedade contemporânea, visando formação voltada ao exercício da cidadania conforme os princípios da ACT [Alfabetização Científica e Tecnológica]. (p. 728)
Diante de tantos avanços científicos e tecnológicos, há necessidade de que professores de Química criem condições para oportunizar momentos de reflexão e

discussão das interações entre CTS, propiciando uma alfabetização científica e tecnológica. [...] (p. 728)
[...]para a construção do conhecimento com mudança de perfil conceitual, conforme proposta de Mortimer (1996) [MORTIMER, E. F. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 1, n. 1, p. 20-39, 1996.], fundamentada em características do construtivismo e da visão filosófica de Bachelard, em que o desenvolvimento gradual de conceitos não ocorre abandonando-se os antigos, mas, promove-se um novo nível de racionalização. (p. 729)

Apesar da abordagem diferenciada, podemos perceber as devidas similaridades entre o conceito dado a substâncias no LD2 com os demais mencionados até o presente momento: “O conhecimento das substâncias e dos **materiais** [utilizados aqui também como sinônimo de misturas] diz respeito a suas propriedades, como dureza, ductibilidade, temperatura de fusão e ebulição, solubilidade, densidade e outras” (MORTIMER; MACHADO, 2016, p. 17. Grifo nosso). Como já comentado anteriormente, o uso do termo materiais como sinônimo de misturas é um equívoco conceitual (considerando o exposto no Gold Book da IUPAC) e está relacionado com um obstáculo epistemológico verbal, em que utilizamos o significado de um vocábulo no âmbito do senso comum para a linguagem científica.

Os autores do LD2 utilizam os termos “substância” e “componentes” ao longo de seus textos, como podemos perceber na citação: “[...] Portanto os componentes de um sistema são as substâncias nele presentes, e as fases, os aspectos dos componentes que podemos distinguir [...]” (MORTIMER; MACHADO, 2016, p. 68). Embora ao longo do texto os autores não deixem claro a diferença entre esses dois termos (componente e substância) no meio acadêmico-científico, sua utilização ao longo do texto é feita de forma cuidadosa, no intuito de evitar equívocos relacionados a uma sinonímia indevida.

O LD3 introduz as terminologias relacionadas ao conceito de substâncias e misturas com uma linguagem acessível, porém não apresenta maiores discussões sobre as diferenças entre os termos “componente” e “constituente”. “A água é um componente que se encontra em maior quantidade no leite e nela estão dissolvidos ou dispersos vários outros. A gordura, um de seus componentes mais ricos [...]” (LISBOA et al., 2016, p. 41).

Como foi discutido na introdução deste trabalho, o conceito de “constituente” deve ser cuidadosamente distinguido do de “componente”, que apresenta um significado mais específico. Um componente é um constituinte quimicamente independente do sistema e, não necessariamente o número de componentes será idêntico ao número de constituintes em um sistema. Quando não há reações químicas nem outras restrições (por exemplo, o balanço de carga), o número de componentes é igual ao número de constituintes. Assim, a água destilada

líquida é um sistema de um componente ($C = 1$), pois a entidade química H_2O determina completamente a sua composição. Um sistema que consiste em hidrogênio, oxigênio e água, na temperatura ambiente, temos três componentes ($C = 3$), apesar de ser possível a formação de H_2O a partir de H_2 e O_2 : nas condições que prevalecem no sistema, hidrogênio e oxigênio não reagem para formar água; assim eles são constituintes independentes (ATKINS et al., 2006)

O LD5 também utiliza os termos “componentes” e “material” para definir uma substância: “Quando um material constituído apenas por um componente apresenta densidade, temperatura de fusão, temperatura de ebulição e solubilidade definidas, ele é classificado como uma substância” (CISCATO et al., 2016, p. 60) Ao nosso ver, com base nos conceitos já apresentados na parte introdutória deste trabalho, não há nenhum equívoco conceitual na definição apresentada por Ciscato e coautores, embora não haja, assim como nas demais obras analisadas, maiores discussões sobre o significado das terminologias usadas para embasar os conceitos de “substâncias” e “misturas”.

No livro LD5 o termo “componente” é abordado várias vezes, sempre se referindo a componente como sinônimo de substância:

[...] Diz-se, por isso, que a água líquida pura é um sistema homogêneo, ou um material uniforme, constituído de apenas um **componente**. Uma amostra de etanol anidro e cristais de cloreto de sódio puro também são, individualmente, materiais homogêneos, feitos de apenas um **componente** [...]

[...] misturas como a água do mar, comumente não têm essas propriedades definidas, pois são formadas por mais de uma **substância** (mais de um **componente**) [...] (CISCATO et al., 2016, p. 60. Grifos nossos.).

Há de se destacar que no estudo da Química, o processo de aprendizagem deve permear através de níveis de organização. O entendimento dos conceitos relacionados à matéria necessita de uma sequência lógica como, por exemplo: a matéria é encontrada na forma de materiais (que podem ser substâncias ou misturas) e que, por sua vez, são formados por constituintes (entidades químicas que compõem um sistema), sendo estes últimos constituídos por átomos e/ou íons. O uso indiscriminado de vocábulos da língua portuguesa que representam relação de sinonímia com os aqui apresentados mas que, em contexto científico, podem apresentar significados não necessariamente semelhantes podem se constituir em obstáculos epistemológicos verbais, dificultando a compreensão desses termos e o processo de Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) (AULER; DELIZOICOV, 2001; MARCHESAN; KUHN, 2016).

Por fim, o conceito de “substância” no LD4 é apresentado da seguinte forma: “[...] Geralmente para identificar uma substância, recorre-se a um conjunto de propriedades que ela

tem, como temperatura de ebulição, temperatura de fusão, solubilidade em água, densidade, característicos de uma substância [...]” (p. 55) “Substância é composta por átomos ou aglomerados de átomos [noção de entidades químicas], cuja constituição é a mesma.” (NOVAIS; ANTUNES, 2016, p. 67)

De um modo geral, podemos perceber as mesmas características nas definições de “substâncias” nos LDs, entretanto, no LD4 os autores evitam usar os termos “materiais”, “constituintes” e “componentes”, evitando possíveis obstáculos epistemológicos verbais.

Vale a pena ressaltar que na distinção entre substâncias simples e compostas no LD3 e LD4 pudemos identificar um equívoco conceitual. Na definição de substâncias simples, os autores consideram, em seu conceito, uma visão experimental estabelecida por Lavoisier, em que as substâncias compostas podem ser decompostas e substâncias simples não podem: “As substâncias que não podem ser decompostas em outras são denominadas substâncias simples” (LISBOA et al., 2016, p. 63); “Substância Simples é aquela que, submetida a agentes físicos (luz, calor, eletricidade), não se decompõe em outras substâncias” (NOVAIS; ANTUNES, 2016, p. 59). Essas definições das subdivisões de substâncias pela possibilidade de sua decomposição não é precisa, pois há substâncias simples que podem se decompor em outras substâncias simples, como, por exemplo, o ozônio que se decompõe em oxigênio, sendo ambas substância simples: $2\text{O}_3(\text{g}) \xrightarrow{\lambda} 3\text{O}_2(\text{g})$.

A definição mais adequada está embasada na composição elementar das entidades químicas que constituem a substância, ou seja, se a entidade química é formada apenas por átomos de um mesmo elemento químico (simples – H_2 , O_2 , S_8 , por exemplo) ou não (composta – H_2O , H_2SO_4 , HCl , por exemplo). Entretanto, questionamos sobre a importância dessa abordagem apenas classificatória das substâncias no Ensino Médio, desvinculadas das propriedades que as caracterizam.

Vale ressaltar que o LD6 também aborda o conceito estabelecido por Lavoisier que são citados pelos livros LD3 e LD4, porém de uma forma diferente. O autor faz menção ao livro Tratado Elementar de Química de Lavoisier, na qual foi tirado tal conceito experimental, neste livro o mesmo se referia ao conceito de substância simples como aquela constituída por elementos químicos da época. Posteriormente o autor do LD6 ressalta que essa definição a partir do desmembramento não é precisa e a define com mais precisão na sequência do capítulo.

Além dos conceitos pertinentes à substâncias, também analisamos aqueles relativos a misturas. Em relação ao conceito de mistura presente nos LDs analisados, encontramos uma certa similaridade na construção do mesmo:

- LD1: “Quando o material **não possui todas as propriedades definidas** e bem determinadas, ou quando as propriedades de um material variam mesmo com as condições de temperatura e pressão mantidas constantes, dizemos que esse material é uma mistura” (FONSECA, 2016, p. 50. Grifo nosso).
- LD2: “Mistura é constituída de dois ou mais componentes que estejam, de alguma forma, unidos” (MORTIMER; MACHADO, 2016, p. 69).
- LD3: “Quando uma substância é adicionada a outra, ambas deixam de ser puras e passam a ser substâncias de um novo sistema chamado de mistura” (SM, 2016, p. 42)
- LD4: “Uma mistura é constituída de várias substâncias. Ela pode ser obtida quando essas substâncias são colocadas em contato sem se alterar, ou seja, quando não reagem entre si” (NOVAIS; ANTUNES, 2016, p. 67).
- LD5: “**Misturas não tem propriedades físicas definidas**, pois são formadas por mais de uma substância (mais de um componente)” (CISCATO et. al, 2016, p. 60. Grifo nosso).
- LD6: “Mistura é um material que se apresenta na forma homogênea independente da proporção em que estão as substâncias nele contidas” (SANTOS; MÓL, 2016, p. 51).

Os conceitos do LD1 e LD5 faz menção a uma “indefinição” nas propriedades de misturas. Em Físico-Química, estudamos que é possível determinar as propriedades de uma mistura, ou seja, defini-las. Entretanto, no contexto apresentado pelos autores do LD1 e LD5 o termo “definidas” está vinculado a ideia de constância em toda e qualquer mistura formada pelos mesmos constituintes, independentemente de suas proporções. Nesse sentido, é correto dizer que as propriedades físicas de misturas não tem definição (constância), pois elas dependem da proporção dos seus constituintes: uma mistura de 5:5 (V/V) de água e álcool, por exemplo, terá propriedades distintas de uma mistura 1:9 (V/V).

Na definição de Misturas, os autores do LD6 relacionam seu significado estritamente a um material homogêneo, excluindo do contexto de misturas os materiais heterogêneos. Lembramos que o autor usa o termo material para se referir a misturas como especificado anteriormente. Essa, semântica, porém, se constitui em um obstáculo verbal, pois o aluno pode confundir o significado de tais termos como já foi relatado.

No que se refere à homogeneidade e heterogeneidade de misturas e sistemas, vale a pena analisar o uso de termos e orações recorrentes na linguagem cotidiana (ou que apresentem um significado dessemelhante no senso comum) em alguns dos LDs, tais como: “misturar” (a ação associada ao verbo), “água e óleo não se misturam”, “imiscível” etc.

Foram identificados na maioria dos LDs analisados, o termo imiscível como adjetivo daquilo que “não se misturam” (trechos destacados nas definições abaixo):

- “Alguns materiais são solúveis em outros, em qualquer proporção, como a água e o álcool etílico. Existem também materiais que **praticamente não se misturam**, como a água e o óleo; nesse caso, dizemos que são **imiscíveis**” (FONSECA, 2016, p. 36. Grifo nosso).
- “No laboratório, funis de decantação são muito usados para separar **líquidos imiscíveis**. [...] Decantação é usada para separar um sólido de um líquido ou de um gás (...) ou na de **líquidos que não se misturam**” (MORTIMER; MACHADO, 2016, p. 71. Grifo nosso).
- “[...] óleo e vinagre; 2 fases: 2 líquidos **imiscíveis (que não se misturam)**” (NOVAIS; ANTUNES, 2016, p. 70. Grifo nosso).
- “[...] decantação é um processo físico natural que permite separar um material sólido ou líquido de outros materiais que têm densidades diferentes e **não são miscíveis (não se misturam)** (...) para separar dois **líquidos imiscíveis** como água e óleo...” (SANTOS; MÓL, 2016, p. 60. Grifo nosso).

De acordo com o Dicionário Michaelis (2018), o termo imiscível é aquilo que não é suscetível a se misturar, ou seja, que não se misturam. Na linguagem cotidiana, considerando a semântica da língua portuguesa, esse é o significado do termo que usamos ao dizer que algo é imiscível. De acordo com o Gold Book da IUPAC (2017), imiscibilidade é definida como a incapacidade de uma mistura de formar uma única fase (de se homogeneizar), sendo dependente da estrutura química das substâncias envolvidas e de fatores como temperatura, pressão e concentração.

Ao analisarmos esses significados, percebemos uma significativa diferença entre esse termo na linguagem cotidiana e na científica. Enquanto que no primeiro o termo imiscível é usado para se referir a sistemas que não se misturam, no segundo este mesmo termo é usado para se referir a sistemas que não se homogeneízam. Embora a diferença seja sutil ela pode se tornar um problema na compreensão de conceitos básicos da Química. Durante uma mesma aula, ao dizermos que água e óleo formam uma mistura e ao mesmo

tempo dizermos que água e óleo são imiscíveis, utilizando seu significado no senso comum, é um contrassenso. Entretanto, ao se apresentar primeiro o conceito científico de imiscibilidade, não haveria contradição ao dizermos que água e óleo formam uma mistura e são imiscíveis, pois esse adjetivo estaria relacionado à característica de não-homogeneização (heterogeneização) da mistura.

Esse apego à semântica dos vocábulos oriundos do senso comum (ou da gramática da língua portuguesa) fica evidente ao observamos a nota presente no final do LD6, em que os autores usam o termo imiscível como qualidade de algo que não mistura, ao invés de algo que não se homogeneiza): “[...] não usamos a denominação mistura heterogênea e sim material heterogêneo, pois é incoerente, por exemplo, dizer que um sistema de água e óleo é uma mistura, quando ensinamos aos estudantes que água é imiscível em óleo [...]” (SANTOS; MÓL, 2016, p. 302). Só existe incoerência entre o uso de termos mistura heterogênea e o adjetivo imiscível, se o significado deste último estiver vinculado àquele usado no senso comum.

Os autores dos LDs mencionados anteriormente não diferem este termo daquele que é usado na língua portuguesa cotidianamente, constituindo-se, portanto, em um obstáculo epistemológico de experiência primeira e verbal, tendo em vista que o adjetivo imiscível é usado indiscriminadamente nos textos, sem a devida elucidação do seu significado no meio científico.

A presença de obstáculos epistemológicos oriundos do conhecimento do senso comum nas mais diversas atividades acadêmicas não é algo raro. Finzi (2008, p. 6) ressalta que:

Na escola nos deparamos com os conhecimentos de senso comum dos adolescentes. Esses jovens desenvolvem saberes que os auxiliam a resolver seus problemas cotidianos. Tais saberes permeiam o mundo social onde vivem e são obtidos de modo não uniforme, uma vez que podem ser aprendidos com a família, com amigos, por meio da mídia e de outros instrumentos de comunicação. O conhecimento de senso comum, mobilizados no dia a dia influencia o aprendizado das ciências naturais tal qual a química.

Os significados das palavras, oralizadas e/ou escritas, que compartilhamos em nossos diálogos, monólogos e discussões ao longo de nossa existência como seres humanos em sociedade fazem parte do nosso ser social e são a base para a mediação das mais diversas relações sociais que temos e teremos ao longo de nossas vidas. Portanto, é impensável imaginar qualquer espécie de segregação entre os saberes do senso comum e o conhecimento científico em qualquer âmbito nos quais nos relacionemos com outros indivíduos. O que o presente trabalho, por conseguinte, teve por intuito foi observar, apontar e analisar a

apropriação de termos oriundos do nosso cotidiano em textos onde deveriam ser trabalhados terminologias científicas ou, mais precisamente, a linguagem científica adequada para a abordagem da Ciência em ambientes escolares.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento do presente estudo possibilitou uma análise de como os conceitos relativos a *Substâncias e Misturas* são tratados nos livros didáticos aprovados no PNLEM, triênio 2018-2020. Esses conceitos são de fundamental importância, pois compõem um tema foco no ensino de Química, apresentando definições que estruturam boa parte dos demais conhecimentos químicos.

De um modo geral, os resultados observados revelaram que a maioria dos LDs de Química do 1º Ano do Ensino Médio apresentam alguns obstáculos epistemológicos para a compreensão de determinados conceitos. A utilização de conceitos divergentes ou não consensuais para um mesmo termo (como por exemplo, o termo material) pode gerar dificuldades no entendimento desses conceitos e, conseqüentemente, no processo de ensino-aprendizagem. Por conseguinte, a presença de conceitos arraigados ao senso comum nos livros didáticos analisados podem dificultar a aprendizagem daqueles.

A análise dos LDs revelou que alguns pontos devem ser cuidadosamente refletidos, como, por exemplo, quando constatamos na maioria dos LDs que os autores utilizam o termo imiscível no sentido do senso comum, sem a correta diferenciação da linguagem científica. A utilização correta da linguagem científica nos livros didáticos evita a existência de obstáculos epistemológicos e, conseqüentemente, também possibilita uma melhor compreensão de termos que, muitas vezes, sejam nos LDs ou durante as aulas de professores, são usados em contextos diferentes e terminam por causar confusões e incompreensões.

Dentro da análise de dados foi possível perceber a importância deste trabalho, uma vez que os LDs se constituem em uma das ferramentas mais utilizadas no meio educacional e que, apesar de existir vários trabalhos nessa linha e suas implicações para o processo de ensino-aprendizagem, a avaliação e reavaliação desses recursos didáticos sempre deve ser realizada, no intuito de verificar possíveis erros, obstáculos epistemológicos etc.

Nesse sentido, é de suma importância eliminar os equívocos conceituais presentes nos LDs analisados, que podem dificultar a aprendizagem dos alunos. Também acreditamos que seria relevante que os professores estejam atentos a analisar criticamente e de forma enriquecedora os conceitos presentes nos LDs adotados nas suas escolas, além de usar mais de uma fonte para o planejamento de suas aulas, de modo que possíveis equívocos conceituais e obstáculos epistemológicos sejam contornados.

REFERÊNCIAS

ABREU, R. G.; CÉSAR, N. T. B. S. L. Conceitos Científicos em Destaque: Enfoques da Comunidade Disciplinar de Ensino de Química na QNEsc. **Química Nova na Escola**, v. 37, p. 161-165, 2015.

ALVES, M. V. S; NUÑEZ I. B. Explicar a estrutura e propriedades físicas das substâncias e materiais: uma abordagem sistêmica do conteúdo como proposta inovadora de ensino. In: XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ), 2016, Florianópolis. **Divisão de Ensino de Química da Sociedade Brasileira de Química (ED/SBQ)**, jul. 2016. Disponível em: <<http://www.eneq2016.ufsc.br/anais/indicepalchave.htm#S>>. Acesso em 20 jul. 2018.

ARAÚJO, D. X.; SILVA, R. R.; TUNES, E. O conceito de Substância em Química apreendido por alunos do Ensino Médio. **Química Nova**, v. 18, p. 80-90, jan. 1995.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização Científico-Tecnológica para quê?. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 03, n. 2, p. 122-134, jun 2001.

ATKINS, P. W.; DE PAULA, J. **Físico-química**. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, v. 1-2, 2006, 589 p.

ATKINS, P. W.; JONES, L. **Princípios de Química: Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman. 2012, 1048p.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico** – Contribuição para uma psicanálise do conhecimento. 2. ed. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996. 316p. Tradução de: Estela dos Santos Abreu.

BASTOS, T. S.; MASSONI, M; CABRAL, P. F. O.; KILL, K. B.; CORDEIRO, M. R. Substâncias Químicas: concepções alternativas de alunos do Ensino Médio. In: Anais da 34ª Reunião Anual da SBQ, Florianópolis. **Sociedade Brasileira de Química (SBQ)**, 2011. Disponível em: <<http://sec.s bq.org.br/cdrom/34ra/resumos/T1099-1.pdf>>. Acesso em 20 fev. 2018.

BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais, Brasília: MEC/SEF, p. 67, 1997.

BRASIL. **Química: Guia do Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio: PNLEM 2018**. Ministério da Educação - Secretaria de Educação Básica - Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. Brasília, p. 56. 2017.

BRITO, A. S.; SANTANA, R. O.; OLIVEIRA, A. C. P.; WARTHA, E. J. O conceito de substância em livros didáticos de química. In: Anais da 32ª Reunião da SBQ, Fortaleza. **Sociedade Brasileira de Química(SBQ)**, 2009. Disponível em: <sec.s bq.org.br/cdrom/32ra/resumos/T0538-2.pdf> Acesso em 18 mai. 2018.

BROWN, T.; LEMAY, H. E.; BURSTEN, B. E. **Química**: a ciência central. 9. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. 4-7 p.

CANZIAN, R. **Análise do Princípio de Le Chatelier em livros didáticos de química**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências). Instituto de Química, Instituto de Física, Instituto de Biociências e Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 80 p. São Paulo, 2011.

CHANG, R.; KENNETH, A. G. **Química**. 11. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 1135p.

CHOPPIN, A. História dos livros e das edições didáticas: sobre o estado da arte. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 30, n. 3, p. 549-566, set/dez 2004.

CISCATO, C. A. M. et al. **Química**. 1. ed. São Paulo: Moderna, v. 1, 2016. 384p.

COSTA, M. C. S.; MESQUITA, N. A. S. Abordagem de conceitos químicos em livros didáticos de ciências do 9º ano: do texto ao contexto. **Revista Didática Sistêmica**, p. 15-28, 2015.

DICIONÁRIO ONLINE MICHAELIS: português, brasileiro. 2018. Disponível em <<https://michaelis.uol.com.br/>> Acessado em 08 abr. 2018.

DOTTO, R.R.; SILVA, J.L.P.B.; Sobre o conceito de substância química. In: XV Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ), Brasília. **Divisão de Ensino de Química da Sociedade Brasileira de Química (ED/SBQ)**, jul. 2010. Disponível em: <www.sbq.org.br/eneq/xv/resumos/R0972-1.pdf> Acessado em 10 jul. 2018

DRIVER, R. et al. Construindo Conhecimento Científico na sala de aula. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 9, p. 31-40, Maio 1999. Tradução de Eduardo Mortimer autorizada pela American Educational Research Association.

ECHEVERRÍA, A. R.; MELLO, I. C.; GAUCHE, R. Livro Didático: Análise e utilização no Ensino de Química. In: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. **Ensino de Química em Foco**. Ijuí: Editora Unijuí, 2013. Cap. 10, p. 274 - 275.

FINZI, S. N. Discutindo os obstáculos epistemológicos de Gaston Bachelard com um grupo de professores da rede pública da cidade de São Paulo. In: XIV Encontro Nacional de Ensino de Química (XIV ENEQ), Curitiba: **Divisão de Ensino de Química da Sociedade Brasileira de Química (ED/SBQ)**, jul. 2008. Disponível em: <<http://bohr.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/resumos/R0604-1.pdf>> Acessado em 08 jun. 2018.

FRACALANZA, H. O que sabemos sobre os livros didáticos de Ciências no Brasil. Tese de doutorado em Educação, Unicamp, Campinas. 1992.

FONSECA, M. R. M. D. **Química**. 2. ed. São Paulo: Ática, v. 1, 2016. 368p.

GERMANO, M. G. **Uma Nova Ciência para um novo senso comum**[online]. EDUEPB, Campina Grande. 2011. 400p. Disponível em: <<http://books.scielo.org>> Acessado em 22 nov. 2017

GLAGLIARDI, R. Como utilizar la historia de las ciencias em la enseñanza de las ciencias. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n. 3, p. 291-296, 1988.

GONÇALVES, J. M.; JULIÃO, M. S. D. S. Analogias em Livros Didáticos destinados ao Ensino Superior: Química Orgânica versus Físico-Química. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 21, n. 3, p. 92-108, dez. 2016.

GRESSLER, L. A. **Introdução a Pesquisa: Projetos e Relatórios**. 2. ed. São Paulo: Loyola, 2004. 295p.

IUPAC. **Compendium of Chemical Terminology - the Gold Book. 2005-2017**. Disponível em: <<https://goldbook.iupac.org/>>. Acesso em: 17 abr. 2018.

JOHNSON, P. Children's understanding of substances, part 1: recognizing chemical change. **International Journal of Science Education**, v. 22, p. 719-737, 2000.

LAHORE, A. A. Lenguaje Literal y Connotado en la Enseñanza de las Ciencias. **Enseñanza de Las Ciencias**, Barcelona, 11(1), 59-62, 1993

LEVINE, I. N. **Físico-Química**. V. 1-2, 6ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

LISBOA, J. C. F. et al. **Ser Protagonista: química**. v. 1, 3 ed. São Paulo: Edições SM, 2016. 384p.

LOPES, A. R. C. **Currículo e Epistemologia** (1 ed.). Ijuí: Unijuí. 2007

LOPES, A. R. C. Livros Didáticos: Obstáculos ao aprendizado da ciência Química. **Química Nova**, v.15, n.3. 254-281, 1992.

LOVERUDE, M. E. **Do students conceptualize energy as a material substance?** Physics Education Research Conference 2002. Part of the PER Conference series Biose. Idaho: [s.n.]. 2002.

MACHADO, A. H.; MORTIMER, E. F. Química Para o Ensino Médio: Fundamentos, Pressupostos e o Fazer Cotidiano. In: ZANON, Z. B.; MALDANER, O. A. **Fundamentos e Propostas de Ensino de Química para a Educação Básica no Brasil**. Ijuí: Unijuí, 2012. Cap. 1, p. 33-37.

MAIA, J. O. et al. O Livro Didático de Química nas Concepções de Professores do Ensino Médio da Região Sul da Bahia. **Química Nova na Escola**, v. 33, n. 2, p. 115-124, maio 2011.

MARCHESAN, M. R.; KUHN, M. C. Alfabetização científica e tecnológica na formação do cidadão. **Revista Thema**, Pelotas, v. 13, p. 118-129, 2016.

MARTORANO, S. A. D. A. **As concepções de Ciência dos livros didáticos de química, dirigidos ao ensino médio, no tratamento da cinética química no período de 1929 a 2004.** Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade de São Paulo - Instituto de Química. São Paulo, p. 225. 2007.

MELZER, M. E. E.; CASTRO, L.; AIRES, J. A.; GUIMARÃES, A. M. Modelos Atômicos nos Livros Didáticos de Química: Obstáculos à aprendizagem?. Encontro Nacional de Pesquisadores em Educação em Ciências (VII Enpec). Florianópolis, nov. 2009.

MENDONÇA, R. J.; CAMPOS, A. F.; JÓFILI, Z. M. S. O Conceito de Oxidação-Redução nos Livros Didáticos de Química Orgânica do Ensino Médio. **Química Nova na Escola**, n. 20, p. 45-48, Nov. 2004.

MIRANDA, D. G. P.; COSTA, N. S. **Professor de Química: Formação, competências/habilidades e posturas.**, 2007. Disponível em: <<http://www.ufpa.br/eduquim/formdoc.html>>. Acesso em: 18 fev. 2018.

MOREIRA, A. M.; AIRES, J. A.; LORENZETTI, L. Abordagem CTS e o conceito química verde: possíveis contribuições para o ensino de química. **Actio**, Curitiba, v. 2, n. 2, p. 193-210, jul./set. 2017. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/actio>>. Acesso em: 26/07/2018.

MORTIMER, E. F. A Evolução dos Livros Didáticos de Química destinados ao ensino secundário. **Em aberto**, v. 7, n. 40, p. 25-41. 1988.

MORTIMER, E. F. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 1, n. 1, p. 20-39, 1996. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/N1/2artigo.htm>>. Acesso em: 12 jul. 2018.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. **Química**. 3. ed. São Paulo: Scipione, v. 1, 2016. 384p.

MOSCOVICI, S. **Representações sociais: Investigação em Psicologia Social**. Petrópolis: Vozes, v. 1, 2003. Tradução: Pedrinho A. Guareschi.

NOVAES, V. L. D.; ANTUNES, M. T. **Vivá: química**. 1. ed. Curitiba: Positivo, v. 1, 2016. 384p.

OKI, M. C. M. O Conceito de elemento da Antiguidade à Modernidade. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 16, n. 16, p. 21-25, nov. 2002.

OLIVEIRA, R. J. D. O Mito da Substância. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 8-11, Maio 1995.

PANE, M. C. **Substância e Mistura de Substâncias: Estudo da Evolução Conceitual dos Alunos**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade de São Paulo, Instituto

de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências e Faculdade de Educação. São Paulo, p. 160. 2015.

PAPAGEORGIOU, G.; SAKKA, D. Primary school teachers' views on fundamental chemical concepts. **Chemistry education: research and practice in Europe**, v. 1, n. 2, p. 237-247, jan. 2000.

PORTO, J. A. M.; SILVA, L. S.; SOUSA, A. C. Análise do Conteúdo de Química no livro de Ciências Naturais adotado pela Educação de Jovens e Adultos(EJA). In: XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ), Florianópolis: **Divisão de Ensino de Química da Sociedade Brasileira de Química (ED/SBQ)**, jul. 2016. Disponível em: < www.eneq2016.ufsc.br/anais/resumos/R1019-2.pdf> Acessado em 10 fev. 2018.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. D. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2º. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

ROCHA-FILHO, R. C. et al. Ensino de Conceitos em Química.III. Sobre o Conceito de Substância. **Química Nova**, São Paulo, v. 11, p. 417-419, out. 1988.

ROQUE, N. F.; SILVA, J. L. P. B. A linguagem Química e o Ensino de Química Orgânica. **Química Nova**, São Paulo, v. 31, n. 4, p. 921-923, Abr. 2008.

SANTOS, C. M. A. D.; ALMEIDA, D. C.; OLIVEIRA, D. X. Sólido, líquido e gasoso: fases ou estados físicos?. In: XV Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ), Brasília: **Divisão de Ensino de Química da Sociedade Brasileira de Química (ED/SBQ)**, jul. 2010. Disponível em: <www.s bq.org.br/eneq/xv/resumos/R0939-1.pdf> Acessado em 10 de abr. 2018.

SANTOS, W. L. P. D.; MÓL, G. D. S. **Química Cidadã**. 3. ed. São Paulo: AJS, v. 1, 2016. 368p.

SCHUMMER, J. Hyle: The Chemical Core of Chemistry I: A Conceptual Approach. **International Journal for Philosophy of Chemistry**. v 4, n. 2, p.129-162, 1998.

SILVA, G. S. D.; DANTOS, P. F. D. C.; SILVA-FILHO, J. C. Livro Didático de Química Orgânica: Comparação entre 1977 e 2004. In: XVI Encontro Nacional de Ensino de Química (XVI ENEQ) e X Encontro de Educação Química da Bahia (X EDUQUI), Salvador: **Divisão de Ensino de Química da Sociedade Brasileira de Química (ED/SBQ)**, jul. 2012. Disponível em: <<https://portalseer.ufba.br/index.php/anaiseneq2012/article/viewFile/7894/5608>> Acessado em 08 dez. 2017.

SILVA, J. C.; MOTA, J. M. V.; WARTHA, E. J. Inscrições Químicas em Livros Didáticos de Química:Uma Análise Semiótica das representações sobre Fases da Matéria. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 2, n. 1, p. 69-80, jan/jun 2011.

SILVA, J.R.R.T., Diversos modos de pensar o conceito de substância química na história da ciência e sua visão relacional. **Ciênc. Educ.**, Bauru, v. 23, n. 3, p. 707-722, 2017

SILVA, J. R. R. T. D.; AMARAL, E. M. R. D. Concepções sobre Substância: Relações entre Contextos de Origem e Possíveis Atribuições de Sentidos. **Química Nova na Escola**, v. 38, n. 1, p. 70-78, fev. 2016.

SILVA, N. S.; AGUIAR JR, O. G. O uso dos conceitos de elemento e substância por estudantes do ensino fundamental: uma perspectiva de análise sociocultural. **Revista Brasileira de Pesquisa de Ciências**, v. 8, n. 3, p. 1-17, 2008.

SOARES, N.; AGUIAR, O. O uso dos conceitos de elemento e substância por estudantes do ensino fundamental: uma perspectiva de análise sociocultural. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 8, n. 2, 2008.

SOUZA, G. S. D.; SANTOS, A. R. D.; DIAS, V. B. **Metodologia da Pesquisa Científica: a construção do conhecimento e do pensamento científico no processo de aprendizagem**. Porto Alegre: Animal, 2013. 66 p.

STADLER, J. P. et al. Análise de Obstáculos Epistemológicos em Livros Didáticos de Química do Ensino Médio do PNLD 2012. **HOLOS**, v. 2, p. 234-243, 2012.

TAVARES, L. H. W. Possibilidades de deformação conceitual nos livros didáticos de Química brasileiros. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 8, n. 3, p. 1004-1018, 2009.

THIELE, R.B.; TREAGUST, D.F. Analogies in chemistry textbooks. **International Journal of Science Education**, v.17, n.6, p. 783-785, 1995.

TIEDEMANN, P. W. Conteúdos de Química em Livros Didáticos de Ciência. **Revista Ciência e Educação**, v. 2, p. 15-22. 1998.

VOGELEZANG, M. J. Development of the concept 'chemical substance' – some thoughts and arguments. **International Journal of Science Education**, p. 519-528, 1987.

ZANOTTO, R. L.; Silveira, R. M. C. F.; Sauer, S. Ensino de conceitos químicos em um enfoque CTS a partir de saberes populares. **Ciênc. Educ.**, Bauru, v. 22, n. 3, p. 727-740, 2016.