



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE
CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

SABRINA NUNES SALES

ABORDAGEM MACRO, MICRO E SIMBÓLICA DAS IMAGENS INSERIDAS NO
CONTEÚDO "SUBSTÂNCIAS E MISTURAS" NOS LIVROS DE CIÊNCIAS DO
NONO ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL

SÃO LUÍS-MA

2022

SABRINA NUNES SALES

**ABORDAGEM MACRO, MICRO E SIMBÓLICA DAS IMAGENS INSERIDAS NO
CONTEÚDOS "SUBSTÂNCIAS E MISTURAS" NOS LIVROS DE CIÊNCIAS DO
NONO ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Profa. Dra. Silvete Coradi Guerini

SÃO LUÍS-MA

2022

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Sales, Sabrina Nunes.

ABORDAGEM MACRO, MICRO E SIMBÓLICA DAS IMAGENS
INSERIDAS NO CONTEÚDOS "SUBSTÂNCIAS E MISTURAS" NOS LIVROS
DE CIÊNCIAS DO NONO ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL / Sabrina
Nunes Sales. - 2022.

91 p.

Orientador(a): Silvete Coradi Guerini.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em
Ensino de Ciências e Matemática/ccet, Universidade Federal
do Maranhão, São Luis, 2022.

1. Ensino de Ciências. 2. Imagens. 3. Livro
Didático. 4. Níveis representacionais. I. Guerini,
Silvete Coradi. II. Título.

SABRINA NUNES SALES

**ABORDAGEM MACRO, MICRO E SIMBÓLICA DAS IMAGENS INSERIDAS NO
CONTEÚDOS "SUBSTÂNCIAS E MISTURAS" NOS LIVROS DE CIÊNCIAS DO
NONO ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

Aprovada em: 26/09/2022

Banca examinadora

Prof. Dra. Silvete Coradi Guerini (Orientadora)

Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

Profa. Dra. Gahelyka Agha Pantano Souza

Universidade Federal do Acre (UFAC)

Profa. Dra. Maria Consuelo Alves Lima

Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

Agradeço a Deus, a minha irmã Samanda, aos meus pais Nelcimar e Soraia, e as minhas gatinhas de estimação Blá Blázinha e Esmeraldinha. Obrigada, vocês são a base para tudo na minha vida.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Maranhão (UFMA) de São Luís, pela oportunidade ofertada e sua infraestrutura disponibilizada.

À Coordenação do programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPECEM) pela receptividade durante ao meu percurso no programa.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo financiamento da pesquisa desenvolvida nesse trabalho.

A Deus, aos meus guias e orixás de luz, por me encorajarem e me concederem sabedoria força para lutar e vencer todos os meus objetivos.

A minha orientadora Silvete Guerini, pelos ensinamentos durante o percurso, pelas conversas contagiantes de alegria, o que deixou mais leve os obstáculos que enfrentei durante a jornada.

A todos os professores do programa que somaram bastante no meu aperfeiçoamento profissional e pessoal.

A minha mãe, Soraia, ao meu pai Nelcimar, por serem pais extraordinários e incentivadores, a minha base de vida e conquistas.

A minha irmã, Samanda, que é a minha única e melhor irmã do mundo, e que me ajudou bastante durante o programa, sempre acreditando em mim e segurando a minha mão em todos os momentos.

As minhas gatinhas, Esmeralda e Blá Blázinha, que me fizeram descobrir a imensidão de sentimentos positivos e contagiantes que tenho dentro do meu coração.

À Monalice, que é muito mais do que minha companheira de vida, é uma âncora que me enche de energias positivas.

As minhas amigas Verônica Galvão, Isabel Cristina e Débora Feitosa, por serem força, resistência e alegria na minha vida.

Vai, e se der medo, vai com medo mesmo.

(Alpheu Mattos)

RESUMO

O livro didático no ensino de ciências é um dos instrumentos de uso mais recorrente pelo professor, contendo informações que auxiliam, tanto os educadores quanto os educandos, no processo de ensino e aprendizagem, trazendo representações de fenômenos, por meio das imagens, que ajudam na interpretação dos textos. Dessa forma, realizou-se a seleção de três livros didáticos do nono ano, utilizado pelos professores da cidade de Codó, Maranhão, e quantificaram-se as imagens referentes ao tema Substâncias e Misturas, para *a posteriori* ser analisada qualitativamente. As imagens analisadas, enquadradas ao tema de pesquisa, foram organizadas em categorias e subcategorias, abordando como principal pressuposto teórico o estudo de Kiill e Johnstone. A pesquisa utilizou os pressupostos da Análise de Conteúdo de Bardin. Na análise, percebeu-se que o nível representacional com maior representatividade das ilustrações foi o macroscópico, e o menos representativo foi o simbólico. Notou-se que as ilustrações analisadas transitaram entre os três níveis representacionais, desse modo, percebeu-se que existem ilustrações que representam tanto o nível submicroscópico quanto o simbólico (subcategoria submicrosimbólica), e houve imagens que representam os três níveis representacionais (subcategoria macrosimbólica). Na nossa análise, percebeu-se que as ilustrações inseridas no conteúdo de Substâncias e Misturas auxiliam os estudantes na compreensão dos conceitos escritos nos livros textos.

Palavras-chave: Ensino de Ciências. Livro Didático. Imagens. Níveis representacionais.

ABSTRACT

The textbook in science teaching is one of the most recurrent instruments used by teachers, containing information that helps both educators and students in the process of teaching and learning, bringing representations of phenomena, through images, which help in the interpretation of texts. In this way, three ninth grade textbooks were selected, used by teachers in the city of Codó, Maranhão, and the images referring to the Substances and Mixtures theme were quantified in order to be analyzed qualitatively. The analyzed images, framed to the research theme, were organized into categories and subcategories, approaching Kiill and Johnstone's study as the main theoretical assumption. The research used the assumptions of Bardin's Content Analysis. In the analysis, it was noticed that the most representative representational level of the illustrations was the macroscopic, and the least representative was the symbolic. It was noticed that the analyzed illustrations transited between the three representational levels, thus, it was noticed that there are illustrations that represent both the submicroscopic and symbolic levels (submicrosymbolic subcategory), and there were images that represent all three representational levels (macrosubmicrosymbolic subcategory). In our analysis, it was perceived that the illustrations embedded in the Substances and Mixtures content assist students in understanding the concepts written in the textbooks.

Keywords: Science Teaching. Textbook. Images. Representational levels.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Modelo de Johnstone para a tríade dos níveis representacionais.....	39
Figura 2	Exemplar de representação da categoria ambiente laboral: Salina do Rio Grande do Norte.....	65
Figura 3	Exemplar de representação da categoria ambiente laboral: separação de misturas.....	66
Figura 4	Exemplar de representação da categoria comparativa.....	67
Figura 5	Exemplar de representação da categoria contextualização.....	67
Figura 6	Exemplar de representação da categoria representações experimentais.....	68
Figura 7	Exemplar de representação da categoria representação de moléculas.....	69
Figura 8	Exemplar de representação da categoria representações processuais no nível microscópico.....	70
Figura 9	Exemplar de representação da categoria representações processuais no nível macroscópica.....	71
Figura 10	Exemplar de representação da categoria síntese.....	72
Figura 11	Exemplar de representação da categoria outros.....	73

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Caracterização dos Livros Didáticos.....	57
Quadro 2	Caracterização específica dos livros didáticos.....	59
Quadro 3	Demonstração de imagens e fotografias encontradas nos livros analisados que estão relacionadas com a temática Substância e Misturas.....	60
Quadro 4	Quantificação dos tipos de ilustrações presentes nos livros didáticos.....	61
Quadro 5	Categorização das imagens, conforme a Análise de Conteúdo.....	63
Quadro 6	Disposição das ilustrações nos três livros, no que concerne às categorias e às subcategorias.....	74
Quadro 7	Representação visual da categoria Macroscópica.....	75
Quadro 8	Representação visual da categoria Submicroscópica.....	76
Quadro 9	Representação visual da categoria Simbólica.....	77
Quadro 10	Representação visual da subcategoria Submicrosimbólica.....	78
Quadro 11	Representação visual da subcategoria Macrosimbólica.....	79

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AC – Alfabetização Científica

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

BSCS – Biological Science Curriculum Study

CBA – Chemical Bond Approach

CNLD – Comissão Nacional do Livro Didático

CTS – Ciências, Tecnologia e Sociedade

EB – Educação Básica

EF – Ensino Fundamental

EM – Ensino Médio

ENEM – Exame Nacional do Ensino Médio

FNDE – Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação

GLD – Guia do Livro Didático

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INL – Instituto Nacional do Livro

IUPAC – International Union of Pure and Applied Chemistry

LD – Livro Didático

LDBEN – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

MEC – Ministério da Educação

PCN's – Parâmetros Curriculares Nacionais

PNBE – Programa Nacional Biblioteca da Escola

PNE – Plano Nacional de Educação

PNLD – Plano Nacional do livro didático

PNLEM – Programa Nacional do Livro Didático para o ensino médio

PSSC – Physical Science Study Commitee

SMSG – Science Mathematics Study Group

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
2. O ENSINO DE CIÊNCIAS.....	17
2.1. Trajetória do Ensino de Ciências no contexto brasileiro.....	17
3. O LIVRO DIDÁTICO NO ENSINO DE CIÊNCIAS.....	28
4. AS IMAGENS NO ENSINO DE CIÊNCIAS.....	36
4.1. Níveis representacionais.....	38
4.2. A temática Substâncias e Misturas no ensino de ciências.....	41
5. METODOLOGIA.....	53
5.1. Questão de Pesquisa.....	53
5.1.1. Objeto de estudo.....	53
5.2. Natureza da Pesquisa.....	54
5.3. As categorias e subcategorias utilizadas.....	55
6. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	57
6.1. A busca do material de pesquisa.....	57
6.2. Estudo Exploratório das ilustrações.....	59
6.3. Análise de Conteúdo das ilustrações.....	63
6.4. Análise dos níveis representacionais das ilustrações.....	73
6.4.1. Análise da categoria Macroscópica.....	75
6.4.2. Análise da categoria Submicroscópica.....	76
6.4.3. Análise da categoria Simbólica.....	77
6.4.4. Análise da subcategoria Submicrosimbólica.....	78
6.4.5. Análise da subcategoria Macrosubmicrosimbólica.....	79
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	81
REFERÊNCIAS.....	83

1 INTRODUÇÃO

Meu interesse pelos níveis representacionais é derivado pelo contato na minha formação inicial, especificamente por meio do desenvolvimento do meu Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), no qual pude ter a oportunidade de investigar a representação desses níveis em livros didáticos de ciências do nono ano, desse modo, acabei realizando leituras que versaram questões sobre o ensino de ciências, os livros didáticos e as imagens inseridas nesses recursos didáticos.

Nessa direção, busquei ampliar a minha pesquisa para o mestrado, visto que compreendi o quanto é necessário trabalhar com imagens e acompanhar a sua relação com os textos inseridos no ensino de ciência, dado que são dois elementos fundamentais para a formação científica dos estudantes. Optei em investigar sobre o conceito de substâncias e misturas, apresentados por meio de imagens em livros didáticos do nono ano da cidade de Codó, Maranhão, pois as leituras que tive acesso ao longo do desenvolvimento do meu TCC demonstraram serem conceitos-chave para que os estudantes desenvolvam a compreensão de outros conceitos químicos.

Sendo assim, para que os estudantes tivessem uma formação científica, por meio das mudanças que começaram a surgir no século XIX, o ensino de ciências sofreu alterações significativas. Foi uma época marcada por descobertas no âmbito científico, e as conquistas adquiridas pelos cientistas se tornaram companheiras do crescimento social. A ciência passou ser vista de uma forma benéfica na sociedade, e, em 1930, o ensino de ciências, com caráter positivista, passou fazer parte dos currículos da Educação Básica (EB), com a reforma Francisco Campos, Lei 19.890, de 18/4/1931 (PINHÃO; MARTINS, 2016).

De acordo com as novas ideias, acerca do ensino de ciências, que foram surgindo, fez-se necessário a criação de novas metodologias para serem implementadas, visando formar pessoas críticas e atuantes no mundo, resultando na promulgação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN), Lei nº 9.394 no ano de 1996 (NASCIMENTO; FERNANDES; MEDONÇA, 2010; SILVA; FERREIRA; VIEIRA, 2017).

Segundo Nascimento, Fernandes e Mendonça (2010), quando o cidadão entende que a ciência está inserida no seu dia a dia, ele conseqüentemente reconhece a necessidade e a importância do conhecimento científico para a sua vida é reconhecida, tornando, desta forma, um processo significativo. Diante disso, o Livro Didático (LD) é uma ferramenta importante

para coadjuvar na construção do conhecimento do alunado acerca da ciência, uma vez que o professor pode atrelar os conteúdos científicos, apresentado nos livros, ao cotidiano do aluno.

Nesse sentido, o corpo docente é fundamental no processo de escolha dos livros, visto que estão inteiramente ligados aos alunos em sala de aula. O Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) também ressalta e impõe a participação dos professores nesse processo de escolha, essa participação exige algumas competências como, por exemplo, conhecimentos sobre a disciplina.

O PNLD, além de fazer a verificação da qualidade dos livros, passou excluir aqueles que não atendiam os requisitos educacionais. O livro didático passou ter os objetivos impostos pelas propostas educacionais nacionais vigentes na legislação, como nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's). A partir de 2021, as adaptações, de acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), passaram ser vigoradas, onde devem ser distribuídos para as escolas (MEC, 2018).

É de anuência entre os pesquisadores da área que o Livro Didático é uma ferramenta educacional que propaga imagens, essas imagens promovem a facilitação do leitor, uma vez que elas ilustram o que os textos abordam, entretanto, alguns livros apresentam uma discrepância entre a ilustração e a descrição do texto (SILVA *et. al.*, 2006).

Desde a contemporaneidade, as imagens são dispersas e introduzidas diretamente no cotidiano social, são utilizadas como recursos de comunicação visual e passou ser inserida, desde então, em diversos contextos de ensino. Nas ciências o uso das imagens também foi fundamental, visto que as ilustrações que representavam descobertas da época eram acompanhadas de textos descritivos para auxiliar na compreensão, como, por exemplo, nos manuscritos de Leonardo da Vinci.

Os livros didáticos podem conter presença de imagens, charges, figuras, desenhos, fotografias, diagramas, gráficos e esquemas que demonstram os fenômenos, devendo ser acompanhadas de textos e legendas explicativas para nortear os alunos e sejam exploradas pelos professores, uma vez que as imagens têm um papel no processo de ensino e aprendizagem, e para que o professor e o aluno façam uma boa exploração, dessas imagens, é preciso que saibam distinguir os níveis em que elas são representadas no LD (KIILL, 2009).

As imagens inseridas nos textos facilitam a aquisição do conhecimento e a abordagem, portanto elas precisam ser condizentes com o texto. Os fenômenos se apresentam nos livros de forma analógica para que o estudante tenha maior facilidade ao relacionar a teoria abordada

(GIBIN; FERREIRA, 2013). De acordo com Silva, Braibante e Pazinato (2013), um dos principais meios de comunicação que o LD utiliza para com o leitor é fundamentado no aspecto visual. Dessa forma, as imagens podem ser consideradas constituintes dos recursos didáticos pertencentes à Educação Básica. Uma de suas utilidades é contribuir no entendimento dos conceitos desenvolvidos nos textos propostos, possibilitando o processo de aprendizagem do conhecimento científico.

No que diz respeito aos níveis representacionais, Johnstone (1982) afirma que os alunos e os professores têm dificuldades, no campo das ciências, devido à complexidade dos conteúdos com ênfase na física e na química, uma vez que esses conteúdos são representados em três níveis caracterizados como: macroscópico, submicroscópico e simbólico, no qual os alunos e professores têm dificuldades de distingui-los, e, conseqüentemente, como compreendê-los.

De acordo com Pane (2015), os conceitos introduzidos nos LD de ciências, acerca de Substâncias e Misturas, consideram suas propriedades e aspectos visíveis, conceitos distantes dos alunos, apresentando as informações de forma abstrata, e tornando a construção da aprendizagem complexa. Conforme a autora, o conteúdo de Substâncias e Misturas é primordial para a compreensão de outros conceitos químicos, e as imagens referentes ao tema auxiliam no processo de aquisição de conhecimento, desse modo, investigar o tema é essencial.

Nesse sentido, essa pesquisa teve como objetivo geral investigar quais as características presentes nas imagens referentes às Substâncias e Misturas no livro didático do nono ano do Ensino Fundamental de uma escola pública da cidade de Codó, Maranhão, e verificar, a partir das análises, como essas imagens podem auxiliar no processo de significação de conceitos dos alunos.

2. O ENSINO DE CIÊNCIAS

O ensino de ciências é fundamental na formação dos estudantes, pois permite que despertem o pensamento crítico e saibam tomar atitudes na sociedade. De acordo com Vidal e Porto (2012), o ensino de ciências, por meio dos livros didáticos, pode ser visto como uma ferramenta que representa o pensamento da comunidade científica nas escolas e esses saberes inseridos nos livros, quando relacionados ao cotidiano dos estudantes, permite o entendimento da ciência como uma construção humana. Nesse capítulo, será discutido sobre o percurso do ensino de ciências na educação brasileira e o que as pesquisas realizadas acerca do ensino de ciências apontam.

2.1 Trajetória do Ensino de Ciências no contexto brasileiro

O ensino de ciência sofre influência do avanço científico e tecnológico mundial, conforme afirmam Nascimento, Fernandes e Mendonça (2011) e Silva, Ferreira e Viera (2017). Nesse contexto, a ciência e a tecnologia foram reconhecidas como fundamentais no ensino de ciências, visto que essas áreas influenciavam diretamente no desenvolvimento econômico, social e cultural da sociedade, nessa mesma direção, surgiram diversos movimentos de transformação do ensino (KRASILCHIK, 2000; SILVA; FERREIRA; VIERA, 2017).

Nas últimas décadas, ocorreram diversos debates sobre o ensino de ciências no campo das pesquisas, principalmente no que se refere à qualidade do ensino e da aprendizagem dos conhecimentos científicos (KRASILCHIK, 2000; SFORNI; GALUCH, 2006; NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA, 2011; SILVA; FERREIRA; VIERA, 2017).

Krasilchik (2000) assinala que o interesse em ensinar ciências, na década de 1960, era centrado, exclusivamente, em formar a elite brasileira. Todavia, com os avanços nas discussões em questões socioculturais, foi demonstrado uma nova necessidade a ser implementada nesse ensino, sendo evidenciado que a ciência era um campo de significância para o desenvolvimento das instâncias cultural, econômica e social de uma sociedade, desse modo, a atual preocupação (a de formar unicamente uma elite) deveria ser modificada.

A autora ainda cita como episódio significativo o fato que ocorreu na “guerra fria”, nos anos 1960, em que os Estados Unidos realizaram investimentos tanto de recursos humanos quanto financeiro para vencer a batalha espacial, investimento em que ela chama de paralelo na

história da educação. Esse empreendimento construiu, com o auxílio das universidades e acadêmicos renomados, quatro projetos, o projeto de Física (*Physical Science Study Commitee – PSSC*), de Biologia (*Biological Science Curriculum Study – BSCS*), de Química (*Chemical Bond Approach – CBA*) e (*Science Mathematics Study Group – SMSG*) (KRASILCHIK, 2000; TEIXEIRA, 2013).

A justificativa de tal investimento foi, segundo Krasilchik (2000, p. 85) “[...] a formação de uma elite que garantisse a hegemonia norte-americana na conquista do espaço dependia, em boa parte, de uma escola secundária em que os cursos das Ciências identificassem e incentivassem jovens talentos a seguir carreiras científicas”. A autora afirma que esse marco na história do ensino de ciências, em nível global, até hoje influi, no currículo nacional, de diversas disciplinas, tanto do Ensino Médio quanto do Ensino Fundamental.

Nesse contexto mundial, vislumbrando as tendências no ensino, Krasilchik (2000) elabora um quadro sintetizando os principais pontos que ocorreram entre 1950 a 2000. No que diz respeito aos objetivos de ensino, na Guerra Fria, era objetivado formar uma elite intelectual; na Guerra Tecnológica, o objetivo era formar cidadão-trabalhador; e na Globalização, era buscado formar cidadão-trabalhador-estudante. No que tange à concepção de ciências, na Guerra Fria, eram proporcionadas atividade neutra; na Guerra Tecnológica, era desenvolvido o pensamento lógico crítico; e na Globalização, eram exercidas atividades com implicações sociais.

Portanto, às instituições promotoras de reformas, na Guerra Fria, eram as associações profissionais; na guerra tecnológica - os centros de ciências e universidades – e na globalização – as universidades e associações profissionais. Enquanto as modalidades didáticas recomendadas, em cada período, respectivamente, eram as aulas práticas; projetos e discussões; e jogos: exercício no computador.

Por outro lado, no Brasil, no período de 1950 a 1970, a situação foi a industrialização e a ditadura, e de 1980 a 2000 estava ocorrendo a transição política e a democratização. Os objetivos no contexto nacional durante esses períodos convergiam com os buscados no contexto mundial (KRASILCHIK; MARANDINO, 2002).

No contexto brasileiro, a preparação dos alunos mais aptos era defendida visando a diminuição na demanda de investigadores, para que fosse impulsionado e alcançado o progresso científico e tecnológico, e assim o país pudesse se industrializar. Paralelamente, mudanças na

concepção do papel da escola na sociedade foram sendo efetivada, sendo de responsabilidade da escola formar todos os cidadãos, e não apenas uma elite (TEIXEIRA, 2013).

Desse modo, a ciência se mostrou fundamental para o desenvolvimento nas instâncias supracitadas, mudanças no formato do processo de ensino e aprendizagem ficaram evidentes. Portanto, exigia-se uma formação efetiva dos alunos acerca dos conhecimentos científicos. Algumas das mudanças necessárias para esse novo modelo de ensino estavam nas modificações curriculares e na implementação de novas tecnologias (NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA, 2011).

As disciplinas de física, biologia e química tiveram a função de desenvolver no aluno o espírito crítico, nessa nova realidade, os alunos deveriam conseguir pensar lógica e criticamente, podendo tomar decisões com base nas informações e dados científicos (KRASILCHIK, 2000). Todavia, com novos governos assumindo o país ao longo dos anos, novas modificações foram sendo efetivadas na área do ensino, e, segundo a autora, raramente, foram mudanças que convergiam com as idealizadas pelos emissores do currículo teórico.

Na década de 1970, o ensino tinha a ideia baseada no método científico, nesse sentido, o estudante deveria seguir passos lineares, o de observar, definir o problema, procurar caminhos para solucioná-los, interpretar os dados derivados da sua ‘pesquisa’, generalizar, e redescobrir o conhecimento já construído pela comunidade científica. Nesse contexto de concepção sobre o ensino, os conhecimentos prévios não eram considerados pelos professores (BAPTISTA, 2010).

Ainda em 1970, diversos estudos foram sendo desenvolvidos pelos teóricos da área das ciências e sinalizaram diversos pontos importantes sobre os conhecimentos prévios dos estudantes. Driver e Easley (1978) demonstraram em seus resultados de pesquisas, derivado de sua tese de doutorado acerca do ensino de ciências, que as concepções dos estudantes são molduras teóricas coerentes de um ideal científicos, sendo assim, essas ideias da bagagem dos estudantes devem ser consideradas no processo de ensino e aprendizagem. Após essa sinalização, diversos outros estudos, mais de 3000, utilizando inúmeras terminologias, tais como, “crenças”; “molduras teóricas”; “concepções errôneas”; etc., começaram a investigar sobre as concepções prévias dos alunos (BIZZO, 2006).

Foi só nos anos de 1980 que a educação começou a ser vista, pelos teóricos, como uma prática de transformação social, Nesse cenário, foi verificada a conexão entre a educação e os sistemas político-econômicos (NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA, 2011). Nessa

década, surgiu a teoria construtivista da aprendizagem, sob influência dos estudos desenvolvidos por Jean Piaget acerca da Teoria Psicogenética (BAPTISTA, 2010). Essa teoria demonstrou que a participação mecânica dos estudantes nas aulas não garantiria a aprendizagem das ciências.

No que diz respeito às propostas para o ensino de ciências, diversas tendências surgiram, tais como, a racionalista, as comportamentalistas, as construtivistas, etc. (KRIPKA *et al.*, 2020). Mas durante a década de 1980 até o fim da de 1990 o ensino continuou sendo implementado de forma descontextualizada e com um grande número de conteúdo, permitindo que os estudantes construíssem uma visão absoluta e neutra sobre a ciência (NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA, 2011).

O ensino de ciências, no âmbito nacional, só construiu proposições concretas em 1996, com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação brasileira, lei número 9.394/96. Com a promulgação dessa Lei, foi evidenciado que os saberes culturais dos estudantes nos espaços de ensino deveriam ser considerados (BRASIL, 1996).

Com a promulgação da LDBEN, em 1996, e dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), em 1997, a formação dos estudantes ganhou novas concepções, esses documentos buscaram reger a educação de forma que a qualidade do ensino melhorasse, e assim ocorresse a promoção do desenvolvimento da capacidade de pesquisar, buscar informações, analisá-la, selecioná-la, e ainda proporcionar um espaço onde os estudantes transcendessem a memorização mecânica (NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA, 2011).

Nos PCNs é orientado, para que haja uma aprendizagem significativa, que seja disponibilizado aos alunos o envolvimento desses no processo de aprendizagem, dessa forma, a relação entre os conhecimentos que os estudantes já sabem com aquele que ele está aprendendo deve ocorrer. Esse processo de aprendizagem exige ousadia “[...]para se colocar problemas, buscar soluções e experimentar novos caminhos, de maneira totalmente diferente da aprendizagem mecânica [...]” (BRASIL, 1997, p. 64).

Em 2001, o Plano Nacional de Educação (PNE), aprovado pela Lei nº 10.172, estava em consonância com a Constituição Federal e com a LDBEN. O PNE teve metas e objetivos para a educação que deviam ser atingidas até 2010. Em 2014 um novo PNE foi aprovado pela Lei 13.005, e uma das suas diretrizes é a promoção humanística, científica, cultural e tecnológica do país, inciso VII do art. 2 (BRASIL, 2014).

Recentemente, em 2018, uma Base Nacional Comum Curricular (BNCC) foi constituída a fim de orientar as ações pedagógicas da educação básica. No que diz respeito ao ensino de ciências, o texto da base busca incorporar elementos importantes para a aprendizagem dos alunos acerca da ciência, nesse sentido, a contextualização está fortemente presente na BNCC. Outro ponto presente na BNCC são os conhecimentos construídos fora das escolas, em que “a exploração das vivências, saberes, interesses e curiosidades dos alunos sobre o mundo natural e material continua sendo fundamental” (MEC, 2018, p. 343).

Diante do exposto acima, percebemos que a trajetória da educação brasileira e do ensino de ciências foram marcadas diretamente pelo contexto histórico de cada época, e que novas necessidades acerca do ensino iam sendo evidenciadas ao longo das pesquisas realizadas pelos teóricos, bem como pelas necessidades exigidas pelo desenvolvimento da ciência e da tecnologia. No decorrer dos anos, desafios foram aparecendo, mas também foram sendo superados, todavia ainda há outros desafios a serem vencidos no campo da educação e do ensino para que os alunos tenham de fato uma aprendizagem efetiva.

Durante décadas, o ensino de ciências vem sendo estruturado com intuito de formar um cientista em potencial. Nessa concepção de ensino, o aluno é concebido como um receptor passivo dos conceitos, teorias e processos científicos, enquanto os professores são os sujeitos detentores do conhecimento (CHASSOT, 2003; KRASILCHIK, 2000).

Conforme Bizzo (2006), esse ensino só seria útil aos poucos alunos que seguiriam carreira de cientista no futuro, desse modo, para a grande maioria dos estudantes o ensino de ciências era uma espécie de placebo pedagógico, que seriam ingeridos durante alguns anos de estudos e logo mais esquecidos. Esse placebo pedagógico, pode ser entendido como uma série de conhecimentos sem utilidade alguma para o aprendiz.

Esse modelo de ensino tradicional é centrado na transmissão-recepção dos conteúdos científicos, esses conteúdos são depositados na “cabeça vazia” dos estudantes, com isso, os alunos são vistos como tábulas rasas e os professores como detentores do conhecimento. Nesse modelo, o professor é o sujeito ativo do processo de ensino, visto que fala a maior parte do tempo, e os alunos exercem um papel passivo, o que resta a esses é internalizar e reproduzir os termos “aprendidos” na hora da avaliação (TEIXEIRA, 2019).

Outro problema que ainda permeia o ensino de ciências, segundo Bizzo (2006), é a crença de que a ciência é um campo que detém a verdade, um dos motivos para que os professores e alunos construam essa visão de ciência é a falta de apropriação dos conceitos

científicos. Os livros didáticos e as metodologias implementadas no processo de ensino trabalham os conceitos individualizados e ocultam o processo histórico da construção deles e da própria ciência, o que não faz sentido nenhum para os estudantes (BIZZO, 2006).

Por outro lado, a importância da inserção da história da ciência para compreensão dos conceitos científicos já vem sendo assinalado há bastante tempo, tomamos como exemplo o trabalho de Matthews (1994), em que o autor aponta diversas contribuições da história para o ensino de ciências, como: (i) melhor compreensão dos conceitos e métodos científicos; (ii) a abordagem histórica faz a conexão com o desenvolvimento do pensamento individual com o desenvolvimento das ideias científicas; e (iii) a neutralização do caráter do cientificismo e dogmático das ciências (MATTHEWS, 1994).

Conforme apontam Delizoicov e Delizoicov (2012), atualmente o ensino científico, deve transcender a visão que persiste no ensino de ciências, a de formar futuros cientistas, nessa nova necessidade de ensino, os autores afirmam que deve ser priorizado aos estudantes “[...] uma **adequada compreensão do desenvolvimento da produção do conhecimento científico e dos seus conceitos**, como forma de instrumentalizar os cidadãos para que possam exercer a cidadania de forma mais consciente e consistente” (DELIZOICOV; DELIZOICOV, 2012, p. 229, grifo nosso).

Essa necessidade também é explicitada nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), como exemplifica o trecho a seguir:

[...]é interessante a introdução mais freqüente de tópicos de História da Ciência como parte de estudos da área, como, por exemplo, as explicações de Descartes e Harvey a respeito da circulação sangüínea dentro de estudos sobre o organismo humano. Em outro exemplo de interesse para os eixos Terra e Universo e Tecnologia e Sociedade, estão as idéias de Galileu sobre o Sistema Solar que foram reforçadas por observações com o uso da luneta (BRASIL, 1998, p. 88).

Entretanto os PCNs reconhecem que a inserção da História e da Filosofia da ciência ainda é um grande desafio para os professores, pois a formação inicial normalmente não contempla esse campo de conhecimento. Ramos *et al.* (2020) afirmam que há a necessidade de deslocamento da visão deturpada sobre ciências ainda na formação inicial dos professores.

Em sua pesquisa com professores em formação de Física, Ramos *et al.* (2020) evidenciaram que os discursos dos discentes apresentaram visões descontextualizada, individualista e elitista, empírico-indutivista e atórica, rígida, algorítmica, infalível,

aproblemática e ahistórica, exclusivamente analítica, e acumulativa, mas também foi percebido discursos transitórios entre o cientificismo e a importância de aspectos sociais da ciência.

Cachapuz *et al.* (2005) demonstram algumas concepções errôneas sobre as atividades científicas presentes no ensino de ciências, entre elas estão a visão descontextualizada e a concepção empírico-indutivista e atórica. Todas essas visões evidenciadas pelos autores contribuem para que o ensino de ciências apresente uma visão deformada sobre ciências. Segundo os autores, o caminho para romper essa visão deturpada de ciência dos professores e assim melhorar nas apropriações dos conceitos científicos dos alunos é permitir outras oportunidades de formação, inicial e contínua.

Portanto, é imprescindível que os cursos de formação inicial proporcionem debates sobre História e Filosofia da ciência. Nesse sentido, diversos pesquisadores, tais como Scoaris, Benevides-Pereira e Santin (2009), Delizoicov e Delizoicov (2012) e Lambach e Marques (2012) entendem que a implementação da História e Filosofia nos currículos dos cursos relacionados às ciências naturais podem contribuir para que professores e alunos melhorem suas concepções sobre a natureza do conhecimento científico.

No que tange à formação inicial dos professores de ciências, especificamente, a perspectiva tecnicista predominante nas décadas de 1960 e 1980 foi detectada como problemática, visto que havia um tratamento de neutralidade e universalidade dos componentes curriculares; bifurcação entre teoria e prática, além da fragmentação das disciplinas (NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA, 2010). Conforme os autores, essa perspectiva problemática *a posteriori* eram reproduzidas na atuação dos professores.

Todavia diversas pesquisas no campo da formação de professores, tais como Carvalho (2001), Carvalho e Gil-Pérez (2011) e Damasio e Peduzzi (2017), sinalizaram a necessidade de formar professores capazes de compreender a natureza da ciência de forma crítica.

Damasio e Peduzzi (2017), por exemplo, evidenciaram, em sua investigação bibliográfica, que a História e Filosofia da ciência são apontadas como aliadas para demonstrar a natureza da ciência como um processo de construção humana, ademais, a História e Filosofia da ciência pode ajudar os alunos a compreenderem os conceitos de ciências.

Carvalho e Gil-Pérez (2011) apontam nove necessidades formativas para um professor de ciências, a saber: (a) ruptura da visão simplista sobre o ensino de ciências; (b) conhecer a disciplina a ser ensinada; (c) questionar as ideias docentes sobre o ensino e aprendizagem das ciências; (d) adquirir conhecimentos teóricos sobre a aprendizagem das ciências; (e) analisar

criticamente o ensino tradicional; (f) saber gerar atividades que proporcione a aprendizagem efetiva; (g) saber dirigir o trabalho dos alunos; (h) saber avaliar; e (i) ter possibilidade formativa para associar ensino e pesquisa. Para os autores, essas necessidades são fundamentais para que os professores exerçam sua função da melhor forma possível.

Nessa mesma direção, Bizzo (2006), a partir das pesquisas voltadas para o ensino de ciências, demonstra algumas perspectivas que podem orientar a prática do docente: entender a prática cotidiana como objeto de pesquisa; conhecer estudos e pesquisas sobre o ensino de ciências. Encaminhar atividades sem se apresentar como uma fonte inesgotável de conhecimento; proporcionar oportunidades de ideias entre os alunos; procurar explicações e sua comprovação; procurar princípios e aplicações em contextos diversos; progredir conceitualmente; utilizar terminologias científicas de forma correta; e pesquisar e implementar formas inovadoras de avaliação.

Notamos que esses os pontos assinalados por Carvalho e Gil-Pérez (2011) e Bizzo (2006), embora recebam terminologias diferentes, convergem para o mesmo caminho, em que os professores, para exercer uma prática de ensino que favoreça a aprendizagem efetiva dos alunos, devem ter uma formação inicial integral e que estejam atualizados das novas pesquisas desenvolvidas na área do ensino de ciências.

Outra ideia que deve ser superada no ensino de ciências é de que o ensino deve preparar futuros cientistas, isto é, o papel da educação científica é a de preparar os alunos para serem especialistas em biologia, física ou química. Conforme Cachapuz *et al.* (2005), essas perspectivas devem ser alteradas, pois a educação científica é parte da educação geral, nessa direção, o ensino de ciências deve formar cidadãos conscientes das complexas relações entre ciências e sociedade.

Atualmente novas necessidades se fazem presente, conforme a configuração na sociedade se modifica, nesse viés, além de saberem a relação entre ciências e sociedade, estudiosos da área demonstram a necessidade de que os alunos saibam reconhecer a relação entre ciências, tecnologia e sociedade (AULER; BAZZO, 2001; PINHEIRO, SILVEIRA; BAZZO, 2007).

A educação em ciências e tecnologias deve promover a compreensão do funcionamento da tecnociência, os estudantes devem saber a importância da ciência e da tecnologia e seus avanços, suas causas, as consequências derivadas delas, os interesses econômicos e políticos,

cuja compreensão deve ser realizada de forma contextualizada (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007).

Essa necessidade de inserir a relação entre ciências, tecnologia e sociedade no ensino também é incorporada nos documentos nacionais, tais como PCNs e Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Os PCNs trazem no eixo temático intitulado ‘Tecnologia e Sociedade’ a importância de inserir a relação ciência, tecnologia e sociedade (CTS), em seu texto é orientado que:

Este eixo temático tem como conteúdos as transformações dos materiais e dos ciclos naturais em produtos necessários à vida e à organização da sociedade humana. São enfocados os conhecimentos, os instrumentos, os materiais e os processos que possibilitam essas transformações. Comporta também o enfoque das relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, no presente e no passado, no Brasil e no mundo, em vários contextos culturais, considerando-se as alterações que o acesso e o uso da tecnologia promovem no meio social e na realidade econômica (BRASIL, 1998, p. 48).

No texto da BNCC, o documento mais recente para reger a educação básica, essa preocupação de que a área de ciências da natureza implemente questões que relacionem essas três instâncias também é verificada, a BNCC afirma que:

Para debater e tomar posição sobre alimentos, medicamentos, combustíveis, transportes, comunicações, contracepção, saneamento e manutenção da vida na Terra, entre muitos outros temas, são imprescindíveis tanto conhecimentos éticos, políticos e culturais quanto científicos. Isso por si só já justifica, na educação formal, a presença da área de Ciências da Natureza, e de seu compromisso com a formação integral dos alunos (MEC, 2018, p. 321).

Desse modo, percebemos que esses documentos pretendem que os alunos construam um novo olhar sobre o mundo onde estão inseridos, que saibam realizar escolhas conscientes e pautadas criticamente. Ademais busca instigar nos alunos a compreenderem não só o conhecimento científico, mas a sua relação com questões éticas, políticas e culturais.

Contudo um estudo realizado por Antunes Júnior, Cavalcanti e Ostermann (2020), ao analisarem a perspectiva CTS presente na BNCC nos anos finais do Ensino Fundamental, verificaram que a base não consegue superar perspectivas tradicionais, e acaba reforçando mitos CTS na educação em ciências, como, por exemplo, a superioridade do modelo de decisões tecnocráticas e a concepção salvacionista da ciência e da tecnologia. A BNCC veicula uma ideia de ciência utilitária e correlaciona os aspectos tecnológicos à solução de problemas

vigente na sociedade. Outro ponto assinalado é o desconhecimento e/ou a negligência de pesquisas do campo da educação em ciências por parte dos defensores de um currículo nacional.

Santos e Silva (2021) afirmam que há contradições na BNCC, uma vez que, em grande parte do texto, existe o entendimento de tecnologia como sendo um produto final e que o seu desenvolvimento ocasionará diretamente o desenvolvimento social. Angotti e Auth (2001) nos evidenciam que no campo do discurso os avanços tecnológicos são sinônimo de melhorias nas condições de vida da sociedade, o que se observa na prática é o agravamento destas, principalmente das populações mais carentes. Segundo os autores, o avanço nesse campo favorece um grupo muito pequeno, os detentores de riquezas e ainda acaba aumentando a exclusão social, isto é, o discurso que o progresso tecnológico acarreta diretamente avanço e melhoria da população é falacioso.

As pesquisas na área do ensino de ciências demonstram a necessidade da Alfabetização Científica (AC) (CACHAPUZ *et al.*, 2005; CHASSOT, 2003; PINHEIRO, SILVEIRA; BAZZO, 2007; SASSERON; CARVALHO, 2011). As autoras Sasseron e Carvalho (2011) evidenciaram que existem três eixos estruturante da alfabetização científica. O primeiro deles é que através da AC os alunos poderão compreender minimamente termos, conhecimentos e conceitos científicos; o segundo eixo da AC tem como preocupação a promoção da compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática; e o terceiro eixo da AC é promover a compreensão das relações que existem entre ciências, tecnologia, sociedade e meio-ambiente.

No ato de ensinar, é imprescindível que os professores também valorizem os conhecimentos prévios dos seus alunos, visto que esses carregam consigo uma variedade de ideias sobre conceitos científicos, normalmente, distintos daqueles que são ensinados em sala de aula, nesse sentido, essas concepções prévias refletem diretamente no aprendizado dos alunos (SCHNETZLER, 1992). A autora afirma que é de responsabilidade dos professores de ciências planejarem seu ensino a partir dos conhecimentos prévios dos alunos.

Essa importância de considerar os conhecimentos que os alunos já possuem antes da escola também é orientado pelos PCNs, conforme as orientações, os estudantes não aprendem apenas nos espaços escolares, eles estão em contato direto com outras instâncias, como, a mídia, a família, os amigos, etc., com isso, sofrem influência educativa nesses espaços não-formais, desse modo, esses saberes aprendidos nesses ambientes somam-se com os escolares, visto isso as escolas devem considerá-los no processo de ensino (BRASIL, 1997).

Outro cuidado necessário que os professores devem ter é o de pluralizar suas metodologias de ensino, conforme aponta Laburú, Arruda e Nardi (2003). Esses evidenciam que os alunos possuem uma variedade no que diz respeito as suas motivações e as suas preferências do estilo e do modo de aprender e a sua relação com conhecimento, os alunos também são plurais no quesito habilidades mentais, ritmos de aprendizagem, nível de motivação e interesse pela matéria, etc.

Todos esses fatores plurais, apresentados acima, acerca da aprendizagem dos alunos devem ser considerados na hora de empregar uma metodologia, ou ainda, os autores afirmam que não se deve aplicar apenas uma metodologia, pois essa não englobaria todas as necessidades apresentadas por cada aluno (LABURÚ; ARRUDA; NARDI, 2003).

Laburú e Carvalho (2001) apontam algumas estratégias que os professores podem se apoiar para introduzir uma perspectiva plural em suas metodologias de ensino, entre elas estão, por exemplo:

[...]favorecer leituras, investigações, questionamentos, gerar conflitos cognitivos, utilizando contradições empíricas e conceituais em nível individual ou, na esfera coletiva, controvérsias entre oposições discrepantes ou antagônicas; incentivar o enfrentamento de problemas, a discussão, os debates de idéias polarizadas e em conjunção com a elaboração de argumentos e justificações de si mesmas; propiciar o levantamento e o teste de hipóteses, a análise e a síntese, fazer uso do recurso de analogias, mapas ou redes conceituais, experimentos mentais, estudo em grupo; estabelecer momentos para que sejam transmitidas informações que precisam ser memorizadas, ordenadas, estruturadas e organizadas através de aulas expositivas, de vídeos, de textos; favorecer atividades manipulativas, de exploração de observação; estar atento ao nível lógico e cognitivo do aprendiz, levando em consideração as suas representações; etc. (LABURÚ; CARVALHO, 2001, p. 8).

Ao assumir essa postura pluralista, nas aulas de ciências, o professor também assume arriscar a inovar, a experimentar outras propostas, busca sempre novas possibilidades para que seus alunos, um mundo plural, consiga ter uma qualidade melhor da aprendizagem dos conhecimentos científicos. O professor plural entende que cada aluno e sala de aula possuem necessidades distintas.

3. O LIVRO DIDÁTICO NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Nessa seção, será tecida algumas discussões sobre o livro didático, em específico o de ciências, pontuaremos acontecimentos históricos, buscando compreender quais processos foram fundamentais para a configuração atual dos livros didáticos de ciências, assinalado também a importância desses recursos para o ensino de ciências, tanto para o professor quanto para os estudantes.

O livro didático é retratado como um recurso intermediário significativo e indispensável para garantir um direito à cidadania, estando inseridos no cenário brasileiro como uma fonte de leitura e escrita desde o século XIX, e se fazem presentes até os dias atuais nas escolas brasileiras como uma ferramenta que serve como guia das ações dos professores.

Com o surgimento do Programa Nacional do Livro e Material Didático, os livros didáticos passaram por diversas mudanças, tanto em sua forma de produção como nas formas de utilização pelos professores nas escolas. E assim, as informações contidas nos livros passaram ser mais organizadas, tornando o processo de ensino e aprendizagem mais eficiente. O PNLD é um dos programas mais antigos estabelecido pelo Brasil, onde já sofreu diversas alterações desde que foi criado. Desde o ano de 1996, que a compra desses materiais didáticos depende do PNLD, sendo avaliados e assegurados por uma boa qualidade.

Os LDs estão inseridos nas escolas brasileiras há mais de oitenta anos, entretanto, apenas com a inserção da organização do PNLD, no ano de 1985, que os LD passaram ser avaliados para que pudessem atender as necessidades de uma boa formação dos alunos e professores (COPATTI, 2019).

De acordo com Vasconcelos e Souto (2003), o PNLD tem realizado grandes avanços ao decorrer dos anos, pois passou revisar os erros conceituais presentes nos LD, reorganizando os conteúdos e realizando a adequação dos títulos aos padrões propostos, e passou inibir a venda de títulos que estivessem reprovados. Segundo Fracalanza (2006), a qualificação dos LDs, inscritos no PNLD, é realizada por um grupo composto por especialistas nas áreas dos conteúdos, por educadores atuantes nas salas de aulas, e por estudiosos dos conteúdos inseridos na ferramenta didática.

A seleção dos livros didáticos é um encargo de muita responsabilidade a ser exercida pelos membros de cada escola, pois é uma ferramenta construtora de conhecimento dos estudantes. Segundo Nuñez *et al.* (2001), o professor interage diretamente com os alunos dentro

da sala de aula, o que possibilita observar as necessidades dos estudantes, em relação aos conteúdos, sendo primordial a participação do educador para a seleção desse recurso didático. O PNLD também ressalta a importância dos professores na seleção dos LD e impõe algumas competências que os professores devem apresentar para poderem selecionar.

O livro didático era visto de forma crítica e julgado como um recurso metodológico de baixa qualidade, mas, com a implementação do PNLD, passou ser aperfeiçoado e submetido a processos avaliativos, com o intuito de melhorar a qualidade desses recursos distribuídos nas escolas brasileiras, foram positivamente modificados em 1991, uma vez que, até então, eram escritos por pessoas sem formação e, conseqüentemente, tinham grandes erros de escrita e gramática. A partir de então, passaram ser escritos por professores específicos de cada disciplina, escrevendo para seus níveis de atuação (SILVA, 2012).

Partindo disso, em 1993, formou-se um grupo de colaboradores para que pudessem avaliar esses materiais didáticos, a equipe passou atender um novo método de eliminação dos LD, e os que constassem quaisquer categorias de preconceitos e que apresentassem erros conceituais, referentes à disciplina, eram excluídos.

O PNLD foi criado como uma maneira de contribuir com a política educacional inserida pelo estado brasileiro, com a finalidade de efetuar o direito de a sociedade ter acesso à Educação Básica. Esse direito, que permite o acesso da sociedade a educação, é assegurado pelo artigo 205 da Constituição Federal de 1988 (CF/88), determinando:

A educação, direito de todos e dever do Estado e da família, será promovida e incentivada com a colaboração da sociedade, visando ao pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho (BRASIL, 1988).

Além do acesso à educação, precisa-se que se ofereça condições para que ela seja efetuada. O artigo 208 da CF/88 determina que:

O dever do Estado com a educação será efetivado mediante a garantia de (...) VII – atendimento ao educando no ensino fundamental através de programas suplementares de material didático-escolar, transporte, alimentação e assistência à saúde (BRASIL, 1988).

Dessa forma, o estado tem a obrigatoriedade de garantir ao estudante o ensino básico e elaborar programas que auxiliem a formação do aluno, como oferecer de forma gratuita e obrigatória o LD, sendo esse recurso considerado o mais utilizado na educação brasileira,

embora não seja o único (FREITAS; RODRIGUES, 2019). No Brasil, o livro didático é um direito do aluno, assegurado por vários meios legalizados, como a LDBEN dentre outros decretos, portarias e resoluções do Ministério da Educação (MEC).

O livro didático, no contexto atual, possui uma configuração totalmente diferente dos anos anteriores, no qual era praticamente um “manual”, isento de imagens, com textos longos, e sem uma estrutura pedagógica. Mas, com a popularização da educação, passou ocupar um espaço amplo e importante na sociedade, sendo uma ferramenta de maior apoio aos professores, uma vez que passou ter uma linguagem mais flexível e imagens mais expressivas e com qualidade melhor, contendo também atividades complementares e outras características que subsidiam as aulas (GATTI JUNIOR, 2004).

A inserção e o aperfeiçoamento do LD visam aprimorar a educação brasileira (ZAMBON; TERRAZZAN, 2013). O PNLD distribui essa ferramenta educacional de forma metódica e regular às escolas públicas, e dissemina também outros elementos que contribui no processo de ensino dos educadores (BRASIL, 2017).

De acordo com o PNLD, cada aluno deve adquirir um LD de cada disciplina que serão trabalhadas durante o ano letivo. O programa engloba diversas esferas: o MEC, órgão com a função de exercer as etapas operacionais, e o Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE), instituição que cuida dos recursos financeiros (FNDE, 2021a). De acordo com Di Giorgi *et al.* (2014) o programa passou por diversas alterações, onde obteve diferentes nomenclaturas e formas de funcionamento. Conforme Bragança (2009), a criação do programa pode ser relacionada à fundação do Instituto Nacional do Livro (INL), de 1937 a 1990, período em que o estado brasileiro iniciou a criação e o desenvolvimento de políticas públicas voltadas ao LD no país.

O INL tinha como objetivo desenvolver uma enciclopédia brasileira e um dicionário da língua portuguesa, que serviriam de apoio para a formação cultural da sociedade brasileira, e tinha como objetivo também a ampliação de bibliotecas públicas. As mobilizações para incentivar a inserção de um programa que auxiliasse na seleção dos recursos didáticos datam de 1938, com o surgimento da comissão Nacional do Livro Didático (CNLD), por meio do decreto – Lei nº 1.006/1938. Desde então, o Estado estabeleceu sua primeira política de legislação e controle de construção e disseminação do LD no país (FNDE, 2021b).

Segundo Freitas e Rodrigues (2019), o programa atual do PNLD foi criado para ocupar o lugar do antigo Programa do Livro Didático para o Ensino Fundamental (PLIDEF), no ano

de 1985, com a reforma do decreto nº 91.542/1985, visando proporcionar a redemocratização do país por meio da globalização e aperfeiçoamento da EB. De acordo com Cassiano (2004), o atual programa trouxe algumas alterações significativas, que são:

o término da compra do livro descartável, ou seja, o governo não compraria mais livros que contivessem exercícios para serem feitos no próprio livro, para possibilitar a sua reutilização por outros alunos em anos posteriores. Sendo assim, o governo passou a comprar somente livros não-consumíveis; b) a escolha do livro didático passou a ser feita diretamente pelo professor; c) distribuição gratuita às escolas públicas e sua aquisição com recursos do Governo Federal (CASSIANO, 2004, p. 3).

A avaliação pedagógica dos LD, para pleitear-se ao PNLD, foi instituído no ano de 1996, período em que a disseminação desse material se tornou nacional, no qual passou por várias alterações. Para a seleção dos LD, o MEC divulgou o primeiro “guia de livros didáticos 1ª a 4ª série”, material constando o resumo das obras aprovadas pelo programa.

Após ter passado por uma avaliação cautelosa, realizada com o apoio das universidades públicas, os educadores poderiam escolher e utilizá-los em um período de três anos. De acordo com Maciel (2014), o programa teve um aumento na obtenção e disseminação do LD no ano de 2000, e no ano de 2001 foi registrado no Guinness Book visto como o maior programa de avaliação e compartilhamento de LD do mundo.

Com a emissão, em 2003, da Resolução CD/FNDE nº. 38/2003, o Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM) foi implementado, com a finalidade de oferecer às escolas públicas do Ensino Médio (EM) recursos didáticos de qualidade, abrangendo os itens curriculares de português e matemática. O PNLEM foi inserido e avançou a partir de 2004 (FNDE, 2021b). No ano de 2009, o PNLD obteve algumas alterações nas regras se tornando mais fixa. Uma dessas regras foi que as escolas públicas tinham que demonstrar interesse em fazer parte do programa, de acordo com o decreto CD FNDE, n.º 60/2009.

No ano de 2010, o programa se fortaleceu como uma política educacional brasileira, tendo seu regulamento e seus direitos garantidos por meio da constituição do Decreto n.º 7.084/2010. Ainda no ano de 2010, ocorreu a primeira inserção de LD para o EM, no qual foram obtidos e disseminados de maneira geral em 2011.

Em 2017 ocorreram diversas mudanças na educação brasileira. O decreto de Lei nº 13.415/2017 modifica a LDB nº 9394/1996 e determina uma alteração na organização do EM, expandindo o número de horas anuais passando de 800 para 1.000, devendo ocorrer de forma progressiva até o ano vigente de 2022, e estabelecendo um novo currículo que atenda a Base

Nacional Comum Curricular (BNCC), aprovada em 14 de dezembro de 2018. A outra modificação ocorrida é que os alunos podem escolher seu percurso de formação de acordo com suas necessidades e pretensão profissional.

O artigo 35-A da Lei, nº 13.415/2017 ressalta que “Os currículos do ensino médio deverão considerar a formação integral do aluno, de maneira a adotar um trabalho voltado para a construção de seu projeto de vida e para sua formação nos aspectos físicos, cognitivos e socioemocionais” (BRASIL, 2017), no artigo 4 da mesma lei, há a alteração do texto do Artigo. 36 da Lei nº 9.394/1996, emitindo a orientação:

O currículo do ensino médio será composto pela Base Nacional Comum Curricular e por itinerários formativos, que deverão ser organizados por meio da oferta de diferentes arranjos curriculares, conforme a relevância para o contexto local e a possibilidade dos sistemas de ensino, a saber: I - linguagens e suas tecnologias; II - matemática e suas tecnologias; III - ciências da natureza e suas tecnologias; IV - ciências humanas e sociais aplicadas; V - formação técnica e profissional (BRASIL, 2017).

Com o Decreto nº 9.099 de julho de 2017 as universidades públicas não participaram da análise das obras escolhidas, passando ser uma função dos profissionais que tenham licenciatura em uma das matérias da educação básica e mestrado na área, profissionais sugeridos pelo MEC. As escolas também podem escolher se querem, ou não, a união das obras em que serão disseminadas pelo FNDE para o EM, tendo início em 2021 até o ano de 2022. As instituições de ensino também terão de notificar as séries que serão contempladas e as obras que serão concedidas (BRASIL, 2019).

A sociedade vem passando por mudanças, em questões organizacionais grandes e pequenas, que direcionam as suas ações sociais, políticas e dialógicas. Essas modificações trazem consigo a necessidade de mudança comportamental dos seres humanos que as vivenciam. A construção de novos conhecimentos, habilidades e atitudes são primordiais para que a tomada de decisões das pessoas possa ser desperta e exercida, melhorando o desenvolvimento social. Dessa forma, é possível associar duas entre as dez habilidades gerais recomendadas pela nova BNCC para o desenvolvimento dessas novas particularidades, que são:

2. Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas. 10. Agir pessoal e coletivamente com autonomia, responsabilidade,

flexibilidade, resiliência e determinação, tomando decisões com base em princípios éticos, democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários (MEC, 2018, p. 9-10).

Desse modo, essas habilidades sugeridas pela BNCC se configuram diretamente dentro da sala de aula, sendo um ambiente que propicia a construção do conhecimento, competências e atitudes a serem desenvolvidas pelos alunos para saberem lidar com os progressos do mundo contemporâneo. Essa configuração insere o educador em uma função de mediador do desenvolvimento, pois as suas práticas são desenvolvidas e aperfeiçoadas para as novas demandas surgidas.

De acordo com Leite (2018), quando os educadores não aperfeiçoam suas práticas, seus conteúdos educacionais se tornam ultrapassados e descabíveis para atender o contexto atual. Portanto, com a necessidade do desenvolvimento dessas habilidades, o LD se torna significativo no processo de ensino e aprendizagem. Pesquisas referentes ao uso do livro didático no Brasil iniciaram, na literatura, a partir da década de 1990 (ROSA, 2017).

De acordo com Moretto M. (2017), o LD é um recurso didático significativo para o desenvolvimento das aulas dos professores, devendo conter atividades apropriadas e capazes de despertar competências de assimilação. O LD é designado por Sousa (2017) como recurso didático relevante na estruturação e ordenação do conhecimento, no qual tem sido um artefato de estudo e cogitação da prática pedagógica. Nesse mesmo sentido, Miranda e Almeida (2020) afirmam que o livro didático é um suporte que contribui tanto no processo de ensino dos professores quanto na aprendizagem dos alunos.

Conforme Vitiello (2017), o livro didático, no atual contexto, é possível ser julgado como um dos recursos didáticos fundamentais para a divulgação de conhecimento, métodos, conteúdos educativos, informação e cultura. O livro, como ferramenta didática, sempre foi bastante eficiente e utilizado na sala de aula pelos professores nas escolas, frequente na realidade escolar há praticamente dois séculos. Neste sentido, é essencial que esse recurso didático seja compreendido em todas as suas proporções, para que se possa utilizá-lo de maneira mais eficaz, no processo de ensino e aprendizagem (BUENO, 2011).

Os LD são pensados e elaborados por seres humanos, dessa forma, estão sujeitas as concepções dos seus produtores. Neste sentido, é importante que os educadores saibam selecionar esse material didático de forma bastante cautelosa e crítica. São considerados uma mercadoria histórica e cultural, espelhando a cultura escolar, proferindo as interações sociais que estão presentes e que designam a sociedade.

De acordo com Bueno (2011), o LD por ser um constituinte tradicional das escolas, a verificação da qualidade desse material didático deve ser efetuada constantemente, para que os problemas apresentados possam ser reajustados e os conteúdos possam fazer proximidade com a realidade dos estudantes (BRASIL, 2012).

Vasconcelos e Souto (2003) ressaltam que os LDs são uma ferramenta pedagógica que têm a finalidade de proporcionar aos estudantes um entendimento científico estético e filosófico do ambiente em que vive. À vista disso, deve ser apto para despertar os estudantes a pensarem em diversas formas de realidade, promover a habilidade investigativa e apresentar habilidades fundamentais para a edificação do conhecimento.

De acordo com Choppin (2004) o livro didático desempenha diversas utilidades, e a investigação do seu percurso histórico demonstram quatro utilidades vistas como fundamentais: função referencial, função instrumental, função ideológica e cultural e a função documental, essas utilidades são diversificadas de acordo com o meio sociocultural inserido, aos seus itens curriculares, ao seu tempo, aos graus de ensino, aos mecanismos e as táticas de uso.

A função referencial, também considerada função pragmática, é designada como uma transposição do programa ou uma das suas viáveis concepções, tendo como um dos seus traços principais o fato de ser um depositário de informações utilizadas como um auxílio de conteúdos educativos. A função instrumental é a que desempenha mecanismos de aprendizagem, promovendo exercícios ou atividades que, de acordo com a circunstância, propiciam a assimilação do conhecimento e a obtenção de habilidades disciplinares ou transversais, auxiliando também no desenvolvimento de competências, de técnicas de investigação ou de resolução de problemas.

A função ideológica e cultural é a função que o LD propaga valores, no qual, por meio das ideias apresentadas, ocorre uma construção de identidade nacional, exercendo, dessa forma, uma função importante e delicada, e a função documental é aquela que desempenha o papel de propagar textos, quando explorados, auxiliando os alunos em seu desenvolvimento crítico-social, exigindo uma formação mais ampla dos professores, para que essas habilidades possam ser alcançadas pelos estudantes dentro da sala de aula.

As funções consideradas por Choppin (2004) ressalta ser possível que o LD transmita diversas particularidades pertencentes a sua utilização no processo de ensino e aprendizagem. Dessa forma, a função referencial, função instrumental, função ideológica e cultural e a função

documental, são funções primordiais para a compreensão da complexidade dos LDs e suas variantes no processo de construção do conhecimento científico com os professores e alunos.

No que diz respeito ao livro didático de Ciências, na atualidade, este recurso permanece como um material didático importante para o processo de ensino e aprendizagem nas escolas de Educação Básica brasileira, sendo um dos recursos mais vigentes nos diversos estágios do Ensino Fundamental e Médio. Esse aspecto demonstra a relevância de pesquisas referentes aos livros didáticos de diversas disciplinas e níveis escolares, realizadas no Brasil desde 1970.

De acordo com Bizzo (1996) Carneiro, Santos e Mól (2005), em 1990 as pesquisas sobre os LD de ciências passaram a analisar os aspectos conceituais e conteudistas das obras, pois os autores criticavam a baixa eficiência desse recurso didático. As pesquisas relativas ao seu uso pedagógico são mais novas, começaram a surgir na literatura no início do atual século (ROSA, 2017). Essa linhagem de pesquisa possibilitou várias indagações relativas ao uso do LD de ciências, a qual se configura com um derivado dentro do âmbito educacional.

Ferreira e Selles (2003), Choppin (2004), Carneiro, Santos e Mól (2005) e Rosa (2017) certificam que a maioria dos trabalhos e produções examinados em seus estudos eram referentes a análise de conteúdo dos recursos didáticos de ciências. Esses estudos foram bastante importantes no contexto histórico do período em que sucedeu.

Diante do exposto, notamos que o livro didático, especificamente o de ciências, passou por diversas modificações ao longo dos anos, além de ser alvo de diversas pesquisas na área de ensino e educação. Notamos que as modificações que ocorreram ao longo dos anos foram resultantes de necessidades apresentadas na sociedade e das pesquisas realizadas acerca desses recursos. Verificamos que os livros didáticos de ciências são recursos essenciais no processo de ensino e aprendizagem, desse modo, sendo importante tanto para os professores quanto para os estudantes. Nessa direção, as pesquisas que buscam estudar esses recursos são fundamentais para compreendermos as necessidades de possíveis modificações.

4. AS IMAGENS NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Na literatura, o termo “imagem” tem várias definições, e, de acordo com o campo de conhecimento que esse conceito é inserido, pode-se identificar diversas definições atribuídas a esse termo. Dessa forma, com base nessas designações, é possível identificar o uso das imagens em diversos campos do conhecimento, percorrendo as áreas da arte, da filosofia, psicologia, da filosofia, da comunicação, das ciências e da educação (GIBIN; FERREIRA, 2013).

Dentre os diversos conceitos que designam o termo imagem, Santaella e Nöth (1998) caracterizam como uma representação visual e mental. A representação visual é relacionada à matéria ou às representações dos signos, que podem ser visualizados em forma de fotografias, desenhos, pinturas, gravuras, holos e infográficas, imagens televisivas e cinematográficas.

No que tange à imagem como representação mental, apresentam-se algo abstrato por meio de imaginações, fantasias, visões e modelos demonstrativos. Apesar de as classificações serem diferenciadas, ambas possuem uma relação de subordinação, pois muitas imagens visualizadas passaram por uma representação abstrata na mente de quem as produziu, e, da mesma forma, as representações de imagens mentais são associadas a representações visuais de objetos tangíveis (SANTAELLA; NÖTH, 1998; KIILL, 2009).

De acordo com Mason *et al.* (2006), a imagem é destinada a uma leitura efetuada a partir de qualquer item, no qual o número de dados é expandido em um espaço de tempo determinado, condicionando o cérebro e o olho. E, por meio dos textos escritos, é preciso que se faça uma leitura direcionada, contudo, com as imagens não ocorre dessa forma. As demonstrações teóricas, às vezes, não são o bastante para que os estudantes consigam interpretar os conceitos, dessa forma, as imagens podem auxiliar na compreensão do texto, podendo coadjuvar na adaptação da linguagem científica (MARTINS; GOUVÊA; PICCINI, 2005; SILVA *et al.*, 2006).

Estudos demonstram que as imagens relacionadas aos textos possibilitam os estudantes a aprenderem de maneira mais eficaz do que por meio dos textos, uma vez que o sequenciamento de informações ocorre por dois canais designados como visual e auditivo (LEVIN; MAYER, 1993).

Desse modo, segundo Gibin e Ferreira (2013), as imagens contribuem para o processo de aprendizagem, servindo como um auxílio para a aquisição de conhecimentos dos estudantes, uma vez que as representações visuais são mais memoráveis do que as representações auditivas.

As imagens, quando inseridas dentro dos textos, apresentam um resultado positivo no processo de aprendizagem dos estudantes (MARTINS; GOUVÊA; PICCINI, 2005).

De acordo Coutinho (2010), pode-se utilizar as imagens como mediadora da linguagem científica, visto que apresentam traços que auxiliam na demonstração das particularidades da natureza e na transmissão de ideias passadas por meio dos conteúdos, coadjuvando para a edificação do conhecimento científico.

Segundo Martins (1997), para conceituar é preciso visualizar primeiro, indicando que a ciência também é visual. As demonstrações visuais contribuem para a formação do conceitual, as imagens atravessam a área do saber, visto que trazem consigo uma organização que propaga conhecimento e aprimora o raciocínio (NERY *et al.*, 2004).

Corroborar-se, dessa forma, que a aplicação das imagens desempenha um papel essencial no processo de ensino, sobretudo no campo das Ciências da Natureza (SILVA *et al.*, 2006; MARTINS, 1997). Pesquisas vêm argumentando sobre as contribuições que as imagens fornecem para processo de ensino e aprendizagem e do entendimento dos textos dispostos nos Livros Didáticos (FREITAS, 2002; DIAZ; PANDIELLA, 2007). Atualmente, na sociedade, a inserção das imagens tem se difundido de maneira ampla em comparação aos anos passados.

Na área educacional, tem se configurado como uma peça fundamental na interação da linguagem visual (GIBIN; FERREIRA, 2013). Os Livros Didáticos apresentam reiteradamente imagens, que auxiliam os textos em suas descrições. Essas imagens contribuem significativamente para que os leitores possam entender e elucidar os conteúdos. As imagens despertam curiosidade nos alunos e, conseqüentemente, um interesse aprofundado dos conteúdos (BADZINSKI; HERMEL, 2015).

Os Livros Didáticos contêm presença de imagens, charges, figuras, desenhos, fotografias, diagramas, gráficos e esquemas que demonstram os fenômenos, e é essencial que essas demonstrações venham acompanhadas de textos e legendas explicativas para nortear os alunos e para que sejam exploradas pelos professores, pois as imagens têm um papel importante no processo de ensino e aprendizagem, e para que o professor e o aluno façam uma boa exploração dessas imagens é preciso que saibam distinguir os níveis em que elas são representadas no LD (CARNEIRO; DIB; MENDES, 2003).

As imagens têm uma ampla função nos LDs, dentre as quais estão auxiliar o entendimento dos textos, instigar a curiosidade do leitor e ilustração dos processos experimentais (MARTINS, 2002; GOUVÊA; MARTINS, 2001). Segundo Carneiro (1997), por

mais que a imagem facilite o processo de aprendizagem, ela sozinha não determina totalmente a aprendizagem dos alunos na compressão dos conceitos, por isso, precisa estar relacionadas e condizente com os textos.

As imagens ilustram aspectos da realidade, dessa forma, é um recurso significativo para o processo de aprendizagem, pois remete à linguagem visual, estando presente constantemente no intelecto dos seres humanos, e, por meio do que os estudantes visualizam, é possível que criem modelos cognitivos que demonstrem a realidade (COSTA, 2005; GIBIN; FERREIRA, 2013).

Ressaltamos que nesse trabalho iremos considerar as ilustrações, conforme o referencial de Kiill (2009), desse modo, iremos configurá-las conforme suas variáveis, no que diz respeito ao tipo de representações das ilustrações, com isso, as imagens serão caracterizadas em: fotografia, uma representação de algo observável ou reproduzido sem ajuda um aparelho de aumento; figura, uma representação em formato de desenho; tabela, uma representação em forma de um quadro, cujo engloba um conjunto de dados e informações; gráfico, uma representação de uma função por intermédio de uma curva ou superfície, num sistema de coordenadas; e diagrama, aquelas representações que usam linhas, barras e setas para indicar conexões.

4.1 Níveis representacionais

Os professores e alunos apresentam dificuldades nos estudos relacionados aos conceitos químicos, e essas dificuldades foram abordadas por Johnstone (2010). A pesquisa do autor aponta que, apesar do progresso dos estudos no campo de ensino de Química, muitos dos problemas existentes nas últimas décadas ainda são identificados na atualidade.

No ano de 1982, Johnstone, foi um dos primeiros estudiosos a sugerir um modelo para explicar os níveis representacionais do conhecimento químico, em seu artigo *Macro and micro-chemistry*, no qual ressalta que os níveis representacionais do conhecimento podem ser perceptíveis em ao menos três níveis, que são: descritivo e funcional, atômico e molecular, e representacional.

O primeiro nível é designado como macroscópica, parte da química observável como: cor, odor, densidade. O segundo nível é designado como os fenômenos observados no Microscópico: como os átomos, moléculas e íons, polímeros e ligações químicas, para propiciar

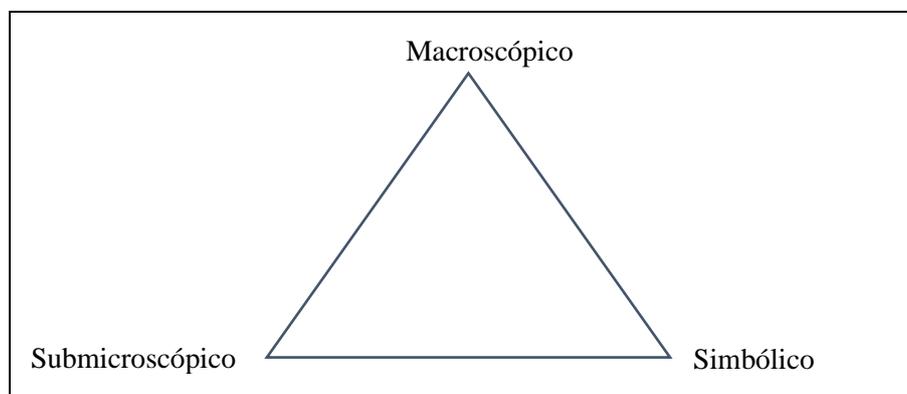
uma imagem mental, um modelo, em que se refletisse e se fundamentasse o nível descritivo. E o terceiro nível é designado como a maneira em que os químicos representam as substâncias e transformações químicas por meio de simbologias e equações, empregando a linguagem científica (JOHNSTONE, 1982).

Com o passar dos anos surgiram consonâncias na literatura acerca das formas de representação propostas por Johnstone (GABEL, 1993; JOHNSTONE, 2000; WARTHA; REZENDE, 2011; TALANQUER, 2011). De acordo com Johnstone (1982; 1993), Wartha e Rezende (2011) e Talanquer (2011), os níveis de representação do conhecimento químico são: Macroscópico, Submicroscópico e Simbólico. O nível Macroscópico é representado pelos fenômenos que são visíveis a olho nu. O nível Submicroscópico é utilizado para as representações de moléculas, átomos e partículas. E o nível Simbólico é representado por equações, fórmulas e estruturas.

Para Gabel (1993), é importante que se transite entre os três níveis de representação do conhecimento químico, para que o processo de ensino e aprendizagem seja eficiente, pois os níveis representacionais, quando esmiuçados, coadjuvam os alunos a transitarem e relacionarem as formas de representação do conhecimento.

Com as incoerências identificadas pelo autor Johnstone (1993), no modelo em que propôs, dez anos após demonstrou uma nova explicação do seu modelo com algumas modificações, onde denominou como “componentes de uma nova Química” e em um novo, publicado no ano 2000, Johnstone designou como “formas de uma natureza para a Química”. Os itens da nova Química passariam ser a macroquímica do tangível, aquilo que é visto, medível; a submicroquímica do molecular que corresponde ao atômico e cinético; e a Química do representacional que equivale aos símbolos, equações e fórmulas químicas (ver Figura 1).

Figura 1 – Modelo de Johnstone para a tríade dos níveis representacionais



Fonte: Adaptado de Johnstone, (2010) e Wartha e Rezende (2011)

Johnstone (2010) ressalta que o professor pode versar sobre os três níveis representados no triângulo. Para Johnstone (2010), os educadores devem trabalhar cada lado do triângulo por vez. De acordo com Melo (2015):

[...] ao invés do professor iniciar a aula escrevendo no quadro “ligações de hidrogênio” nos moldes tradicionais de ensino, ele entra e indaga aos estudantes o porquê de alguns insetos poderem caminhar sobre a água, fenômeno que provavelmente eles já observaram em seu cotidiano (macro e tangível), em seguida o professor faz uma demonstração pegando um copo d’água e colocando um clipe de papel para flutuar na superfície dela (continuando no vértice do triângulo macro e tangível), e após discutirem o observado, ele vai explicando o fenômeno em questão introduzindo o conceito de tensão superficial (caminhando pelo lado do triângulo entre o macro e tangível e o molecular e invisível), e a partir desse conceito ir falando sobre as interações entre as moléculas de água que explicam a formação dessa tensão e, só depois, falar sobre ligação de hidrogênio (molecular e invisível). Após essa explicação, ele faz a representação da molécula de água e das interações entre as moléculas que explicam a tensão superficial da água (Simbólico e matemático) (MELO, 2015, p. 18).

Segundo o Johnstone (2010), a maioria das dificuldades apresentadas pelos estudantes na Química está relacionada a falta de exploração dos vértices do triângulo, uma vez que o processo de ensino e aprendizagem ocorre quase unicamente nos níveis Macroscópico e Simbólico, impedindo, dessa forma, que o estudante seja instigado e desenvolva a sua capacidade de modelagem. Sendo assim, os estudantes tendem a argumentar os fenômenos químicos no contexto Macroscópico, pois raramente apresentam habilidades, no cognitivo, para poderem entenderem as transformações químicas no nível submicroscópico, no qual exige uma maior habilidade de abstração.

De acordo com Johnstone (2010), uma das dificuldades identificadas é o fato de os educadores abordarem os conteúdos baseados na parte central do triângulo sem que se explique as diferenças entre aos níveis representacionais do conhecimento para os alunos, ocasionando a falta de entendimento e identificação por parte dos estudantes.

Johnstone (1982) ressalta que, por mais que os estudantes transitem entre os níveis representacionais em suas explicações, em sala de aula, os alunos não conseguem acompanhar o raciocínio dos professores, pois os professores fazem uma espécie de transição mental na qual os alunos só conseguem identificar o primeiro nível nas explicações e durante as demonstrações das transformações químicas estudadas em sala de aula.

É fundamental que, tanto os alunos quanto os professores, transitem e saibam transitarem entre esses níveis, para poderem adquirir uma aprendizagem significativa acerca dos fenômenos descritos nos livros e assim esses conhecimentos sejam associados aos

fenômenos que não são abordados no texto, pois quando o docente tem domínio desses três níveis e sabe transitar entre eles, em suas aulas, poderá guiar os alunos nos conteúdos, facilitando a aprendizagem e aquisição do conhecimento científico para além da sala de aula (TREAGUST; CHITTLEBOROUGH; MAMIALA, 2003).

De acordo com Al-Balush (2013), os estudantes possuem dificuldades no entendimento do nível submicroscópico por possuírem pouca competência, para poderem transitar do macroscópico para o submicroscópico, visto que o nível submicroscópico não está relacionado ao visível, ao olfato ou ao tato, o que exige uma maior abstração. A transição entre os níveis representacionais do conhecimento é um pouco complexa, pois a tríade (macro, micro e simbólico) não é algo de simples compreensão e que a maneira em que o estudante aprende tem impacto direto em sua transição entre os níveis representacionais, na aquisição do conhecimento, associação de conteúdos e conceitos da ciência, com especificidade nos conceitos do campo da química (CHITTLEBOROUGH; TREAGUST, 2008).

4.2 A temática Substâncias e Misturas no Ensino de Ciências

Os conceitos científicos são fundamentais na compreensão das mais variadas ciências, e um desses conceitos é o de Substâncias e Misturas. Ao serem introduzidos nas aulas de ciências, é preciso que sejam contextualizados, isto é, os conceitos devem se relacionar com fatos que ocorrem no dia a dia dos estudantes.

No que tange aos conceitos de substâncias simples, substância composta, mistura e elemento químico são estruturantes da Química, como afirmam Gagliardi (1988) e Lacerda, Campos e Marcelino-Jr (2012), desse modo, são conceitos que conduzem o desenvolvimento dessa área da ciência, ademais relacionam-se direta ou indiretamente com outros conceitos químicos (LACERDA, CAMPOS, MARCELINO-JR, 2012).

Antigamente, durante o paradigma aristotélico-escolástico, introduzidos pelos filósofos gregos, e preponderante até o século XVI, o conceito de substância não era necessário ser introduzido, visto que nesse modelo os sistemas materiais terrestres eram classificados como misturas de elementos ideais (FURIÓ-MAS; DOMÍNGUEZ-SALES; GUIASOLA, 2012).

No que diz respeito ao conceito de mistura, no paradigma aristotélico, referia-se, especificamente, o que hoje é considerado ligas. Esse modelo supunha que ao dividir

indefinidamente a ‘mistura homogênea’ obtida, haveria um momento onde as partes justapostas acabariam se separando, mas essa separação nunca ocorreu de fato (PARTINGTON, 1948).

A superação de alguns dos problemas mencionados só começaram a ser iniciada quando foi demonstrado que os gases, como o ar atmosférico, possuíam peso. Nos séculos XVI e XVII, foi postulado por físicos, como Pascal, que os gases eram elásticos como os metais (obras de Boyle), e que existiam outros gases, como o CO₂ (obras de Van Helmont) (FURIÓ-MAS; DOMÍNGUEZ-SALES; GUIASOLA, 2012).

De acordo com Furió-Mas, Domínguez-Sales e Guisasola (2012) os conceitos Macroscópicos de substância química e composto foram construídos no modelo dos filósofos e químicos mecanicistas. O que impulsionou a necessidade de introduzir o conceito de substâncias foram os avanços na metalurgia e o aumento no uso de substâncias químicas na medicina como remédios, isso conduziu o desenvolvimento de técnicas analíticas.

Nesse novo contexto, houve um grande aumento de substâncias conhecidas, desse modo, tornou-se necessário uma sistematização delas, e para organizá-las levou em consideração a sua reatividade (ESTANNY; IZQUIERDO, 1990). Uma das primeiras tabelas que sistematizaram as substâncias conhecidas foi a elaborada por Geoffroy em 1718 (FURIÓ-MAS; DOMÍNGUEZ-SALES; GUIASOLA, 2012).

Outra contribuição importante de Geoffroy foi a diferenciação empírica entre mistura e composto químico, desse modo, um composto químico foi concebido como sendo um corpo que possui um conjunto de propriedades químicas que podem ser testadas empiricamente (KLEIN, 1996).

Nos séculos XVII-XVIII, as substâncias simples e os elementos químicos eram conceituados através da perspectiva macroscópica da matéria (OKI, 2002). Conforme Pauling (1969), durante 200 anos, as substâncias foram classificadas como elementos; quando não era possível comprovar através de reações químicas se uma substância era composta, ou compostos. Por outro lado, quando através de reações químicas era possível comprovar, essas reações eram realizadas de duas formas: se a substância fosse decomposta em dois ou mais produtos, ela era considerada um composto ou quando duas ou mais substâncias reagissem e originassem um único produto.

Essa ideia perdurou durante dois séculos antes de acontecer uma reestruturação no fim do século XIX (LACERDA, CAMPOS, MARCELINO-JR, 2012; FURIÓ-MAS; DOMÍNGUEZ-SALES; GUIASOLA, 2012). Essa reestruturação veio através da descoberta

da existência do átomo e das partículas atômicas, com isso, foi possível fazer a diferenciação entre os elementos químicos e as substâncias simples, sendo a sua identificação proporcionada através do número atômico e a sua caracterização considera a configuração eletrônica e os elétrons responsáveis pelas interações químicas denominados de elétrons de valência. As substâncias simples são definidas como formada por átomos de um mesmo elemento químico e as substâncias compostas são aquelas formadas por átomos de elementos químicos distintos (OKI, 2002; FURIÓ-MAS; DOMÍNGUEZ-SALES; GUIASOLA, 2012).

Na *International Union of Pure and Applied Chemistry* (IUPAC), atualmente, a substância é definida como “matéria de composição melhor caracterizada pelas entidades (moléculas, fórmulas unitárias, átomos) de que é composta. Propriedades físicas como densidade, índice de refração, condutividade elétrica, ponto de fusão etc. (IUPAC, 2014, tradução nossa). Já mistura, na IUPAC, é conceituada como sendo “Porção da matéria constituída por duas ou mais substâncias químicas denominadas constituintes” (IUPAC, 2014, tradução nossa).

Ainda é possível notar atualmente dificuldade em conceituar diversos termos químicos, como elemento químico, substâncias, misturas, etc., no ensino de ciências e química (OKI, 2002; PANE, 2015). Conforme Pane (2015), essa confusão conceitual pode ser justificada pela construção histórica que esses conceitos tiveram ao decorrer de sua formação. Em concordância com Pane (2015), Furió-Mas, Domínguez-Sales e Guisasola (2012), em pesquisa realizada com alunos de 15 a 18 anos, buscando verificar as dificuldades do uso dos conceitos Macroscópicos de substâncias e compostos químicos, verificaram que há uma relação entre alguns problemas históricos e as dificuldades dos estudantes em interpretar os conceitos de substâncias.

Nessa investigação, os autores evidenciaram que os estudantes “[...]não possuem critérios Macroscópicos para saber se um sistema material é uma mistura de substâncias simples ou uma única substância composta por esses elementos. Essas deficiências se devem à não apropriação da definição operacional de substância química” (FURIÓ-MAS; DOMÍNGUEZ-SALES; GUIASOLA, 2012, p. 254, tradução nossa).

Desse modo, os autores acreditam que a compreensão do conceito de substância, tanto em nível macro quanto submicroscópico, é fundamental para que os estudantes compreendam as mudanças químicas. Essa compreensão implicaria primeiro introduzir os conceitos de substâncias e reação química em nível macroscópico, para os estudantes possam se apropriar de referências empíricas, isto é, a apropriação dos conceitos de substâncias em níveis macro e

submicroscópico estão condicionados à apropriação dos conceitos de substâncias e reações químicas.

Segundo Furió-Mas, Domínguez-Sales e Guisasola (2012, p. 254):

Uma vez assimiladas as definições operacionais correspondentes, o ensino deve ajudar os alunos a formular hipóteses atômicas que expliquem microscopicamente o comportamento químico (Macroscópico) das substâncias. Dessa forma, será favorecido o estabelecimento de relações adequadas entre os dois níveis macro e micro de representação e com isso a compreensão das mudanças químicas, de forma semelhante ao que aconteceu historicamente.

Portanto, percebemos que, para os autores acima, as aulas que têm como objetivo trabalhar o conceito de substância devem proporcionar aos alunos a construção de hipóteses atômicas que sejam capazes de explicar em nível submicroscópico o comportamento das substâncias, no nível Macroscópico, e para isso, os professores devem inicialmente trabalhar o conceito no âmbito macro para que *a posteriori* os alunos consigam explicar no nível micro.

Todavia Bellas *et al.* (2019) demonstram que o processo de ensino e aprendizagem apresentam diversos problemas na conceituação de substância, isto é, tanto os professores quanto os alunos apresentam dificuldades ao conceituarem substância.

Esse quadro se mostra preocupante, uma vez que o conceito é fundamental para a aprendizagem de outros, como afirma Johnson (2000), e aqui concordamos com o autor, que:

A ideia de uma substância é tão fundamental para a química que, como educadores, devemos nos perguntar se reconhecemos isto como uma ideia que precisa ser ensinada. Nós não podemos simplesmente detalhar propriedades como se o conceito de substância estivesse subentendido. Ao contrário, nós necessitamos mudar a direção e focalizar na ideia de como propriedades são usadas para definir o que uma substância é. Sem isso, as crianças não serão capazes sequer de reconhecer uma transformação química (JOHNSON, 2000, p. 736, tradução nossa).

Diversos pesquisadores investigam os conceitos, substâncias e/ou misturas, tais como, Oki (2002), Silva e Aguiar (2008), Lacerda, Campos e Marcelino-Jr. (2012), e López-Valentín (2020). Em sua investigação, Oki (2002) delinea a trajetória do conceito de elemento, trazendo em seu trabalho um aspecto desde da Antiguidade até a Modernidade. A autora objetiva buscar na história da ciência e sua epistemologia a trajetória de conceitos estruturantes das ciências, em específico a do elemento químico. Nessa busca, percebemos que o conceito de substâncias só foi demarcado depois que o átomo e as partículas atômicas foram descobertos.

Já a pesquisa realizada por Silva e Aguiar (2008) teve como objetivo verificar a apropriação e o uso dos conceitos de substâncias e elemento químico feito pelos estudantes do

oitavo ano do Ensino Fundamental em abordagem de ensino socioconstrutivista. Para alcançar seus objetivos, os autores utilizaram um episódio de ensino com diferentes momentos.

Na investigação, Silva e Aguiar (2008) verificam a importância de alternar os discursos dialógicos e de autoridade, para favorecer a elaboração conceitual. Essa afirmação é feita apoiada em Vygotsky e Bakhtin. No que diz respeito à inserção dos conceitos de elemento químico e substâncias pelos estudantes, os autores verificam que esses começam a introduzir esses conceitos ao passo que o professor menciona sobre esses conceitos, desse modo, esses conceitos ao longo das aulas começam a fazer parte dos discursos dos alunos.

Em sua investigação de mestrado, Pane (2015) busca verificar quais são as concepções dos alunos do nono ano do Ensino Fundamental sobre os conceitos químicos de substâncias e misturas de substâncias. Para atingir o objetivo de pesquisa, foi implementada uma Sequência Didática (SD) contendo oito aulas de 45 minutos, em três turmas. A SD utilizou diversos recursos pedagógicos, como filmes, experimento em laboratório, textos, etc. Em seus resultados, a autora afirma que a SD aplicada promoveu a aprendizagem dos conceitos de Substâncias e Misturas de Substâncias, afirmação que teve como base o pré e o pós-teste sobre os conceitos.

Além disso, a autora investiga como esses conceitos são apresentados em três livros didáticos do nono ano, aprovados pelo PNLD de 2014, em que na pesquisa são chamados de livro A, B e C. No livro A, a autora observa que os conceitos de Substâncias e Misturas de substâncias são apresentados relacionando as substâncias e suas propriedades, todavia, esse livro não menciona que a propriedade de uma substância é devida à interação entre suas partículas. Outro fato verificado é de que a definição de Substância e de Mistura de Substância, no livro, é macroscópica, e a classificação de misturas homogêneas e heterogêneas também é realizada por meio Macroscópico. Ainda observou que o livro A menciona a importância de se discutir a história da construção desses conceitos (PANE, 2015).

Em convergência com o que foi observado no livro A, a autora observou que nos livros B e C os conceitos de Substâncias e Mistura de Substâncias são apresentados baseados na composição microscópica da matéria, sendo observado que o livro afirma que as substâncias são formadas por átomos, partículas pequenas, todavia não se observa a explicação do que são átomos, elementos ou símbolos, pressupondo de que esses conceitos já fazem parte do vocabulário dos estudantes (PANE, 2015).

Bellas *et al.* (2019) analisaram também coleções de livros didáticos de Química aprovados pelo PNLD de 2018, objetivando verificar como esses livros apresentavam os conceitos de substância. A análise contou com um total de seis livros. Os autores evidenciaram que o conceito de substâncias não ganha muito espaço nesses recursos didáticos, sendo assim, apresentados de forma tímida, embora o conceito seja estruturado na química, esses trechos não permitem uma aprendizagem satisfatória dos alunos.

Nesse mesmo contexto do Ensino Médio, Silva e Amaral (2015) buscam analisar as concepções de alunos e professores sobre substâncias. No que diz respeito aos alunos, foi verificado pelos autores que 52% deles fazem relação de substâncias a elementos químicos na visão microscópica; 60% dos alunos não conseguem distinguir entre substâncias, elementos químicos ou material; 20% deles apontaram a utilidade ou importância das substâncias; 4% conseguem associar as substâncias as suas propriedades; 4% dos estudantes ao conceituarem substâncias utilizam os estados físicos; 12% deles fazem relação entre substâncias e a ocorrência de fenômenos químicos; e 4% dos alunos generalizam a percepção de substância (apontam que está presente em tudo).

No que tange aos professores, foi observado que 71,42% deles relacionam substância a elementos químicos (visão microscópica); 57,14% fazem distinção entre Substâncias e Misturas; 14,28% conceituam substâncias a partir de sua classificação (simples e composta); 85,71% não fazem distinção entre substância e mistura; e 57,14% dos professores relacionam substância com propriedades macroscópicas.

Os autores afirmam que há uma necessidade evidente de melhoramento conceitual na formação inicial dos professores, visto que um percentual significativo de professores conceituou substância de forma simplista ou equivocada. Outro ponto que Silva e Amaral (2015) assinalaram é a importância dos conhecimentos prévios dos alunos para a significação de novos no processo de ensino e aprendizagem.

Caamaño e Oñorbe (2004) afirmam que o termo substância normalmente na vida cotidiana é utilizado para se referir tanto a substância pura quanto mistura ou solução, e tomando como base a afirmação acima de Silva e Amaral (2015), podemos sugerir que os professores podem utilizar esse equívoco conceitual como base para construção do conceito químico corretamente e sistematizado.

Lacerda, Campos e Marcelino-Jr. (2012) buscaram desenvolver uma situação-problema com alunos de uma escola pública de Recife do 1º ano do Ensino Médio envolvendo os

conceitos de Mistura, Substâncias simples, Substâncias compostas e Elemento Químico. Para isso, a Situação-Problema construída para ser aplicada em sala de aula relacionou temáticas da agricultura e os conceitos químicos mencionados anteriormente.

A intervenção didática foi realizada em oito aulas, totalizando 400 minutos. As aulas utilizaram diversos recursos didáticos para a abordagem dos conceitos através da temática agricultura, tais como, textos, jogos, construção de substâncias com materiais lúdicos, etc. Os autores evidenciaram que há uma necessidade de inserir situações-problemas que envolvam questões de temas sociais.

López-Valentín (2020) implementa em seu trabalho com alunos do ensino secundário uma SD que busca a instrução do conceito de elemento químico, todavia, nesse trabalho, a autora percebe questões importante sobre os conceitos de Substâncias e Misturas. Em sua investigação, a autora analisa dois grupos distintos de alunos, um controle (alunos que possuíram aulas com a professora habitual da escola) e um grupo experimental (alunos que possuíram aulas com a autora do trabalho).

No que diz respeito à diferenciação entre Mistura de Substância e uma Substância e à conceituação macroscópica de Substância, a autora percebeu que houve um maior percentual de respostas corretas construídas pelos alunos do grupo experimental, 36,65% e 73,3% respectivamente para cada resposta. A respeito da definição de substância em nível submicroscópico, 60% das respostas dos alunos do grupo experimental mostraram-se corretas e apenas 1,4% das respostas dos alunos do grupo controle estavam corretas.

Outro resultado evidenciado foi a respeito da diferenciação entre os conceitos de mistura, substância simples, substância composta a nível submicroscópico. Foi observado que as respostas corretas sobre reconhecer uma mistura de 2 substâncias simples teve um percentual maior no grupo experimental (50%) do que no grupo controle (10,2%); as respostas corretas sobre reconhecer uma mistura de duas substâncias compostas teve um maior percentual no grupo experimental (56,6%) do que no grupo controle (5,8%); 70% das respostas dos alunos do grupo experimental mostraram-se corretas e 64,7% do grupo controle também, no que tange a saber reconhecer um substância composta; no que diz respeito à compreensão do conceito de substância simples, verificou-se 96,6% de acerto nas respostas dos alunos do grupo experimental e 76,4% nas do grupo controle.

Percebemos que o grupo experimental, cujo as aulas são derivadas da SD criada pela autora possuíram melhores desempenho no que diz respeito aos acertos sobre o conceito de

substância, a diferenciação de mistura de substância e substância em nível Macroscópico, e a diferenciação entre os conceitos de mistura, substância simples, substância composta a nível submicroscópico quando comparados com as respostas dos alunos do grupo controle, uma justificativa possível para esse melhor desempenho pode ser a utilização de situações problemáticas na SD sequência didática da autora. López-Valentín (2020) assinala também que muitos alunos, seja do grupo controle ou do experimental, apresentam dificuldades em conceituar macroscopicamente substâncias, apresentam confusão conceitual entre substância e elemento químico.

Silva e Amaral (2013) propõem um perfil conceitual para substância, dividido em cinco zonas, a saber: zona essencialista; zona generalista; zona substancialista; zona racionalista e zona relacional. Para chegarem nessa proposta, os autores analisaram 801 respostas de 89 sujeitos de pesquisa, alunos do Ensino Médio, e aplicaram nove questões.

A zona essencialista é aquela em que os argumentos construídos apresentam concepções com significados metafísicos e filosóficos sobre o conceito de substância, sendo levado em consideração nessa zona argumentos que mencionem as aplicações e importância das substâncias em nosso cotidiano, sem haver suporte científico para a construção desses argumentos. A zona generalista são argumentos que apresentam em seu discurso que as substâncias são algo material e palpável, mas há também uma tímida tentativa de diferenciar conceitos como substâncias, material e elemento.

A zona substancialista representa argumentos em transição entre as zonas não científicas, essencialista, e a científica, generalista, desse modo, as concepções sobre substâncias, nessa zona, se aproximam do conceito químico.

Já na zona racionalista e na zona relacional as concepções científicas sobre substâncias estão consolidadas. Na racionalista, concepções micro a macroscópicas se apresentam nos argumentos sobre substâncias. Na relacional, a complexidade das concepções científicas sobre o conceito de substâncias é maior, em que é visto a relação entre as substâncias entre si, com o meio e energia na conceitualização.

Silva e Amaral (2013) afirmam que esse perfil conceitual proposto por eles pode ajudar os professores a construírem o planejamento das aulas sobre o conceito de substâncias, tornando as aulas mais propícias para que os alunos construam uma aprendizagem sobre o conceito.

Nesse contexto, Sabino e Amaral (2018) utilizaram o perfil conceitual de substância proposto pelos autores supracitados. O objetivo da pesquisa foi analisar a emergência de zonas

do perfil conceitual de substâncias e como é o processo de conceituação realiza pelos alunos do nono ano do Ensino Fundamental. Para isso, Sabino e Amaral (2018) dividiram as atividades em três aulas.

A primeira aula teve como objetivo principal verificar as ideias prévias dos alunos sobre o conceito de substância, além disso, foi introduzido um texto para que os alunos tivessem contato com aspectos históricos sobre a construção dos conceitos sobre substância e elemento químico. A segunda aula teve um caráter contextualizado, em que através de dois textos sobre medicamentos foi realizado a relação entre substâncias e essa temática, as discussões realizadas durante essa aula também teve como objetivo envolver temáticas históricas e contextualizada, como, “De que maneira o conhecimento sobre as propriedades das substâncias pode beneficiar o homem?” (SABINO; AMARAL, 2018, p. 249). A terceira aula teve como objetivo identificar as concepções dos estudantes do conceito de substância e destacar as zonas científicas do perfil em articulação com outras zonas.

No que diz respeito ao perfil conceitual de substância proposto por Silva e Amaral (2013), os autores Sabino e Amaral (2018) verificaram que as visões mais presentes nas respostas dos alunos foi a generalista (53%) e a racionalista (33%), isto é, a grande maioria dos alunos ao tentarem conceituar substâncias incorporam em seus discursos que elas são algo material e palpável, mas também (33%) das respostas implementam em suas falas aspectos Micro e Macroscópico sobre substâncias.

Os autores afirmam que os alunos possuem diferentes ritmos e percurso para conceituação de substância. Ademais, outra afirmação feita por Sabino e Amaral (2018) é de que reconhecer distintos modos de pensar sobre conceitos científicos pode ser de grande relevância para o professor, pois pode auxiliar o planejamento das aulas sobre esses conceitos, podendo favorecer a reelaboração e/ou ampliação das ideias dos alunos sobre o conteúdo.

Fernández e Vargas (2011) afirmam que algumas definições na química podem reforçar os erros conceituais: a confusão entre composto, substância e mistura. De acordo com os autores, essas definições que levam os alunos ao erro são: (i) a química é a ciência que estuda a matéria, a energia e as suas mudanças; (ii) as misturas podem ser fisicamente separadas em substâncias puras; (iii) as substâncias puras podem ser simples e compostas; e (iv) os compostos podem ser quimicamente separados em elementos.

No que diz respeito à afirmação (i), Fernández e Vargas (2011) apontam que a definição dada sobre a química não é de fato correta, pois, caso a mesma definição seja utilizada para a

física, também estaria correto. Os autores afirmam que de fato a química estuda a matéria, a energia e suas mudanças, mas não tudo relacionado a elas. Conforme Fernández e Vargas (2011), a química é a ciência que estuda os processos em que algumas substâncias são formadas a partir de outras. No que tange às definições (ii) e (iv) é apontado pelos autores que para um iniciante, como no caso de alunos do Ensino Fundamental, por exemplo, os termos fisicamente e quimicamente não significam nada. Outro problema linguístico é visualizado na definição (iii), em que, segundo os autores, a omissão da palavra substância antes dos termos simples e compostos pode levar os alunos ao erro.

Dados os problemas linguísticos mencionados por Fernández e Vargas (2011), os autores sugerem definições alternativas para diversos termos presentes na química, tais como química, matéria, elemento químico, mistura, substâncias simples e compostas. Para mistura, a definição sugerida é “[...]refere-se a um material constituído por duas ou mais substâncias. A composição química de uma mistura indica quais e quantas substâncias a constituem” (FERNÁNDEZ; VARGAS, 2011, p. 50).

As substâncias simples e compostas são definidas pelos autores como sendo:

Substâncias simples: são aquelas cuja estrutura química (partícula solta ou formada em rede) é constituída apenas por átomos do mesmo tipo, ou seja, aqueles que são constituídos por um único elemento (único tipo de átomo); por exemplo, Neônio (Ne), Oxigênio (O₂), Fósforo (P₄), Enxofre (S₈), Sódio (Na_n) ou grafite (C_n). São as substâncias mais simples de todas, pois não sofrem reações de decomposição química.

Substâncias compostas: são aquelas cuja estrutura química é constituída por átomos de diferentes tipos, ou seja, aquelas que são constituídas por diferentes elementos; por exemplo, cloreto de sódio (NaCl), dióxido de silício (SiO₂) ou água (H₂O). Substâncias compostas podem dar origem a substâncias mais simples por meio de reações de decomposição química (FERNÁNDEZ; VARGAS, 2011, p.50, tradução nossa, grifo dos autores).

Os eixos norteadores para a construção das propostas de definições feita pelos autores tiveram como base, passar do familiar ao pouco conhecido; sair do concreto e ir ao abstrato; passar do sensorial ao invisível. Todavia os autores alertam que a inserção da proposta didática e terminológica em sala de aula requer o delineamento de diversas atividades que contemplem os vários aspectos que influenciam a aprendizagem dos alunos, como, levar em consideração os conhecimentos prévios dos alunos, considerar os aspectos históricos e o contexto.

Talanquer (2020) afirma que as pesquisas que investigam a temática sugerem que a diferenciação entre o conceito de substâncias e o conceito de mistura levará tempo e ocorrerá

de forma fragmentada, segundo o autor, será mais fácil distinguir, por exemplo, sistemas compostos de sólidos homogêneos e heterogêneos do que no caso de gases.

Conforme Ngai, Sevian e Talanquer (2014) para haver avanço conceitual na maneira como os estudantes raciocinam sobre os materiais e suas propriedades, eles devem assumir que os materiais ou substâncias são os ‘constituintes’ implícito de objetos em seus arredores; devem saber diferenciar entre as propriedades do material e as do objeto; e devem compreender as limitações da identificação ou diferenciação das propriedades perceptíveis dos materiais, e precisam conhecer que existe a necessidade de testes experimentais de propriedade, como, ponto de fusão, para diferenciá-las de substâncias desconhecidas.

No que diz respeito aos documentos norteadores da educação brasileira, esses conceitos devem ser introduzidos de forma contextualizada no ensino, como pontuado pelos PCNs (1998):

É importante considerar o grande desafio que é para os alunos interpretarem os fenômenos químicos e bioquímicos, como a combustão, a respiração celular, a fotossíntese, a síntese e a quebra de proteínas e de outros compostos orgânicos ou inorgânicos, ou mesmo a variada composição da água do mar, dos rios, ou das rochas e minerais. Para uma aprendizagem significativa desses fenômenos, é interessante que tenham a oportunidade de conhecer muitos exemplos de misturas, de separação de misturas e de reações químicas, bem como testes para identificação de substâncias e de suas propriedades, para que possam compreender que existe uma grande variedade de fenômenos químicos na natureza e outros provocados pelo ser humano, que integram os ciclos dos materiais na natureza. Desse modo, o aluno constrói uma bagagem essencial para a contextualização dos conceitos de substância, mistura, reação química, podendo compreender ainda que a matéria é constituída por partículas, como átomos e moléculas (BRASIL, 1998, p. 98).

No que diz respeito à BNCC, percebemos que também há uma preocupação em utilizar exemplos que fazem parte do cotidiano dos estudantes ao se trabalhar sobre a temática de Substâncias e Misturas. A BNCC menciona que a unidade temática “matéria e energia” “[...]contempla o estudo de materiais e suas transformações, fontes e tipos de energia utilizados na vida em geral, na perspectiva de construir conhecimento sobre a natureza da matéria e os diferentes usos da energia” (MEC, 2018, p. 325). Desse modo, podemos notar que a BNCC aponta como necessário introduzir a temática de forma que insira a vida cotidiana, embora essa inserção contextualizada na base seja mencionado de forma tímida.

Diante do exposto acima, percebemos que aprender os conceitos de Substâncias e Misturas são fundamentais para que outros conceitos químicos sejam aprendidos ao longo do processo de ensino, para isso é fundamental que os professores saibam dessa importância como

base de outros conceitos (JOHNSON, 2000; PANE, 2015; BELLAS *et al.*, 2019). Embora atualmente haja dificuldade em trabalhar e aprender esses conceitos, as imagens presentes nos livros didáticos de ciências podem ser uma grande aliada nesse processo de ensino e aprendizagem, pois se sabe que as imagens podem facilitar na compreensão da linguagem científica (MARTINS; GOUVÊA; PICCININI, 2005).

5. METODOLOGIA

Nesse segmento mostraremos o percurso metodológico utilizado para discutir a questão que direcionou a pesquisa, como o processo de coleta de dados, tratamento e análise dos dados adquiridos. Portanto, esta pesquisa tem um estudo de cunho qualitativa, baseada na premissa interpretativa de dados descritivos em um processo classificado como dinâmico e histórico, visto que o livro didático é uma ferramenta ativa no contexto do ensino e da aprendizagem (LUDKE; ANDRÉ, 2012).

5.1 Questão de Pesquisa

Como delineamos em momentos anteriores, o livro didático é um recurso amplamente utilizado pelos professores de ciências, desse modo, é importante que pesquisas que investiguem esse material didático, visto que o livro didático reflete diretamente de forma pedagógica no processo de aprendizagem dos estudantes. Nesse sentido, este estudo teve como objetivo se aprofundar na análise das ilustrações que estão dispostas nos livros didáticos de ciências, sendo assim, tivemos as seguintes questões norteadora desse estudo: Como as ilustrações presentes nos livros didáticos de ciências estão representadas, no que diz respeito ao conteúdo de Substâncias e Misturas? Quais níveis representacionais são visualmente representados nas ilustrações, e quais possíveis reflexões no aprendizado dos estudantes dessas ilustrações?

5.1.1 Objeto de estudo

Para responder as nossas questões de pesquisas, foi analisado as características das ilustrações inseridas em uma amostragem de três livros didáticos de ciências do 9º ano do ensino fundamental II utilizados em três escolas públicas, da zona urbana, da cidade de Codó, Maranhão. Por conta da minha atual residência, cidade de Codó foi escolhida para ser investigada. Embora o mestrado seja na capital do Maranhão, ou seja, em São Luís, a pandemia inviabilizou o curso presencial, desse modo, acabamos realizando toda a etapa do mestrado de forma remota, com isso os documentos analisados (os livros didáticos de ciências) são aqueles adotados na cidade que resido atualmente. A cidade de Codó é localizada no leste maranhense,

possuindo uma área territorial de 4.361.606 Km², com uma população estimada de 123.368 pessoas, conforme assinalado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Pontualmente, o nosso interesse de investigação focaliza nas ilustrações que abordam os conteúdos de Substâncias e Misturas. Elucidamos que a literatura da área conceitua as imagens ou ilustrações podendo ser visualmente representada por meio de fotografias, figuras, gráficos, tabelas e diagramas (KIILL, 2009). Nesse estudo investigaremos também, como essas ilustrações são apresentadas em suas dimensões do conhecimento químico proposta por Johnstone (1982).

5.2 Natureza da Pesquisa

Nesse trabalho, utilizamos a abordagem qualitativa para melhor descrevermos e decodificarmos o nosso problema de investigação. A pesquisa qualitativa permite que o pesquisador seja inserido em seu campo de estudo, possibilitando assim que o pesquisador possua uma riqueza em suas descrições, dessa forma as análises do tipo qualitativas são descritivas (LUDKE; ANDRÉ, 1986; BGDAN; BIKLEN, 1982).

Segundo Strauss e Corbin (2008) na pesquisa qualitativa há três etapas a serem seguidas, a primeira é a coleta de dados, a segunda são os procedimentos escolhidos pelos pesquisadores e a terceira etapa são os relatórios escritos. A investigação qualitativa deve ser efetuada com o entendimento do pesquisador de que nenhum fato deve ser considerado algo comum, pois, qualquer situação pode conter informações importantes para que se possa compreender a realidade do meio em que está sendo estudado (BOGDAN; BIKLEN, 1982). O termo “pesquisa qualitativa” busca fazer a descrição e a compreensão do problema que está sendo investigado na pesquisa (MAANEN, 1979).

De acordo com Godoy (1995) há a existência de, pelo menos, três formas de se trabalhar a abordagem qualitativa: a pesquisa documental, o estudo de caso e a etnografia. A finalidade do estudo de caso é a investigação aprofundada de uma unidade de estudo. Segundo Godoy (1995), o estudo de caso busca o estudo de determinado local, de um sujeito, ou de alguma situação específica. No método etnográfico, o pesquisador passa um longo período de estudo, onde se insere na comunidade em que está sendo investigada, utilizando estratégias de observação, participação direta nas atividades da comunidade.

Nesses estudos, o que importa, não é a forma de que os fatos se revestem, mas, sim, o seu sentido. A terceira forma para se trabalhar a abordagem qualitativa é a pesquisa documental, essa tipologia de investigação foi a utilizada nessa pesquisa.

Essa tipologia de pesquisa apesar de ser bem parecida com a pesquisa bibliográfica, por utilizarem o documento como fonte de investigação, não podem ser confundidas, pois as suas fontes as diferem, a pesquisa documental é o tipo de pesquisa que o material analisado não passou por um tratamento analítico anterior, e a pesquisa bibliográfica é o tipo de pesquisa que utiliza como fonte um material que já foi analisado por outros pesquisadores.

O procedimento técnico-analítico para tratamento e análise dos dados baseou-se em análise de conteúdo de Bardin (2016), o termo análise de conteúdo concerne a semântica (estudo dos sentidos linguísticos), ou seja, o significado existente por trás das palavras. A análise de conteúdo para Bardin (2016) é dividida em três etapas: (I) pré-análise; a II) fase de investigação do material, em que é definida pela seleção dos signos e elaboração das categorias, e a (III) o procedimento de dados onde o pesquisador apresenta seus dados.

Os documentos definidos para esta pesquisa foram três Livro Didático de coleções distintas de Ciências do 9º ano do Ensino Fundamental II aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) nos anos de 2015 e 2018 e escolhidos por três escolas públicas municipais de Codó-MA. Esses anos dos livros, utilizados na investigação, foram os únicos disponíveis nas escolas da cidade, visto que na época se instaurou uma pandemia, iniciada no ano de 2019, ocasionada pela COVID-19, uma doença infecciosa causada pelo vírus SARS-CoV-2, em consequência houve um atraso na distribuição dos livros didáticos, segundo a Secretária Municipal da Educação da cidade de Codó.

5.3 As categorias e subcategorias utilizadas

As categorias estabelecidas para realização das análises das ilustrações foram selecionadas seguindo o pressuposto de Johnstone (1993). Desse modo, as categorias utilizadas nesse trabalho são aquelas que tratam sobre as representações visuais do conhecimento químico, inseridos nos livros didáticos de Ciências do nono ano do Ensino Fundamental. Conforme Johnstone (1993), há três categorias, a saber:

- 1) Macroscópica, sendo o nível representacional possível de ser visualizado sem auxílio de nenhum aparelho de aumento;

- 2) Submicroscópica, sendo o nível da submicroquímica do molecular, do atômico e do cinético;
- 3) Simbólico, aquele nível representacional que utiliza símbolos, equações e fórmulas químicas.

Conforme mencionado em momentos anteriores, Johnstone (1982) afirma que deve haver o trânsito das representações visuais entre os três níveis, sendo aquilo que chamamos de subcategorias Macrosubmicroscópica, Macrosimbólica, Submicrosimbólica e Macrosubmicrosimbólica (JOHNSTONE, 1982; 1993; 2010; KIILL, 2009). Desse modo, nessa investigação, analisaremos as ilustrações no que toca a esse trânsito entre as representações visuais.

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 A busca do material de pesquisa

Primeiramente procuramos informações na Secretária Municipal de Codó, Maranhão sobre a disponibilidade dos Livros Didáticos para a realização da coleta de dados e desenvolvimento da pesquisa. Explicamos que para a pesquisa precisaríamos de três livros de Ciências do 9º ano do ensino fundamental II de editoras diferentes, os livros nos foram fornecidos conforme solicitados.

Devido ao cenário pandêmico que estamos enfrentando, não foi possível que estendêssemos o projeto para as escolas. Os livros que nos foram disponibilizados são os livros utilizados pelas escolas: Unidade Escolar Carlos Gomes, Escola Municipal Prefeito Henrique Figueiredo e Unidade Escolar Maria Alice Machado, são escolas que atendem educandos do 6º ao 9º ano do ensino fundamental e estão localizadas na região periférica da cidade.

Os livros didáticos adquiridos na Secretária de Educação foram aprovados pelo PNL D de 2015 e 2018. A relação dos três livros didáticos de ciências utilizados na pesquisa como: Os títulos, autores, editoras, edições, ano, total de páginas e a identificação (Ident.), e a escola que cada livro é utilizado, estão listados no Quadro 1, onde identificamos os livros por códigos (LD1, LD2 e LD3) que corresponde respectivamente as escolas supracitadas anteriormente.

Quadro 1 – Caracterização dos Livros Didáticos

IDENT.	Escola	Título do LD	Autor(es)	Editora	Edição/Ano	Total de Páginas
LD 1	Unidade Escolar Carlos Gomes	Ciências	Carlos Barros e Wilson Paulino	Ática	6/ 2015	248
LD 2	EM Prefeito Henrique Figueiredo	Araribá mais ciências	Maíra Rosa Carnevalle	Editora Moderna	1/2018	224
LD 3	Unidade Escolar Maria Alice Machado	Ciências	José Trivellato, Silvia Trivellato, Marcelo Motokane, Júlio Foschini Lisboa, Carlos Kantor	Quinteto	1/2015	240

Fonte: Elaborada pela autora, (2022).

No que diz respeito ao LD1, ele é dividido em três unidades, onde a primeira unidade corresponde aos conceitos básicos de matéria e energia, dentro dessa unidade é abordado o capítulo 1 no que se refere a “matéria e energia”, o capítulo 2 aborda a “temática medições e unidade de medida” e o capítulo 3 que trabalha a temática “matéria: estados físicos e propriedades”.

A segunda unidade corresponde o “estudo da física”, onde o capítulo 4 aborda sobre “o movimento”, o capítulo 5 aborda a temática “as leis de Newton”, o capítulo 6 trabalha sobre a “gravitação universal”, o capítulo 7 aborda a temática “maquinas simples e trabalho”, o capítulo 8 corresponde ao tema “energia mecânica”, o capítulo 9 aborda a temática “temperatura e calor”, o capítulo 10 se refere ao tema “as ondas e o som”, o capítulo 11 aborda a temática as “ondas e a luz”, o capítulo 12 é destinado ao tema “eletricidade” e o capítulo 13 aborda a temática “eletricidade e magnetismo”.

A terceira unidade é correspondente ao “estudo da química”, onde o capítulo 14 é referente ao tema “o átomo: estrutura e identificação”, o capítulo 15 aborda sobre a “tabela periódica dos elementos químicos”, o capítulo 16 é trabalhado o conteúdo de as “ligações químicas”, o capítulo 17 refere-se ao conteúdo de “Substâncias e Misturas”, o capítulo 18 aborda a temática de “funções químicas: ácido e bases”, o capítulo 19 trabalha o conteúdo de “funções químicas: sais e óxidos” e o último capítulo 20 é constituído pelo conteúdo de “reações químicas”.

No que diz respeito ao LD2, é dividido em oito unidades, a unidade 1 corresponde “a propriedades da matéria”, a unidade 2 corresponde a temática “a matéria”, a unidade 3 aborda a temática “transformações químicas”, a unidade 4 é referente a “grupos de substâncias”, a unidade 5 é referente a temática “evolução biológica”, a unidade 6 é referente a temática “genética”, a unidade 7 aborda o conteúdo “ondas: som e luz”, e a unidade 8 corresponde a temática “terra e universo”.

No que diz respeito ao LD3, é dividido em nove unidades, o capítulo 1 corresponde ao tema materiais: “propriedades e constituição”, o capítulo 2 aborda o conteúdo sobre os “átomos e sua estrutura”, o capítulo 3 é referente ao tema “poucos elementos”, muitas “Substâncias e Misturas”, o capítulo 4 trabalha a temática “transformações químicas na obtenção de materiais”, o capítulo 5 aborda o conteúdo de “transformações químicas na obtenção de energia”, o capítulo 6 se refere ao conteúdo de “os movimentos e suas causas”, o capítulo 7 corresponde a temática

“calor: transferências e consequências”, o capítulo 8 aborda o conteúdo de “ondas” e o capítulo 9 é correspondente ao conteúdo de “luz”.

6.2 Estudo Exploratório das ilustrações

O estudo exploratório, realizado nas três coleções dos livros didáticos de ciências, permitiu a verificação de 75 imagens relacionadas ao conteúdo de Substâncias e Misturas. Ao realizar o levantamento quantitativo das imagens presentes nos Livros Didáticos, observamos uma boa quantidade de imagens nesses materiais. O Quadro 2 lista esse levantamento quantitativo.

Quadro 2 – Caracterização específica dos livros didáticos

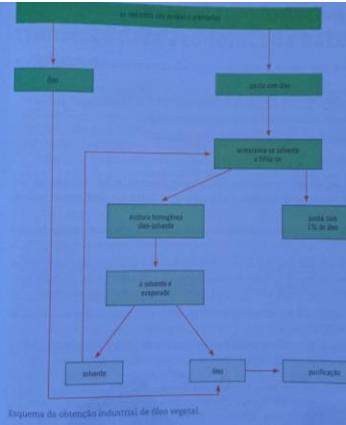
Livro	Identificação	Número total de ilustrações	Número de ilustrações do conteúdo Substâncias e Misturas
	LD1	427	20
	LD2	261	4
	LD3	261	51

Fonte: Elaborado pela autora, 2022.

Por meio do Quadro 2, podemos notar que o livro que conteve um número maior de ilustrações, para a temática, em estudo, foi o livro didático LD3 com 68% do valor percentual total das ilustrações. O LD2 foi o livro que apresentou a menor quantidade de imagens, num percentual de 5,33% do total de ilustrações apresentadas.

Buscando identificar, inicialmente, a presença das variáveis do tipo de representações das imagens proposta no trabalho de Kiill (2009), notamos a presença de Fotografias, Figuras e diagramas. Não foi encontrado ilustrações em forma de tabela e gráficos. O Quadro 3 representa a disseminação delas em cada livro investigado.

Quadro 3 – Demonstração de imagens e fotografias encontradas nos livros analisados que estão relacionadas com a temática Substância e Misturas

Categorias	Conceito	Exemplo	Porcentagem
Fotografias	Representação de fenômeno ou objeto observável com ou sem ajuda de um Submicroscópico.		56%
Figuras	Representação de fenômeno ou objeto por meio de um desenho em diferentes níveis representacionais (Macroscópico – Submicroscópico – Simbólico).		41,33%
Diagramas	Representado através de linhas ou barras, havendo ou não a representação de setas sinalizando relações.		2,67%

Fonte: Adaptado de Kiill (2009)

Conforme o PNLD de 2016, as ilustrações devem atingir alguns critérios, como ser adequadas às finalidades que são propostas, devendo explorar diversas funções, como ser apresentadas em forma de desenho, gráficos e fotografias (BRASIL, 2016).

A ausência de imagens, nos LD, pode refletir na qualidade do conteúdo, de forma desfavorável. Segundo Martins, Gouvêa e Piccinini (2005), as imagens são um recurso importante para mediar a comunicação de ideias científicas e na conceitualização dos conceitos científicos. O Quadro 3 nos revela que as ilustrações em forma de fotografias são inseridas, nos livros didáticos, em maior porcentagem (56%), enquanto as figuras e diagramas são implementadas em menor quantidade, em termos percentuais isso corresponde a 41,33% e 2,67% respectivamente.

O Quadro 4 representa a quantidade de fotografias, figuras e diagramas presentes em cada livro didático analisado nessa pesquisa.

Quadro 4 – Quantificação dos tipos de ilustrações presentes nos livros didáticos

Categoria	Livro didático			Total
	LD1	LD2	LD3	
Fotografia	19	2	22	43
Figura	0	2	28	30
Diagrama	1	0	1	2
Total	20	4	51	75

Fonte: Elaborado pela autora, 2022.

Observando o Quadro 4, percebemos que a variável Fotografia tem um quantitativo, possuindo um total de 43, sendo o LD3 o livro com maior quantidade da forma Fotografia e o LD2 o livro com menor quantidade delas. As fotografias podem exercer, nos textos didáticos, uma função de representar um registro da realidade, ou uma representação que se aproxima da realidade, dessa forma, podendo carregar significados com caráter de verdade (PRALON, 2012).

Contudo, a utilização de imagem fotográficas deve englobar alguns requisitos, para contribuir de forma pedagógica no processo de ensino e aprendizagem. De acordo com Lima e Cunha (2020), deve ser atrativa, devendo carregar um contexto comunicativo amplo e complexo, promovendo uma reflexão profunda. Então só assim a fotografia poderá ser um elemento para a comunicação científica. No que tange ao aprendizado, especificamente, de

química, as fotografias podem ser aliadas na construção de conceitos de forma contextualizada, incentivando os estudantes o ato de observar, além de permitir o papel ativo desses indivíduos no processo de aprendizagem (LIMA; CUNHA, 2020).

Em relação à variável Figura, verificamos haver um quantitativo de 30 de todas as ilustrações. Percebemos que o livro com maior quantidade de figuras é o LD3, já o LD1 não apresentou nenhuma figura, no conteúdo aqui analisado. Conforme Kiill (2009), a figura demonstra um nível de exigência maior quando relacionado à fotografia, uma vez em que ela exige que o cérebro tenha uma reação para ocorrer um modelo de demonstração analógica. Essa exigência que as figuras trazem consigo contribuem bastante para a estruturação do cognitivo dos estudantes, sendo importantes para o processo de aprendizagem, dessa forma, a utilização recorrente de fotografias pode impor limitações a construção mental do leitor. Verificou-se que em todos os livros didáticos analisados existe a presença de figuras, o que pode propiciar uma aprendizagem mais efetiva (KIILL, 2009).

Enquanto a variável Diagrama, notamos uma baixa frequência em sua representação nos livros didáticos analisados, no que diz respeito ao conteúdo aqui investigado. Notou-se a presença de apenas dois diagramas, possuindo um quantitativo de 2 do total de ilustrações analisadas. Não houve presença de diagramas no LD2, como notado no quadro 4. Observamos que no LD1 o diagrama é denominado de mapa conceitual e no LD3 o diagrama é chamado de esquema.

Segundo Roque (2015, p. 84), os diagramas funcionam como forma de pensar sobre um “[...]regime de signos que instaura um novo modo de conceber a repartição entre conteúdo e expressão, entre significado e significante, para além das palavras que são da ordem da linguagem verbal”. Desse modo, o diagrama consegue de estabelecer conexões entre o que é representado. Verificamos que os diagramas presentes nos LD1 e LD3, há a representação conceitual (LD1) ou processual (LD3), em que as conexões, representadas por setas, ocorrem de forma linear, ou seja, existe uma evolução conceitual e processual gradual.

Em relação aos gráficos e às tabelas, não foram observadas nas ilustrações analisadas nessa investigação, a ausência desses tipos de representações desproporciona a construção de habilidades de interpretação dos dados presentes nesses tipos de ilustrações, conforme Carvalho, Monteiro e Campos (2010), a interpretação de gráficos pode promover um espaço dinâmico aos estudantes, estabelecendo interações entre a observação visual e conceitual.

De modo geral, percebemos haver uma supremacia de fotografias e figuras, no LD1 e LD3, presentes no conteúdo de Substâncias e Misturas, apenas o LD2 que apresentou poucas ilustrações na temática analisadas. Nessa direção, isso nos sinaliza que os estudantes entram em contato com uma representação visual pouco diversa, desse modo, embora a representação figurativa carece de um nível maior de interpretação, a maior proporção de representação fotográfica pode limitar o processo de interpretação dos aspectos observáveis do interpretante, visto que essa revela o que é observado de imediato (KIILL, 2009).

6.3 Análise de conteúdo das ilustrações

Ao analisarmos as ilustrações, observamos os signos mais recorrentes presentes nelas, à luz do referencial de Análise de Conteúdo de Bardin (2016), em que cada signo nos auxiliou a criar as categorias, sendo assim, o Quadro 5 apresenta as categorias, seus conceitos e quantidade em cada livro identificados nessa análise.

Quadro 5 – Categorização das imagens, conforme a Análise de Conteúdo

CATEGORIA	CONCEITO	QUANTIDADE			Total
		LD1	LD2	LD3	
Ambiente laboral	Englobam imagens que demonstram processos ocorrentes em espaços laborais ou realização de trabalho por um trabalhador.	3	0	4	7
Comparativa	Englobam imagens que comparam a visão macroscópica com a microscópica	5	0	0	5
Contextualização	Englobam imagens que utilizam situações e ou	0	0	9	9

	objetos próximos dos estudantes, isto é, aproxima-se a realidade dele.				
Outros	Englobam imagens de objetos e materiais diversos	1	1	5	7
Representações experimentais	Englobam imagens que demonstram ações que realizam algum experimento laboratorial podendo ser vistos a olho nu, ou apenas com auxílio de Submicroscópico.	10	0	7	17
Representação de Moléculas	Englobam imagens que demonstram alguma molécula química.	0	3	4	7
Representações processuais	Englobam imagens que demonstram processos químicos capazes ou incapazes de serem vistos a olho nu.	0	0	21	21
Síntese	Englobam imagens que sintetizam ou esquematizam todo o conteúdo no capítulo/unidade	1	0	1	2
Total		20	4	51	75

Fonte: Elaborado pela autora, 2022.

Nota-se, por meio do Quadro 5, que foram encontradas oito categorias, após a análise das ilustrações presentes nos três livros, sendo elas: ambiente laboral, comparativa, contextualização, representações experimentais, representação de moléculas, representações processuais, síntese, e a outros. O Quadro 5 também elucida o conceito de cada categoria.

Podemos perceber que as categorias Ambiente laboral, Representações experimentais e Síntese estão presentes no LD1 e LD3, a categoria Comparativa está presente apenas no LD1, a Contextualização e Representações processuais apenas no LD3, e as categorias outros e Representações de moléculas estão presentes no LD2 e LD3. Percebemos, por meio do Quadro 5 que a categoria com maior representatividade é a Representações processuais e a com menor representatividade é a de Síntese.

No que diz respeito à categoria ambiente laboral, conforme Quadro 5, as imagens que representam essa categoria são aquelas que demonstram indústrias ou realização de trabalho nos espaços laborais. A Figura 2 ilustra a categoria ambiente inserida, no LD1, para compreender o processo de separação de misturas, em específico, o de evaporação.

A fotografia demonstra uma salina, localizada no estado do Rio Grande do Norte, como sinalizado na legenda da foto. Essa fotografia foi inserida a fim de permitir que os estudantes compreendam como o NaCl – cloreto de sódio (sal de cozinha) é obtido da água do mar, contudo, a salina representada na foto é puramente ilustrativa, sem nenhuma função pedagógica.

Figura 2 – Exemplar de representação da categoria ambiente laboral: Salina do Rio Grande do Norte



Fonte: Amostragem do LD1, p. 212

A fotografia da Figura 2 é colocada em uma seção do livro denominada “trabalhe esta ideia”, em que é colocada uma situação e exige dos estudantes uma explicação, no caso da fotografia da salina, é solicitado aos estudantes a explicação de como o cloreto de sódio é

extraído da água do mar, entretanto, a ilustração não auxilia de forma alguma o estudante em sua explicação.

Outra fotografia que representa a categoria ambiente laboral é a representada na Figura 3, sendo essa inserida para representar um processo de separação de misturas.

Figura 3 – Exemplar de representação da categoria ambiente laboral: separação de misturas

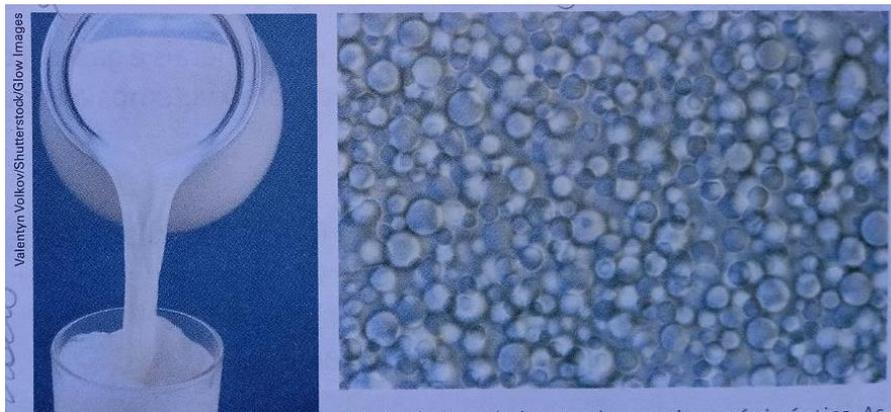


Fonte: Amostragem do LD3, p. 82

A Figura 3 mostra uma pessoa realizando um processo de separação de misturas denominado de levigação. Diferentemente da Figura 2, a fotografia da Figura 3 tem conexão direta com o conteúdo estudado. Observamos que o livro realiza a seguinte construção: termo, conceituação do termo e representação do termo, no caso da fotografia. Inicialmente há a menção do termo levigação seguido de sua explicação e a inserção da fotografia, para fechar a ideia inicial. Desse modo, a fotografia apresenta uma pessoa separando areia de ouro auríferas, conforme colocado no texto. Percebemos que a implementação dessa foto visa fazer com que o estudante compreenda a parte textual através da foto.

No que tange à categoria comparativa, como observado no Quadro 5, é representada por imagens que saem do nível macro para o submicroscópico, exemplificando cada etapa do processo. A Figura 4 representa essa categoria.

Figura 4 – Exemplos de representação da categoria comparativa



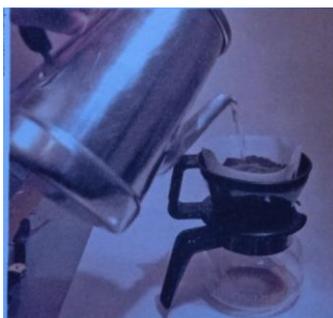
Fonte: Amostragem do LD1, p. 212.

Notamos na Figura 4 que há duas fotografias, uma no nível macroscópico (o leite integral sendo colocado em um copo) e outra no submicroscópico (as partículas de leite). Há a demonstração do leite integral visto sem auxílio de um aparelho de aumento e, ao lado dessa representação, existe a demonstração da visualização do leite integral visto pelo microscópio. Percebemos que existe uma função pedagógica exercida pelas duas imagens.

As fotografias permitem que os estudantes percebam haver diferença na visualização entre o nível macroscópico e submicroscópico. Quando o leite integral é visto sem ajuda de um aparelho de aumento, a mistura é do tipo homogênea, mas, quando o leite integral é visto por um microscópio, é possível notar diferentes partículas de leite, demonstrando assim, que a mistura é heterogênea. Desse modo, as duas fotos auxiliam os estudantes na compreensão sobre o que é uma mistura homogênea ou heterogênea.

Em relação à categoria contextualização, as imagens pertencentes são aquelas ilustrações que representam situações e/ou objetos próximos da realidade dos estudantes. Como exemplo dessa categoria trazemos a Figura 5.

Figura 5 – Exemplos de representação da categoria contextualização



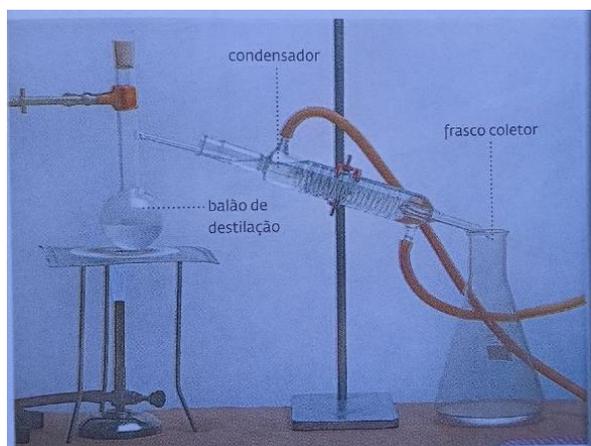
Fonte: Amostragem do LD3, p. 78.

Como podemos observar, a fotografia demonstra a filtração do pó de café por meio de um filtro de papel. Ela é inserida na parte que discute sobre o processo de separação de misturas denominado filtração. Inicialmente é mencionado o que é e como funciona o processo de filtração de uma mistura, e *a posteriori* a fotografia da filtragem do café é implementado para que o conceito seja melhor compreendido pelo estudante.

Nota-se que a fotografia tem uma funcionalidade pedagógica, visto que há conexão entre o texto escrito e a ilustração, em que auxilia no entendimento do processo de separação de mistura estudado. Ademais, a fotografia inserida para representar o processo de filtração é de uma situação bastante corriqueira, desse modo, os estudantes podem fazer associação entre a representação da fotografia e a situação vivenciada em situações informais, como em suas próprias casas.

No que concerne à categoria representações experimentais, as ilustrações inseridas nela são aquelas que ilustram a realização de algum experimento químico. A Figura 6 representa essa categoria.

Figura 6 – Exemplos de representações da categoria representações experimentais



Fonte: Amostragem do LD1, p. 215

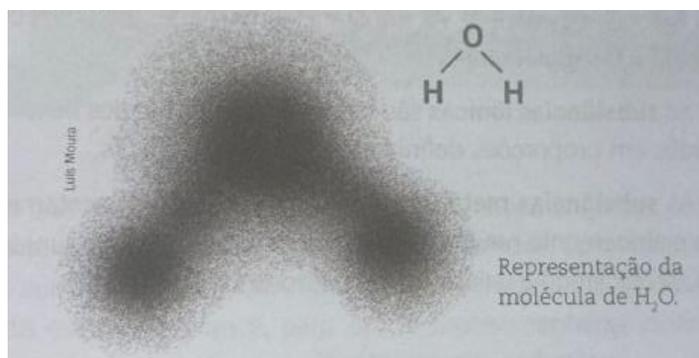
Percebemos que a fotografia representa um experimento de destilação. Nota-se que na fotografia há um texto indicando o que é cada vidraria, para que os estudantes saibam que se trata cada objeto que aparece na fotografia. A ilustração no LD1 é acompanhada por uma legenda que descreve detalhadamente o processo que ocorre nessa fotografia. Na legenda há a

menção de que mistura se trata (sal e água), qual equipamento será utilizado para separar essa mistura (balão de destilação, condensador e frasco coletor) e o que ocorre em cada vidraria.

A utilização de fotografias que representam atividades experimentais em livros didáticos pode demonstrar uma situação real das atividades experimentais que ocorrem em um laboratório, contudo, esse tipo de imagem pode distanciar os estudantes desse ambiente, visto que nessas imagens, geralmente, os materiais inseridos nas fotografias são, usualmente, encontrados em laboratórios, desse modo, pode acabar reforçando a ideia de que a Química é uma ciência desenvolvida em um ambiente próprio e com materiais específicos de um laboratório (MELONI; LOPES, 2020). Para os autores, as imagens que representam uma atividade experimental devem permitir que os estudantes compreendam que ele pode ser feito, em outras condições e espaços.

No que diz respeito à categoria representação de moléculas, como visto no Quadro 5, estão enquadradas nessa categoria aquelas imagens que apresentam a representação de uma molécula. A Figura 7 vem trazendo um exemplo dessa categoria.

Figura 7 – Exemplo de representação da categoria representação de moléculas



Fonte: Amostragem do LD3, p. 73

Como podemos notar, a imagem representa a molécula da água de três maneiras. Conseguimos notar que há a representação da fórmula molecular (em forma de legenda), da fórmula estrutural e a da geometria molecular. Desse modo, essa figura pode permitir que o estudante reconheça essas três formas de representação de uma molécula.

Através da fórmula estrutural e molecular da água, os estudantes podem compreender que a água é uma substância formada por dois átomos de hidrogênio e um átomo de oxigênio. Enquanto a representação pela geometria molecular pode permitir a observação da disposição espacial dos átomos que constitui a molécula da água.

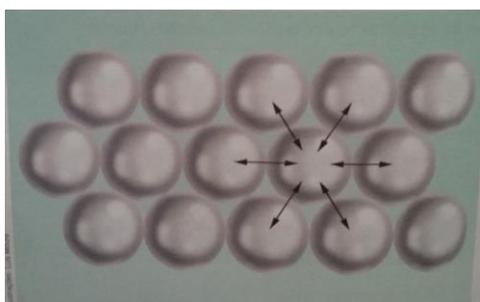
Conforme Taskin e Bernholt (2014), a compreensão das representações visuais são fundamentais para o aprendizado nas aulas de química. Os estudantes, segundo esses autores, devem compreender os significados dos símbolos e sua função para construir um entendimento sobre as fórmulas e as equações químicas. No caso das fórmulas, os estudantes devem reconhecer a conexão entre os símbolos que representam os átomos e os tipos de ligações, desse modo, a interpretação das fórmulas e equações químicas carece de conhecimentos específicos.

No que diz respeito à fórmula estrutural, Perini (2005) afirma que esse tipo de representação permite observar a disposição que os átomos se ligam. Conforme Perini (2004), esse tipo de representação é significativo para a aprendizagem, visto que a disposição demonstrada nessa fórmula determina a identidade da molécula em questão. No que tange à fórmula molecular, Taskin e Bernholt (2014) afirmam que esse tipo de representação visual pode permitir que os estudantes compreendam a relevância e a função dos símbolos químicos presentes na fórmula apresentada, e reconhecer a ligação entre os símbolos.

Em relação à representação por meio da geometria molecular, Roque e Silva (2008, p. 922) afirmam que “O modelo molecular propiciou uma maneira de se estudar e entender melhor a estrutura molecular invisível a nossos olhos, uma vez que proporcionou uma forma de representá-las”. Desse modo, a Figura 7 permite que os estudantes transitem por três tipos de representações visuais e compreendam a especificidade de cada uma e os significados derivados delas.

Em relação à categoria representações processuais, estão inseridas imagens que representam processos que podem ser vistos a olho nu, ou que são incapazes de serem visualizados sem o auxílio de equipamentos especializados. A Figura 8 exemplifica um processo que não pode ser visualizado sem o auxílio de um equipamento especializado.

Figura 8 – Exemplo de representação da categoria representações processuais no nível microscópico



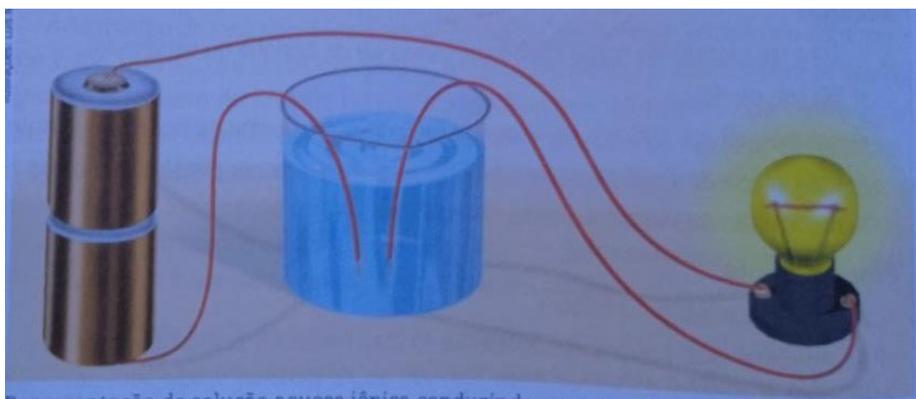
Fonte: Amostragem do LD3, p. 68

A Figura 8 representa as interações elétricas entre átomos na estrutura metálica, onde o processo de união de átomos é chamado de ligações químicas, que na figura em questão há a representação de uma ligação metálica (informação encontrada na legenda da figura).

Esse processo representado não pode ser visualizado a olho nu, desse modo, o livro insere a figura para demonstrar essa interação e a ligação dos átomos. Essa figura, como notamos na análise, possui uma função importante na aprendizagem dos estudantes, visto que ela é essencial para que o texto sobre ligações metálicas seja melhor compreendido.

Por outro lado, ainda considerando as representações processuais, a Figura 9 demonstra um processo que pode ser contemplado sem ajuda de um aparelho de aumento.

Figura 9 – Exemplar de representação da categoria representações processuais no nível macroscópica

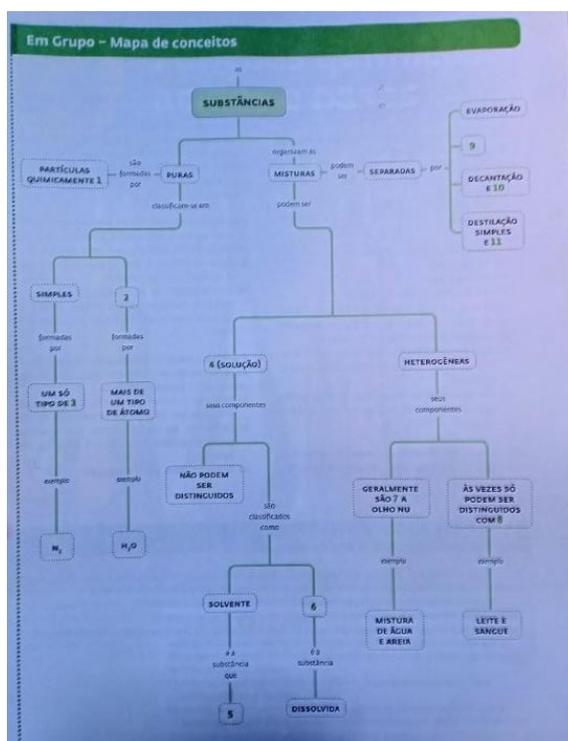


Fonte: Amostragem do LD3, p. 72

Para tornar o texto escrito menos abstrato, a Figura 9 é implementada no LD3, com o intuito de permitir que o estudante compreenda que uma solução aquosa iônica pode conduzir corrente elétrica. Essa figura permite compreender que quando submetida à tensão elétrica de uma bateria, a solução aquosa iônica conduz a corrente elétrica, essa condução é evidenciada pela lâmpada acesa. Notamos haver um texto inicial que fala do processo de condução de corrente e logo em seguida a figura é demonstrada para tornar o texto menos abstrato para o estudante.

No que tange à categoria síntese, como mostra o Quadro 5, englobam imagens que buscam sintetizar o assunto ou um conceito através de setas, fazendo conexões entre os conceitos ou processos, para que os estudantes consigam construir um aprendizado daquilo que é ou foi estudado. Na Figura 10, trazemos um exemplo que representa essa categoria.

Figura 10 – Exemplar de representação da categoria síntese



Fonte: Amostragem do LD1, p. 217

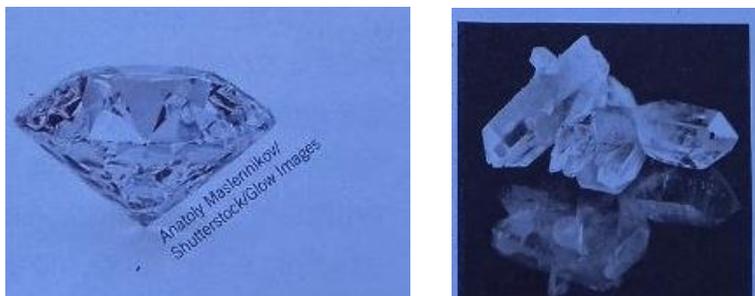
O LD1 realiza uma síntese do que foi estudado no capítulo 17, sobre o conteúdo Substâncias e Misturas, desse modo, constrói um mapa para sintetizar o conteúdo trabalhado nas páginas anteriores. Essa síntese é apresentada em forma de mapa de conceitos. O mapa apresentado proporciona ao estudante visualizar de forma holística o assunto estudado na sala de aula. Com o mapa de conceito, o estudante pode compreender o conceito de substâncias, suas classificações e sobre as misturas e suas divisões e a inter-relações entre os conceitos estudados.

De acordo com Tavares (2007), trabalhar com mapas conceituais pode ser uma estratégia importante para o processo de aprendizagem dos estudantes, pois permite que haja a reflexão sobre os conceitos, sua estruturação. Além de permitir que os estudantes aprendam a aprender. Segundo Moreira (1998), os mapas devem deixar evidente quais são os conceitos principais e os secundários e as relações entre os conceitos presentes no mapa conceitual.

No que concerne à categoria outros, nota-se que fazem parte dessa categoria aquelas imagens que não se encaixam nas categorias já descritas, mas auxiliam os alunos de alguma forma na compreensão dos textos. Identificamos a presença de 7 ilustrações que se desvinculam

de todas as outras categorias encontradas na análise. A Figura 11 demonstra exemplos dessas ilustrações.

Figura 11 – Exemplar de representação da categoria outros



Fonte: Amostragem do LD3, p. 73

A Figura 11 apresenta a ilustração de um diamante (à esquerda) e cristais de quartzo (à direita). As duas figuras estão inseridas no LD3 com intuito de ilustrar o conceito de redes covalentes, embora não esteja apresentado nas fotografias, o livro insere ao lado da foto do diamante e ao lado da foto dos cristais de quartzo figuras que representam as redes covalente de cada mineral. Percebemos que as fotografias inseridas no recurso didático exercem uma baixa funcionalidade pedagógica, pois seu único papel é tornar as representações visuais das redes covalentes menos abstratas, mas não contribui no aprendizado do conceito estudado.

Nesse sentido, notamos que as ilustrações, presentes nas categorias: ambiente laboral, comparativa, contextualização, representações experimentais, representação de moléculas, representações processuais, síntese, e a outros, exercem, em sua maioria, um papel pedagógico, ou seja, contribuem para que os estudantes compreendam os conceitos apresentados nos livros didáticos.

6.4 Análise dos níveis representacionais das ilustrações

A segunda análise, que realizamos nesse estudo, proporcionou verificar as ilustrações que fizeram alusão ao conteúdo de Substâncias e Misturas sob a ótica das categorias de níveis representacionais do conhecimento químico proposta por Johnstone (1993).

No Quadro 6, descrevemos o total de ilustrações dispostas nos livros didáticos de ciências analisados, conforme as categorias e subcategorias adotadas. Ressalta-se que foi

categorizado apenas as fotografias e figuras, desse modo, os dois diagramas não fazem parte da análise a seguir.

Quadro 6 – Disposição das ilustrações nos três livros, no que concerne às categorias e às subcategorias

Categoria	Livro didático de ciências		
	LD1	LD2	LD3
Macroscópica	17	1	34
Submicroscópica	2	0	5
Simbólica	0	2	1
Subcategorias			
Macrosubmicroscópica	0	0	0
Macrosubmicrosimbólica	0	1	2
Submicrosimbólica	0	0	8

Fonte: Elaborado pela autora, 2022.

Como elucidado, nosso foco, nessa pesquisa, foi analisar as imagens presentes no conteúdo Substâncias e Misturas, desse modo, o Quadro 6 demonstra a quantidade de imagens presentes nos três livros, classificadas conforme seus níveis representacionais. Ressaltamos que tivemos ocorrências de uma mesma imagem ser representada em mais de um nível representacional, na qual chamamos de subcategorias, desse modo, utilizamos os termos macrosubmicroscópico para imagens que representam tanto o nível macroscópico quanto o submicroscópico; o termo macrosubmicrosimbólica, para imagens que representam os três níveis, e o termo submicrosimbólico, para imagens que representam tanto o nível submicroscópico quanto o simbólico.

O Quadro 6 mostra que no LD1 há um total de 17 imagens no nível macroscópica, 1 no LD2 e 34 ilustrações no LD3. No que diz respeito ao nível submicroscópica, não notamos nenhuma imagem nessa categoria presente no LD2, apenas o LD1 e LD3 apresentam ilustrações nesse nível, havendo 2 imagens no LD2 e 5 imagens no LD3. No que tange ao nível Simbólico, observa-se que esse se apresenta no LD2 (2 ilustrações) e no LD3 (1 imagem).

Em relação às subcategorias, observamos que a subcategoria macrosubmicroscópica não está presente em nenhum dos livros analisados. A subcategoria macrosubmicrosimbólica se apresentou apenas no LD2, com 1 imagem e no LD3, havendo 2 ilustrações. E a subcategoria submicrosimbólica está presente apenas no LD3 com 8 ilustrações.

6.4.1 Análise da categoria Macroscópica

No que diz respeito ao nível Macroscópico, Johnstone (1982; 1993), no campo do conhecimento químico, afirma que as ilustrações macroscópicas se referem aos aspectos que podem ser observáveis nos fenômenos químicos. Dessa forma, a verificação dos dados demonstrou um total de 52 imagens que se encaixam nesse nível, representando um percentual de 71,2% das ilustrações. De forma geral, identificou-se que o nível com o número menor de representações nas categorias utilizadas foi o nível Simbólico, com um total de apenas 1 imagem.

Nessa direção, o livro didático que apresentou um número maior de ilustração, nesse nível Macroscópico, foi o LD3, obtendo uma porcentagem de 65% referentes ao número total de imagens, e o LD2 obteve uma menor quantidade de imagens referentes a este nível, apresentando apenas 1 imagem, obtendo uma porcentagem de 2% das imagens.

Segundo Silva, Braibante e Pazinato (2013), a presença de ilustrações macroscópicas em recursos didáticos é fundamental para a argumentação dos fenômenos químicos que fazem parte do dia a dia dos alunos, essas explicações devem surgir por meio da contextualização e transposição do conhecimento científico no campo da química.

Analisando o Quadro 7, podemos notar que a primeira imagem representa um procedimento experimental, demonstrando como realizar o processo de separação de misturas. De acordo com Kitahara (2007), o estudante pode relacionar os conceitos às ilustrações presentes nos livros didáticos, sendo fundamental a representação desses experimentos nos livros didáticos, para a visualização do conhecimento químico, pois em muitas escolas ainda é ausente os laboratórios para serem realizadas essas atividades experimentais e, quando existe a presença de laboratório nas escolas, muita das vezes falta instrumentos para a realização das aulas práticas, então explorar essas ilustrações nos livros didáticos é indispensável.

Quadro 7 – Representação visual da categoria Macroscópica

Categoria	Exemplo
-----------	---------



Fonte: Elaborado pela autora, 2022

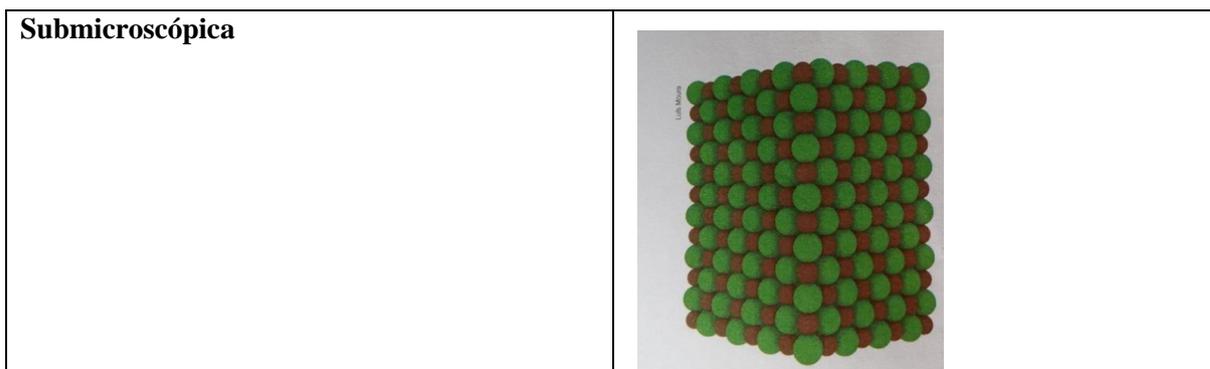
A segunda imagem, no Quadro 7, representa um leite integral, exemplificando uma mistura homogênea, essa ilustração faz parte da realidade cotidiana do aluno, e essa associação do conceito químico ao cotidiano do aluno, por meio dos livros didáticos, é a base para construção do conhecimento científico, da cidadania (SILVA; HUSSEIN, 2013).

6.4.2 Análise da categoria Submicroscópica

No que tange ao nível submicroscópico (ver Quadro 8), as ilustrações referentes a esse conhecimento químico, encontrou-se 7 imagens, representando um percentual de 9,6%. O resultado demonstra a importância de efetuarmos discussões sobre a presença dessas ilustrações para auxiliar na interpretação visual dos conceitos e fenômenos abordados nos textos e desenvolver a habilidade de compreensão (PASELK, 1994). O livro didático que apresentou o maior número de imagens referentes a este nível foi o LD3 e o LD1 apresentou o menor número de representações desse nível.

Quadro 8 – Representação visual da categoria Submicroscópica

Categoria	Exemplo
-----------	---------



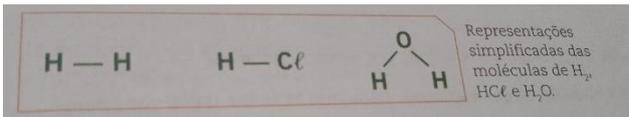
Fonte: Elaborado pela autora, 2022

No quadro 8, podemos perceber que há uma representação submicroscópica de um cristal de cloreto de sódio (como assinalado no texto e legenda do LD3). A figura é colocada no livro com intuito de mediar o conteúdo textual de ligação iônica, desse modo, a figura representa os íons de cloro (em verde) e os de sódio (em marrom). Nessa direção, a figura proporciona a visualização da estrutura de cristal de cloreto de sódio, no que diz respeito a sua organização dos átomos e íons.

6.4.3 Análise da categoria Simbólica

O nível Simbólico, ilustrado no Quadro 9, é representado pela utilização de fórmulas, equações químicas e representação de modelos. Por meio do levantamento dos dados, observamos uma porcentagem 4,1% de ilustrações nesse nível. Apenas um dos livros apresentou esse nível, o LD3. De acordo com Kiill (2009), as simbologias do campo da química permitem que os elementos sejam diferenciados, além de permitir a investigação das relações possíveis e a harmonização das inconsistências reais ou aparentes. Portanto, o uso desses elementos é um mecanismo essencial para o processo de aprendizagem.

Quadro 9 – Representação visual da categoria Simbólica

Categoria	Exemplo
Simbólica	

Fonte: Elabora pela autora, 2022

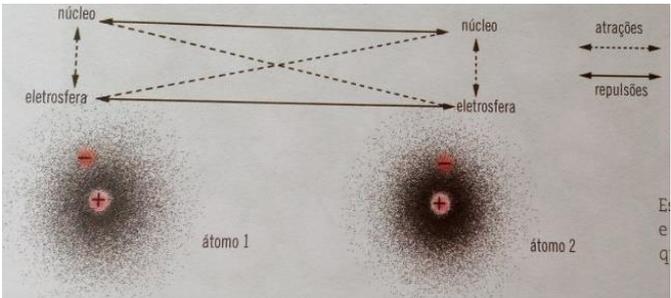
Podemos observar, no Quadro 9, uma figura que representa três moléculas, respectivamente, a do hidrogênio (H_2), a do Ácido Clorídrico (HCl) e a da água (H_2O). A figura é inserida para demonstrar como uma ligação química é representada, nesse caso, por traços. Desse modo, a figura tem forte relação com o texto, visto que é inserida para reforçar o que é escrito.

6.4.4 Análise da subcategoria Submicrosimbólica

De acordo com Silva, Braibante e Pazinato (2013), as ilustrações têm função significativa no ensino de Ciências. Dessa forma, é importante sempre realizar investigações sobre suas utilidades e como estão inseridas dentro dos recursos didáticos de Ciências, pois as imagens apresentam ideias, que propiciam o entendimento do conhecimento científico e retrata fenômenos e conceitos da química, portanto, é primordial que os livros didáticos de ciências apresentem a diversidade dessas ilustrações.

A subcategoria submicrosimbólica apresenta um quantitativo de 10 imagens nos livros didáticos analisados. Essa subcategoria referem-se as características do nível submicroscópico e simbólico (ver Quadro 10). As ilustrações inseridas nessa subcategoria dentro dos livros didáticos é bastante significativa, pois essas demonstrações são essenciais para a construção de representações mentais relacionadas aos conceitos químicos, uma vez que estudos apontam que os estudantes se retêm em aspectos concretos, demonstrando dificuldades em relacionarem a teoria com a simbologia, dificultando a elaboração de conceitos a partir do intangível (SEUFERT, 2003; WARTHA; GUZZI FILHO; JESUS, 2012; WARTHA; REZENDE, 2011).

Quadro 10 – Representação visual da subcategoria Submicrosimbólica

Categoria	Exemplo
Submicrosimbólica	

Fonte: Elaborado pela autora, 2022

Na figura apresentada no Quadro 10, há a representação de uma interação elétrica (como assinalado na legenda do LD3). A figura é implementada a fim de tornar menos abstrato o texto escrito que fala sobre o processo de interação elétrica entre átomos, desse modo, ela representa a atração e repulsão entre dois átomos, um representado por “átomo 1” e outro por “átomo 2”, sendo a atração representada por uma seta tracejada e a repulsão por uma seta linear.

Desse modo, é primordial a presença de representações de imagens relacionadas aos conteúdos científicos, para coadjuvarem no entendimento dos conceitos, uma vez que os docentes, em geral, ressaltam sobre a dificuldade dos estudantes na interpretação de conhecimentos abstratos (KIILL, 2009).

6.4.5 Análise da subcategoria Macrosubmicrosimbólica

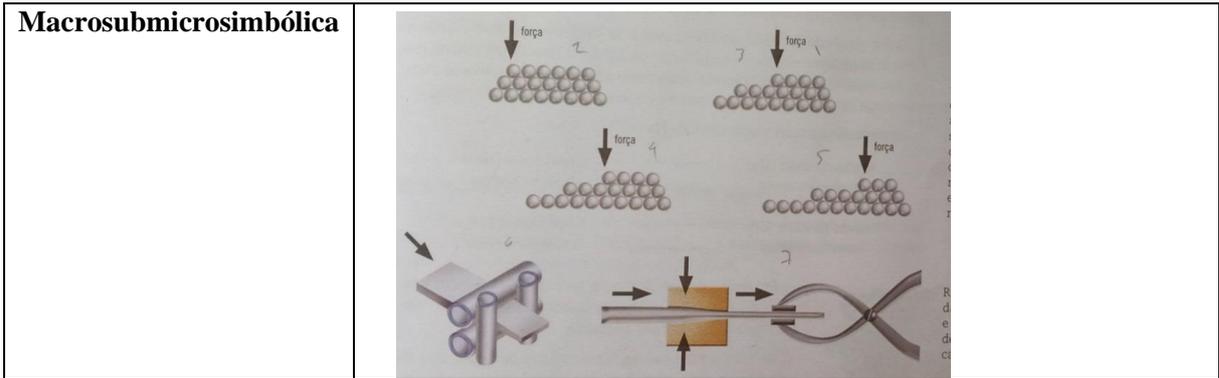
Uma imagem pode conter mais de um nível do conhecimento químico, e essa ocorrência é importante para exemplificar a transição de um nível para o outro (KIILL, 2009). Consideramos a presença de subcategorias para o plano macroscópico, há a subcategoria macrosubmicroscópica e macrosubmicrosimbólica. Em nossa análise visualizamos apenas a subcategoria macrosubmicrosimbólica.

A subcategoria macrosubmicrosimbólica retrata a estrutura do campo macroscópico que a imagem consegue proporcionar no entendimento do campo submicroscópica e simbólico (KIILL, 2009). Não obstante, essa subcategoria macrosubmicrosimbólica está representada em apenas 2 das ilustrações apresentadas nos LDs investigados. Essa subcategoria possibilita que os estudantes compreendam um método transversal aos níveis representacionais. Os LD1 e LD2 não apresentaram imagens pertencentes a essa subcategoria, enquanto o LD3 apresentou 2 das imagens que retratam essa subcategoria.

De acordo com Wartha, Guzzi Filho e Jesus (2012), essa transição entre os níveis representacionais é importante e deve ser aplicada no processo de ensino, pois a construção do conhecimento químico sucede em um diálogo entre teoria e o tangível, pois é impossível que exista uma atividade experimental sem que tenha uma probabilidade de interpretação, diante disso, é primordial a diversidade de ilustrações (PAULETTI; ROSA; CATELLI, 2014). No Quadro 11 temos uma representação dessa subcategoria.

Quadro 11 – Representação visual da subcategoria Macrosubmicrosimbólica

Categoria	Exemplo
-----------	---------



Fonte: Elaborado pela autora, 2022

A figura apresentada no Quadro 12 demonstra a maleabilidade e da ductilidade de uma estrutura metálica (como assinalado no texto e legenda inserida no livro). A figura demonstra o deslizamento de camadas de átomos, resultado de uma força exercida, havendo uma reorganização da estrutura. Nessa direção, a ilustração tem relação direta no entendimento do texto escrito, apresentado no LD3.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quando se olha para a importância do livro didático, para os professores e para os alunos, observa-se o quanto esse recurso tem preponderância no processo de ensino e aprendizagem, uma vez que os professores elaboram o seu plano de aula de acordo com esse material didático. Nesse sentido, faz-se necessário que os professores busquem utilizar coleções mais atualizadas desses recursos didáticos, no cenário analisado nessa pesquisa, pois dois dos livros didáticos utilizados para a pesquisa são de coleções dos anos anteriores, sendo resultado, ao que tudo indica, da localização que se encontram essas escolas, no interior do Maranhão. Os livros didáticos sempre chegam em quantidades pequenas, ou tardam para receberem os LDs no município, e, no ano de 2020, período que a pesquisa começou a ser desenvolvida, além das escolas não terem livros com a validação inicial do ano de 2020, elas ainda estavam enfrentando dificuldades por conta da pandemia, de acordo com a secretaria de educação da cidade.

Sobre o objeto de estudo da nossa pesquisa, analisou-se que os livros didáticos são compostos de um a dois capítulos para apresentar e desenvolver o tema de Substâncias e Misturas. Os três livros analisados apresentaram imagens referentes aos níveis representacionais do conhecimento químico. Apresentou-se em maior quantidade a representação de imagens do tipo fotografia nos livros analisados, a presença de fotografias é importante, pois se compreende que essas ilustrações permitem que os estudantes possam observar e entender fenômenos ou objetos no nível macroscópico e microscópico simultaneamente.

Por outro lado, as figuras também se apresentaram de forma significativas nos livros didáticos. As figuras possibilitam que os alunos transitem entre os três níveis representacionais do conhecimento químico, elas podem despertar o processo de aprendizagem do aluno, possibilitando que os estudantes compreendam os conceitos por meio da inferência das ilustrações analisadas e dos exemplares mentais. No contexto geral das categorias, as imagens que mais prevaleceram são as que se inserem no nível macroscópico, a presença de ilustrações dessa categoria possibilita que os estudantes relacionem o que é visto a olho nu com o que é estudado no conteúdo, e, quando possível, o produto dessa relação representado no cotidiano do estudante.

A categoria que menos prevaleceu foi a simbólica, essa categoria é relacionada as equações, fórmulas e números, esse número irrisório de imagens referentes a essa categoria

pode ser resultado do ano do livro analisado. Esses elementos são importantes para as explicações no ensino de química, mas é importante ressaltar que essa categoria por si só dificultam a aprendizagem dos estudantes. A categoria microscópica também se apresentou de forma tímida com pouca diferença em relação à categoria simbólica, essa categoria retrata os aspectos dos fenômenos não observáveis a olho nu.

Em relação às subcategorias, a subcategoria que apresentou uma menor quantidade de ilustrações foi a macrosubmicrosimbólica. Essa subcategoria representa a transição entre os três níveis representacionais do conhecimento químico. A representação de ilustrações inseridas nesse aspecto é essencial, pois propicia a explicações de fenômenos e processos nas três dimensões do conhecimento. A subcategoria submicrosimbólica, aquela que representa os níveis representacionais submicroscópico e simbólico foi a que apareceu em maior quantidade, um total de 8, sendo relevante para os estudantes realizarem representações mentais sobre conceitos químicos.

Diante do panorama delineado, percebemos haver abundância na quantidade de ilustrações presentes no conteúdo de Substância e Misturas, no qual essas representações visuais são inseridas nos livros didáticos analisados com intuito de complementar o texto escrito, e como descrito em momentos anteriores, o conteúdo de Substâncias e Misturas baliza o conhecimento de outros conceitos químicos, desse modo, embora a literatura aponte que os estudantes possuem dificuldades em compreendê-los, sua compreensão é fundamental para os estudantes, visto isso, as ilustrações inseridas nos três livros podem tornar menos abstrato os textos descritivos.

REFERÊNCIAS

- AL-BALUSHI, S. M. The effect of different textual narrations on students' explanations at the submicroscopic level in chemistry. **Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education**, v. 9, n. 1, p. 3-10, 2013.
- ANGOTTI, J. A.; P.; AUTH, M. A. Ciência e tecnologia: implicações sociais e o papel da educação. **Ciência & Educação**, v. 7, p. 15-27, 2001.
- ANTUNES JÚNIOR, E. L. Q.; CAVALCANTI, C. J. de H.; OSTERMANN, F. Base Nacional Comum Curricular, Ciências da Natureza nos anos finais do ensino fundamental e os mitos sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade. **Em aberto**. Brasília. v. 33, n. 107, p. 141-154, 2020.
- AULER, D. BAZZO, W. A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência & Educação**, v.7, n.1, p.1-13, 2001.
- BADZINSKI, C.; HERMEL, E. E. S. A representação da genética e da evolução através de imagens utilizadas em livros didáticos de Biologia. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 17, n. 2, 2015.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.
- BAPTISTA, G. C. S. Importância da demarcação de saberes no ensino de ciências para sociedades tradicionais. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 16, p. 679-694, 2010.
- BELLAS, R. R. D. *et al.* O Conceito de Substância Química e Seu Ensino. **Química Nova na Escola**, v. 41, n. 1, p. 17-24, 2019.
- BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação**. Porto Editora, 1982.
- BIZZO, N. Graves erros de conceito em livros didáticos de Ciência. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v. 21, n. 121, p. 26-35, 1996.
- BIZZO, N. **Ciência: fácil ou difícil?** 2. ed. São Paulo: Ática, 2006.
- BRAGANÇA, A. As políticas públicas para o livro e a leitura no Brasil: o Instituto Nacional do Livro (1937-1967). **Matrizes**, Universidade de São Paulo, v. 2, n. 2, p. 221-246, 2009.
- BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**, de 20 de dezembro de 1996.
- BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental**. Brasília: MEC/SEF, 1997. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro01.pdf>. Acesso em: 03 Jan. 2022.
- BRASIL. Constituição, 05 de outubro de 1988. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF. Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm>. Acesso em: 19 mar. 2021.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: terceiro e quarto ciclos: ciências naturais**. Brasília: MEC/SEF, 1998.

BRASIL. Lei nº 10.172, de 9 de janeiro de 2001. Aprova o Plano Nacional de Educação e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 10 jan. 2001.

BRASIL. **Guia de livros didáticos: PNLD 2013: Ciências**. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Brasília: 2012.

BRASIL. Lei nº 13.005, de 25 de junho de 2014. Aprova o Plano Nacional de Educação – PNE e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 26 jun. 2014

BRASIL, PNLD. **Edital de Convocação**. 02/2014–CGPLI: Edital de convocação para o processo de inscrição e avaliação de obras didáticas para o Programa Nacional do Livro Didático PNLD 2016. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. Ministério da Educação. Brasília, 2016.

BRASIL. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. **Lei nº 13.415/2017, de 13 de fevereiro de 2017**, Altera as Leis nos 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, e 11.494, de 20 de junho 2007, que regulamenta o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação, a Consolidação das Leis do Trabalho - CLT, aprovada pelo Decreto-Lei no 5.452, de 1o de maio de 1943, e o Decreto-Lei no 236, de 28 de fevereiro de 1967; revoga a Lei no 11.161, de 5 de agosto de 2005; e institui a Política de Fomento à Implementação de Escolas de Ensino Médio em Tempo Integral, 2017.

BRASIL. **PNLD Conectado 2021 – Novo Ensino Médio**. 2019.

BUENO, J. B. G. **Imagens visuais nos livros didáticos: permanências, rupturas nas propostas de leitura (Brasil década a de 1970 a 2000)**. 2011. Tese de doutorado (Doutorado em Educação). Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Educação. Campinas. São Paulo, 2011.

CAAMAÑO, A.; OÑORBE, A. La enseñanza de la química: conceptos y teorías, dificultades de aprendizaje y replanteamientos curriculares. **Alambique**, v. 41, p. 68-81, 2004.

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

CARNEIRO, M. H. S. As imagens no livro didático. *In: I Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências*. 1997, Águas de Lindóia (SP). **Atas do Enpec**. 1997.

CARNEIRO, M. H. S.; DIB, S. M. F.; MENDES, J. R. de S. Texto e imagens no ensino de ciências. *In: Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências*, Bauru. **Anais...** Bauru: APRAPEC, 2003.

CARNEIRO, M. H. S.; SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S. Livro didático inovador e professores: uma tensão a ser vencida. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 7, n. 2, p. 35- 45, 2005.

CARVALHO, A. M. P de; GIL – PÉREZ, D. **Formação de professores de Ciências: tendências e inovações**. 10. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

CARVALHO, L. M. de. A natureza da ciência e o ensino de ciências naturais: tendências e perspectivas na formação de professores. **Pro-posições**, v. 12, n. 1, 2001.

CARVALHO, L. M. T. L.; MONTEIRO C. E. F.; CAMPOS, T. M.M. Aspectos conceituais e visuais envolvidos na interpretação de gráficos. **Revista Iberoamericana de Educación Matemática**, n. 24, 2010.

CASSIANO, C. C. Mercado de livro didático no Brasil. *In: I Seminário Brasileiro sobre Livro e História Editorial*. 1. ed. Rio de Janeiro: Universidade Federal Fluminense, 2004.

CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, n. 22, p. 89-100, 2003.

CHITTLEBOROUGH, G., TREAGUST, D. Correct interpretation of chemical diagrams requires transforming from one level of representation to another. **Research Science Educational**, v. 38, n. 4, p. 463-482, 2008.

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, 2004.

COPATTI, C. **Pensamento pedagógico geográfico e autonomia docente na relação com o livro didático**: percursos para a educação geográfica. 2019. Tese (Doutorado em Educação nas Ciências). Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul –UNIJUI, Ijuí, 274 f.

COSTA, C. **Educação, imagem e mídias**. Editora Cortez: São Paulo, 2005.

COUTINHO, F. A. *et al.* Análise do valor didático de imagens presentes em livros de Biologia para o ensino médio. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, São Paulo, v. 10, n. 3. 2010.

CURY, C. R. Do direito de aprender: base do direito à Educação. *In: ABMP. Todos pela Educação* (Org.). São Paulo: Saraiva, 2013.

DAMASIO, F.; PEDUZZI, L. O. Q. História e filosofia da ciência na educação científica: para quê? **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências** (Belo Horizonte), v. 19, 2017.

DELIZOICOV, N. C.; DELIZOICOV, D. História da ciência e a ação docente: a perspectiva de Ludwik Fleck. *In: PEDUZZI, L. O. Q.; MARTINS, A. F. P.; FERREIRA, J. M. H. (Org.). Temas de História e Filosofia da Ciência no Ensino*. Natal: EDUFRN, 2012.

DI GIORGI, C. A. G. *et al.* Uma proposta de aperfeiçoamento do PNLD como política pública: o livro didático como capital cultural do aluno/família. **Ensaio: avaliação e políticas públicas em educação**, SciELO Brasil, v. 22, n. 85, p. 1027–1056, 2014.

DÍAZ, L.; PANDIELLA, S. Categorización de las ilustraciones presentes en libros de texto de Tecnología. **Revista electrónica de enseñanza de las ciencias**, v. 6, n. 2, p. 424-441, 2007.

DRIVER, R.; EASLEY, J. Pupils and paradigms: A review of literature related to concept development in adolescent science students. **Studies in Science Education**, v. 12, p. 7-15, 1978.

ESTANNY, A.; IZQUIERDO, M. La evolución del concepto de afinidad analizada desde el modelo de S. Toulmin. **Llull**, v. 13, n. 25, p. 349-378, 1990.

FNDE. **Histórico**. 2021a. Disponível em: <<http://www.fnde.gov.br/component/k2/item/518-hist%C3%B3rico>>. Acesso em: 15 jan. 2022.

FNDE. **Programas do Livro**. 2021b. Disponível em: <<https://www.fnde.gov.br/index.php/programas/programasdolivro/legislacao/item/9787sobre-os-programas-dolivro>>. Acesso em: 15 jan. 2022.

FERREIRA, M. S.; GOMES, M. M.; LOPES, A. C. Trajetória histórica da disciplina escolar Ciências no colégio de aplicação da UFRJ (1949-1968). **Pro-posições**, Campinas, v. 12, n. 1, 2000.

FERREIRA, M. S.; SELLES, S. E. A produção acadêmica brasileira sobre livros didáticos em Ciências: uma análise em periódicos nacionais. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS – ENPEC, 4., 2003, Bauru. **Anais...** Bauru, 2003.

FERNÁNDEZ, P. S.; VARGAS, N. M. El problema del lenguaje en la enseñanza de los conceptos compuesto, elemento y mezcla. **Educació química**, p. 44-51, 2011.

FRACALANZA, H. Livros Didáticos X Projetos de Ensino. In: FRACALANZA, H.; MEGID NETO, J. (Org.). **Livro Didático de Ciências no Brasil**. Campinas: Editora Komedi, 2006.

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

FREITAS, N. K.; RODRIGUES, M. H. O livro didático ao longo do tempo: a forma do conteúdo. **DAPesquisa**, v. 3, n. 5, p. 300–307, 2019.

FURIÓ-MAS, C., DOMÍNGUEZ-SALES, C.; GUIASOLA, J. Diseño e implementación de una secuencia de enseñanza para introducir los conceptos de sustancia y compuesto químico. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 30, n. 1, p. 113-128, 2012.

GABEL, D. L. Use of the particle nature of matter in developing conceptual understanding. **Journal of Turkish Science Education**, v. 70, p. 193-4-, n. 3, 1993.

GAGLIARDI, 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.

GATTI JUNIOR, D. **A escrita escolar da História: livro didático e ensino no Brasil (1970-1990)**. Edusc, 2004.

GIBIN, G. B.; FERREIRA, L. H. Avaliação dos estudantes sobre o uso de imagens como recurso auxiliar no ensino de conceitos químicos. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 1, 2013.

GODOY, A. S. Pesquisa qualitativa - tipos fundamentais. **Revista de Administração de Empresas**, v.35, n.3, p. 20-29, 1995.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Cidades**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ma/codo.html>. Acesso em: 23 mar. 2022.

IUPAC. **Compendium of chemical terminology** (gold book). Version 2.3.3, 2014-02-24. Disponível em: <https://goldbook.iupac.org/terms/view/C01039>. Acesso em: 10 jan. 2022.

JOHNSON, P. Children's understanding of substances, part 1: recognizing chemical change. **International Journal of Science Education**, v. 22, n. 7, p. 719-737, 2000.

JOHNSTONE, A. H. Macro and Microchemistry. **The School Science Review**, v. 64, n. 227, p. 377-379, 1982.

JOHNSTONE, A. H. O desenvolvimento do ensino de química: uma resposta às mudanças na demanda. **Revista de educação química**, v. 70, n. 9, 1993.

JOHNSTONE, A. H. Ensino de química-lógica ou psicologia? **Pesquisa e Prática do Ensino de Química**, v. 1, n. 1, 2000.

JOHNSTONE, A. H. You Can't Get There from Here. **Journal of Chemical Education**, v. 87, n. 1, p. 22-29, 2010.

KIILL, K. B. **Caracterização de imagens em livros didáticos e suas contribuições para o processo de significação de conceito de equilíbrio químico**. Tese de doutorado (Doutor em Ciências). Universidade Federal de São Carlos, 2009.

KITAHARA, E. M. O uso da fotografia e da imagem digital em pesquisas oceanográficas: novos rumos proporcionados pela evolução do processo digital. **Conexão-Comunicação e Cultura**, v. 6, n. 12, 2007.

KLEIN, U. The chemical workshop tradition and the experimental practice: discontinuities within continuities. **Science in Context**, v. 9, n. 3, p. 251-287, 1996.

KRASILCHIK, M.; MARANDINO, M. Estudando a Biosfera - Introduzindo a Discussão sobre Biodiversidade. *In: Secretaria Estadual de Educação de SP; USP; UNESP; PUC. (Org.). Natureza, Ciências, Meio Ambiente e Saúde*. São Paulo: Fundação Vanzolini, p. 1359-1365, 2002.

KRASILCHICK, M. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. **São Paulo em Perspectiva**, v.14, n.1, p.85-93, 2000.

KRIPKA, R. M. L. *et al.* A. Ensino, aprendizagem e novas tecnologias: relações entre abordagens teóricas clássicas e contemporâneas. *In: Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemática*, v.16, n. 37, 2020. p. 39-53.

LABURÚ, C. E.; ARRUDA, S. de M.; NARDI, R. Pluralismo metodológico no ensino de ciências. **Ciência & Educação** (Bauru), v. 9, n. 2, p. 247-260, 2003.

LABURÚ, C. E.; DE CARVALHO, M. Controvérsias construtivistas e pluralismo metodológico no ensino de ciências naturais. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em ciências**, v. 1, n. 1, 2001.

LACERDA, C. de C.; CAMPOS, A. F.; MARCELINO-JR., C. de A. C. Abordagem dos Conceitos Mistura, Substância Simples, Substância Composta e Elemento Químico numa Perspectiva de Ensino por Situação-Problema. **Química Nova na Escola**, v. 34, n. 2, p. 75-82, 2012.

LAMBACH; M.; MARQUES, C. A. A Construção histórica e o ensino do conceito de substância: implicações dos diferentes estilos de pensamento para a química. *In: PEDUZZI, L. O. Q.; MARTINS, A. F. P.; FERREIRA, J. M. H. (Org.). Temas de História e Filosofia da Ciência no Ensino*. Natal: EDUFRRN, 2012.

LEITE, B. S. Aprendizagem Tecnológica Ativa. **Revista Internacional de Educação Superior**, v. 4, n. 3, p. 580–609, 2018. <http://dx.doi.org/10.20396/riesup.v4i3.8652160>.

LEVIN, J. R.; MAYER, R. E. Understanding illustrations in text. *In: BRITTON, B.; WOODWARD, A.; BINKLEY, M. (Eds.), Learning from textbooks*. Routledge, 1993. p. 105-124.

LIMA, F. O.; CUNHA, M. B. da. A fotografia como recurso didático para contextualizar conceitos de Química Analítica. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 3, p. 19, 2020.

LINSINGEN, I. V. Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina. **Ciência & Ensino**, v. 1, número especial, 2007.

LÓPEZ-VALENTÍN, D. M. Diseño e implementación de una secuencia didáctica para la enseñanza del concepto de elemento químico en educación secundaria. **Praxis e Saber**, v. 11, n. 27, 2020.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens Qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MAANEN, J. V. Reclaiming qualitative methods for organizational research: a preface, **Administrative Science Quarterly**, v. 24, n. 4, 1979.

MACIEL, G. N. O Programa Nacional do Livro Didático e as mudanças nos processos de avaliação dos livros de geografia. **PESQUISAR–Revista de Estudos e Pesquisas em Ensino de Geografia**, v. 1, n. 1, p. 231-253, 2014.

MARTINS, I. O papel das representações visuais no ensino e na aprendizagem de ciências. *In*: MOREIRA, A. (org.). **Atas do I Encontro de Pesquisa e Educação em Ciências**. Águas de Lindóia, 1997.

MARTINS, I. Visual imagery in science education Visual Imagery in School Science Textbooks. *In*: GRAESSER, A., OTERO, J.; DE LEON, J. A. (eds.) **The Psychology of Scientific Text Comprehension**. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Ass. Publ., p. 73-90, 2002.

MARTINS, I.; GOUVÊA, G. PICCININI, C. Aprendendo com imagens. **Ciências e Cultura**, v. 57, n. 4, p. 38-40, 2005.

MASON, R. *et al.* **Reading scientific images the iconography of evolution**. Cape Town: HSRC Press, 2006.

MATTHEWS, M. R. **Science teaching: the role of history and philosophy of science**. New York: Routledge, 1994.

MELO, M. S. de. **A transição entre os níveis - Macroscópico, Submicroscópico e representacional: uma proposta metodológica**. 2015. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Ciências) — Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

MELONI, R. A.; LOPES, A. C. Produção de Sentidos pelas Imagens em Livros Didáticos de Química. **Ciência & Educação, Bauru**, v. 26, e20052, 2020.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. MEC. 2018. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>>. Acesso em: 21 fev. 2022.

MIRANDA, S. R.; DE ALMEIDA, F. R. Passado, presente e futuro dos livros didáticos de História frente a uma BNCC sem futuro. **Escritas do Tempo**, v. 2, n. 5, p. 10-38, 2020.

MOREIRA, M. A. Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa. **Cadernos de Aplicação**, v.11, n.2, p.143-156, 1998.

MORETTO, M. O ensino da leitura no ensino fundamental: uma análise das questões de compreensão de texto. *In*: MORETTO, M (Org.). **O livro didático na Educação Básica: múltiplos olhares**, Paco Editorial, 2017.

- MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H.; ROMANELLI, L. I. A proposta curricular de química do Estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. **Química Nova**, v. 23, n. 2, 2000.
- NASCIMENTO, F.; FERNANDES, H. L.; MENDONÇA, V. M. O ensino de ciências no brasil: história, formação de professores e desafios atuais. **Revista HISTEDBR On-line**, Campinas, n.39, p. 225- 249, 2010.
- NERY, C. A. *et al.* Imagens visuais como recursos pedagógicos na educação de uma adolescente surda: um estudo de caso. **Revista Paideia**, 2004.
- NGAI, C.; SEVIAN, H.; TALANQUER, V. What is this substance? What makes it different? Mapping progression in students' assumptions about chemical identity. **Int. J. Sci. Educ.**, n.º 36, p. 2438-2461, 2014.
- NUÑEZ, I. B. *et al.* O livro didático para o ensino de ciências. Seleccioná-los: um desafio para os professores do ensino fundamental. *In: III Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, Atibaia, SP, 2001.
- NUÑEZ, I. B. *et al.* A seleção dos livros didáticos: um saber necessário ao professor. O caso do ensino de Ciências. **Revista Iberoamericana de Educación**, v. 25, n. 04, 2003.
- OKI, M. C. M. O conceito de elemento da antiguidade à modernidade. **Química Nova na Escola**, n. 16, 2002.
- OLIVEIRA, R. M. Descolonizar os livros didáticos: raça, gênero e colonialidade nos livros de educação do campo. **Revista Brasileira de Educação**, v. 22, n. 68, p. 11–33, 2017. <https://doi.org/10.1590/s1413-24782017226802>.
- PANE, M. C. **Substância e mistura de substâncias**: estudo da evolução conceitual dos alunos. 2015. Dissertação (mestrado). Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.
- PARTINGTON, J.R. The concepts of substance and chemical element. **Chymia**, v.1, p. 109-121, 1948.
- PASELK, R. A. Visualization of the abstract in general chemistry. **Journal of Chemical Education**, v. 71, n. 3, 1994.
- PAULING, L. **Química Geral**. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1969.
- PAULETTI, F.; ROSA, M. P. A.; CATELLI, F. A importância da utilização de estratégias de ensino envolvendo os três níveis de representação da Química. **Revista Brasileira de ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 7, n. 3, 2014.
- PERINI, L. Convention, resemblance and isomorphism: understanding scientific visual representations. *In: MALCOLM, G. (ed.). Studies in multidisciplinary*. Dordrecht: Elsevier, v. 2, p. 37-47, 2004.

PERINI, L. Visual representations and confirmation. **Philosophy of Science**, Chicago, v. 72, n. 5, p. 913-926, 2005.

PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. Ciência, tecnologia e sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. **Ciência & Educação**, v. 13, n. 1, p. 71-84, 2007.

PINHÃO, F.; MARTINS, I. Cidadania e ensino de ciências: questões para o debate. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 18, p. 9-29, 2016.

PRALON, L.H. Imagem e produção de sentido: as fotografias no livro didático. *In*: Martins; I.; Gouvêa; G.; VILANOVA, R. (Org.). **O livro didático de Ciências: contextos de exigência, critérios de seleção, práticas de leitura e uso em sala de aula**. 1.ed. Rio de Janeiro, v. 1, p. 159-170, 2012.

RAMOS, F. *et al.* Alfabetização científica e as visões deformadas no ensino de ciências: algumas reflexões sobre os discursos de professores de física. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 11, n. 3, p. 1-15, 2020.

ROQUE, N. F.; SILVA, J. L. P. B. A linguagem química e o ensino da química orgânica. **Quim. Nova**, v. 31, n. 4, p. 921-923, 2008,

ROQUE, T. Sobre a noção de diagrama: matemática, semiótica e as lutas minoritárias. **Revista Trágica: estudos de filosofia da imanência**, v. 8, n. 1, p. 84-104, 2015.

ROSA, M. D. O uso do livro didático de Ciências na Educação Básica: uma revisão dos trabalhos publicados. **Revista Contexto & Educação**, v. 32, n. 103, p. 55-86, 2017.

SABINO, J. D.; AMARAL, E. M. R. do. Utilização do perfil conceitual de substância no planejamento do ensino e na análise do processo de aprendizagem. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 23, n. 1, p. 245-265, 2018.

SANTAELLA, L.; NÖTH, W. **Imagem, Cognição, Semiótica, Mídia**. São Paulo: Iluminuras, 1998.

SANTOS, L. M. L.; SILVA, K. M. A e. O ensino de ciências e biologia na base nacional comum curricular: uma análise a partir dos pressupostos teóricos da educação CTS. **Revista Triângulo**, v. 14, n. 3, p. 94-112, 2021.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. de. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em ensino de ciências**, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

SCHNETZLER, R. Construção do conhecimento e ensino de ciências. **Em Aberto**, v. 11, n. 55, 1992.

SCOARIS, R. C. O.; BENEVIDES-PEREIRA, A. M. T.; SANTIN FILHO, O. Elaboração e validação de um instrumento de avaliação de atitudes frente ao uso de História da Ciência no

Ensino de Ciências. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 8, n.3, p. 901-922, 2009. Disponível em: https://reec.webs.uvigo.es/REEC/spanish/REEC_older_es.htm. Acesso em: 01 jan. 2022.

SEUFERT, T. Supporting coherence formation in learning from multiple representations. **Learning and instruction**, v. 13, n. 2, 2003.

SFORNI, M. S. de L.; GALUCH, M. T. B. Aprendizagem conceitual nas séries iniciais do ensino fundamental. **Educar**, Curitiba, n. 28, p. 217-229, 2006.

SILVA, A. F. da; FERREIRA, J. H.; VIERA, C. A. O ensino de Ciências no ensino fundamental e médio: reflexões e perspectivas sobre a educação transformadora. **Revista Exitus**, v. 7, n. 2, p. 283-304, 2017.

SILVA, G. S.; BRAIBANTE, M. E. F.; PAZINATO, M. S. Os recursos visuais utilizados na abordagem dos modelos atômicos: uma análise nos livros didáticos de Química. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 13, n. 2, 2013.

SILVA, H. C. *et al.* Cautela ao usar imagens em aulas de ciências. **Ciência e Educação** (Bauru), v. 12, n. 2. 2006.

SILVA, M. A. A fetichização do livro didático. **Educação e Realidade**, v. 37, n. 3, p. 803-821, 2012.

SILVA, M. V. G.; HUSSEIN, F. R. G. S. O uso de fotografias para avaliação da aprendizagem dos conceitos de fenômenos físicos e reações químicas. **IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, Águas de Lindóia, São Paulo, 2013.

SILVA, J. R.; AMARAL, E. M. Proposta para um Perfil Conceitual de substância. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 13, n. 3, p. 53-72, 2013.

SILVA, J. R. R. T. da; AMARAL, E. M. R. Concepções sobre Substância: Relações entre Contextos de Origem e Possíveis Atribuições de Sentidos. **Química Nova na Escola**, v. 38, n. 1, p. 70-78, 2015.

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 em Educação em Ciências**, v. 8, n. 3, p. 1-17, 2008.

SOUSA, I. V. Gêneros textuais no livro da educação de jovens e adultos. *In*: MORETTO, M (Org.). **O livro didático na Educação Básica**: múltiplos olhares, Paco Editorial, 2017.

STRAUSS, A. E CORBIN, J. **Pesquisa Qualitativa**: técnicas e procedimentos para o desenvolvimento de teoria fundamentada. Porto Alegre: Artemed, 2008.

TALANQUER, V. Macro, submicro, and symbolic: the many faces of the chemistry “triplet”. **International Journal of Science Education**, v. 33, n. 2, p. 179-195, 2011.

TALANQUER, V. La progresión de los aprendizajes sobre la composición, estructura y transformación química de la materia. **Educació química**, p. 4-11, 2020.

TASKIN, V.; BERNHOLT, S. Students' understanding of chemical formulae: a review of empirical research. **International Journal of Science Education**, Philadelphia, v. 36, n. 1, p. 157-185, 2014.

TAVARES, R. Construindo mapas conceituais. **Ciências & Cognição**, Rio de Janeiro, v. 12, p. 72-85, 2007.

TEIXEIRA, F. M. Uma análise das implicações sociais do ensino de ciências no Brasil dos anos 1950-1960. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 12, n. 2, p. 269-286, 2013.

TEIXEIRA, O. P. B. A Ciência, a Natureza da Ciência e o Ensino de Ciências. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 25, p. 851-854, 2019.

TOMIO, D. *et al.* As imagens no ensino de ciências: o que dizem os estudantes sobre elas? **Revista Caderno Pedagógico**, v. 10, n. 1, 2013.

TREAGUST, D.; CHITTLEBOROUGH, G.; MAMIALA, T. The role of submicroscopic and symbolic representations in chemical explanations. **International journal of science education**, v. 25, n. 11, p. 1353-1368, 2003.

VASCONCELOS, S. D.; SOUTO, E. O livro didático de ciências no ensino fundamental proposta de critérios para análise do conteúdo zoológico. **Revista Ciência e Educação (Bauru)**, v. 9, n. 1, 2003.

VITIELLO, A. M. Reflexões sobre as ações do estado e do mercado na produção de livros didáticos de geografia no Brasil. *In*: MORETTO, M. (Org.). **O livro didático na Educação Básica: múltiplos olhares**, Paco Editorial, 2017.

VIDAL, P.H. O.; PORTO, P. A. A história da ciência nos livros didáticos de química do PNLEM 2007. **Ciência e Educação**, v. 18, n. 2, 2012.

WARTHA, E. J.; REZENDE, B.D. Os níveis de representação no ensino de química e as categorias da semiótica de Peirce. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 2, 2011.

WARTHA, E. J.; GUZZI FILHO, N. J.; JESUS, R. M. O experimento da gota salina e os níveis de representação em química. **Educación química**, v. 23, n. 1, 2012.

XIMENES, S. B. **Direito à qualidade na Educação Básica: teoria e crítica**. São Paulo: Quartir Latin, 2014.

ZAMBON, L. B.; TERRAZZAN, E. A. Políticas de material didático no brasil: organização dos processos de escolha de livros didáticos em escolas públicas de educação básica. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, SciELO Brasil, v. 94, n. 237, p. 585-602, 2013.