CEFET/RJ
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

A Mensagem Visual em Imagens para o Ensino de Química: Análise de Livros Didáticos de Ciências da Natureza

Gabriel Marques de Sá

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Educação, do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, CEFET/RJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ciência, Tecnologia e Educação.

Orientadora: Sheila Cristina Ribeiro Rego

Rio de Janeiro

Abril de 2025

A IMAGEM VISUAL EM IMAGENS PARA O ENSINO DE QUÍMICA: UMA ANÁLISE DE LIVROS DIDÁTICOS DE CIÊNCIAS DA NATREZA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Educação, do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, CEFET/RJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ciência, Tecnologia e Educação.

Gabriel Marques de Sá

Banca Examinadora:

_____

Presidente, Professora Dra. Sheila Cristina Ribeiro Rego (CEFET)
(Orientadora)

_____

Professora Dra. Lucia Helena Pralon de Souza (UNIRIO)

_____

Professora Dra. Taís Conceição dos Santos (CEFET/RJ)

SUPLENTES

_____

Professora Dra. Giselle Faur de Castro Catarino (CEFET/RJ)

_____

Professora Dra. Maura Ventura Chinelli (UFF)

Rio de Janeiro

Abril de 2025

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central do CEFET/RJ

S111 Sá, Gabriel Marques de
A mensagem visual em imagens para o ensino de química: análise de livros didáticos de ciências da natureza / Gabriel Marques de Sá. — 2025.
107f. + apêndice : il. color. , enc.

Dissertação (Mestrado) Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, 2025.
Bibliografia : f. 105-107
Orientador: Sheila Cristina Ribeiro Rego

1. Química - Estudo e ensino. 2. Semiótica. 3. Imagens. 4. Livros didáticos. I. Rego, Sheila Cristina Ribeiro. (Orient.). II. Título.

CDD 540.7

Elaborada pela bibliotecária Tania Mello – CRB/7 nº 5507/04

“Isso não é um cachimbo”

René Magritte

AGRADECIMENTOS:

Agradeço primeiramente ao Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Educação. No programa, minha compreensão sobre ciências e ensino de ciências foi levada a locais inesperados e cujo percurso percorrido culminou neste trabalho de pesquisa e em um enorme desenvolvimento profissional. Agradeço também ao povo brasileiro e à Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) por financiar essa pesquisa e permitir que ela acontecesse. A pesquisa é um trabalho sério e só pude realizá-la pois tive as condições materiais para isso.

Possuo enorme gratidão pela minha orientadora, Sheila Ribeiro, que foi paciente, gentil, criteriosa e amiga. O ego acadêmico muitas vezes complica as relações no nosso meio, então foi maravilhoso trabalhar com alguém humilde como você. Não é qualquer pessoa que aceitaria orientar um trabalho maluco desses.

Agradeço também a minha mãe, Adriana, e meu pai, Marco Aurélio, que sempre me incentivaram e batalharam para que eu pudesse alçar meus próprios voos e escolher meu próprio caminho. Em nenhum momento minha escolha de ser professor foi questionada por eles, além de sempre demonstrarem orgulho do meu esforço e minhas conquistas. Obrigado por me criarem e me fazerem chegar até aqui.

Muito obrigado à minha companheira, Luma, a pessoa que mais me ouviu falar sobre signos, símbolos e todos os meus devaneios teóricos. A vida presta contigo, meu bem, e seu apoio quase incondicional foi meu porto seguro nos momentos mais difíceis dessa dissertação. Espero que essa seja apenas mais uma das nossas conquistas que iremos rememorar nas nossas viagens.

Obrigado amigos e amigas, pelos momentos de leveza, jogo, lazer, festa e churumelas. Com vocês eu esqueci das obrigações e pude estar presente para brincar ao invés de trabalhar.

Por último, gostaria de agradecer a minha avó materna, Dona Mirtes. Você me ensinou a ser forte, não murchar e manter a cabeça erguida. Me ensinou a ter responsabilidade, cozinhar feijão com arroz, fazer baldeação e calcular porcentagem de cabeça. Todos os dias antes de sair de casa você me dizia para ter coragem e foi com essa coragem toda que eu consegui chegar até aqui. Mesmo que a cada dia você lembre menos, nunca vou esquecer tudo que você foi, é e sempre será na minha vida. Te amo vó.

RESUMO

A Mensagem Visual em Imagens para o Ensino de Química: Análise de Livros Didáticos de Ciências da Natureza

Imagens podem ser consideradas um recurso importante para o ensino das ciências e dos conceitos científicos. Independente da área, são constantemente utilizadas para representar ou exemplificar diferentes conhecimentos científicos desenvolvidos ao longo dos séculos. Estudantes que aprendem ciências, precisam desenvolver a capacidade de leitura e interpretação dessas imagens e os professores responsáveis terão a responsabilidade de alfabetizar visualmente esses estudantes. Para que haja alfabetização visual dessas imagens, é necessário que todas as pessoas envolvidas em sua produção e interpretação tenham domínio das mensagens transmitidas por elas. A partir dessas ideias, esse trabalho teve como objetivo principal responder a pergunta de pesquisa: como as mensagens visuais relacionadas ao ensino de química são expressas em livros didáticos? Para isso, foi realizada uma pesquisa bibliográfica na qual foram analisadas imagens dos conteúdos referentes às temáticas do átomo e das substâncias presentes em dois livros de ciências da natureza aprovados no Programa Nacional do Livro Didático de 2021. Foi utilizado o método de análise baseado em conceitos chave da semiologia e buscou-se identificar: os tipos de imagens utilizadas; o nível da mensagem visual das imagens; algumas relações entre as imagens e o texto escrito; e momentos nos quais imagens de diferentes tipos de mensagem fossem utilizadas em conjunto. Um total de 84 imagens foram catalogadas e analisadas e foi identificado que imagens de diferentes níveis de iconicidade e abstração foram utilizadas em ambas as temáticas. O nível de mensagem visual mais comum para o átomo foi o nível simbólico, enquanto para as substâncias foi o nível representacional. Os textos presentes nos livros têm a função de conotar e ancorar os significados dos diferentes elementos que compõe as imagens presentes nos livros. Imagens com diferentes níveis de mensagens são pouco utilizadas em conjunto. Convidamos os leitores desse trabalho que se dedicam ao ensina de ciências, e mais especificamente ao de química, a refletir com mais afinco acerca das imagens que utilizamos, pois esse pode ser um dos passos necessários para o desenvolvimento de uma compreensão mais complexa sobre nossas áreas de estudo.

Palavras Chave: Ensino de Química; Semiótica; Imagens; Livro Didático;

Mensagem Visual

ABSTRACT

The Visual Message in Images for the Teaching of Chemistry: Analysis of Natural Sciences Textbooks

Images can be considered an important resource for teaching science and scientific concepts. Regardless of the field, they are constantly used to represent or exemplify different scientific knowledge developed over the centuries. Students learning science need to develop the ability to read and interpret these images and the teachers responsible will have the responsibility of making these students visually literate. That will only happen if everyone involved in producing and interpreting them have a grasp of the messages they convey. Based on these ideas,The main objective of this work was to answer the research question: how are visual messages related to the teaching of chemistry expressed in textbooks? To this end, we carried out a bibliographical survey in which we analyzed images of content relating to the atom and substances in two natural sciences textbooks approved by the 2021 National Textbook Program. The semiology analysis method was used and the aim was to identify the types of images used; the level of the visual message of the images; some relationships between the images and the written text; and moments in which images of different types of message were used together. A total of 84 images were catalogued and analyzed and it was identified that images of different levels of iconicity and abstraction were used in both themes. The most common level of visual message for the atom was the symbolic level, while for substances it was the representational level. The texts in the books have the function of connoting and anchoring the meanings of the different elements that make up the images in the books. And images with different levels of messages are rarely used together.

Keywords: Chemistry Educatio; Semiotics; Images; Textbook; Visual Message

Lista de Imagens

Imagem 1	Representações da Água com Diferentes Níveis de Mensagem Visual	53
Imagem 2	Estrutura de uma molécula de água acompanhada de legenda descritiva	56
Imagem 3	Representação Tridimensional de uma Molécula de Metano (CH4)	58
Imagem 4	Imagens da química com diferentes níveis de iconicidade e abstração	68
Imagem 5	Primeira Representação do átomo no livro multiversos	73
Imagem 6	Primeira Aparição do Átomo no Livro Diálogos	73
Imagem 7	Átomo de Dalton Livro Multiversos	74
Imagem 8	Átomo de Dalton Livro Diálogos	74
Imagem 9	Representação do orbital atômico de um átomo de hidrogênio	75
Imagem 10	Estrutura molecular incorreta do palmitato de Sódio	77
Imagem 11	Modelo Atômico de Rutherford	78
Imagem 12	Modelo Atômico de Nagaoka	78
Imagem 13	Representação do elemento Cálcio	79
Imagem 14	Isótopos do Hidrogênio	79
Imagem 15	Reação química e legenda explicativa	80
Imagem 16	Mão Ensaboada e Molécula de Palmitato de Sódio	81
Imagem 17	Teste de Chama	81
Imagem 18	Fotografia de Jeffreys Moseley	82
Imagem 19	Fotografia de Hantaro Nagaoka	82
Imagem 20	Experimento de Rutherford	83
Imagem 21	Experimento de Rutherford	84
Imagem 22	Experimento de Chadwick	84
Imagem 23	Panela com Água Fervendo	88
Imagem 24	Carro e Estação de Abastecimento de Gás Hidrogênio	89
Imagem 25	Diferentes Formas de Representação do Gás Hidrogênio	89
Imagem 26	Professor e Estudantes de Ciências	90
Imagem 27	Fotografia de Crianças Indígenas da Etnia Xavante	90
Imagem 28	Curva de Aquecimento de Uma mistura Azeotrópica	91
Imagem 29	Curva de Aquecimento de Uma Mistura Genérica	91
Imagem 30	Representação da Reação de Decomposição do Ozônio	92

Imagem 31	Equação da Reação de Produção da Água	92
Imagem 32	Misturas Heterogêneas Sangue e Leite	95
Imagem 33	Mistura Heterogênea Sangue	95
Imagem 34	Estados Físicos Representados por Esferas	96
Imagem 35	Lista de Composição Química de uma Garrafa de Água Mineral	97

Lista de Quadros e Tabelas

Tabela 1	Seleção dos Trabalhos	23
Lista 1	Corpus de Análise	24
Quadro 1	Artigos por Etapa de Ensino	28
Quadro 2	Artigos por Disciplina	29
Quadro 3	Artigos por Ano	30
Quadro 4	Nivel da Mensagem Visual em Imagens Analisadas nos Artigos	32
Quadro 5	Tipos de Imagens Analisadas nos Artigos	33
Quadro 6	Artigos por Etapa de Ensino: Química	35
Quadro 7	Artigos por Ano: Química	36
Quadro 8	Nivel da Mensagem Visual em Imagens Analisadas nos Artigos: Química	37
Quadro 9	Tipos de Imagens Analisadas nos Artigos: Química	39
Lista 2	Livros Selecionados, seções analisados e número de ressalvas	62
Quadro 10	Níveis de Abstração e Iconicidade de Abraham Moles	63
Quadro 11	Total de imagens por livro e temática	70
Quadro 12	Tipos de Imagens do conteúdo átomo e modelos atômicos	71
Quadro 13	Nível da mensagem visual nas imagens do conteúdo átomo e modelo atômico	76
Quadro 14	Tipo da mensagem visual nas imagens do conteúdo átomo e modelos atômicos	86
Quadro 15	Tipos de imagens do conteúdo de substâncias	88
Quadro 16	Nível da mensagem visual das imagens do conteúdo de substâncias	94
Quadro 17	Tipo da mensagem visual nas imagens do conteúdo de substâncias	99

SUMÁRIO

1	Introdução	14
2	Revisão Sistemática	21
2.1	Características Gerais	28
2.1.1	Artigos por Disciplina e Etapa de Ensino	28
2.1.2	Artigos Por Ano	30
2.1.3	Interação com as Imagens	30
2.1.4	Nível da Mensagem Visual	31
2.1.5	Tipos de Imagens	32
2.1.6	Apresenta Referencial da Semiótica?	34
2.2	Características dos Trabalhos Relacionados à Química	35
2.2.1	Artigos por Etapas de Ensino	35
2.2.1	Artigos Por Ano	35
2.2.3	Interação com as Imagens	36
2.2.4	Nível da Mensagem Visual	37
2.2.5	Tipos de Imagens	38
2.2.6	Apresenta Referencial da Semiótica?	39
2.3	Síntese dos Resultados	40
3	Referencial Teórico	41
3.1	Signos, Semiótica e Semiologia	41
3.2	Imagem e a Imagem Científica	46
3.3	Aprendendo a Ler as Mensagens Presentes nas Imagens	49
3.4	Alguns Tipos de Mensagem Visual Presentes nas Imagens da Química	54
4	Metodologia, Resultados e Discussão	60
4.1	Metodologia	60
4.2	Resultados e Discussão	69
4.2.1	Resultados do Conteúdo Átomo e Modelos Atômicos:	70
4.2.1.1	Tipos de Imagens	70
4.2.1.2	Nível da Mensagem Visual – Átomo e Modelos Atômicos	75
4.2.1.3	Relação entre Texto e Imagem	84
4.2.2	Resultados do Conteúdo Substâncias	87

4.2.2.1	Tipos de Imagens	87
4.2.2.2	Nível da Mensagem Visual – Substâncias	93
4.2.2.3	Relação Entre Texto e Imagem	98
	Considerações Finais	107
	Referências Bibliográficas	102
	APÊNDICE 1 – REFERÊNCIAS DOS TRABALHOS ANALISADOS NA REVISÂO SISTEMÀTICA	110

Apresentação

Àqueles que lerão este texto peço licença para me apresentar. Me chamo Gabriel Marques de Sá, sou carioca, tenho 27 anos, sou professor de química e uma pessoa extremamente visual. Desde que possuo consciência, sou aficionado por animação, filmes, desenhos animados, séries de televisão, mangás, desenhos e pinturas. Não lembro qual foi o primeiro filme que assisti, nem da primeira vez que fui ao cinema. Meus pais, tão amantes da cultura visual quanto eu, me introduziram todas essas desde a mais tenra idade.

Sempre preferi prestar atenção ao invés de copiar o quadro. Passava muito mais tempo na locadora do que na biblioteca. Jogava muito mais videogame do que deveria. Desse jeito, passei a minha vida praticando e desenvolvendo meu olhar, para reconhecer padrões, significados e ideias transmitidas visualmente. Não acho que tenha sido surpresa que, no final das contas, eu tenha escolhido me especializar em uma área com potencial visual tão exuberante quanto a química.

No primeiro ano que estudei essa ciência tive o privilégio de ter aulas alternadas entre a sala e o laboratório. Meu professor, Nelson, sempre fez questão de mostrar os fenômenos além de ensinar os símbolos e as fórmulas. Decidi que queria estudar química em uma aula na qual ele jogou sódio metálico na água e “a água pegou fogo”. Depois disso, ele pingou algo que deixou a água rosa. E para finalizar, pingou outra coisa que deixou a água transparente de novo. Em poucos minutos, ele deu toda a explicação do que ocorreu na minha frente e, para mim, tudo fez sentido. Daí em diante nunca mais parei de estudar química e, a partir de 2014, nunca mais parei de ensinar química também.

Meu choque ao ensinar química foi perceber como a maior parte dos meus estudantes possuem uma enorme dificuldade para compreender os signos corriqueiros que utilizamos nessa ciência. Percebi que essa dificuldade acomete uma grande parte dos meus alunos, até mesmo aqueles que possuem facilidade na compreensão de outras partes do conteúdo. A fim de me aperfeiçoar e conseguir auxiliar os estudantes na compreensão dessas imagens e inspirado na disciplina de produção e leitura de imagens que realizei durante o meu mestrado, escolhi investigá-las como meu tema de pesquisa. Espero que essa breve exposição de quem eu sou possa esclarecer o motivo da existência desse trabalho.

1- Introdução

Começo esse texto de forma um tanto quanto pessoal, pois creio que expor a minha motivação seja importante para a compreensão dos meus objetivos. Ao longo das disciplinas obrigatórias, realizadas nas etapas iniciais do meu mestrado na área de Ensino de Ciências, uma pergunta foi feita diversas vezes “Por que ensinar ciências?” e no meu caso mais especificamente “Por que ensinar química?”. Acredito que não existe uma resposta única para essa questão. Cada professor terá sua interpretação e suas motivações para elaborar uma resposta e produzir argumentos que a sustentem. Essas interpretações e motivações por sua vez são subjetivas e estarão diretamente ligadas à visão de mundo que um professor tem e à função que o ensino ocupa nesse mundo.

Particularmente, de forma sintética, respondo que ensino e educo em ciências, especificamente química, pois desejo que meus estudantes sejam capazes de compreender a realidade concreta que os cerca e, a partir dessa compreensão, desenvolver formas de alterar essa realidade. Nas palavras de Paulo Freire, a “Educação não transforma o mundo. Educação muda as pessoas. Pessoas transformam o mundo.” (FREIRE, 1979, p.84). Portanto é necessário fornecer a essas pessoas as ferramentas e ideias que sejam capazes de fazê-las buscar e realizar alguma mudança na sociedade.

Discutir o que é a realidade, ou se a realidade sequer existe, está longe do escopo possível para esse trabalho. Materialistas, idealistas e relativistas já gastaram uma enorme quantidade de páginas e neurônios e essa discussão parece nunca terminar. Entretanto, consideramos que um dos objetivos das pessoas que fazem ciências é compreender e modificar a realidade existente. A maneiras que temos para compreender e representar essa realidade possui limitações.

Podemos pensar nessas limitações primeiramente de forma física. A visão humana, por exemplo, está confinada a uma pequena faixa de comprimentos de onda chamada de “radiação visível”, portanto não conseguimos ver a maior parte das radiações existentes no universo. Por outro lado, existem também componentes subjetivos de uma pessoa que irão influenciar na sua percepção da realidade. Dependendo da sua ideologia ou da cultura na qual um indivíduo

está inserido, os mesmos fenômenos da realidade concreta serão explicados e interpretados de formas diferentes.

A fim de visualizar com maior nível de detalhe os fenômenos naturais, pessoas desenvolveram tecnologias cada vez mais sofisticadas para a obtenção de imagens. E, quando isso não é possível, o ser humano desenvolve uma série de símbolos, códigos e signos para representar essa realidade e mostrar as partes de um fenômeno que a visão não é capaz de alcançar sozinha (JOLY, 1997).

A teoria semiótica (ou semiológica) se baseia na interpretação de diferentes signos, ou seja, formas de representação de algum significado (SANTAELLA, 1983). A interpretação de um determinado grupo de signos ou forma de representação será útil não apenas para compreender mais sobre aquilo que se deseja representar, mas também está intrinsecamente ligada à cultura dos indivíduos e grupos que criam esses signos. Nesse trabalho, utilizaremos a abordagem semiológica, desenvolvida primeiramente por Saussure e expandida por Rolando Barthes, para analisar as imagens de ciências presentes em livros didáticos de ciências da natureza. Imagens essas que podem ser consideradas signos (JOLY, 1994).

É possível relacionar algumas estruturas da linguística com os elementos presentes em uma imagem: a língua e a fala; o significado e o significante; a denotação e a conotação. Com esses conceitos chaves é possível entender, respectivamente, como um signo é utilizado, a forma e o conceito de um signo, e os significados culturais e sociais associados a um determinado signo. (BARTHES, 2006)

Para esclarecer brevemente o que queremos dizer com cultura, utilizaremos as concepções de cultura desenvolvidas por Clifford Geertz, em sua obra A Interpretação das Culturas (1974). O autor defende que o estudo das culturas deve ser interpretativo e não enraizado em modelos ou sistemas pré-determinados. A cultura é pública e sua essência seria todo o sistema de símbolos e significados criados pelas pessoas que vivem e participam do desenvolvimento dessa cultura. Compreender uma cultura e seus elementos implica em um trabalho semiótico de compreensão desse grande emaranhado

de significados e signos no qual essas pessoas se encontram. Ao pensarmos na comunidade científica, o conhecimento foi construído com o auxílio de imagens criadas e obtidas por essa comunidade. A comunicação e o domínio dessas diferentes formas de imagem transpassam o trabalho dos cientistas e as rotinas de estudo daqueles que estudam ciências.

É importante salientar que esses símbolos são extremamente amplos e diversos. Um gesto ou ação, um ditado popular, uma vestimenta, a posição hierárquica de um indivíduo, a linguagem e as imagens são alguns dos símbolos passíveis de interpretação de uma cultura. Portanto, uma forma de analisar ou compreender a cultura que está sendo construída em sala de aula seria compreender os símbolos utilizados em sua criação e disseminação (GEERTZ, 1974).

Consideramos a escola como um espaço, geralmente, de imposição e manutenção cultural. Em um país com um longo histórico de colonização como o Brasil, os conteúdos, ensinamentos e comportamentos estimulados são aqueles que garantem a manutenção das ideias, políticas, modos de viver, pensar e existir dos povos europeus colonizadores (BANIWA, 2019). Modo de pensar esse pautado atualmente na construção de uma sociedade liberal, mercantilista e tecnicista (BANIWA, 2019). Dessa forma, a tendência da escola é ignorar as explicações de fenômenos por uma ótica própria de determinados povos ou grupos de pessoas e dar privilégio a uma cultura específica: a cultura científica construída a partir do conhecimento conhecido como masculino, branco e europeu.

Se tomarmos como corte as disciplinas de ciências da natureza, os conhecimentos fornecidos aos estudantes são oriundos da ciência moderna desenvolvidos majoritariamente na Europa e na América do Norte. Ensinamos sobre as descobertas, os conceitos e as formas de representação criadas por cientistas que aplicaram o método científico na tentativa de produzir uma compreensão mais detalhada da realidade e da natureza. A cultura científica é pautada nessa estrita relação com aquilo que se considera real e material, afasta-se da metafísica e propõe a criação de formas cada vez mais elaboradas para explicar fenômenos simples e corriqueiros. Explicações essas baseadas em símbolos e signos provenientes da cultura científica.

Um grupo de símbolos com grande destaque no ensino de ciências são as imagens desenvolvidas para a representação de fenômenos concretos. De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), no ensino fundamental, é esperado que os alunos sejam capazes de identificar e interpretar imagens de cunho científico, com um foco em aspectos macroscópicos da matéria. Já no ensino médio, esses alunos já devem ser capazes de produzir tais imagens e representações, correlacioná-las a dados e práticas científicas e obter compreensão sobre formas mais abstratas de representação típicas das ciências da natureza (BRASIL, 2018). Portanto, é esperado que os alunos não apenas consigam ler e interpretar imagens de cunho científico, como também devem ser capazes de produzir imagens desse tipo.

Definir o conceito de imagem é uma tarefa complicada. As imagens se apresentam em diversas formas e níveis de complexidade. Ela pode ser uma construção mental, a projeção de uma sombra ou a representação detalhada numa folha de papel de algo que pode ser visto. O que pode se dizer independentemente do seu tipo “Material ou imaterial, visual ou não, natural ou fabricada, uma imagem é antes de mais nada algo que se assemelha a qualquer outra coisa.” (JOLY, 1994, p.42). Toda imagem possui uma relação com o visual e depende dos sujeitos que a produzem e a reconhecem. Todo sujeito é inserido em um momento histórico-social e faz parte de uma cultura. Tais fatores serão indissociáveis para a produção e interpretação de uma imagem ou símbolo. (JOJY, 1994; DONDIS, 1997).

Dessa forma, pode-se pensar que uma imagem científica é construída por alguém que possui intenção na sua criação. Os elementos visuais escolhidos para compor essa imagem serão aqueles que possuem potencial de esclarecer os fenômenos da natureza. Se uma imagem é utilizada para ensinar sobre esses fenômenos é necessário que os elementos representados e o nível de detalhamento dessa representação sejam adequados ao conceito ou conteúdo que se deseja ensinar. E é papel do professor criar possibilidades para que seus estudantes sejam capazes de ler e interpretar tais imagens de cunho científico. A capacidade de ler e interpretar imagens não é inata, mas algo que pode ser desenvolvido (DONDIS, 1997; JOLY, 1994).

Ademais, diversos tipos de mensagens podem ser emitidos e recebidos a partir de uma determinada imagem: mensagens relativas ao nível de detalhamento e relação visual com a realidade (DONDIS, 1997); mensagens relativas aos significados linguísticos; conotados e denotados em uma determinada imagem (BARHTES, 2006), e mensagens relativas aos conteúdos específicos de uma determinada ciência, como a química. Compreender os elementos presentes nas imagens e os significados que eles carregam, ou seja, interpretar o signo pode ser considerada uma forma de alfabetização visual.

A alfabetização visual se aproxima da alfabetização escrita pois depende de um contrato social no qual um grupo de pessoas concordem sobre o significado de uma imagem. De acordo com Dondis (1997), para que haja a alfabetização visual é necessário definir os elementos básicos da comunicação visual para que, a partir da relação entre eles, a mensagem visual possa ser compreendida. A linha, o ponto, a cor, a forma e o contraste são apenas alguns dos elementos básicos utilizados na construção de uma imagem. Esses elementos podem transmitir uma série de significados distintos e a capacidade de compreendê-los é algo adquirido (DONDIS, 1994).

Dentre as muitas formas possíveis de ter contato com essas imagens, o livro didático (LD) se mostra um material importante. Após a consolidação do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), os LD se tornaram o material que a maior quantidade de alunos terá acesso durante o seu percurso escolar (MORI, CURVELO, 2021). Ao longo dos anos, tais livros se diversificaram tanto em conteúdo como na forma com a qual ele é apresentado (MORI, CURVELO, 2021). Em muitos casos, principalmente em regiões que possuem um sistema educacional com menos recursos tecnológicos, o livro didático será o único material que o aluno terá acesso e que não é desenvolvido pelo professor responsável a ensiná-lo. O livro assume função de artefato cultural e poderá propiciar o contato com a cultura científica e os símbolos desenvolvidos pelos cientistas que deverão ser apropriados pelos estudantes

O livro didático é uma ferramenta controversa no campo do ensino de ciências. Mesmo sendo um dos principais materiais de estudo utilizados em sala de aula, a escolha de um livro didático é um campo de disputa. Muitos professores de ciências optam por não o utilizar ou usam mais de uma coleção

com uma mesma turma, buscando equilibrar os pontos considerados fortes e fracos de cada uma delas (MEGID, FRACALANZA, 2003).

Tal material se mostra por muitas vezes útil para professores de ciências, como uma fonte de “Ilustrações com boa qualidade gráfica, visualmente atraentes, compatíveis com a nossa cultura, contendo legendas e proporções espaciais corretas” (MEGID, FRACALANZA, 2003, p.148). A possibilidade de fornecer ao aluno a visualização de fenômenos naturais, experimentos ou modelos científicos é imprescindível para o ensino de ciências e se mostra presente em todas as etapas da educação básica.

A partir de todos os pontos expostos, esse trabalho tem como finalidade responder como as mensagens visuais relacionadas ao ensino de química são expressas em livros didáticos? Para isso, traçamos como objetivo geral analisar os níveis de veiculação das informações visuais de imagens de livros didáticos de ciências da natureza para o ensino médio, que se pretende alcançar com o cumprimento dos seguintes objetivos específicos:

1- Identificar os níveis da mensagem visual (representacional, abstrato e simbólico) das imagens nos conteúdos relacionados ao átomo e às substâncias.

2- Analisar a relação entre imagens de diferentes níveis.

3- Analisar a relação entre as imagens e o texto verbal.

Para que seja possível uma melhor compreensão sobre toda a temática e o cumprimento dos objetivos, essa dissertação será desenvolvida ao longo de 4 capítulos: o presente capítulo introdutório (Capítulo 1); um capítulo que detalha uma revisão sistemática realizada sobre o uso de imagens no ensino de ciências (Capítulo 2) ; um capítulo de referencial teórico no qual são apresentados os principais conceitos referentes às imagens, à semiologia e à alfabetização visual (Capítulo 3); um capítulo que contém a metodologia utilizada, os resultados obtidos e as discussões referentes a eles (Capítulo 4); e algumas considerações finais.

Esperamos que, dessa forma, seja possível compreender melhor o uso das imagens e os diferentes níveis de mensagem visual utilizados na construção do conhecimento científico.

2- Revisão Sistemática

Antes que pudessemos desenvolver a pesquisa principal desse trabalho, precisamos realizar alguma forma de revisão da literatura para que pudessemos compreender de que maneira a leitura e análise de imagens utilizadas no ensino de ciências têm sido realizadas. Para isso foi feita uma pesquisa preliminar que pode ser caracterizada de acordo com Gil (2017), como uma revisão bibliográfica. Esse tipo de pesquisa consiste na análise de materiais já elaborados constituídos principalmente por livros e artigos científicos. Da forma como foi conduzido, esse trabalho também se propõe como uma revisão sistemática:

> método que permite maximizar o potencial de uma busca, encontrando o maior número possível de resultados de uma maneira organizada. O seu resultado não é uma simples relação cronológica ou uma exposição linear e descritiva de uma temática, pois a revisão sistemática deve se constituir em um trabalho reflexivo, crítico e compreensivo a respeito do material analisado (COSTA, ZOLTOWSKI, 2014, p. 56)

Inicialmente foi realizada uma busca por artigos publicados em periódicos na base de dados Scielo utilizando as palavras-chave “imagem”, “ensino de química” e “semiótica” publicados entre os anos de 2004 até 2023. O período de 20 anos foi o limite decidido após algumas tentativas. Buscamos os trabalhos presentes nos últimos 10 anos, depois 15 anos e por último 20 anos. Entretanto, em todos os casos não foi possível encontrar uma quantidade suficiente de artigos, com um total de 6 encontrados no período total de buscas. Esses seis artigos não foram incluídos nesse capítulo.

Para atingir um número de trabalhos suficiente, uma nova busca foi realizada nos anais de evento do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) nos anos de 2023, 2021, 2019, 2017, 2015 e 2013. Esse evento foi escolhido dado a sua magnitude na área e por aceitar trabalhos de todas as disciplinas de ciências da natureza.

Dessa vez, as palavras-chave utilizadas foram “livro didático” e “livro”. A palavra livro foi inserida pois era possível encontrar trabalhos que falavam sobre

livro didático, mas que por algum motivo não eram achados em buscas pelo termo específico. Esse termo não foi utilizado na busca por artigos publicados em periódicos pois, em uma primeira tentativa, apresentou uma quantidade de artigos muito elevada e com temas extremamente diversos. Em contrapartida, a palavra imagem não foi utilizada pois poderia ocultar trabalhos que utilizassem termos mais distintivos como ilustração, fotografia ou representação. Com esses novos buscadores foi atingido um novo total de 28 trabalhos publicados nos anais do congresso ENPEC.

A partir disso, foi realizada a leitura dos resumos dos trabalhos encontrados a fim de selecionar aqueles que seriam úteis para o desenvolvimento da pesquisa. Foram escolhidos os artigos que tinham as imagens presentes nos livros didáticos da área de ciências da natureza, como objeto principal de análise, ou que utilizassem as imagens como uma de suas categorias de análise. Para exemplificar o segundo caso, um trabalho poderia ter como objeto de investigação “o tema solo nos livros didáticos de ciências” e utilizar as imagens presentes nos livros sobre essa temática como uma das suas categorias de análise.

Após tal seleção, os trabalhos foram lidos integralmente e buscou-se identificar algumas características gerais como as quantidades de artigos por evento, a etapa de ensino e a disciplina escolar de cada um; e outras mais específicas das imagens, como os tipos de imagens analisadas, se foi utilizado algum referencial da semiótica na análise das imagens e em qual nível da mensagem visual das imagens, de acordo com Dondis (1997), essas imagens estariam localizadas.

Este capítulo será dividido em duas partes (seções 2.1 e 2.2). Na primeira, será realizada uma análise que englobe os trabalhos de todas as disciplinas de ciências da natureza do ensino fundamental, médio e superior. Em seguida, será dado destaque aos trabalhos relacionados à disciplina de química, visto que esse trabalho se propõe, finalmente, à análise de imagens de conteúdos de química presentes em LDs de ciências da natureza.

Na Tabela 1 é possível observar o número de artigos encontrados por ano do evento, além da quantidade de artigos selecionados para a pesquisa. É

observado um decrescimento no número de trabalhos aceitos nos eventos sobre o tema livro didático ao longo dos anos analisados.

Tabela 1 – Seleção dos Trabalhos

Ano	Encontrados	Selecionados
2013	47	11
2015	46	4
2017	57	6
2019	43	5
2021	19	1
2023	8	1
Total	220	28

Fonte: Elaborado Pelo Autor

O número de trabalhos que tivessem a imagem como foco ou uma das categorias de análise compõe aproximadamente 12% do corpo total de trabalhos encontrados, sendo 28 dos 220 totais. Esse número demonstra que trabalhos envolvendo imagens em livros didáticos de Ensino de ciências não é irrisório, existem pesquisas feitas sobre o tema com uma certa frequência, embora muitas dessas pesquisas não possuam referências teóricas específicas relacionadas às imagens, como veremos a seguir.

O ano com a maior quantidade de trabalhos aceitos sobre o tema foi 2017 e é possível perceber uma queda nas quantidades de trabalho à partir do ano de 2021. Consideramos que a principal causa dessa queda possa ser o momento de Ensino remoto ocorrido entre 2019 e 2021 devido à pandemia mundial de Covid-19. Durante esse período, outros tipos de pesquisa foram mais proeminentes, como as relativas ao uso das TICs ou referentes às metodologias ativas em ambientes digitais de ensino aprendizagem.

A partir dos critérios mencionados anteriormente, os trabalhos presentes na Tabela 1 foram selecionados para compor o corpus de análise desse levantamento bibliográfico.

Lista 1 – Corpus de Análise

Código	**Título**	**Ano**	**Autores**
Ali	A célula em imagens: uma análise dos livros didáticos de Biologia aprovados no PNLD 2015	2017	Regiane Machado de Sousa e Juan Bernardino Marques Barrio
B	Integração de diferentes modos semióticos em textos multimodais de livros didáticos de Física: considerações sobre o caminho de leitura	2017	Esdras Garcia Alves Eduardo Fleury Mortimer
C	Representação de corpos humanos em livros didáticos de ciÊncias em perspectivas históricas	2017	Carine Valiente Sandra Selles
D	Análise do tema Solo nos livros didáticos de Ciências da Natureza	2017	Alexandre Nicolette Sodré Oliveira Jean Dalmo de Oliveira Marques Lucilene da Silva Paes
E	Algumas percepções sobre cientistas em livros didáticos de química	2017	Gabriele Leske Engelmann Marcia Borin da Cunha
F	O experiment de Rutherford em livros de química destinados ao	2017	Ehrick Eduardo Martins Melzer

	Ensino superior: transposição e estilos de pensamento		
G	Representação da mulher cientista nos livros didáticos da década de 2010	2019	Angelica Costa Hylio Fernandes
H	O conhecimento químico nos anos iniciais do ensino fundamental: uma análise dos livros de Ciências aprovados pelo PNLD 2016	2019	Clarianna Ferreira de Matos Leonir Lorenzetti
I	Análise descritiva a partir de tiras cômicas em uma coleção de livros didáticos de Química	2019	José Cunha Flavia Vasconcelos
J	Análise gráfica nos livros didáticos de química do PNLD 2018-2020-um estudo de caso	2019	Gabriel Brito Silva Elaine Pavini Cintra
K	Astronomia Cultural nos Livros Didáticos de Ciências aprovados no PNLD 2017	2019	Érica de Oliveira Cristina Leite
L	A Sexualidade em Livros Didáticos de Ciências dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental	2021	Ivina Pereira Bitencourt Marcos Lopes de Souza
M	Imagens de pessoas negras em livros didáticos na abordagem do saneamento básico	2023	Rhaysa Terezinha Gonzaga Luan de Pinho Raquel de Almeida Dias Carolina dos Santos Fernandes

			Fábio Peres Gonçalves
N	A caracterização do uso de narrativas quadrinizadas nos livros didáticos de Ciências do PNLD 2013 no contexto dos anos iniciais do Ensino Fundamental.	2013	Regina Célia dos Santos Nunes Barros, Mariana Vaitiekunas Pizarro, Jair Lopes Junior
O	Articulação entre conhecimento biológico e cultura em livros didáticos: o que se ensina com a Biologia	2013	Elenita Pinheiro de Queiroz Silva, Lauana Araújo Silva
P	As fotografias dizem por si só? Uma reflexão semiológica dos livros didáticos de ciências por meio das fotografias no contexto da Zoologia no Ensino Médio	2013	Eduardo Franco de Almeida, Sheila Alves de Almeida
Q	As ilustraçõs sobre teias e cadeias alimentares como formadoras de conceitos ecológicos em livros didáticos do Ensino fundamental	2013	Beatriz Cordioli Pereira, Fabiana Aparecida de Carvalho
R	Gráficos cartesianos nos livros didáticos de Química do PNLD 2012	2013	José Everaldo Pereira, Isauro Beltrán Núñez
S	Interação, interpretação e representação: análise semiótica de obstáculos textuais e imagéticos presentes em livros didáticos de química	2013	Karina Aparecida de Freitas Dias de Souza, Paulo Alves Porto
T	A conservação da natureza em livros didáticos de Biologia	2013	Daniel Louzada-Silva, Maria Helena da Silva Carneiro

U	Análise de livros didáticos de Ciências: Imprecisão conceitual, analogias e ilustrações.	2013	Luís Henrique Dall' ava
V	Análise do conteúdo de Sistema nervosa nos livros de biologia aprovanos no PNLEM (2012-2014): uma reflexão a partir das abordagens do processo de Ensino e aprendizagem	2013	Marina Cadete da Penha Dias, Athelson Sthefanon Bittencourt, Manuella Villar Amado
W	Representações da Técnica em Imagens de Livros Didáticos de Física	2013	Guaracira Gouvêa de Sousa, Carmen Irene C. de Oliveira
X	Análise de livros didáticos de Ciências: Imprecisão conceitual, analogias e ilustrações.	2015	Neima Evangelista, Vanessa C. Santos, Charbel N. El-Hani
Y	Os recursos visuais nos livros didáticos do PNLD 2015: uma análise referente ao tema ligação química	2015	Maurícius Selvero Pazinato, Mara Elisa Fortes Braibante, Ana Carolina Gomes Miranda, Renata Texeira Gomes de Freitas
Z	Gêneros e Funções das Histórias em Quadrinhos nos Livros Didáticos de Física – Das Décadas de 1980 a 2010	2015	Edimara Fernandes Vieira, Yassuko Hosoume
A1	O conteúdo de instrumentos ópticos materializado nos livros didáticos de Física	2013	Gabriela Machado Silva, Nádia Cristina Guimarães Errobidart

B1	Análise do conteúdo sobre Artrópodes em Livros Didáticos do Ensino Médio	2015	Laise Barbosa Aquino, Lenice Heloísa de Arruda Silva, Manoel Araécio Uchôa-Fernandes

Fonte: Elaborado Pelo Autor

2.1– Características Gerais

2.1.1 – Artigos por Disciplina e Etapa de Ensino

Existem trabalhos sobre imagens de LD's de ciências da natureza em todas as etapas de ensino. A maior parte dos trabalhos identificados são sobre LD's da etapa do ensino médio. Possivelmente por causa do maior número de disciplinas de ciências da natureza presentes nessa etapa.

O destaque aqui é o pequeno número de artigos sobre LD's de ensino superior. Apenas dois trabalhos do escopo total, ambos sobre LDs de química. Nenhum dos artigos está relacionado com aos cursos de licenciatura, e versam estritamente sobre conteúdos específicos presentes nesses livros.

Quadro 1 – Artigos por Etapa de Ensino

Etapa	Quantidade de Artigos	Artigos
Ensino Fundamental	9	C, D, G, H, K, L, N, Q, U
Ensino Médio	17	A, A1, B, B1, E, I, J, M, O, P, R, T, U, V, W, X, Y, Z

Ensino Superior	2	F, S

Fonte: Elaborado Pelo Autor

Cada artigo foi classificado de acordo com a disciplina do livro didático analisado, essas informações podem ser vistas no Quadro 2. É possível perceber que houve uma maior quantidade de trabalhos publicados sobre LD's da disciplina de ciências. O que era de se esperar, pois a busca foi realizada em um encontro nacional de ensino de ciências que aceita trabalhos do ensino fundamental e nessa etapa não há a subdivisão das ciências em química, física e biologia.

Quadro 2 – Artigos por Disciplina

Disciplina	Quantidade de Artigos	Artigos
Química	8	E, F, I, J, M, R, S, Y
Física	4	A1, B, W, Z
Biologia	7	A, B1, O, P, T, V, X
Ciências	9	C, D, G, H, K, L, N, Q, U

Fonte: Elaborado Pelo Autor

No ensino médio há uma maior quantidade de publicações sobre LDs de química sendo essa quase tão grande quanto a de ciências. Poder-se-ia supor que essa quantidade está relacionada a grande carga simbólica relacionada a disciplina de química, porém na seção seguinte isso será explorado com mais detalhes. A disciplina de física é aquela que apresenta a menor quantidade de trabalhos.

2.1.2 – Artigos Por Ano

Ocorreu uma queda drástica na quantidade de trabalhos ao longo dos anos (Quadro 3). Há uma discrepância na quantidade de trabalhos apresentados no ano de 2013, sendo muito superior aos demais. Porém não foi possível apontar uma justificativa, visto que a temática do ENPEC desse ano não consta na página eletrônica do evento.

Uma possível explicação para a queda nos anos finais, seria que ambos os eventos ocorreram após a pandemia de Covid-19 ocorrida principalmente entre os anos de 2020 e 2021. Com a necessidade da utilização de materiais e plataformas digitais, o foco em trabalhos relativos a materiais que até então eram utilizados majoritariamente na sua forma física pode ter sido substituído pela análise de outros materiais ou formas de ensino.

Quadro 3 – Artigos por Ano

Ano	Quantidade de Artigos	Artigos
2023	1	M
2021	1	L
2019	5	G, H, I, J, K
2017	6	A, B, C, D, E, F
2015	4	A1, X, Y, Z
2013	11	B1, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W

Fonte: Elaborado Pelo Autor

2.1.3 – Interação com as Imagens

Embora a leitura, interpretação e criação de imagens de conteúdo científico esteja presente em todas as etapas da BNCC, apenas em um dos

trabalhos apresentados (Artigo E) houve algum tipo de interação entre alunos e imagens. Em todos os outros casos, a interação com as imagens foi realizada exclusivamente pelos pesquisadores de cada trabalho. Essa interação foi apenas a de leitura e interpretação das imagens, sem que houvesse nenhum caso de proposta de criação ou alteração em imagens.

Ademais, em nenhum dos trabalhos ocorreu a presença de um professor ou uma professora da rede de ensino como um sujeito participante da pesquisa. Dessa forma, não houve qualquer tipo de interação entre esse grupo de pessoas e as imagens presentes em LDs.

2.1.4 – Nível da Mensagem Visual

No Quadro 4 pode-se observar os artigos que contém imagens dos diferentes níveis de representação (DONDIS, 1997). Um mesmo trabalho pode aparecer em mais de uma categoria pois alguns deles analisam imagens de diferentes níveis.

É notório que há uma maior quantidade de trabalhos analisando imagens de nível representacional e abstrato. O nível abstrato engloba uma grande quantidade de tipos de imagens, visto que esse nível é composto por traços característicos do fato visual original apresentados de forma simplificada. Qualquer ilustração ou modelo que não atinja um realismo extremo nem seja composto apenas por elementos visuais criados pelo ser humano se encaixa nessa categoria (DONDIS, 1997).

As únicas imagens consideradas de nível representacional foram as fotografias, visto que elas tendem a representar o fato visual da forma como ele ocorreu, demonstrando a realidade de forma mais detalhada (DONDIS, 1997). As fotografias estão presentes na maior parte dos trabalhos, em todas as disciplinas e representam uma grande variedade de elementos. Pessoas, artrópodes, solo, células, sistemas fisiológicos, aparatos ópticos, enfim, diversos elementos constituintes do processo de construção do conhecimento científico.

Imagens de nível simbólico aparecem em uma menor quantidade de trabalhos, ainda que essas sejam um dos pilares do ensino de ciências da

natureza. As imagens de nível simbólico são aquelas compostas por elementos e símbolos criados pelo ser humano. Gráficos, fórmulas, modelos atômicos e diagramas são apenas alguns exemplos.

Quadro 4 – Nivel da Mensagem Visual em Imagens Analisadas nos Artigos

Nível de Representação	Quantidade de Artigos	Artigos
Representacional	14	A, A1, B, C, D, G, K, L, M, O, P, V, W, Y
Abstrato	17	A, A1, C, D, F, G, I, K, N, Q, S, U, V, W, X, Y, Z
Simbólico	7	B, J, R, S, W, Y

Fonte: Elaborado Pelo Autor

2.1.5 – Tipos de Imagens

No Quadro 5 é possível ver os tipos de imagens analisados em cada artigo, além do nível de representação no qual eles se encaixam dentro do referencial teórico desse trabalho. Os tipos de imagem mais presente nos artigos são as fotografias e as ilustrações, ou seja, imagens que carregam uma forte semelhança visual com o fato real (DONDIS, 1997; BARTHES, 1984). Os demais tipos foram pouco abordados em geral, com exceção dos gráficos que são o elemento visual simbólico mais analisado.

Quadro 5 – Tipos de Imagens Analisadas nos Artigos

Tipo de Imagem	Quantidade de Artigos	Artigos	Nível de Representação
Fotografia	14	A, A1, B, C, D, G, L, M, O, P, V, W	Representacional
Ilustração	11	C, D, F, G, Q, S, U, V, W, X, Y	Abstrato
Pintura	1	K	Abstrato
Modelo 3D	1	K	Abstrato / Simbólico
Tirinha	3	I, N, Z	Abstrato
Gráfico	6	B, F, J, R, S, Y	Simbólico
Fórmulas	1	B	Simbólico
Esquemas	2	A1, Y	Simbólico
Diagramas	1	Y	Simbólico
Tabelas	1	Y	Simbólico
Modelo	1	S	Abstrato / simbólico

Fonte: Elaborado Pelo Autor

Um dado importante a se destacar é sobre o conteúdo das imagens analisadas nesses anos, pois há uma mudança nos elementos visuais que são

escolhidos pelos pesquisadores. Dentre os anos de 2013 e 2015, os trabalhos destacavam características técnicas das imagens, como escala, definição e diagramação (trabalhos P, X, V, B1). Com o passar do tempo os aspectos técnicos perderam relevância e o objeto ou fenômeno representado passou a receber destaque. Trabalhos sobre a representação de cientistas (trabalho E) e de mulheres na ciência (trabalho G) começam a surgir nos anos de 2017 e 2019, enquanto nos eventos mais atuais (2021 e 2023) os únicos artigos encontrados versam sobre gênero e sexualidade (trabalho B) e sobre a representação de pessoas negras em LD's de ciências (trabalho A).

Esse resultado pode demonstrar uma transformação naquilo que se considera importante em uma representação e mostra uma mudança no perfil dos livros didáticos. Isso pode advir do crescimento de correntes mais progressistas sobre o fazer ciência e as pessoas que fazem ciências dentro da área de ensino. Um foco maior sobre o sujeito representado pode ser uma forma de empoderamento e identificação para grupos que foram historicamente invisibilizados ou excluídos do processo de desenvolvimento científico.

2.1.6 – Apresenta Referencial da Semiótica?

De todos os trabalhos analisados, apenas dois apresentaram algum referencial da semiótica ou se declararam como um trabalho referente a semiótica (trabalhos S e B). Isso pode se dar pela grande quantidade de trabalhos que utilizam as imagens apenas como uma das suas categorias de análise. Por isso, a maior parte dos trabalhos, não apresenta uma definição para o que seria o conceito de imagem. A percepção talvez seja de que as imagens já são uma categoria tão presente na vida humana que sua definição se faz desnecessária.

Isso acarreta numa dissonância teórica entre os trabalhos analisados. Cada artigo que apresentou um referencial da semiótica utilizou uma linha teórica diferente. Enquanto um se baseava na semiótica Peirciana (Trabalho S), o outro utilizava das teorias de Kess e Lemke (Trabalho B).

Por outro lado, alguns trabalhos utilizam metodologias para a análise de imagens que não são da semiótica. Destacam-se alguns trabalhos da iconografia, que utilizam Johnestone (Trabalhos C e S), Perales e Jimenez (Trabalhos B e C), além de trabalhos com referências mais específicas como análise de gráficos.

2.2- Características dos Trabalhos Relacionados à Química

2.2.1- Artigos por Etapas de Ensino

A química é a única disciplina que apresenta trabalhos publicados a respeito de todas as etapas de Ensino (Quadro 6). Embora o artigo H tenha sido classificado anteriormente como um artigo de ciências, ele aborda a presença do conteúdo de química em livros de ciências do ensino fundamental. Assim, a química foi a única área onde pôde-se encontrar trabalhos sobre o tema em livros didáticos de ensino superior.

Quadro 6 – Artigos por Etapa de Ensino: Química

Etapa de Ensino	Quantidade de artigos	Artigos
Ensino Fundamental	1	H
Ensino Médio	6	R, Y, E, I, J, M
Ensino Superior	2	S, F

Fonte: Elaborado Pelo Autor

O trabalho H é o único trabalho de química realizado com materiais de ensino fundamental. Nele os autores buscaram compreender de que forma os conceitos químicos são apresentados nos anos iniciais do ensino fundamental 2.

2.2.2 – Artigos Por Ano

Em relação à quantidade de trabalhos publicada em cada ano, a disciplina de química apresenta uma constância de 2 ou 1 trabalhos publicados por edição

do evento. A única exceção foi o ano de 2021 no qual não houve trabalhos sobre o tema.

Quadro 7 – Artigos Por Ano: Química

Ano	Quantidade de Artigos	Artigos
2023	1	M
2021	0	-
2019	2	I, J
2017	2	E, F, H
2015	1	Y
2013	2	R, S

Fonte: Elaborado Pelo Autor

2.2.3 – Interação com as Imagens

Dentre todas as disciplinas, a área de química foi a única que possuiu algum trabalho no qual houvesse a interação de alunos com as imagens. No trabalho E os autores analisaram a percepção dos estudantes sobre imagens de cientistas. Embora o tipo de imagem não tenha sido explicitado no corpo do texto, por se tratar de imagens de cientistas é possível inferir que elas se classifiquem como imagens representacionais ou abstratas. Embora as imagens de nível simbólico sejam as mais presentes nos trabalhos de química, não há nenhum tipo de interação entre estudantes e esse tipo de imagem.

Isso revela que, dentre os trabalhos analisados, não houve nenhuma incidência na qual estudantes realizariam qualquer tipo de interação com imagens do tipo simbólico. Além disso, não houve nenhum caso no qual os estudantes interagissem com as imagens de forma que não fosse a realizar uma leitura ou interpretação. A criação de imagens, por exemplo, que é um fator

importante para a apropriação do conhecimento científico não foi apontada em nenhum dos trabalhos.

2.2.4- Nível da Mensagem Visual

No quadro 8 é possível ver o nível das mensagens visuais presentes nos diferentes trabalhos analisados:

Quadro 8 – Nivel da Mensagem Visual em Imagens Analisadas nos Artigos: Química

Nível de Representação	Quantidade de Artigos	Artigos
Representacional	2	M, Y
Abstrato	4	F, J, S, Y
Simbólico	5	F, J, R, S, Y

Fonte: Elaborado pelo Autor

Em relação ao nível de representação (DONDIS, 1997), existe uma predominância de trabalhos que abordam imagens do nível simbólico. Como demonstrado no tópico anterior, esse número se deve aos trabalhos que têm os gráficos como um dos seus elementos de análise. Por outro lado, outras formas de símbolos criados pela comunidade científica são pouco abordadas nos trabalhos. O que é um tanto quanto inesperado, visto que o conhecimento químico no ensino médio é construído majoritariamente por meio da interpretação e correlação entre símbolos que representam as diferentes estruturas da matéria na realidade. Muitas vezes os próprios gráficos demonstram comportamentos que são explicados a partir das propriedades da matéria que advém da sua organização espacial e da interação entre diferentes espécies químicas. Portanto, pode-se afirmar que a própria interpretação gráfica muitas vezes depende do conhecimento do estudante a respeito de outras formas de representação características da química.

Em relação às imagens de nível representacional, ocorre uma predileção pela análise de imagens que representam pessoas e o fazer científico (Trabalhos C, E, G, M). Apenas em um caso, as imagens analisadas eram referentes a algum conteúdo científico, nesse caso o de ligações químicas. Ocorre uma ausência de trabalhos que analisem outros elementos presentes em imagens de nível representacional, como imagens de substâncias, vidraria de laboratório ou reações químicas. Embora o estudo da química envolva a interpretação de símbolos, os fenômenos químicos ocorrem na realidade concreta e são interpretados, muitas vezes, a partir de mudanças visuais de nível macroscópico. Excluir tais imagens das análises obstrui a possibilidade de entender como essas imagens podem auxiliar os estudantes na compreensão de fenômenos a partir da realidade concreta.

Em apenas um trabalho (Y) ocorreu alguma análise sobre a ocorrência de relação entre as imagens de nível representacional e simbólico - no caso desse trabalho específico, a relação era feita entre os níveis macroscópicos e simbólicos a partir da classificação de Johnestone.

2.2.5 – Tipos de Imagens

Dentre todos os tipos de imagem apresentados nos trabalhos, aquele que aparece com a maior frequência são os gráficos, seja como foco do trabalho ou como uma das imagens analisadas. A análise de gráficos presentes em LD de química pode ser encontrada em todos os anos de evento analisados exceto em 2023. Os gráficos são uma forma simbólica poderosa de síntese e correlação de informações. Sua análise e construção estão presentes ao longo de todo o currículo da disciplina de química, portanto não é surpreendente que haja produção acerca desses elementos.

Um fator importante de se destacar é a ausência completa de modelos tridimensionais nos trabalhos analisados. Isso pode incentivar o pensamento dos alunos de que em uma molécula e todos os elementos estão em um mesmo plano, o que não ocorre na realidade.

Por outro lado, podemos apontar a falta de trabalhos que discutam outros elementos simbólicos presentes nos LD de química – como fórmulas, representações de moléculas, modelos atômicos ou ligações químicas.

Quadro 9 – Tipos de Imagens Analisadas nos Artigos: Química

Tipo de Imagem	Quantidade de Artigos	Artigos
Fotografia	2	M, Y
Ilustração	3	F, Y, S
Pintura	0	
Modelo 3D	0	
Tirinha	1	I
Gráfico	5	F, J, R, S, Y
Fórmulas	0	
Esquemas	1	Y
Diagramas	1	Y
Tabelas	1	Y
Modelo	1	S

Fonte: Elaborado Pelo Autor

2.2.6 – Apresenta Referencial da Semiótica?

A mesma problemática apresentada na seção anterior se repete no caso específico da química. De todos os artigos analisados, apenas um deles utiliza um referencial da semiótica, nesse caso a semiótica Peirciana (Trabalho Y). Pode-se destacar que, o único artigo é de um estudo realizado a respeito de

livros de ensino superior, o que indica uma ausência de referenciais da semiótica em trabalhos de química relativos à educação básica.

2.3 – Síntese dos Resultados

Foi constatado, portanto, que existem trabalhos que utilizam as imagens como foco principal ou como uma das categorias de análise em todos os anos de evento analisado. Além disso, existem trabalhos relacionados a todas as disciplinas. Esses artigos estão inseridos nos níveis de ensino fundamental, médio e superior, tendo a última etapa uma presença bem menos expressiva que as anteriores.

A maior parte dos trabalhos não apresenta as imagens como seu principal objeto de análise e apenas dois utilizam algum referencial da semiótica. Das imagens analisadas nos trabalhos, há uma maior quantidade de imagens nos níveis representacional e abstrato. Em contrapartida, nos trabalhos sobre LDs de química, o nível simbólico é o mais abordado. As imagens simbólicas analisadas nesses casos, são principalmente referentes a tabelas, diagramas e, principalmente, gráficos.

Algumas ausências foram notadas. Primeiramente a de trabalhos no qual houvesse interações entre os alunos e as imagens presentes nos LD que ocorreu em apenas um artigo. Ademais, apenas um trabalho apresentou a relação entre diferentes níveis de representação.

3 - Referencial Teórico

3.1 - Signos, Semiótica e Semiologia

Neste capítulo, precisamos completar a complexa tarefa de trazer as principais definições relacionadas às imagens e à alfabetização visual que serviram de pilar para as discussões realizadas posteriormente. Chamo essa tarefa de complexa por dois motivos: o primeiro é o fato de as definições utilizadas aqui serem bastantes amplas. Definir conceitos como imagem ou signo é algo delicado pois suas polissemias tornam difícil uma definição que abranja todas as suas possibilidades. Em segundo lugar, traremos relações desses conceitos com as imagens utilizadas no ensino de química, por um ponto de vista teórico que não foi encontrado pelo autor desta dissertação durante suas pesquisas. Porém sem deixar que o medo do difícil nos paralise (FREIRE, 1997), um bom ponto de partida pode ser a ideia de signo e suas relações com a semiótica e a semiologia.

A Semiótica e a Semiologia são áreas do conhecimento que se ocupam de qualquer coisa que possa ser considerada como um signo (ECO, 2000). A diferença nos seus nomes vem das suas diferentes escolas de pensamento, uma elaborada por Charles Sanders Peirce (Semiótica) e outra desenvolvida pelo linguista Ferdinand de Saussure (Semiologia). Com o passar do tempo, a palavra semiótica recebeu mais popularidade e passou a ser utilizada como um termo guarda-chuva que cobre as duas teorias (CHANDLER, 2017). Fazendo uma mescla de definições, podemos dizer que a semiótica e a semiologia são campos de estudo similares que investigam os signos, o processo de significação e as possibilidades de comunicação proporcionadas por eles (SANTAELLA, 1983; JOLY, 1994; BARTHES, 2006; ECO, 2000; CHANDLER, 2017).

Para ambas as ciências, um signo é, primeiramente, algo que é utilizado para representar alguma outra coisa (SANTAELLA, 1983; CHANDLER, 2017). O signo não possui uma única forma, ele pode ser uma palavra, um som, um gesto, uma imagem figurativa, um símbolo ou qualquer coisa que possua essa capacidade representativa. Isso se faz possível a partir de um contrato social no qual diversos indivíduos concordam sobre o significado compartilhado de um

signo e o que ele representa (SANTAELLA, 1983; ECO, 2000; BARTHES, 2006; CHANDLER, 2017). O signo não precisa, necessariamente, representar algo que exista de fato no momento histórico no qual ele é utilizado, por isso a semiótica também é a disciplina que investiga tudo que pode ser usado para mentir (ECO, 2000, p.22).

Diferentes formas de um mesmo signo terão capacidades de comunicar sentidos e produzir informações diferentes (BARTHES 1990, 2006; SANTAELLA, 1983; CHANDLER, 2017). Para ilustrar essa ideia, podemos utilizar a água como exemplo. O signo antes de tudo representa alguma outra coisa. A própria palavra água é um signo por si só. Tanto sua grafia quanto sua fonética representam, no idioma português, o conceito da substância água e sua finalidade é representar esse conceito. Uma fotografia é um signo que pode comunicar detalhadamente a forma visual de uma certa quantidade de água em um determinado lugar e momento. A fórmula de Lewis de uma molécula de água comunica sua composição e organização no espaço. Todos esses signos têm algo em comum, representam a água, comunicam características dela, mas não são a água.

Para além de representar, a forma como esse signo é utilizado pode suscitar diferentes respostas e emoções. Sua forma líquida pode significar fluidez e adaptabilidade; sua ausência, seca ou sede; seu excesso, abundância ou desastre. Investigar e estudar os signos é, de certa forma, tentar compreender como todos esses fatores coexistem e comunicam um significado (BARTHES, 2006).

Embora essa definição ampla já sirva como orientação para nossa jornada, precisamos especificar um pouco mais como algumas dessas diferentes escolas de pensamento definem e interpretam os signos. Suas bases teóricas distintas têm como consequência um processo de análise e interpretação dos signos que também é distinto e, a fim de coerência, devem ser explanados.

Charles Sanders Peirce era, antes de tudo, um lógico. Ao longo de sua vida, Peirce desenvolveu uma obra densa, com um portfólio de temas extremamente variados, porém todos eles eram atravessados de certa forma pela visão de Peirce de que os sistemas filosóficos e formas de pensamento estão ancorados primeiramente em um nível lógico (SANTAELLA, 1983). Para

Peirce o signo mantém a relação entre três sujeitos: o representamem que seria a parte perceptível do signo; o objeto representado; e o interpretante, que seria o significado entendido pela pessoa que interpreta o signo. Dessa forma, o processo de significação depende tanto do contexto do signo quanto da expectativa do receptor (JOLY, 1997; SANTAELLA, 1983). Nessa teoria os signos podem ser classificados de forma triádica baseada nas suas funções e na sua forma. Uma das tríades definidas por ele trata da relação entre o signo e o objeto e é composta pelas classificações ícone, índice e símbolo (JOLY, 1997; SANTAELLA, 1983; ECO, 2000). Cada uma delas expressando relações diferentes com o objeto representado.

Ícone é a classe de signos que possuem uma relação de analogia com o objeto representado. Dessa forma, os ícones se assemelham ao objeto de alguma maneira, seja visual (como a fotografia de um copo de água) ou não (como um aroma ou gosto sintético que remete ao natural). Índice é a classe de signos que possuem uma relação casual de contiguidade física com o objeto representado. Como uma pegada para um passo, a fumaça para o fogo, uma poça de água para a chuva. Finalmente, o símbolo é a classe de signos que possuem uma relação de convenção com o objeto representado. Uma bandeira, um número, o diagrama de orbitais moleculares da água, por exemplo, são signos que só representam seus objetos pois foi convencionado por um grupo de pessoas que reconhecem a informação comunicada por ele (JOLY, 1997, p. 38,39).

Embora amplamente utilizada, algumas críticas podem ser elaboradas a respeito da teoria semiótica peirciana. Não entramos nessa discussão nesse trabalho, porém a semiótica peirciana é apenas uma seção de uma teoria filosófica muito mais abrangente que foi elaborada por ele e se baseia na lógica e na razão, embora muitas vezes o processo de desenvolvimento e utilização de alguns símbolos seja arbitrário e não tenha base lógica. A tentativa de especificar as diferentes características dos fenômenos e dos signos que os comunicam gerou uma grande quantidade de definições e categorias que precisam ser dominadas. As principais críticas à teoria estão relacionadas a essas categorias. Por fim, a teoria de Peirce tem uma menor ênfase nos fatores culturais e na dimensão social dos significados (CHANDLER, 2017).

Outro proponente importante de uma teoria para a interpretação de signos foi o linguista suíço Ferdinand de Saussure, que desenvolveu uma teoria para a interpretação dos signos pois acreditava que os signos utilizados na linguística fossem encaixados em uma teoria mais ampla. No seu curso geral de linguística, Saussure afirmava que era necessária a criação de uma ciência que estuda os signos e as leis que o governam e essa ciência deveria se chamar semiologia (do grego semeion, que significa sinal ou sintoma) (CHANDLER, 2017; BARTHES, 2006).

Para ele, o signo seria a união entre dois conceitos distintos e dialéticos: o significado e o significante. Eles são indissociáveis, o significante só existe para expressar um significado. Já o significado não pode ser expresso sem o auxílio de um significante (BARTHES, 2006). O significado seria “a qualidade psíquica do signo” ou a sua forma conceitual. Já o significante seria o elemento utilizado para representar esse significado (BARTHES, 2006; ECO, 2000). No início da teoria de Saussure os significantes seriam apenas os elementos fonéticos de uma língua, porém com o desenvolvimento do campo, outros autores passaram a considerar a palavra escrita e até mesmo objetos concretos como possíveis significantes (CHANDLER, 2017). Tanto a fonética quanto a escrita da palavra água são, por exemplo, significantes que comunicam o conceito (significado) da água.

Os significantes são inicialmente arbitrários. Na alvorada do desenvolvimento de uma língua não há motivo concreto para se utilizar um determinado som para se referir a alguma coisa. Utilizamos um grupo de letras ou sons para definir e transmitir informações do mundo ao nosso redor. Cada significante se definirá a partir da sua diferenciação dos outros, ele é uma coisa pois comunica essa coisa e não alguma outra coisa qualquer (ECO 2000; BARTES 2006). Assim o processo de comunicação é construído a partir de estruturas menores (letras ou fonemas) que se combinam para formar sistemas maiores e mais complexos de significados.

Expandindo o campo da Semiologia, Roland Barthes irá contra uma das ideias iniciais de Saussure. Para ele, a linguística não seria uma área subordinada à semiologia, mas o contrário, pois a mensagem icônica de qualquer sistema de símbolos está sempre numa relação estrutural de

redundância ou revezamento com o sistema da língua, “o sentido só existe quando denotado e o mundo dos significados não é outro senão o da linguagem” (BARTHES, 2006, p.13).

Seria também possível a utilização das estruturas linguísticas exploradas na teoria de Saussure (língua/fala, significado/significante, sintagma/sistema e denotação/conotação) para se analisar qualquer sistema de símbolos. Em sua obra “Elementos da Semiologia” (BARTHES, 2006), o autor discute de que forma essas diferentes duplas de conceitos, que existem em uma relação dialética, podem ser utilizadas na análise semiológica. Embora não tenhamos a pretensão de esclarecer e utilizar todos esses conceitos, alguns deles serão importantes para nossas análises futuras.

Para Barthes (2006), qualquer sistema de signos serve como um veículo de comunicação. Essa comunicação pode ser primeiramente pensada pela dupla língua/fala. A língua seria o sistema de regras, que foi definido por um grupo de sujeitos e que ditam a forma correta de comunicação. Já a fala seria a expressão individual da língua. A língua define os elementos básicos utilizados e as regras para que a comunicação seja possível e a fala se constrói a partir das diferentes maneiras que grupos de pessoas combinam desses elementos básicos para se comunicar. Analisar um sistema de signos em termos desses elementos é compreender os aspectos estruturais do sistema (língua) e os contextos variados que modificam a forma como essa língua é expressa (fala). (BARTHES, 2006, p.17 e 18)

Significado e significante teriam sua definição muito próxima das de Saussure, sendo sua maior diferença a expansão dos tipos de signos que poderiam ser interpretados dentro de seus sistemas culturais como as imagens, a publicidade, os mitos e a moda. Nesse caso o significante pode ser uma imagem, um objeto concreto ou um gesto que é utilizado para expressar um significado. O significado seria o conceito associado a esse significante que irá depender dos costumes, valores, ideologia e cultura dos indivíduos que o expressam (BARTHES, 2006).

O processo de significação pode ser ainda expandido e, além da dupla significado/significante, pode ser interpretado a partir das ideias de denotação e

conotação. O nível de denotação seria o mais simples, no qual o significante possui uma correspondência direta ao significado. Já no nível da conotação os significados atribuídos aos signos são culturais e dependem de compreensões coletivas de um certo grupo (BARTHES, 2006). Muitas vezes, como veremos a seguir, a conotação dos significados presentes em uma imagem pode ser feita a partir de um texto acessório a ela.

Compreendendo esses diferentes conceitos e aplicando-os a um sistema particular, é possível entender quais são os significados atribuídos a certos signos e, consequentemente, que mensagens esses signos são capazes ou não de comunicar. Esses significados dependem da potência do signo e da sua capacidade de penetração em uma massa comunicadora e são capazes de transmitir inúmeros significados a partir da profundidade da interpretação de quem os lê. Assim, não seria forçoso pensar que é possível construir e ampliar a capacidade de leitura que alguém tem sobre um certo grupo de signos de forma similar a um processo de alfabetização. No caso da língua, poderia ser compreendido como a construção de significados compartilhados em relação aos sons e palavras de uma língua (DONDIS, 1997).

Embora o universo das possibilidades das análises semiológicas seja vasto, precisamos restringir nosso campo de análise para que seja possível tirar proveito dessas ideias. Como os signos analisados nessa dissertação são as imagens presentes nos livros de ciências, é hora de pensarmos um pouco sobre o que é uma imagem e algumas características das imagens científicas.

3.2 – A imagem e a Imagem Científica

O uso de imagens pelos seres humanos é anterior ao uso da linguagem escrita: é uma das primeiras formas que nós encontramos para representar e registrar os acontecimentos do mundo que nos cerca. Seja nas pinturas rupestres em cavernas, ou na construção de esculturas simples de pessoas ou animais, a utilização de imagens já acompanha a nossa espécie há algumas dezenas de milhares de anos. Mesmo com o invento de novas formas de representação e comunicação, como a linguagem escrita, em nenhum momento

as imagens deixaram de ser uma forma de representação eficaz e presente na cultura humana.

Definir o conceito de imagem não é nada simples. Imagens existem em uma enorme variedade de formas, com diferentes métodos de produção; podem ser expostas ou projetadas em diferentes suportes; podem requerer diferentes tipos de materiais para existir; e podem possuir diferentes significados dependendo de quem as produz e quem recebe. Assim, a imagem é algo heterogêneo que mobiliza diferentes tipos de signos (plásticos, linguísticos e icônicos) para a construção de um significado (JOLY, 1994).

Devido a mudanças nos períodos históricos, na cultura dos indivíduos e nas capacidades tecnológicas, as possibilidades de utilização e importância das imagens foram moldadas e adaptadas com o passar do tempo. A fotografia possibilitou uma forma de registro em detalhes da realidade até então desconhecida (DONDIS, 1997; JOLY; 1994). O avanço nos telescópios e da microscopia nos permitiram ver galáxias e corpos celestes a milhões de anos luz da terra e reações químicas ocorrendo em escalas nanométricas. Atualmente é possível, até mesmo, criar imagens com softwares de inteligência artificial, que as geram a partir de *prompts* textuais definidos pelo usuário.

Existem até visões de que ocorreu uma espécie de virada pictórica, no qual as imagens são centrais na forma como conhecimento e cultura são produzidos, que se assemelha à virada linguística que ocorreu no século XX. Imagens podem ser consideradas formas complexas de pensamentos e não apenas uma forma de representar ideias, mesmo que as duas formas de linguagem ainda sejam indissociáveis. Com a criação da televisão e subsequentemente a criação da internet, as imagens foram ganhando espaço, destaque e frequência na cultura visual de massas. O que faz com que o controle da produção e da disseminação de imagens seja uma forma de poder e gere impactos na sociedade (MITCHEL, 2015).

Suas formas e características são tão diversas que imagens podem até mesmo não existir de forma concreta, no caso de uma imagem mental por exemplo. Independente dessas características nos apoiamos nas ideias de Joly (1997) para afirmar que:

> ela [a imagem] designa algo que, embora não remetendo sempre para o visível, toma de empréstimo alguns traços ao visual e, em todo o caso, depende da produção de um sujeito: imaginária ou concreta, a imagem passa por alguém, que a produz ou a reconhece (JOLY, p.13, 1997).

É possível extrair duas ideias iniciais sobre as imagens a partir desse trecho. A primeira é que a imagem carrega alguma semelhança com o visual, dessa forma possui uma característica de analogia, remete a algo e o representa a partir de traços visuais reconhecidos. A segunda é a sua relação com um sujeito. Existe alguém que produz uma imagem e geralmente a faz com alguma intenção específica. Existe também um sujeito leitor que interpreta a imagem criada por outro.

O caráter de analogia é intrínseco a diversos tipos de imagens pela semelhança analógica que muitas imagens podem carregar em relação a algum objeto ou fenômeno. Essa relação de semelhança acarretará consequências para a compreensão dessas imagens. Ela pode ser entendida como um signo pois tem a função de representar, possui semelhança, mas não é aquilo que representa. Também pode ser interpretada como um signo analógico pois a semelhança é o princípio do seu funcionamento (JOLY, 1994). Essa semelhança muitas vezes está relacionada a algo concreto que pode ser representado de forma mais detalhista e realista ou mais simplificada. Mesmo as representações mais realistas são uma cópia dessa realidade pois são construídas a partir de convenções culturais de representação, escolhas técnicas e estéticas e do contexto histórico de sua produção (AUMONT, 2002).

Isso nos leva à segunda ideia de que a imagem é produzida por alguém, que possui intenções específicas na sua produção e será lida por alguém que precisa reconhecer e compreender os elementos presentes em uma imagem e os significados que eles suscitam (DONDIS, 1997; JOLY, 1994). No campo das ciências naturais essa característica pode ser levada ao extremo, já que até certo ponto, existem imagens científicas que só poderão ser lidas por especialistas.

As imagens estão presentes em todas as áreas científicas e as imagens específicas desse campo estão ligadas à visualização e representação de fenômenos. Geralmente são imagens elaboradas a partir de uma teoria científica

ou de experimentos científicos que permitem uma observação mais ou menos direta ou sofisticada da realidade. Essas imagens serão responsáveis por demonstrar aquilo que a visão não alcança (JOLY, 1994). Muitas vezes, não carregam traços visíveis do fenômeno da forma como ele é observado na realidade.

Diferentes tipos de imagens científicas destacam ou escondem esses tipos de características dependendo do conceito que se deseja representar. Em certos casos, essas imagens podem atingir uma abstração máxima, sem que haja qualquer relação visível com o fenômeno observado (MOLES, 1976). O avanço na compreensão de determinados tópicos requer como consequência a utilização de uma gama de imagens cada vez mais complexas para se expressar um determinado fenômeno.

Tais imagens científicas estarão presentes em livros didáticos de ciências e, juntos de outros tipos de imagem, serão utilizadas para exemplificar, definir conceitos e delinear problemas (REGO e PRALON, 2022). Os tipos de imagens utilizados dependem do conteúdo abordado e das características que se deseja destacar de um determinado objeto ou fenômeno científico. Porém se considerarmos que a capacidade de ler e interpretar uma imagem não é inata (DONDIS, 1997), precisamos então definir formas acessíveis para que sua leitura e compreensão sejam possíveis. Embora as imagens científicas tenham sido primeiramente criadas para serem lidas por especialistas, durante a educação básica é esperado que os estudantes sejam capazes de reconhecer, interpretar e até mesmo criar algumas dessas imagens (BNCC, 2018). Portanto, gostaríamos de refletir sobre um possível caminho para a construção da capacidade de leitura e interpretação dessas imagens.

3.3 - Aprendendo a Ler as Mensagens Presentes nas Imagens

Como vimos na seção anterior, a interpretação e a leitura de imagens e signos não é uma tarefa simples. É necessário que a pessoa tenha um conhecimento sobre os elementos que constituem aquela imagem ou signo, conhecimento esse que muitas vezes é oriundo da vivência e do contrato social existente sobre o significado de uma determinada imagem. A fim de propor uma

forma de compreensão sobre o tema, a autora Donis A. Dondis cunhou um conceito muito útil para nossa discussão na sua obra “Sintaxe da Linguagem Visual” (1997). Esse conceito se chama alfabetismo visual.

Dondis (1997) defende que o processo de aprendizagem de leitura de uma imagem se aproxima do processo de compreensão de uma língua ou de um idioma. Todo idioma será composto por elementos básicos - como letras ou fonemas - cujas infinitas possibilidades de combinação geram estruturas cada vez mais complexas utilizadas em sua comunicação. Letras se combinam para formar palavras, palavras formam frases e frases carregam ideias e conceitos. Para a autora a alfabetização, ou o alfabetismo, é um processo que ocorre a partir da compreensão mútua do significado de algo por um grupo específico que os interpreta. Ou seja, para que alguém seja alfabetizado em um idioma, é necessário que essa pessoa compreenda os significados comuns atribuídos a todo o corpo de signos utilizados em sua construção e comunicação (DONDIS, 1997).

Dessa forma, a autora discute que para que seja possível realizar uma alfabetização visual primeiro seria necessário definir quais são os elementos visuais básicos que podem compor uma imagem. A linha, a forma, a cor, o contraste e a perspectiva são apenas alguns dos elementos elencados pela autora. A partir da compreensão desses elementos é possível entender como a relação entre eles pode gerar infinitos significados. Uma linha que faz a divisão entre dois territórios em um mapa é uma fronteira que separa locais e culturas; a mesma linha ao invés de separar pode ser utilizada para conectar duas letras em um espaço não definido e ser interpretada como uma ligação química. Independente da forma como esses elementos são utilizados, a capacidade de leitura e compreensão deles não é inata do ser humano e precisa ser aprendida ao longo da vida, seja de maneira formal ou pela vivência e contato com esses símbolos.

Consideramos que as diferentes formas de representação dos átomos e das substâncias podem ser consideradas elementos visuais básicos que devem ser conhecidos por qualquer pessoa que tenha a pretensão, ou seja obrigada, a estudar química. Por isso são o tema central de investigação desta dissertação. Todos os conteúdos de química dependerão, até certo ponto, da utilização de

fórmulas e outras formas de representação adequadas aos átomos, elementos químicos e substâncias.

Ao pensarmos em um ambiente formal no qual esse alfabetismo visual é realizado, a escola se mostra um espaço importante. A compreensão sobre os elementos presentes em uma imagem utilizada no meio científico nunca é trivial. Todos os elementos presentes, seja em um gráfico ou em uma molécula, são carentes de significados caso esses não sejam apresentados às pessoas que os tentam compreender. O contato com essas explicações muitas vezes será proporcionado pelos profissionais de educação responsáveis pelo ensino das disciplinas científicas ou pelos materiais didáticos que servirão de referência em momentos de estudo e prática realizados por estudantes. Durante as aulas ou em momentos de estudo, diversos tipos de imagens científicas são apresentados e explicados aos alunos, representando fenômenos e associando significados às formas de representação desses fenômenos.

Existem diversas formas de se representar um mesmo objeto ou fato visual e sua forma estará relacionada ao nível de mensagem visual que uma determinada imagem é capaz de transmitir (DONDIS, 1997). Existem diversos signos, dos que possuem maior detalhamento e capacidade representacional até os mais abstratos desvinculados da realidade visual. Aprender o significado desses signos se aproxima ao processo de aprendizagem de uma língua, embora muitas vezes possa ser mais subjetivo do que a interpretação de uma língua em si. Embora a língua seja comparável ao modo visual, não existe competição entre ambos e é necessário entender a viabilidade e a efetividade de cada uma delas em um determinado contexto (DONDIS, 1997; BARHTES, 2006).

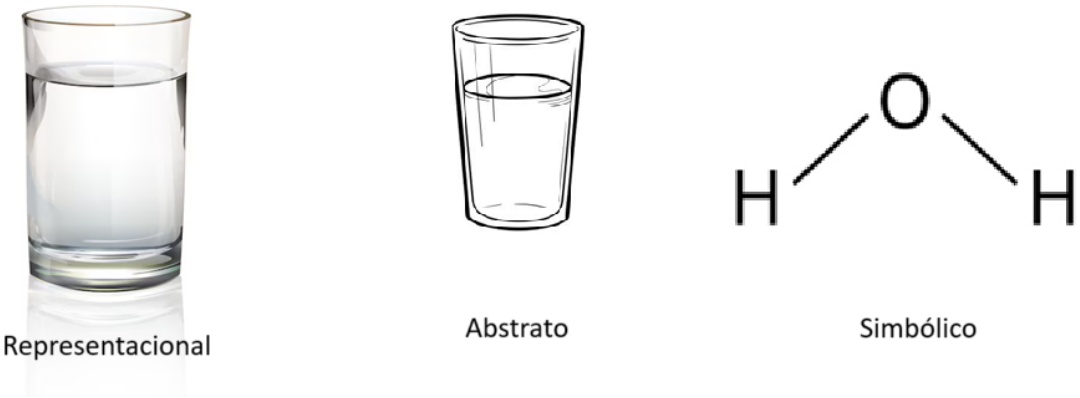
Ainda na mesma obra, Dondis (1997) irá definir três níveis distintos para a mensagem visual de uma imagem: o representacional, o abstrato e o simbólico. A autora aborda os níveis da mensagem visual como uma forma de organizar e compreender as diferentes camadas de complexidade que envolvem a comunicação visual. A autora propõe que as mensagens visuais operam em níveis diferentes, que vão desde o mais básico e direto (representacional) até o mais complexo e interpretativo (simbólico).

O nível representacional é aquele que carrega maior similaridade visual com o fato ou fenômeno representado. Sua principal função é mostrar o que se vê e da forma que se vê representando a realidade de forma visualmente reconhecível. Seu potencial de utilização reside na familiaridade e na proximidade da imagem com o fato visual representado. Muitas vezes não é necessário possuir um nível de alfabetismo visual mais complexo para ler e interpretar uma imagem de nível representacional. Uma fotografia de um copo de água, por exemplo, é uma imagem de nível representacional (DONDIS, 1997, p. 85).

O nível abstrato não reproduz o fato visual de forma literal, mas o demonstra de forma simplificada e estilizada. Nesse nível, as qualidades cinestésicas de um objeto visual são reduzidas aos seus componentes visuais básicos. Esse nível tem a peculiaridade da seleção de informação que será mostrada, visto que os elementos visuais que serão utilizados no processo de abstração são definidos pela pessoa que cria essa imagem (DONDIS, 1997, p. 85). Modificações na cor, na escala ou no contraste podem ser utilizados para destacar alguma característica importante, enquanto aquilo que se considera desnecessário é ocultado durante o processo de abstração. A ilustração de um copo d'água é um exemplo de uma imagem com nível de mensagem visual abstrato.

Por fim, o nível simbólico é aquele que carrega a maior carga de informação. Imagens desse nível compõem “O vasto universo de sistemas de símbolos codificados que o homem criou arbitrariamente e ao qual atribuiu significados” (DONDIS, 1997, p.85). De todos os níveis, esse é o que possui, geralmente, a forma mais simplificada, pois quanto mais simples um símbolo é mais fácil será sua capacidade de assimilação. Além disso, esse é o que tem maior capacidade comunicativa, pois uma série de informações podem ser codificadas e inseridas em um símbolo. A fórmula química de uma molécula de água ou a estrutura de Lewis de uma molécula de água podem ser consideradas imagens de nível simbólico. Abaixo (Imagem 1) diferentes formas de representação da água com níveis de mensagem visual distintos podem ser obersavados.

Imagem 1 – Representações da Água com Diferentes Níveis de Mensagem Visual



Fonte – O Autor

A autora destaca que esses diferentes níveis não são antagônicos, porém se sobrepõem, interagem e reforçam mutuamente suas potencialidades. Cada um deles é utilizado com propósitos diferentes e modificam a informação contida em uma imagem. A fotografia de uma substância química nada revela sobre sua estrutura molecular por exemplo, entretanto uma molécula não é capaz de transmitir a realidade visual de uma substância - mesmo que algumas inferências sobre a aparência de uma substância possam ser realizadas a partir de uma fórmula molecular, pois isso só pode ser feito por alguém que tenha uma compreensão mais aprofundada a respeito desses símbolos e dos seus significados. Nas palavras da autora:

> A interação entre propósito e composição, e entre estrutura sintática e substância visual, deve ser mutuamente reforçada para que se atinja uma maior eficácia em termos visuais. Constituem, em conjunto, a força mais importante de toda comunicação visual, a anatomia da mensagem visual (DONDIS, 1997, p.105).

De toda forma, mesmo com a importância da anatomia da mensagem visual, muitas vezes apenas as imagens são insuficientes para definir e explicar um conceito. Por isso é importante que outras formas de linguagem sejam associadas à utilização de diferentes imagens. Na próxima seção, exploraremos algumas maneiras como o texto escrito pode auxiliar na compreensão das imagens presentes nos livros didáticos de ciências

3.4 - Os Tipos de Mensagem Visual Presentes nas Imagens da Química

Todo o corpo de imagens que será analisado neste trabalho foi retirado de algum livro didático de ciências. Esse fato nos impele a ampliar um pouco mais a nossa análise e incluir também, de alguma forma, os textos presentes nos livros didáticos, pois as imagens presentes no livro didático não existem por si só e estão sempre associadas a alguma forma de texto. Seja esse o texto corrido que explica e contextualiza todo o conteúdo presente no capítulo; seja esse texto uma legenda ou etiqueta que traz significado à imagem utilizada para representar algo. A imagem possui uma retórica própria e o texto pode ser um aliado poderoso na interpretação dessa retórica.

Baseamos nossa discussão nas ideias de Roland Barthes expressas no texto “A Retórica da Imagem” presente no livro o Óbvio e o Obtuso (1990). Nesse texto, Barthes (1990) realiza a análise de uma campanha publicitária de uma marca de massas para demonstrar de que forma diferentes significados são atribuídos aos elementos que constituem essa propaganda. Temos clareza de que uma campanha publicitária e um texto didático possuem finalidades diferentes, porém uma parte da discussão realizada pelo autor pode ser útil ao pensarmos nas imagens presentes nos livros didáticos.

Ao analisar um cartaz da marca Panzani, Barthes (1990) discute de que forma os elementos visuais utilizados e a legenda presente na imagem tentam construir um significado de “italianidade”. São utilizadas cores da bandeira da Itália, ingredientes comumente associados à culinária italiana (como macarrão, tomate e cebola), além da inscrição “massas, molho, parmesão. Um luxo italiano” (tradução do autor). Tudo nessa propaganda é organizado para remeter essa massa à Itália e, consequentemente, assegurar a qualidade do seu produto. É justamente a união de todos esses elementos que constrói o significado de italianidade pretendido. Um tomate, uma cebola ou uma massa não são capazes de transmitir a ideia de italianidade isolados (BARTHES, 1990).

Assim, Barthes (1990) demonstra a forma como o texto e a imagem interagem na construção dos sentidos, destacando três tipos de mensagem diferentes. A primeira é a mensagem linguística. A imagem será interpretada por uma pessoa e o raciocínio construído para a sua interpretação é perpassado por

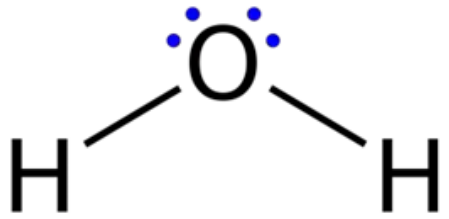
uma língua. Além disso, quando existem títulos, slogans, legendas ou etiquetas presentes nas imagens, essas terão duas funções principais: a de ancoragem, que guia a interpretação dos elementos presentes nas imagens e a de revezamento que complementam os possíveis sentidos presentes nas imagens. No caso das massas Panzani, a legenda guia a interpretação da imagem e aponta os ingredientes presentes como componentes de uma culinária específica (BARTES, 1990, p.30).

A segunda é a mensagem detonada, que remete ao conceito de denotação presente na teoria semiológica. A mensagem denotada é aquela literal, cujo significado possui menor dependência de fatores sociais ou culturais e que representa o que um leitor dessa imagem consegue ver sem grandes necessidades de interpretação. No caso do anúncio das massas Panzani é possível ver produtos alimentícios, uma rede e um fundo vermelho (BARTHES, 1990, p.34).

Por fim, a mensagem conotada se alicerça nas ideias de conotação da semiologia. Nessa mensagem se encontra o nível dos significados culturais e das associações e, portanto, dependem diretamente do repertório cultural do receptor da mensagem. No caso das massas Panzani a mensagem conotada está na associação dos elementos da imagem a uma região geográfica específica da Europa. Cores e produtos alimentícios são selecionados e organizados para construir a ideia de italianidade reforçada pela legenda. (BARTHES, 1990, p.31). O macarrão não foi inventado pelos italianos, o tomate é originário do continente americano, porém um macarrão com molho de tomate é um signo diretamente associado à cultura italiana.

Podemos realizar o mesmo exercício utilizando um exemplo fictício de uma imagem presente em um livro de química acompanhada por uma legenda. Vejamos a imagem 2, por exemplo:

Imagem 2: Estrutura de uma molécula de água acompanhada de legenda descritiva



Estrutura de lewis de uma molécula de água formada por: dois átomos de hidrogênio, um átomo de oxigênio, duas ligações covalentes e dois pares de elétrons.

Fonte: O Autor

Primeiramente, a mensagem linguística se encontra na legenda, que guia a leitura da imagem e define o significado dos elementos presentes nessa representação da molécula. A mensagem denotada seria simplesmente os elementos presentes despidos de significados culturais, nesse caso temos duas letras H, uma letra O, duas linhas retas e quatro pontos azuis. Já a mensagem conotada, que está revelada explicitamente na legenda, depende da compreensão do significado desses elementos dentro do estudo da química. As letras H são átomos de hidrogênio; a letra O um átomo de oxigênio; as linhas retas são ligações covalentes; e os quatro pontos azuis são os pares de elétrons não ligantes.

Para aqueles que dominam os significados desses signos, a mensagem conotada pode ser percebida sem a necessidade de uma legenda ou qualquer outra forma de texto que as complemente. Porém para se atingir esse ponto, é necessário que essa informação seja aprendida de alguma forma. O professor ou a professora responsável pelo ensino da disciplina terão papel crucial na construção da capacidade que os alunos têm de interpretar essas imagens, porém o docente não é o único responsável por isso. Os textos presentes nos diferentes materiais didáticos utilizados pelos estudantes também terão o papel de explicitar os significados conotados nas imagens científicas.

Inspirado nessas ideias, o autor deste trabalho buscou identificar alguns tipos de mensagens conotadas comumente presentes nas imagens da química, para que fosse possível realizar uma análise um pouco mais específica para essa ciência. A partir da práxis docente do autor e da leitura de diversos livros

didáticos de química ao longa da sua trajetória, a mensagem conotada foi decomposta em três tipos diferentes: a mensagem composicional, a mensagem estrutural e a mensagem comportamental. Destacamos que essas três categorias foram criadas por um pesquisador que ingressou no estudo das imagens durante seu curso de mestrado e que podem ser expandidas. Essa é uma tentativa inicial para que seja possível definir uma categorização mais objetiva sobre as mensagens conotadas presentes nas imagens da química.

O estudo da química moderna é constantemente transpassado por três ideias sobre a natureza da matéria. A primeira é a de composição, ou seja, que os diferentes tipos de substâncias, misturas ou estruturas menores (como o átomo) são compostas por alguma coisa. A segunda é a de estrutura, a forma como esses diferentes componentes estão organizados entre si no espaço. E a terceira é a de comportamento, que remete às propriedades físicas e químicas expressas por diferentes sistemas quando submetidos a algum estímulo ou sofrem alguma transformação. Cada tipo de mensagem visual da química conota uma ou mais dessas ideias.

A fim de destaque e exemplificação, a mensagem composicional diz respeito à capacidade que um signo tem de comunicar os elementos constitutivos de uma determinada substância ou sistema. Podemos citar como exemplo as fórmulas químicas (como a fórmula H2O) ou uma lista de composição de misturas (como o rótulo de um cosmético).

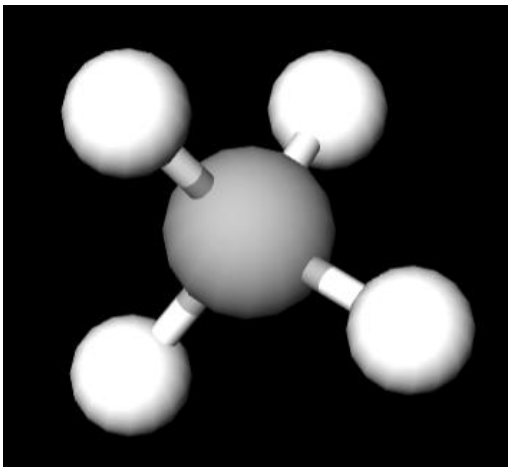
A mensagem estrutural diz respeito à capacidade que um signo tem de comunicar a ordenação espacial dos elementos ou componentes de uma determinada substância ou sistema. São exemplos uma fórmula em bastão, a montagem de um experimento ou um diagrama de solvatação.

Por fim, a mensagem comportamental é referente a capacidade do signo de comunicar as propriedades das interações e mudanças químicas e físicas sofridas por uma substância ou um sistema. A equação de uma reação química, um gráfico de mudança de estado físico e a fotografia de um teste de chama são alguns exemplos.

É importante destacar que essas categorias não são excludentes. Uma única imagem pode transmitir todas essas mensagens ao mesmo tempo. O

modelo tridimensional de uma molécula de metano (Imagem 3) comunica quais elementos químicos existem na substância e a quantidade específica de cada um (mensagem composicional), porém também demonstra a distância relativa entre esses átomos e a geometria de suas ligações químicas (mensagem estrutural). Além disso, dado a sua estrutura simétrica, é uma molécula apolar e, dada sua pequena massa, é um gás nas condições normais de temperatura e pressão (mensagem comportamental). A capacidade de interpretação dessas diferentes mensagens é aprimorada pela compreensão dos significados conotados a cada um dos elementos presentes em uma imagem da química.

Imagem 3: Representação Tridimensional de uma Molécula de Metano (CH4)



Fonte: O autor

Por outro lado, imagens e signos de diferentes tipos serão capazes de transmitir o mesmo tipo de mensagem visual. Tanto a imagem da queima de um combustível quanto sua representação química, expressam um comportamento de determinada substância (mensagem comportamental). Ainda, uma imagem obtida por difração de raios X e a ilustração de uma rede cristalina revelam o posicionamento dos átomos de uma substância sólida (mensagem estrutural).

Devido a essa polissemia, os textos presentes nos livros didáticos, seja o texto corrido, as legendas ou as etiquetas, terão papel de destacar o tipo de mensagem da química que se quer transmitir com cada uma das imagens utilizadas. Diferentes tipos de mensagem terão maior destaque em etapas diferentes do ensino e da aprendizagem. A mensagem estrutural, por exemplo,

será balizar em todo o estudo da geometria molecular ou do modelo atômico. A mensagem comportamental recebe destaque em diversos tópicos da físico-química, por meio de gráficos, equações e na análise de reações químicas. Por fim a mensagem composicional será bastante evocada no estudo da química geral, das funções orgânicas e inorgânicas. Em suma, as três categorias estão contempladas ao longo de todo o ensino da química e, na visão do autor, também estão intimamente ligadas à capacidade de compreensão dos conceitos químicos.

Consideramos que ser capaz de reconhecer as diferentes mensagens expressas por signos químicos seja uma das formas de auxiliar os estudantes na compreensão do conhecimento químico, porém, questionamos quais tipos de signos e de mensagens são mais utilizados em livros didáticos da área para descrever essa realidade. Embora a nível de análise científica as consequências dos comportamentos de uma substância ou sistema venha da sua composição e da sua estrutura, na arena do cotidiano esses signos não estão presentes. Uma pessoa não precisa conhecer a composição de uma fumaça para reconhecer os possíveis prejuízos das fumaças de queimadas que preencheram os céus do Brasil no ano de 2024. Nem identificar visualmente o mecanismo de reações químicas para saber que não se deve misturar água sanitária com outros produtos de limpeza.

Auxiliar os estudantes na compreensão dessas diferentes mensagens conotadas em todos os tipos de imagens da química pode ser um caminho no desenvolvimento de um alfabetismo visual. É necessário que imagens de diferentes tipos e níveis de mensagem visual sejam utilizadas para representar as diferentes mensagens visuais conotadas na química. Todas essas formas são importantes para a compreensão e o desenvolvimento da química como ciência e espera-se que os livros didáticos realizem isso.

4- Metodologia, Resultados e Discussão

4.1- Metodologia

A presente pesquisa adota como procedimento técnico a pesquisa bibliográfica, que segundo Gil (2002) caracteriza-se pelo desenvolvimento a partir de material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos. Este tipo de pesquisa torna mais possível uma generalização dos resultados do que em outros tipos de pesquisa

Esta vantagem se torna particularmente importante quando o problema de pesquisa requer dados muito dispersos. No entanto, Gil (2002) enfatiza que é necessário um cuidado especial na seleção das fontes bibliográficas, uma vez que fontes secundárias podem apresentar dados coletados ou processados de forma equivocada. Assim, para minimizar esta possibilidade, é fundamental que o pesquisador se assegure das condições em que os dados foram obtidos e analise em profundidade cada informação para descobrir possíveis incoerências ou contradições.

Este trabalho também se caracteriza como uma pesquisa descritiva que, de acordo com Gil (2002), tem “como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou, então, o estabelecimento de relações entre variáveis.” (p.42). Especificamente, deseja-se descrever as características das imagens utilizadas em livros didáticos de ciências da natureza e se há relação entre imagens com diferentes níveis de mensagem visual. Essa abordagem exige um método de coleta e análise padronizado para que seja possível identificar tendências e padrões nos objetos, grupos ou fenômenos estudados. Entretanto, não permite explicar as causas de determinados fenômenos e possui uma determinada subjetividade, visto que as análises passam pelo escrutínio do sujeito que analisa os dados obtidos.

O material bibliográfico escolhido para a pesquisa foram livros didáticos de ciências da natureza do ensino médio do PNLD de 2021. A escolha de livros do PNLD foi realizada por causa da sua abrangência territorial e numérica, pois os estudantes que passarem pelo ensino médio em escolas públicas terão acesso a esse material didático para estudo. Essa foi a primeira edição do PNLD

que forneceu livros para o ensino médio após a consolidação da mais recente reforma dessa etapa de ensino. Portanto, não existem mais livros exclusivamente de química, apenas livros de ciências da natureza nos quais podem ser encontrados os conteúdos referentes ao ensino da química[1].

Até o momento de escrita deste trabalho, os dados sobre a utilização e aquisição dos livros do PNLD de 2021 ainda não haviam sido disponibilizados para público, por isso foi necessário definir outra forma de escolher os exemplares que seriam analisados. O critério de seleção foi o número de falhas pontuais relacionadas ao projeto gráfico que cada livro teve. Como todos os livros de ciências da natureza foram “Aprovados com Ressalvas” e precisaram passar por ajustes antes da sua aprovação final, buscou-se identificar os livros que tivessem a maior e a menor quantidade de ressalvas sobre seu projeto gráfico e as imagens utilizadas na obra. Dessa forma, os dois livros selecionados foram os livros “Multiversos - Ciências da Natureza”, com um total de 4 falhas identificadas, e o livro “Diálogos - Ciências da Natureza e Suas Tecnologias” que continha 27 falhas (BRASIL, 2020). Os livros foram obtidos digitalmente e de maneira gratuita na página eletrônica das editoras de cada um deles.

Após a escolha dos livros, foram definidos os temas: modelo atômico e substâncias, considerados temas básicos imprescindíveis para o estudo do conteúdo da química, visto que todos os assuntos estudados no ensino médio dependem, até certo ponto, do domínio desses conteúdos e das suas diferentes formas de representação. Os códigos dos livros na avaliação do PNLD, seus títulos, seções analisadas e número de ressalvas podem ser vistos no quadro abaixo.

[1] Durante o momento de escrita essa pesquisa e da realização do PNLD de 2021, os livros das disciplinas de química, física e biologia estavam unificados em obras de ciências da natureza como consequência da organização curricular proposta pelo Novo Ensino Médio estabelecida pela Lei Nº 13.415/2017. Porém com o “Novo” Novo Ensino médio, estabelecido pela Lei Nº 14.945/2024, as disciplinas e os livros didáticos voltaram a ser seprados.

Lista 2 – Livros Selecionados, seções analisadas e número de ressalvas

Código do Livro	Título do Livro	Seções Analisadas	Número de Ressalvas
0196P21203	DIÁLOGO – CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS	Volume 1 – Unidade 2 – Capítulo 2 Volume 1 – Unidade 3 – Capítulo 4	27
0221P21203	MULTIVERSOS - CIÊNCIAS DA NATUREZA	Volume 1 – Unidade 1 – Tema 2 Volume 1 – Unidade 2 – Temas 1 e 2	4

Fonte: Elaborado Pelo Autor

Após essa identificação, todas as imagens presentes nos capítulos foram contadas e catalogadas. A contagem foi realizada em função das legendas presentes no capítulo. No caso de legendas que explicassem mais de uma imagem simultaneamente, essas imagens foram contadas e analisadas como apenas uma. Imagens sem legenda foram consideradas quando serviam de exemplo ou estavam relacionadas ao conteúdo discutido na seção na qual elas foram utilizadas.

Após a contagem, dada a polissemia de definições para alguns tipos de imagens, e a aparente obviedade para outros, a primeira classificação dos tipos de imagens foi realizada pelo autor a partir de sua compreensão sobre imagens visuais. No total foram identificados os diferentes tipos: fotografia, gráfico, ilustração, esquema, modelo, símbolo alfanumérico e pintura. A fim de garantir maior consistência na análise, essas classificações foram posteriormente relacionadas à escala de iconicidade e abstração definida por Abraham Moles (1976). O quadro abaixo (Quadro 10), adaptado de Pralon (2010), organiza e descreve esses diferentes níveis com exemplos adicionados pelo autor desse trabalho. Exemplos imagéticos também podem ser vistos na imagem 4.

Quadro 10 – Níveis de Abstração e Iconicidade de Abraham Moles

Iconicidade	**Abstração**	**Definição**	**Critério**	**Exemplo Descrito**
12	0	Objeto em si mesmo	Objeto e imagem coincidem, mas existe uma relação de representação, quer dizer, o objeto está colocado em um estado ‘comunicativo’.	Uma amostra de uma substância química.
11	1	Modelo bi ou tridimensional em escala	O modelo possui todas ou grande parte das propriedades sensíveis do	Um modelo físico 3D de uma molécula de etanol usando

			objeto, como cor e forma, mas que podem ter sido modificadas arbitrariamente.	esferas e hastes.
10	2	Esquema bi ou tridimensional reduzido ou aumentado.	Cores e materiais escolhidos segundo critérios lógicos.	
9	3	Fotografias ou projeções realistas sobre um plano.	Com relação analógica ponto a ponto, entre a realidade e sua projeção. A imagem apresenta um grau de definição equiparado ao poder resolutivo do olho.	Uma fotografia de alta resolução de cristais de sulfato de cobre.
8	4	Desenhos ou fotos de contorno. Perfis.	A imagem mantém uma relação correta com a realidade através de	Um desenho detalhado de um aparelho de destilação com suas

			critérios de similaridade, contorno de formas, silhueta.	partes identificadas.
7	5	Esquema anatômico ou de construção.	A imagem se simplifica e pode mostrar coisas que não se vê a primeira vista. Se representa o que se vê e o que se sabe.	Esquema de uma torre de Fracionamento de petróleo e gás.
6	6	Imagem fragmentada.	A imagem se apresenta em uma disposição artificial e suas partes se organizam em uma disposição perspectiva de peças segundo suas relações espaciais.	Representação espacial de uma molécula de metano com átomos diferenciados.
5	7	Esquema de princípios (eletricidade e eletrônica)	Todas as características sensíveis foram abstraídas, exceto a forma,	Diagrama simplificado que mostra o princípio da

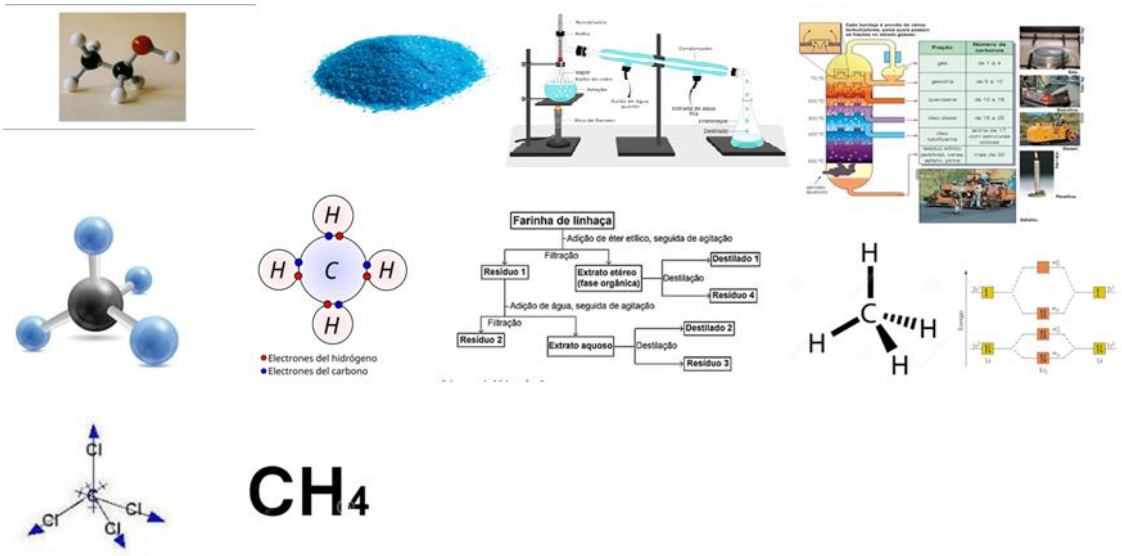
			a qual pode ter sido estilizada ou geometrizada. A imagem é um símbolo reconhecido (pictograma). Interessa mais conhecer e comunicar do que assemelhar à realidade.	ligação covalente
4	8	Organograma ou esquema.	Desaparecem todas as características sensíveis e os elementos são quadros reunidos por conexões lógicas, hierárquicas.	Fluxograma que demonstra as etapas de um processo de separação
3	9	Esquema de formulação.	Relações lógicas e topológicas, em um espaço não geométrico, entre elementos	Fórmula estrutural de uma molécula orgânica com átomos

			abstratos. As relações são simbólicas, todos os elementos são visíveis.	representados por letras
2	10	Esquemas em espaços complexos.	Combinação em um mesmo espaço de representação de elementos esquemáticos abstratos (flechas, retas, plano, objeto), pertencentes a sistemas diferentes.	Um diagrama de orbital molecular que mostra a distribuição de elétrons.
1	11	Esquema de um espaço puramente abstrato e esquema vetorial.	Todas as propriedades foram abstraídas à dimensões vetoriais com magnitudes (quantidade, direção, sentido) susceptíveis de serem	Representação vetorial das forças de atração interatômicas.

			representadas em um ponto.	
0	12	Descrição em palavras normalizadas ou em fórmulas algébricas	A imagem consiste em signos puramente abstratos sem conexão imaginável com o significado ou com a realidade.	Fórmula química ou símbolo elemental.

Fonte: Adaptado de - Souza, Lucia Helena Pralon de. Imagens científicas e ensino de ciências: uma experiência docente de construção de representações simbólicas a partir do referente real. In: ENCONTRO NACIONAL DE DIDÁTICA E PRÁTICA DE ENSINO, 15. **Anais do XV ENDIPE – Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino**. Belo Horizonte: UFMG, 2010. Exemplos incluídos pelo autor do trabalho.

Imagem 4: Imagens da química com diferentes níveis de iconicidade e abstração



Fonte: O autor

Foram também identificados os níveis da mensagem visual das imagens (representacional, abstrato e simbólico), definidos por Dondis (1997), analisando-se como diferentes significantes são utilizados para representar os conceitos científicos apresentados nos capítulos estudados a fim de identificar as vantagens, desvantagens e contextos dos seus usos, apoiando-nos nas ideias de Barthes (2006) discutidas no capítulo 3.

Em seguida, buscou-se identificar e analisar se imagens de diferentes níveis de mensagem visual foram utilizadas em conjunto, como eles se relacionam na apresentação do conteúdo e em quais momentos, pois defendemos que a utilização de imagens de diferentes níveis é vista como necessária para uma alfabetização visual abrangente sobre os assuntos e conceitos discutidos.

Por fim foram identificadas as relações entre o texto e as imagens, no que diz respeito ao tipo da mensagem visual alocada a cada imagem (estrutural, composicional e comportamental), classificações essas definidas pelo autor deste trabalho. Como uma mesma imagem pode possuir mais de um tipo de mensagem visual, dependendo do nível de alfabetização visual do leitor, o tipo

de mensagem de cada imagem foi identificado a partir do texto e das legendas que as acompanhavam.

Espera-se que a partir desse percurso metodológico seja possível determinar, de forma detalhada, como imagens de tipos e níveis diferentes são utilizadas e relacionadas entre si nos textos analisados.

4.2- Resultados e Discussão

Neste item são apresentados todos os resultados obtidos a partir dos métodos delineados no capítulo anterior. Além disso, também são feitas as discussões necessárias sobre o que podemos interpretar a partir desses dados. O capítulo é estruturado de forma que as diferentes análises sejam feitas em seções dedicadas aos tipos de imagem, ao nível da mensagem visual e ao tipo da mensagem visual e está agrupado por temáticas. As temáticas são o átomo e as substâncias.

No total, foram contabilizadas 84 imagens, 25 no livro Multiversos - Ciências da Natureza e 49 no livro Diálogos - Ciências da Natureza e Suas Tecnologias. A contagem detalhada, dividida pelas seções de cada capítulo, podem ser observadas a seguir no quadro 11:

Quadro 11 – Total de imagens por livro e temática

Livro Multiversos Ciências da Natureza		Livro Diálogos Ciências da Natureza	
Temática átomo	Temática Substâncias	Temática átomo	Temática Substâncias
15	20	26	23
Total: 35		Total: 49	

Fonte: O autor

Primeiramente, são apresentados os resultados e as discussões referentes às imagens presentes nos capítulos que contém os conteúdos

relacionados ao átomo e ao modelo atômico de cada um dos livros. As imagens de diferentes livros serão apresentadas em conjunto, para que seja possível destacar as principais diferenças e semelhanças entre eles. O mesmo tipo de percurso será feito para os capítulos dos livros que contém os conteúdos relacionados às substâncias.

Por fim, tentamos mostrar de que forma a gama de imagens utilizadas pode contribuir para a alfabetização visual dos estudantes de química e suas possíveis implicações no ensino de química.

4.2.1- Resultados do Conteúdo Átomo e Modelos Atômicos

4.2.1.1- Tipos de Imagens

No quadro abaixo (Quadro 12) é possível ver os tipos de imagens presentes no capítulo 2 da unidade 2 do livro Multiversos e no tema 2 da unidade 1 do livro Diálogos. Foram encontradas um total de 41 imagens de 6 tipos diferentes, sendo 15 no primeiro livro e 26 no segundo livro.

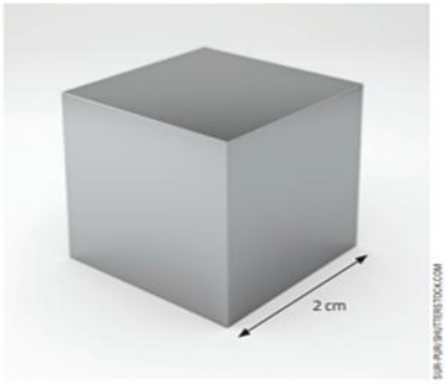
Quadro 12 – Tipos de Imagens do conteúdo átomo e modelos atômicos

Tipo de Imagem	Livro Multiversos	Livro Diálogos	Total
Fotografia	3	8	11
Modelo	7	7	14
Símbolo alfanumérico	2	1	3
Esquema	2	6	8
Ilustração	1	3	4
Pintura	0	1	1
Total	15	26	41

Fonte: Elaborado pelo Autor

Para iniciar nosso percurso pelos livros, podemos checar a primeira aparição de alguma forma de representação para o conceito de átomo. Tanto a forma quanto o momento no qual o átomo é apresentado são diferentes nas obras. A primeira imagem utilizada para representar um átomo, no livro Multiversos, não ocorre no capítulo específico do tema, mas no capítulo sobre substância. É apresentado um modelo de um cubo de ferro que contém 6,02 x 10^{23} átomos de ferro (Imagem 5). Uma escolha curiosa, visto que ela ignora as estruturas comumente associadas ao modelo atômico e foca na representação de uma substância simples. Isso faz sentido visto que essa representação é utilizada no capítulo de substâncias, porém por ser a primeira vez que ela ocorre na obra, uma imagem que representa um único átomo poderia ter sido utilizada em conjunto com a escolhida.

Imagem 5 – Primeira Representação do átomo no livro multiversos

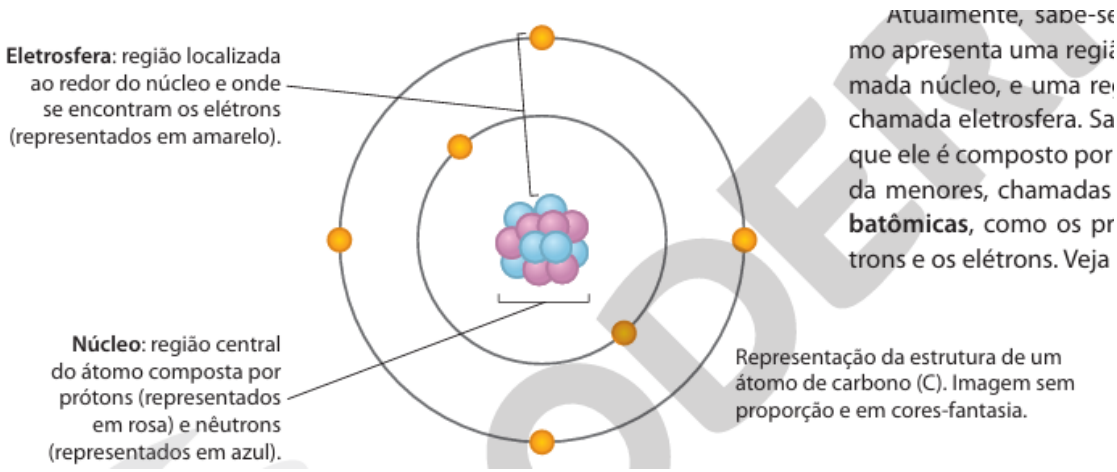


» Cubo de 8 cm³ composto por, aproximadamente, 6,022 · 10^{23} átomos de ferro.

Fonte: Livro Multiversos – Vol 1 – p.13

Já no livro diálogos, temos a representação mais comum utilizada no ensino médio, o modelo atômico de Bohr (Imagem 6). As regiões e partículas subatômicas são destacadas, caracterizadas e nomeadas já nessa primeira imagem e ela se assemelha mais ao que se esperaria de uma imagem utilizada para esse fim.

Imagem 6 – Primeira Aparição do Átomo no Livro Diálogos



Fonte: Livro Multiversos Vol 1 p. 43

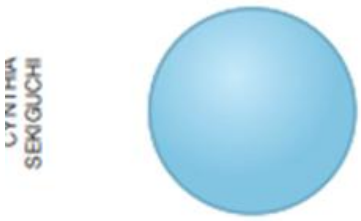
Em ambos os livros, o primeiro signo utilizado para representar o átomo na seção específica analisada aqui é uma imagem do modelo atômico de Dalton (Imagens 7 e 8), acompanhado por uma foto do cientista e a forma que ele criou para representar substâncias. Nesse momento histórico, as diferenças entre átomo, elemento químico e substância ainda não haviam sido definidas.

Imagem 7 – Átomo de Dalton Livro Multiversos



Fonte: Livro Multiversos – Vol 1 – p.60

Imagem 8- Átomo de Dalton – Livro Diálogos



Representação do modelo atômico de Dalton. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

Fonte: Livro Diálogos – Vol 1 p. 50

A primeira diferença que podemos notar entre os dois livros nos tipos de imagens utilizadas é a predominância das fotografias, unidas a outras formas de representação como pinturas e ilustrações, que representam os cientistas e filósofos envolvidos no processo de desenvolvimento do conceito de modelo atômico. Ainda que as quantidades de imagens de cientistas e modelos atômicos sejam similares, o tema mais presente nas imagens utilizadas no capítulo são as pessoas. Portanto, podemos afirmar que há uma maior quantidade de imagens com uma alta carga de iconicidade, visto que elas representam de forma detalhada esses cientistas e a aparência visual que eles possuíam em uma determinada etapa das suas vidas.

Um alto nível de iconicidade representa uma forte relação com a realidade visível: as formas, as escalas, as cores e os materiais são utilizadas para evocar as propriedades do objeto ou fenômeno. Por outro lado, um alto nível de abstração é utilizado em imagens que possuem mais a finalidade de comunicar algo do que se assemelhar ao que é percebido pelos olhos. Em suma, quanto maior o nível de iconicidade mais o signo se parece com o referencial e quanto maior a abstração, menos ele se parece com o referencial (MOLES, 1976).

Diferentes modelos atômicos podem assumir diferentes níveis de iconicidade e abstração. Por exemplo, o modelo atômico de Bohr pode ser classificado nos níveis 5 ou 6 de abstração, visto que não é uma representação direta do átomo real, mas que mantém relações analógicas com aquilo que

representa. Já uma representação como a de Schrodinger, uma equação matemática, possui um nível 0 de iconicidade.

Esquemas, modelos e símbolos são imagens que apresentam graus de abstração de médio para alto e somam 10 das 14 imagens presentes no livro Multiversos. Isso demonstra uma predominância de imagens que se afastam da realidade visível a fim de comunicar uma ideia ou conceito de maneira mais eficiente. Os modelos utilizados em ambos os capítulos possuem nível de abstração entre 5 e 6, evidenciando um certo equilíbrio entre relações analógicas com o que se quer representar e as informações necessárias para compreender as propriedades dos átomos. Dada a natureza do conteúdo estudado, não é surpresa que isso aconteça, visto que a ausência de referências visíveis de um átomo torna sua representação de forma totalmente icônica quase que impossível, principalmente se pensarmos nas suas subestruturas como o núcleo e a eletrosfera.

Embora o livro Diálogos apresente conceitos e teorias atômicas mais atuais, como a dualidade onda partícula de DiBroglie, formas de representação com maior nível de abstração, como fórmulas matemáticas, não são mostradas aos leitores em nenhum dos exemplares analisados, apenas o formato estimado dos orbitais atômicos de um átomo de hidrogênio (Imagem 9). Também são utilizadas tabelas contendo as informações e as propriedades das partículas subatômicas que possuem um grau de abstração máximo visto que é formada inteiramente a partir de palavras e conceitos criados pelos seres humanos.

Imagem 9 – Representação do orbital atômico de um átomo de hidrogênio



Representação da superfície limite do orbital atômico do hidrogênio. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

Livro Diálogos – Vol 1 – p.55

Entretanto, poderíamos pensar em imagens de maior nível de iconicidade que não representam o átomo em si, mas que mostram a forma como os seres humanos com capacidade de ver percebem esses elementos no mundo. Em ambos os livros, não há a representação de nenhuma substância simples, como

uma barra de ouro ou um alótropo do carbono, para que haja uma relação entre os átomos e algo visível no mundo real dificultando relações entre as estruturas atômicas e as propriedades visíveis de um determinado composto químico. O único caso de representação de uma substância foi encontrado no livro Multiversos: a da espuma formada pela molécula de sabão, uma estrutura composta por diversos átomos diferentes.

Algo que pode se afirmar sobre ambas as obras é que o tipo de imagem utilizado sempre é escolhido para evidenciar alguma característica importante para aquele momento de aprendizado do conceito. Todas são corretas e todas poderiam ser utilizadas em momentos diferentes, mas características distintas da linguagem dessas imagens são destacadas quando necessário para tornar a fala mais eficaz.

De resto, temos poucas imagens de outros tipos para representar o átomo, utilizadas pontualmente de acordo com o contexto do conteúdo, evidenciando o caráter de fala que pode ser associado às imagens sob a luz da semiologia.

4.2.1.2- Nível da Mensagem Visual

Ainda sobre o átomo, identificou-se o nível da mensagem visual presente em cada uma das imagens contabilizadas anteriormente. A partir desses dados, o quadro 13 foi elaborado. Nele são apresentadas as quantidades específicas dos níveis em cada um dos livros e suas quantidades totais. Há uma divergência entre a quantidade de imagens de nível representacional entre os dois livros e o nível da mensagem visual mais comum é o nível simbólico.

Quadro 13 – Nível da mensagem visual nas imagens do conteúdo átomo e modelo atômico.

Nível da Mensagem Visual	Livro Multiversos	Livro Diálogos	Total
Representacional	3	12	15
Abstrato	4	3	7

Simbólico	8	11	19

Fonte: Elaborado pelo Autor

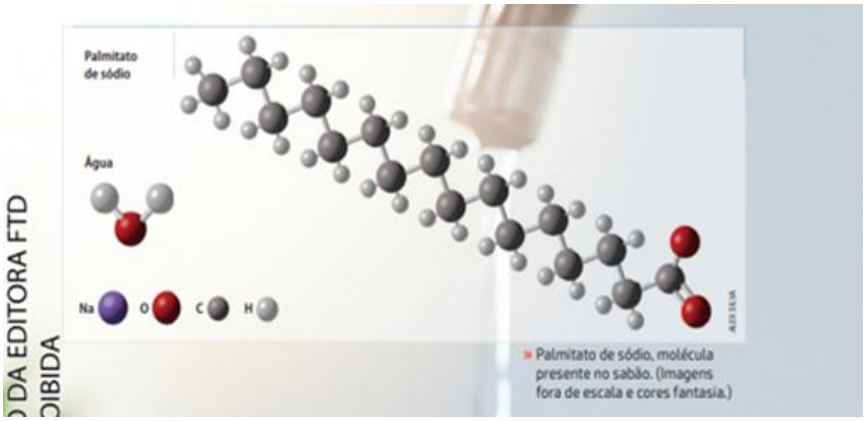
Em relação ao nível da mensagem visual, o livro Diálogos apresenta um equilíbrio entre imagens de nível representacional e simbólico e uma quantidade tímida de imagens de nível abstrato. Já no livro Multiversos, é possível perceber uma quantidade maior de imagens de nível simbólico e menos casos de imagens de níveis abstrato ou representacional. Essa predominância pode estar relacionada à própria natureza do conteúdo abordado neste capítulo. Até o momento da escrita desse trabalho, ainda não existe uma forma de microscopia capaz de revelar, em forma de imagem, as sub-estruturas que compõem o átomo. Além disso, as primeiras formas de representação foram majoritariamente desenvolvidas antes de qualquer possibilidade de verificação visual por meio da tecnologia. Portanto, qualquer forma de representação desse conceito, ou significante utilizado para comunicar esse significado, será uma imagem simbólica. Ainda que essa imagem seja composta por formas geométricas que pressupõem uma estrutura e organização real.

Para além dos números, os conceitos e fatos visuais representados nas imagens, além de sua forma de utilização, ocorre de maneira bastante diferente nos dois livros. Esse é um fator importante de se destacar desde já. Tanto o projeto gráfico quanto o percurso e os contextos utilizados nos dois livros são completamente diferentes. Enquanto no livro Multiversos há uma menor quantidade de imagens, sem temática ou contexto bem definidos, utilizadas a fim de exemplificar ou ilustrar o texto, no livro Diálogos as páginas são repletas de imagens com legendas extensas e, num geral, sempre há um tema central ou uma tentativa de forma contextualizada de conduzir o conteúdo do capítulo. Isso nos ajudará a entender algumas escolhas das imagens utilizadas nesse livro, cujo capítulo sobre o modelo atômico é construído a partir do desenvolvimento histórico desse modelo. Isso é evidenciado, inicialmente, pelas imagens do tipo representacional utilizadas nesta seção.

Na primeira página do capítulo no livro Multiversos é encontrada uma imagem de nível simbólico de uma molécula de palmitato de sódio (Imagem 10). Na primeira página do capítulo também é encontrado um erro básico visto que a

estrutura da molécula está incompleta. O átomo de sódio que deveria compor a estrutura só aparece na legenda da imagem e é ocultado da molécula. Pode-se também questionar a escolha de representação híbrida entre 2D e 3D, com átomos esféricos em uma estrutura planificada. Dada a geometria tetraédrica dos átomos de carbono, a estrutura do palmitato de sódio possui uma tridimensionalidade que não é sequer representada na imagem.

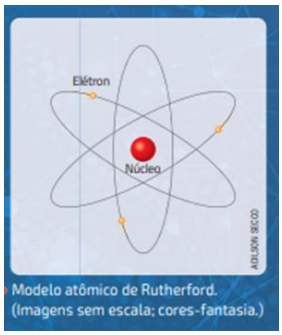
Imagem 10 – Estrutura molecular incorreta do palmitato de sódio



Fonte: Livro multiversos – Vol. 1 – p. 59

As diferentes imagens de nível simbólico utilizadas em ambos os livros representam o conceito de átomo e o modelo atômico de maneiras distintas. Três modelos atômicos distintos são representados no livro Multiversos, sendo eles os modelos de Dalton, Rutherford e Bohr. O modelo de Thomson, pioneiro ao incorporar a natureza elétrica da matéria ao conceito de átomo, não é representado visualmente e a própria partícula é apresentada inicialmente na forma de texto e pelo símbolo “e” e só é representado de alguma forma física no modelo de Rutherford (Imagem 11). Formas mais atuais de representação do átomo e das suas estruturas, como os orbitais atômicos por exemplo, também não são utilizados.

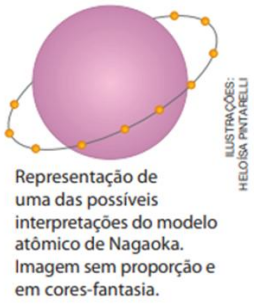
Imagem 11 – Modelo Atômico de Rutherford



Fonte: Livro Multiversos – Vol 1 – p. 62

Já no livro diálogos, em contraste, todos os modelos atômicos mais comumente encontrados são representados juntos de fotografias dos seus idealizadores. Os modelos de Dalton, Thomson, Rutherford e Bohr são mostrados e têm suas principais características destacadas pelas legendas presentes na obra. Temos também um modelo menos conhecido, como o de Nagaoka (Imagem 12) e modelos mais atuais (como o modelo de Shrodinger). Nesse caso um maior detalhamento é dado ao modelo de Bohr, no qual a eletrosfera é destacada de duas formas: uma com desenho, em camadas e outra em uma tabela que contém o número de elétrons presentes em cada uma delas.

Imagem 12 – Modelo Atômico de Nagaoka



Fonte: Livro Diálogos – Vol 1 – p.52

Para além da estrutura do átomo, no livro Multiversos, essas imagens também são utilizadas para apresentar os conceitos e elementos químicos e isótopos, que são representados na forma de símbolo alfanumérico (com número atômico e número de massa); e na forma do modelo de Bohr, evidenciando as diferentes partículas subatômicas (prótons, nêutrons e elétrons mostrados como esferas de diferentes cores e tamanhos) dos isótopos do hidrogênio (Imagens

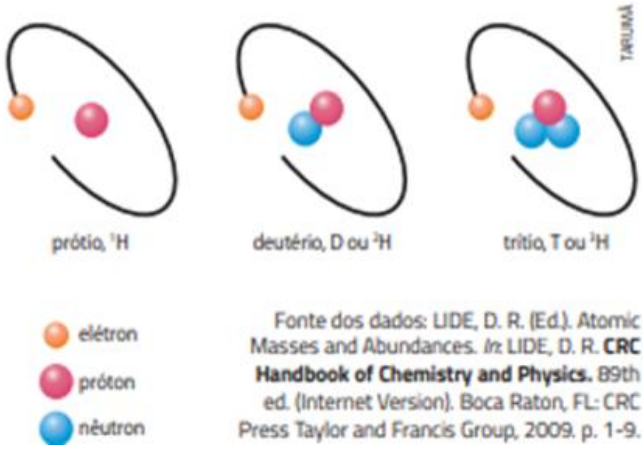
13 e 14). É possível notar uma ausência de relação entre as imagens utilizadas para demonstrar esses conceitos, visto que não há nenhuma outra forma de representação do elemento cálcio neste capítulo. Além disso, os símbolos utilizados para representar os isótopos do hidrogênio não contém o número atômico dessas espécies.

Imagem 13 – Representação do elemento Cálcio



Fonte: Livro Multiversos – Vol 1 – p. 65

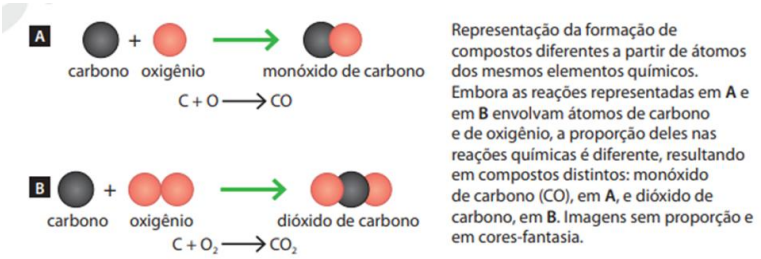
Imagem 14 – Isótopos do Hidrogênio



Fonte: Livro Multiversos – Vol.1 – p.65

Embora o símbolo químico e o conceito de isótopo não sejam explorados neste capítulo do livro Diálogos, nele é possível ver a combinação de átomos formando moléculas exemplificando a Lei de Dalton. Na imagem 15 podemos perceber que os átomos de carbono e oxigênio são representados com uma variedade de significantes de nível simbólico, sendo eles esferas de diferentes cores (remetendo ao modelo de Dalton), os seus nomes e seus símbolos elementais. As mesmas formas são utilizadas para representar as moléculas de monóxido e dióxido de carbono.

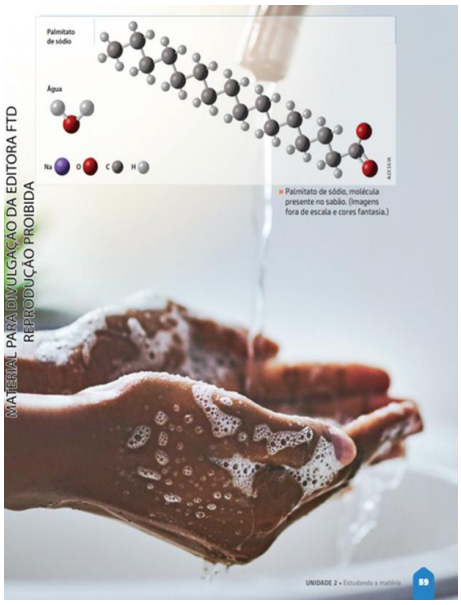
Imagem 15 – Reação química e legenda explicativa



Fonte: Livro Diálogos – Vol 1 – p.50

As imagens de nível representacional são pontuais no livro Multiversos e cada uma delas representa algo diferente. A primeira é a fotografia de uma mão ensaboada (Imagem 16), utilizada em relação com a molécula de palmitato de sódio mencionada anteriormente. Ela tem a função de mostrar como aquela molécula é vista macroscopicamente, nesse caso como a espuma formada no ato de lavar as mãos. Destaca-se que esse é o único momento em toda a unidade no qual imagens de diferentes níveis de representação são utilizadas em conjunto nesse livro. Lastimável que, nessa única ocorrência, a forma simbólica tenha os problemas supracitados.

Imagem 16 – Mão Ensaboada e Molécula de Palmitato de Sódio



Fonte: Livro Multiversos – Vol 1– p. 58

A segunda é utilizada para representar os cientistas envolvidos no processo de desenvolvimento do modelo atômico, que mostra o grupo de

pesquisa de J.J Thomson, o único cientista destacado na legenda. Nesse ponto há um desencontro entre as imagens dos modelos e as imagens dos cientistas, pois o único cientista que recebe um rosto e um corpo é também aquele que tem seu modelo omitido do capítulo. A última é de um experimento de teste de chama (Imagem 17), utilizado para demonstrar a nível representacional o fenômeno de salto quântico e o espectro de emissão de diferentes metais. Essa imagem é utilizada em um momento posterior ao que o de salto quântico é introduzido e se encontra em um box de “saiba mais” e, caso seja pulado pelo leitor, não é relacionado ao conceito atribuído a esse signo.

Imagem 17 – Teste de Chama



Livro Multiversos – Vol 1 – P66

Já o livro diálogos contém 12 imagens de nível representacional e todas, sem exceção, são imagens de pessoas. Mais especificamente são fotografias, pinturas ou desenhos realistas de filósofos e cientistas envolvidos no desenvolvimento do modelo atômico. Há um empenho dos autores em mostrar as faces das pessoas envolvidas nesse processo, ou pelo menos, aquelas que recebem o reconhecimento por isso. A maioria dos cientistas representados são homens brancos e europeus, com exceção de Nagaoka e Rutherford, e todos utilizam bigode.

Não teria como ser diferente, visto que esse é o perfil das pessoas que trabalharam no desenvolvimento dessas teorias ao longo dos séculos, mas em nenhum momento o capítulo aponta ou questiona os motivos dessa homogeneidade no perfil das pessoas que desenvolveram o modelo atômico. As exceções são os cientistas Hantaro Nagaoka (Imagem 19), um homem japonês e Ernest Rutherford, um homem branco Neozelandês. De Demócrito até Shrodinger, passando por Moseley (Imagem 18), Nagaoka e DiBroglie, todos tem seu momento de destaque. Destaque esse que é tão grande, senão maior, que

o dado aos próprios modelos atômicos. Não existem imagens representacionais de experimentos ou fenômenos relacionados às propriedades atômicas.

Imagem 18 – Fotografia de Jeffreys Moseley



Fonte: Livro Diálogos – Vol 1 – p.53

Imagem 19 - Fotografia de Hantaro Nagaoka



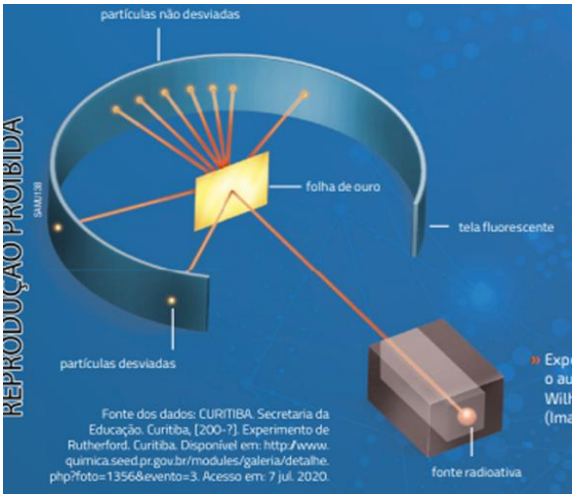
Fonte: Livro Diálogos – Vol 1– p. 52

O nível abstrato aparece em momentos pontuais no livro Multiversos para representar a ideia de modelo, o experimento de Rutherford e a estrutura do olho humano. A ideia de modelo é representada por uma sequência de desenhos de uma árvore que se torna mais simples e menos detalhada a cada etapa. Dessa forma, o nível de abstração do conteúdo representado aumenta a cada imagem da sequência. Embora seja uma boa forma de representar a ideia de modelo, essa analogia pode se perder quando aplicada ao átomo, visto que o processo de construção dos signos que representam os modelos atômicos não foi desenvolvido a partir de um processo de abstração, mas para explicar fenômenos e comportamentos relacionados à constituição da matéria observados experimentalmente.

Nesse âmbito, apenas um experimento relevante no processo de desenvolvimento do modelo atômico é representado neste capítulo, o experimento de Rutherford (Imagem 20). Embora esse seja um marco no

desenvolvimento da teoria atômica, esse não é o único experimento importante para o processo. Toda a simbologia dos modelos atômicos foi constituída a partir de experimentos e artefatos tecnológicos: omiti-los do texto não demonstra o propósito da mudança estrutural nos diferentes modelos atômicos.

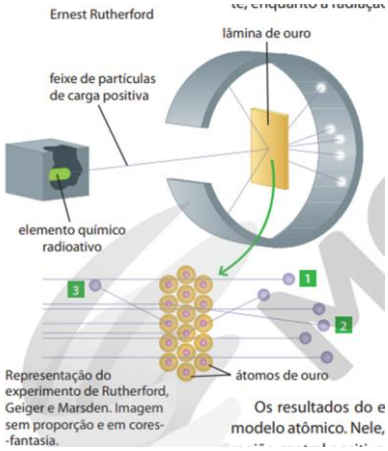
Imagem 20 – Experimento de Rutherford



Fonte: Livro Multiversos – Vol 1 – p.62

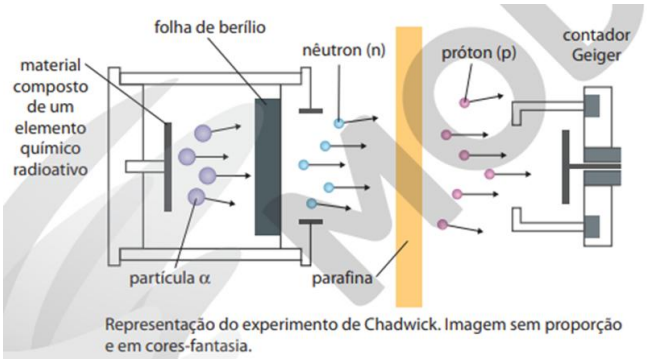
Por fim, as imagens de nível abstrato são utilizadas para representar alguns experimentos importantes para o desenvolvimento da teoria atômica, sendo eles os experimentos de Thomson, Rutherford (Imagem 21) e Chadwick, este último mostrado na imagem 22 a seguir. As imagens utilizadas aqui são claras e detalhadas, acompanhadas por etiquetas e legendas extensas, seus constituintes são identificados e nomeados. Diferentemente do livro anterior, nesse caso os motivos que levaram a alteração nas formas de representação e o surgimento de cada partícula subatômica são fornecidos de forma mais clara.

Imagem 21 – Experimento de Rutherford



Fonte: Livro Diálogos – Vol 1 – p. 52

Imagem 22 – Experimento de Chadwick



Fonte: Livro Diálogos – Vol 1 – p. 53

4.2.1.3- Relação entre Texto e Imagem:

Nessa seção analisamos de que forma o texto conota os significados dos elementos presentes nas imagens analisadas. O principal foco de análise nessa seção – e na seção correlata realizada sobre o conteúdo das substâncias – é o tipo da mensagem visual da química transmitida pelas imagens dos livros. Entretanto, entendemos que o tipo de mensagem visual depende do texto verbal que acompanha a imagem. Sejam legendas, etiquetas ou o texto corrido, esses destacam algum tipo de mensagem visual específica que importa naquele momento. Uma imagem sem legendas ou etiquetas pode transmitir todos os tipos de mensagem visual ou até mesmo nenhum, tudo depende da capacidade de leitura dos sujeitos que interpretam essa imagem.

No quadro abaixo podemos ver o número de casos de cada um dos tipos das mensagens visuais da química definidas anteriormente: composicional, estrutural e comportamental. A mensagem mais comumente presente sobre o tema do átomo é a mensagem estrutural.

Quadro 14 – Tipo da mensagem visual nas imagens do conteúdo átomo e modelos atômicos

Tipo de Mensagem Visual	Livro Multiversos	Livro Diálogos	Total
Composicional	4	5	9
Estrutural	7	11	18
Comportamental	4	3	7

Fonte: Elaborado pelo Autor

Analisaremos a relação entre o texto e a imagem a partir das três categorias de mensagem visual da química elaboradas pelo autor deste trabalho. Essas categorias estão intrinsecamente ligadas ao texto da obra por alguns motivos. Primeiramente, uma imagem pode transmitir todos os níveis simultaneamente, tudo depende do nível de alfabetização visual e leitura de imagens da química do leitor, portanto servirá para ancorar à imagem a mensagem que se deseja transmitir. Além disso, o texto terá função conativa no livro didático, introduzindo ao leitor o significado científico dos elementos constitutivos de cada imagem. Cabe ao texto indicar que uma esfera e uma letra podem ter o mesmo significado ao representar um átomo, por exemplo. Essas categorias não se aplicam a fotografias de pessoas, e essas não foram incluídas na contagem.

Os dois livros apresentam uma forma bem distinta de trabalhar os textos e as imagens em conjunto. No livro Multiversos as legendas são escassas e diretas, apenas definem e descrevem os elementos presentes nas imagens com pouco aprofundamento. Além disso, em poucos casos as imagens apresentam etiquetas que indiquem componentes específicos. Em contrapartida, o livro diálogos apresenta legendas mais detalhadas e uma quantidade maior de imagens com etiquetas que indicam os componentes individuais. Dessa forma

pode-se afirmar que no livro Diálogos existe uma maior quantidade de textos que desempenham a função de conotar os elementos constituintes e os significados científicos presentes nas imagens. Esse padrão se estende aos capítulos sobre substâncias que serão analisados posteriormente.

O nível estrutural é o mais predominante em ambos os capítulos. De forma geral, as duas obras se preocupam em destacar a estrutura do átomo e algumas das suas diferentes formas de representação ao longo do tempo. Todas essas imagens terão função estrutural, pois os textos apresentam e descrevem a forma de diferentes modelos atômicos, as estruturas presentes em modelos atômicos mais complexos e a disposição entre os elementos presentes na imagem. Um exemplo seria o átomo de Rutherford em suas diferentes regiões. Nos capítulos também é possível encontrar a montagem de diferentes aparatos e experimentos científicos utilizados no desenvolvimento do modelo atômico. Da mesma forma, a disposição espacial entre os elementos constituintes é demonstrada na imagem e descrita no texto.

A mensagem composicional pode ser encontrada em alguns contextos distintos. Um contexto que ocorre nas duas obras é na identificação das partículas subatômicas que compõem um determinado átomo: os prótons, nêutrons e elétrons. Embora sejam introduzidos em momentos diferentes dos capítulos, todos os elementos são representados e identificados textualmente. No livro Multiversos, ainda, essa composição é apresentada por meio de símbolos alfanuméricos que representam os elementos químicos. Nesses casos, os prótons, elétrons e nêutrons são representados como números que acompanham as letras que indicam o elemento químico. Outro contexto é relativo aos experimentos científicos. Nos dois livros, as partes constituintes dos experimentos são identificadas individualmente. Nesse quesito, o livro diálogos se mostra mais completo, pois apresenta uma maior quantidade de experimentos representados, além de legendas e etiquetas que carregam os significados dos conceitos.

Por fim, a mensagem comportamental pode ser vista em uma propriedade específica do modelo de Bohr e nas diferentes representações dos experimentos científicos. No primeiro caso, em ambos os livros é representado o fenômeno do salto quântico, o texto que descreve o fenômeno acompanha um modelo que

demonstra o comportamento do elétron durante esse fenômeno. No livro Multiversos esse fenômeno também é visto em uma fotografia que demonstra a forma como ele é percebido a partir da visão. No segundo caso, as imagens dos experimentos junto ao texto que as acompanha descrevem de que forma os comportamentos apresentados pelos materiais e as conclusões tiradas a partir disso serviram para modificar a nossa forma de interpretar e representar o átomo. O livro Diálogos se destaca novamente pelos mesmos motivos anteriores.

4.2.2- As Substâncias

4.2.2.1- Tipos de Imagens

Nessa seção são realizadas as discussões sobre as imagens presentes nas seções referentes ao conteúdo das substâncias químicas. Foram analisadas um total de 43 imagens, 20 no livro Multiversos e 23 no livro diálogos. As demais classificações e quantidades detalhadas serão discutidas a seguir.

No Quadro 15 podem ser encontradas as quantidades detalhadas dos tipos de imagens utilizados nos capítulos referentes à temática das substâncias. Foram utilizados 6 tipos de imagens diferentes no livro Diálogos e quatro tipos de imagens no livro Multiversos. O tipo de imagem mais comum foi a fotografia, seguida pelos gráficos.

Quadro 15 – Tipos de imagens do conteúdo de substâncias.

Tipo de Imagem	Livro Multiversos	Livro Diálogos	Total
Fotografia	12	11	23
Gráfico	4	4	8
Ilustração	2	1	3
Esquema	2	3	5
Modelo	0	2	2

Fórmula	0	2	2
Total	20	23	43

Fonte: Elaborada pelo Autor

Diferentemente do tópico anterior, não faz sentido buscar pela primeira aparição de uma imagem de uma substância nos livros. Qualquer foto de um objeto representará uma diversidade de substâncias ou misturas, portanto ao longo do livro teremos inúmeros casos de imagens que mostram alguma substância. Entretanto podemos fazer essa análise para os capítulos específicos.

No livro Multiversos, os conteúdos sobre as substâncias, misturas e suas propriedades são divididos nos temas 1 e 2 da primeira unidade da obra. A primeira representação de uma substância ocorre no tema 1, sobre os estados físicos da matéria e suas mudanças. Ela é uma fotografia na qual é possível ver uma panela com água sendo aquecida (Imagem 23). No tema 2, específico sobre as substâncias e as misturas, não há nenhuma imagem que simplesmente represente uma substância. As substâncias representadas em imagens de nível representacional estão passando por algum processo de mudança de estado físico ou estão inseridas em alguma mistura.

Imagem 23 – Panela com Água Fervendo



» Situação 2: Panela com água em fervura.

Fonte: Livro Multiversos – Vol 1 – p.12

Já no livro Diálogos, os conteúdos se encontram no capítulo 4 da unidade 3 do livro, específico sobre substâncias e misturas. A primeira representação de uma substância é feita por uma imagem, composta por diferentes imagens. Nela é possível ver um tanque de gás hidrogênio e diferentes formas de representação de uma molécula de hidrogênio com menores níveis de

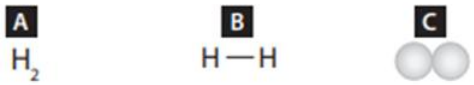
iconicidade (Imagens 24 e 25). Significantes com múltiplos níveis de iconicidades são utilizados para demonstrar um único conceito.

Imagem 24 – Carro e Estação de Abastecimento de Gás Hidrogênio



Fonte: Livro Diálogos – Vol 1 – p. 138

Imagem 25 – Diferentes Formas de Representação do Gás Hidrogênio



Fórmula química (**A**), fórmula estrutural (**B**) e representação espacial da substância gás hidrogênio (**C**). Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

Fonte: Livro Diálogos – Vol 1– p. 138

Em ambos os livros o tipo de imagem mais utilizado foi a fotografia, seguido pelos gráficos. Diferentemente dos átomos, as substâncias são visíveis. Por séculos a química foi desenvolvida sem que se houvesse certeza da forma como os átomos estavam organizados. A ideia de molécula ou outras formas de organização e combinação de átomos só foi se tornar consenso na comunidade científica na virada do século XIX para o século XX. Embora toda a teoria da química moderna seja construída em relação a essas ideias com representações abstratas, a prática de um laboratório ou de atividades corriqueiras baseadas na química será feita pela combinação de diferentes substâncias. O sucesso ou falha de tais procedimentos ou de formas de identificar uma substância específica muitas vezes são verificados por meios visuais. Portanto, formas de representação com maior iconicidade - nível 9 no caso das fotografias - são extremamente necessárias para a compreensão das substâncias e de seus comportamentos.

As fotografias utilizadas em ambos os livros na sua maioria representam diferentes substâncias e misturas. Em ambos são mostradas fotografias de misturas homogêneas e heterogêneas, porém apenas o livro Diálogos apresenta uma lista de componentes como uma forma de representar uma mistura. No livro Multiversos, as diferentes mudanças de estado físico também são representadas por meio de fotografias, algo que não ocorre no livro Diálogos. Pode-se destacar, também, que em cada um dos livros há apenas uma fotografia que representa pessoas nos capítulos analisados sobre esse tema. No livro Multiversos há uma fotografia de alunos e um professor (Imagem 26), todos trajados com um jaleco branco, ao redor de um modelo anatômico do corpo humano. Já no livro Diálogos, a fotografia utilizada é de um grupo de crianças indígenas pintadas com um pigmento extraído do Urucum (Imagem 27), que é utilizada em conjunto a um esquema que representa a extração desse pigmento.

Imagem 26 – Professor e Estudantes de Ciências



» Cientistas, professores e outros profissionais da área das Ciências da Natureza dedicam-se a compreender a natureza e produzir conhecimento teórico, experimental e prático.

Fonte: Livro Multiversos – Vol 1 – p.13

Imagem 27 – Fotografia de Crianças Indígenas da Etnia Xavante



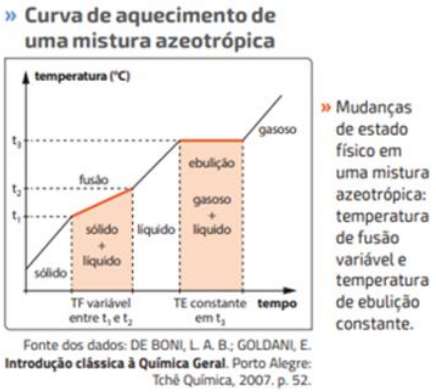
Crianças da etnia Xavante pintadas com urucum na Aldeia Idzo-Hurro, no município de General Carneiro, Mato Grosso (2010).

Fonte: Livro Diálogos – Vol 1 - p.141

O segundo tipo mais utilizado foram os gráficos: temos a mesma quantidade de imagens nos dois livros pois os mesmos gráficos são utilizados

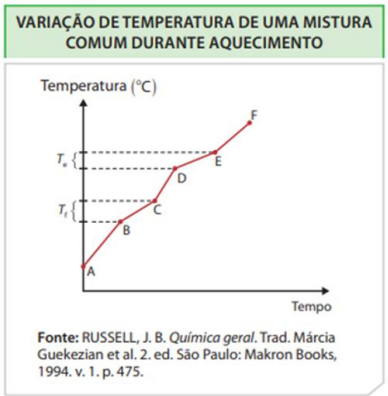
para representar os mesmos conceitos. São apresentados quatro gráficos de aquecimento de sistemas diferentes: um sistema com uma substância (puro), uma mistura genérica, uma mistura eutética e uma mistura azeotrópica. Cada um desses gráficos apresenta características diferentes, devido aos diferentes comportamentos que esses sistemas apresentam durante os momentos de mudança de estado físico. São imagens de alto grau de abstração que são necessárias para definir as substâncias e as misturas a partir das suas propriedades. A classificação e identificação de diferentes sistemas depende dessa peculiaridade nos momentos de mudanças de estado físico, portanto os gráficos se fazem necessários para uma compreensão mais detalhada desses fenômenos.

Imagem 28 - Curva de Aquecimento de Uma mistura Azeotrópica



Fonte: Livro Multiversos – Vol 1 – p.23

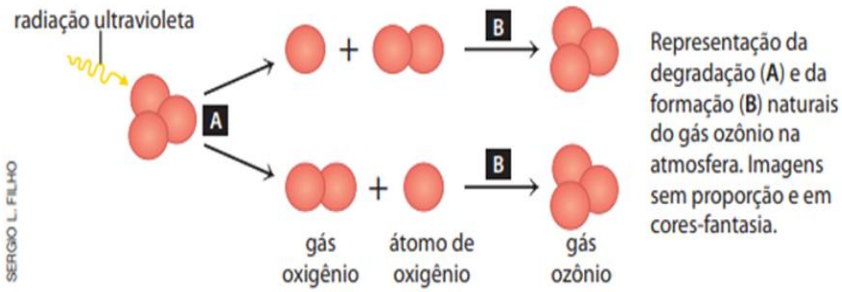
Imagem 29 – Curva de Aquecimento de Uma Mistura Genérica



Fonte: Livro Diálogos – Vol 1 – p.142

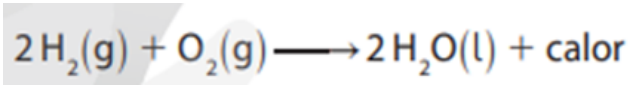
No mais, temos poucos casos de outros tipos de imagens sendo utilizados. Pode-se destacar que o livro Diálogos apresenta uma quantidade superior de imagens, além de uma variedade maior de tipos de imagens utilizadas. Um conceito que é apresentado nesse livro e não no outro é o de reação química, mostrado por duas imagens diferentes ao longo da seção: a decomposição do ozônio (Imagem 30) mostrada por estruturas moleculares e a formação da água por meio de uma equação química (Imagem 31). Destaca-se que embora duas formas de representação para uma reação química tenham sido utilizadas, elas representam reações diferentes.

Imagem 30 – Representação da Reação de Decomposição do Oxônio



Fonte: Livro Diálogos – Vol 1 – p.139

Imagem 31 – Equação da Reação de Produção da Água



Fonte: Livro Diálogos – Vol 1 – p. 139

4.2.2.2- Nível da mensagem visual

No quadro abaixo, são encontradas as quantidades de imagens com diferentes níveis de mensagens visuais presentes nos capítulos. Percebe-se que o nível mais utilizado é o nível representacional, embora especificamente no livro Multiversos, o nível simbólico também esteja bem presente. É importante ressaltar que uma mesma imagem pode ter mais de um tipo de nível de mensagem visual e isso pode acarretar números diferentes quando comparadas ao total de imagens analisadas.

Quadro 16 – Nível da mensagem visual das imagens do conteúdo de substâncias

Nível da Mensagem Visual	Livro Multiversos	Livro Diálogos	Total
Representacional	12	11	23
Abstrato	1	3	4
Simbólico	7	10	17

Fonte: Elaborado pelo Autor

Os principais conceitos introduzidos no capítulo do livro Multiversos são aqueles referentes aos diferentes tipos de substâncias, misturas, estados físicos e as mudanças de estado físico. Substâncias, misturas e estados físicos são representados por imagens com pelo menos dois níveis de mensagem visual diferentes; os conceitos de estado físico e mudança de estado físico são representados por imagens de nível representacional e simbólico; e nenhum conceito foi trabalhado com significantes que contém todos os níveis da mensagem visual.

Já o livro Diálogos apresenta três conceitos principalmente: as substâncias, as mudanças de estado físico e as misturas. Todos esses conceitos são representados por significantes com pelo menos dois níveis de mensagem visual diferentes, de acordo com o que se deseja destacar no momento da explicação no qual a imagem é utilizada. Nenhum conceito é representado pelos três níveis de mensagem visual. Como é possível ver substâncias e misturas a partir da visão, as imagens de nível representacional são muito utilizadas nas duas obras. Embora a química tenha sua teoria e funcionamento alicerçados na estrutura atômica, o que se vê e o que se utiliza no estudo da química são as substâncias e suas diferentes propriedades.

No livro Multiversos, existem imagens representacionais para mostrar substâncias nos estados sólido e líquido. Não há imagem representacional que mostre um gás, que mesmo sendo invisível, poderia ter sido representado por

uma tubulação de cilindro de gás, ou por algo que representasse essa impossibilidade de visão. Algumas mudanças de estado físico também são mostradas por imagens representacionais. A fusão do ferro, a vaporização da água e a sublimação do gelo seco mostram esses fenômenos na forma como eles acontecem na realidade e envolvem todos os três estados físicos básicos da matéria estudados no ensino médio.

No livro Diálogos é possível encontrar imagens representacionais que indicam substâncias nos estados sólido, líquido e gasoso. A substância no estado gasoso é representada por um cilindro de gás oxigênio e destaca-se o fato de gases serem impossíveis de se visualizar. As imagens representacionais também são utilizadas para abordar os conceitos de substância e mistura, com imagens que representam substâncias simples e compostas, além de misturas homogêneas e heterogêneas.

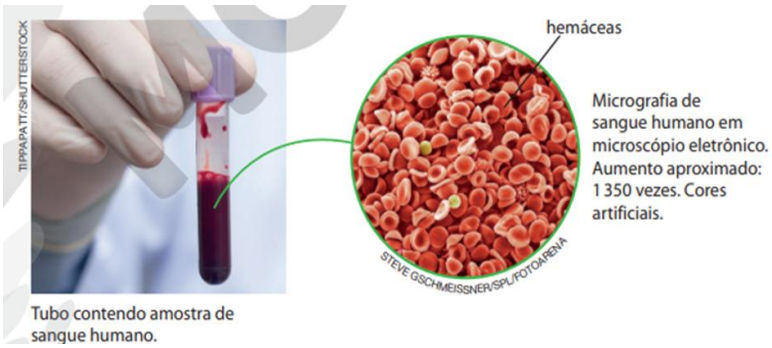
Em ambas as obras, a maior parte das imagens representacionais são utilizadas para exemplificar misturas. Sejam elas homogêneas, heterogêneas ou coloidais, os três tipos de mistura são apresentados. Neste ponto, o projeto gráfico é bem variado, é possível encontrar uma foto de uma mistura homogênea com diferentes componentes, uma mistura heterogênea com apenas um componente, misturas heterogêneas com mais de duas fases e misturas coloidais (sangue e leite) cuja heterogeneidade só pode ser percebida com o auxílio de microscópio (Imagens 32 e 33). Evidenciando a importância da visão na classificação desses diferentes tipos de sistemas.

Imagem 32 – Misturas Heterogêneas Sangue e Leite



Fonte: Livro Multiversos – Vol 1 – p.21

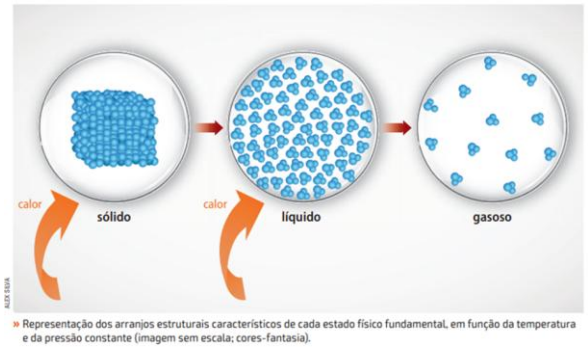
Imagem 33 – Mistura Heterogênea Sangue



Fonte: Livro Diálogos – Vol 1 – p. 144

O nível simbólico é utilizado para demonstrar os estados físicos e as mudanças de estado. Primeiramente podemos evidenciar que não são utilizadas nenhuma fórmula ou estrutura molecular para simbolizar as substâncias presentes nesse capítulo. Não existem imagens simbólicas utilizadas para representar substâncias ou misturas, apenas os comportamentos e as propriedades dessas substâncias e misturas. Os estados físicos são representados por uma imagem que mostra esferas em diferentes estados de agregação e indica que a mudança de um estado para o outro depende do calor fornecido (Imagem 34). Também são representados por um esquema que contém o nome de cada um dos estados físicos acompanhado pelo nome das diferentes mudanças de estado físico que uma substância pode sofrer nas condições corretas.

Imagem 34 – Estados Físicos Representados por Esferas



Fonte: Livro Multiversos – Vol 1 – p.17

Ademais, no livro Multiversos as mudanças de estado físico são representadas por gráficos, que demonstram o comportamento apresentado por substâncias, misturas simples, misturas azeotrópicas e misturas eutéticas. Embora a presença desses gráficos seja de extrema importância, pois diferenciamos uma substância de uma mistura a partir do seu ponto de ebulição fixo, as misturas azeotrópicas e eutéticas têm apenas o seu comportamento demonstrado por esses gráficos e em nenhum momento são utilizadas outros tipos de imagem para exemplificar esses diferentes tipos de mistura.

No livro Diálogos, todos os conceitos são representados por significantes desse nível. Em alguns casos, diferentes imagens de nível simbólico são utilizadas para representar um mesmo significado. A molécula de hidrogênio, por exemplo, é apresentada junto a sua fórmula química, sua fórmula estrutural e a uma representação espacial na qual os átomos de hidrogênio são representados por esferas (Imagem 34). Uma abordagem que é, na nossa visão, correta e necessária, pois essas diferentes formas simbólicas são utilizadas constantemente durante o estudo da química. Além das substâncias, as misturas também são representadas de forma simbólica, por meio de tabelas de composição e pelo uso de fotos de listas de componentes de uma garrafa de água mineral (Imagem 35).

Imagem 35 – Lista de Composição Química de uma Garrafa de Água Mineral



Informações sobre a composição química no rótulo de uma garrafa de água mineral.

Fonte: Livro Diálogos – Vol 1 – p. 142

A única forma de representação das mudanças de estado físico nesse capítulo são os gráficos de aquecimento de diferentes tipos de substâncias e misturas (Imagem 29). Primeiramente pelos seus respectivos gráficos de aquecimento. Novamente, não existem imagens de outros tipos que demonstram os diferentes tipos de misturas homogêneas na forma como elas são percebidas visualmente.

Neste capítulo duas fórmulas também são utilizadas para representar conceitos distintos de forma simbólica. O primeiro é o conceito de reação química, representado pela equação balanceada de formação da água a partir dos gases hidrogênio e oxigênio (Imagem 31). Também é mostrada a fórmula da densidade, umas das propriedades físicas utilizadas para identificação de uma substância, principalmente daquelas que possuem pontos de fusão elevados.

Finalmente, o nível abstrato aparece em um único caso no livro Multiversos: uma ilustração que representa o ciclo da água. Aqui fica o questionamento se não haveria outra forma de exemplificar e contextualizar os estados físicos e suas diferentes mudanças de estado, visto que o ciclo da água é conhecido pelos estudantes desde o ensino fundamental e não há um grande aprofundamento sobre os conceitos quando aplicados a esse contexto.

No livro diálogos imagens de nível abstrato são utilizadas para representar dois processos de extração distintos, a extração do pigmento do urucum e a extração da água presente na gasolina. Ambas são feitas por uma sequência de imagens que representa de forma simples os passos realizados e os resultados obtidos em cada um deles. Destaca-se que esse é o único momento em que se vê a representação de uma prática que está associada a uma cultura que não seja a cultura científica dominante. A extração do urucum é apresentada como uma prática cultural importante para aqueles que a fazem e que possui um significado específico para essas pessoas. Porém, esses significados são pouco explorados enquanto se aponta um método da cultura deles que se assemelha a uma forma de extração científica corriqueira: a da extração de algum componente presente em uma mistura.

4.2.2.3- Relação entre texto e imagem

Por uma última vez, no quadro 18, são encontradas as quantidades de vezes que cada tipo de mensagem visual é utilizado nos capítulos referentes às substâncias. O nível mais comumente utilizado foi o nível comportamental.

Quadro 17 – Tipo da mensagem visual nas imagens do conteúdo de substâncias.

Tipo de Mensagem Visual	Livro Multiversos	Livro Diálogos	Total
Composicional	4	5	9
Estrutural	1	11	12
Comportamental	11	11	22

Fonte: Elaborado pelo Autor

O número de ocorrências de imagens, que junto ao texto conotam alguma ideia de estrutura, é significativamente diferente nos dois livros, em seus capítulos referentes às substâncias.

No livro Multiversos, o nível comportamental é utilizado ao tratar dos conceitos de mudanças de estado físico e da formação de misturas homogêneas e heterogêneas. O texto descreve junto às imagens, de que forma diferentes comportamentos podem ser utilizados na identificação de uma substância ou na classificação de uma mistura. Gráficos de aquecimentos físicos e fotografias dessas mudanças são utilizadas para demonstrar o comportamento próprio de determinadas substâncias em condições específicas. Além disso, diferentes misturas são mostradas e sua descrição demonstra que a classificação depende da forma com a qual essas substâncias interagem ou não e como isso é percebido visualmente.

O livro Diálogos utiliza essa mensagem de forma similar no que diz respeito aos tipos de mistura e aos gráficos de aquecimento, todavia não são utilizadas fotografias para representar os comportamentos descritos. Entretanto, outros comportamentos das substâncias são apresentados ao leitor, como a sua densidade e sua capacidade de realizar reações químicas. Tanto a densidade quanto as reações químicas são apresentadas por meio de fórmulas que representam os comportamentos descritos no texto.

A grande discrepância entre os livros se encontra no nível estrutural. No livro Multiversos há apenas uma ocorrência onde diferentes estados físicos são mostrados a nível microscópico por átomos e moléculas representados como

esferas. Em nenhum outro momento esse tipo de mensagem é veiculado. Não existem representações de moléculas de forma estrutural para representar substâncias ou misturas, um erro grave na nossa visão visto que a estrutura é tão importante para a identificação de uma substância quanto seu nome ou seus comportamentos. Já o livro Diálogos apresenta uma gama de imagens desse tipo. O texto destaca que diferentes substâncias apresentam diferentes estruturas e em três momentos essas estruturas são descritas e mostradas ao leitor. O livro também utiliza desse nível para descrever e mostrar diferentes formas de realizar um processo de extração e a reação química de decomposição do ozônio.

Por fim, com a menor quantidade de ocorrências, temos o nível composicional. Considera-se esse nível importante para destacar que diferentes substâncias e misturas são formadas por diferentes átomos ou componentes, pois a identificação e os comportamentos de uma substância estão diretamente relacionados à sua composição. Nesse ponto, um problema grave é observado no livro Multiversos já que, novamente, não há nenhuma forma de representação aliada ao texto que remete à composição de uma estrutura. Essa ideia é feita única e exclusivamente por meio do texto, no qual substâncias simples e compostas são definidas a partir das fórmulas de diferentes compostos. Em nenhum momento essas fórmulas ganham destaque e são apresentadas como as outras imagens, com legendas ou etiquetas que explicitem os elementos visuais presentes. As imagens composicionais do livro se restringem a fotografias de misturas homogêneas e heterogêneas, acompanhadas de textos que descrevem seus componentes.

O livro Diálogos já não apresenta esse mesmo problema e nele podemos encontrar mais de um caso no qual o nível composicional é evocado. N estrutura da molécula de hidrogênio, já utilizada anteriormente, na estrutura do cobre metálico e na reação de decomposição do ozônio temos exemplos de imagens que demonstram a composição das substâncias presentes de diferntes formas, seja pelo símbolo do elemento químico, seja pela descrição de sua fórmula no texto que acompanha a imagem. Ademais, distintas maneiras de demonstrar a composição das misturas são mostradas e descritas, seja com fotografias de

misturas homogêneas e heterogêneas ou pela imagem de uma lista de componentes químicos presentes em um produto comercial

Considerações finais

Esse trabalho teve como objetivo principal responder à pergunta como as mensagens visuais relacionadas ao ensino de química são expressas em livros didáticos? Para isso, realizamos análises a respeito: do tipo das imagens; do nível da mensagem visual das imagens; da utilização de imagens de diferentes níveis em conjunto; e do tipo da mensagem visual da química quando relacionada ao texto, presentes em dois livros de ciências da natureza que fizeram parte do PNLD de 2021 com foco nos capítulos temáticos sobre o átomo e o estudo das substâncias. Acreditamos que as análises não são um fim em si mesmas, mas servem para mudar a forma como nós, professores de química, interagimos, escolhemos e exploramos as imagens particulares da nossa área nos momentos de ensino.

De início podemos apontar o fato de que a pesquisa sobre imagens no ensino de química ainda não possui um desenvolvimento expressivo. e se modificou ao longo do tempo, como demonstrado na revisão sistemática dos trabalhos do ENPEC, mas ainda não alcançou um ponto de destaque na área do ensino de ciências. Dessa forma, esse trabalho pretende, mesmo que timidamente, aumentar o corpo de obras sobre o tema para que futuros pesquisadores ou professores interessados na temática tenham mais opções para diversificar seus olhares para a questão.

Consideramos também que o trabalho apresenta contribuições a nível teórico para a área de análise de imagens no ensino de ciências. Primeiramente por ser um estudo com referencial teórico baseado na semiótica e na semiologia, áreas do conhecimento consolidadas e exploradas em outros campos, mas que ainda não se mostram muito presentes nos trabalhos publicados na área de ensino de ciências. Além disso, nesta dissertação utilizamos a abordagem da semiologia definida por Barthes (1974; 1990), os conceitos e ideias sobre alfabetização visual de Dondis (1997) e as categorias criadas pelo autor desta dissertação inspirado a partir desses teóricos. Em todos os trabalhos analisados anteriormente, essa abordagem ainda não havia sido utilizada e apenas outros tipos de análise e teoria semióticas, como a peirciana, foram encontradas nas pesquisas preliminares.

As imagens analisadas são utilizadas com duas finalidades principais. A primeira é ilustrar algum contexto pertinente para o estudo do conteúdo trabalhado sem necessariamente expressar o significado de algum conteúdo científico. A segunda é a de signo ao representar os conceitos científicos (significados) de forma imagética (significante). Os momentos em que essas finalidades específicas ocorrem variam de acordo com o conteúdo trabalhado e a abordagem utilizada pelos autores de cada um dos livros didáticos.

Foram utilizados 8 tipos de imagens diferentes no total, sendo as mais comuns os modelos e as fotografias. Os modelos foram usados para representar estados físicos, átomos, fenômenos físicos e moléculas e foram mais apresentadas nos conteúdos referentes ao átomo e aos modelos atômicos. Já as fotografias representam pessoas, substâncias, mudanças de estado físico, fenômenos físicos e misturas. Seu emprego foi mais acentuado na representação de misturas, relacionadas ao tópico do estudo das substâncias, e para representar cientistas e filósofos que tiveram relevância no desenvolvimento do modelo atômico. Portanto, imagens de elevados níveis de iconicidade e abstração foram utilizadas para tratar dos conceitos abordados nas obras.

Em relação ao nível da mensagem visual, o nível mais comum presente nas obras foi o nível simbólico, ou seja, aquele que possui elementos visuais cujo significado dependem da compreensão compartilhada que um determinado grupo confere à essa imagem. Isso demonstra como os conceitos químicos abordados nos trechos analisados possuem uma alta carga de simbologia e requerem um alicerce teórico que vai além da simples visualização. Todos os significados apresentados em todos os trechos analisados das duas obras são representados por imagens de nível simbólico. O nível representacional, aquele que possui maior carga de semelhança visual com os entes representados, é o segundo mais usado. Todavia, a maior parte das imagens de nível representacional são de pessoas, ou seja, não representam os conceitos abordados nos capítulos. Consideramos que uma maior quantidade de imagens de substâncias, reações químicas ou fenômenos físico-químicos poderiam ser utilizados para aumentar a relação dos conceitos com a forma como eles são percebidos visualmente em escala macroscópica. Por fim, o nível menos

utilizado é o abstrato e geralmente ocorre em momentos que se deseja representar um procedimento experimental.

Infelizmente, foi percebida uma escassez de momentos em que imagens de diferentes níveis visuais fossem utilizadas em conjunto para abordar um conceito. Há apenas duas ocorrências no total, uma em cada livro, e uma delas possui um erro grave na estrutura da molécula representada. Consideramos isso um problema que deve ser destacado, pois formas de representação com diferentes níveis são constantemente utilizadas em todas as etapas que envolvem o ensino e a aprendizagem da química. Seja no momento de aula, na resolução de uma questão, na interpretação de uma notícia ou de qualquer outra forma é necessária a capacidade de relacionar e transformar, mesmo que mentalmente, esses diferentes tipos de representação.

Sobre o tipo de mensagem visual da química e a relação entre o texto escrito e as imagens, percebemos que tanto o texto corrido apresentado nos conteúdos do capítulo, quanto a legenda possuem, primeiramente, o papel de conotar os significados dos entes presentes nessas imagens. Principalmente quando a imagem utilizada é uma imagem simbólica, o texto e as legendas se mostram imprescindíveis na construção dos conceitos representados, visto que, geralmente, eles não possuem semelhança visual direta com a realidade e necessitam da compreensão de significados compartilhados pelas pessoas que criam e utilizam essas imagens. Assim, o tipo de mensagem mais comum relacionado à química foi o estrutural quando imagem e texto são utilizados para destacar características relativas à organização espacial dos elementos visuais presentes. Esse tipo de mensagem foi utilizado predominantemente ao tratar dos assuntos relacionados ao átomo e ao modelo atômico. O segundo nível mais utilizado foi o comportamental, quando se deseja demonstrar as características e propriedades físico-químicas de uma determinada substância ou fenômeno. A predominância de seu uso foi relativa ao conteúdo das substâncias. Por fim, o nível menos utilizado foi o composicional, aquele no qual imagem e texto identificam os componentes que constituem um determinado conceito ou sistema.

Algumas coisas mais específicas sobre as categorias criadas pelo autor precisam ser destacadas. Embora sejam rudimentares e uma primeira tentativa

realizada por um pesquisador iniciante, elas cumprem uma função, extremamente sintética, de categorizar as diferentes mensagens e significados que atrelamos às imagens utilizadas no ensino de química. Essas categorias podem ser expandidas, exploradas, reformuladas e criticadas, porém são um mecanismo que podem auxiliar no processo de reflexão e se mostram úteis para aumentar o potencial das imagens.

A partir de todas essas reflexões gostaríamos de propor duas diretrizes de uso de imagens que não foram atingidas por nenhuma das obras analisadas. Em primeiro lugar, acreditamos que, quando possível, todos os níveis de mensagem visual devem ser mobilizados ao tratarmos de um conceito científico, seja em um material didático ou seja no momento de aula. O tipo da mensagem visual irá depender do conceito apresentado e do nível de alfabetização visual e de análise dos leitores, porém as diferentes formas devem ser utilizadas com cada vez mais frequência conforme essas capacidades são desenvolvidas. Em segundo lugar, buscar a utilização de imagens com diferentes níveis de mensagens visual em conjunto, novamente, sempre que possível para que um maior número de associações entre diferentes signos possa ser criado.

Portanto, consideramos que o trabalho foi suficiente para responder à pergunta de pesquisa e esperamos que ele possa contribuir para o cenário da análise de imagens aplicada ao ensino de ciências. Acreditamos que estudos similares a esse devam ser realizados em outros assuntos e disciplinas científicas para que seja possível potencializar o uso das imagens, tanto em materiais didáticos quanto em momentos de aula. Outra possibilidade seria a investigação de como estudantes identificam e interpretam essas diferentes mensagens visuais nas imagens científicas, visto que há uma escassez de trabalhos que analisem a interação entre alunos e imagens. Mas, acima de tudo, convidamos os leitores desse trabalho que se dedicam ao ensina de ciências, e mais especificamente ao de química, a refletir com mais afinco acerca das imagens que utilizamos, pois esse pode ser um dos passos necessários para o desenvolvimento de uma compreensão mais complexa sobre nossas áreas de estudo.

Precisamos refletir sobre que mensagens desejamos transmitir com cada fotografia, modelo, fórmula, esquema ou qualquer forma de estímulo visual que

utilizamos nos nossos momentos de aula, materiais didáticos e até mesmo avaliações. A compreensão da química como ciência é atravessada pela capacidade de leitura e de reconhecimento das mensagens que existem no sistema simbólico desenvolvido pela comunidade científica. Mesmo que a perspectiva deste trabalho possa parecer mais “técnica” e menos “social” sobre o ensino da química, a compreensão da forma como a ciência impacta e afeta a sociedade, quem ela beneficia ou prejudica e como essas pessoas são beneficiadas ou prejudicadas, muitas vezes dependem da compreensão dos conceitos científicos que, no caso da química, estão sempre relacionados a alguma forma imagética.

Referências Bibliográficas

AUMONT, J. **A imagem**. Tradução de Magda Lopes. 5. ed. Campinas: Papirus, 2002.

ARAUJO NETO, W. **Estudos sobre a noção de representação estrutural na educação em química a partir da semiótica e da filosofia da química**. Revista Virtual de Química, Rio de Janeiro, v. 4, n. 6, p. 594-613, nov./dez. 2012. Disponível em: https://rvq-sub.sbq.org.br/index.php/rvq/article/view/289. Acesso em: 9 mar. 2025.

BANIWA, G. **Educação e povos indígenas no limiar do século XXI: debates interculturais**. In: BANIWA, Gersem. **Educação escolar indígena no século XXI: encantos e desencantos**. 1. ed. Rio de Janeiro: Mórula, 2019. v. 1, cap. 2, p. 59-101.

BARTHES, R. **A câmara clara: nota sobre a fotografia**. Tradução de Júlio Castañon Guimarães. 1. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1983.

_____. **Elementos da semiologia**. Tradução de Izidoro Blikstein. 1. ed. São Paulo: Cultrix, 2006.

_____. **O óbvio e o obtuso**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1990.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Guia de livros didáticos: PNLD 2017**. Brasília: MEC, 2017.

_____. Ministério da Educação. **Parecer de análise de correções de falhas pontuais PNLD 2021 - Edital complementar - Ensino Médio - Objeto 4**. Brasília: MEC, 2020. Disponível em: https://gestaopnld.mec.gov.br/attachments/download_inline/114081/C%C3%B3digo%200003%20PP21%2004%2001%20203%20000%20(2).pdf.

CHANDLER, D. **Semiotics: the basics**. 3. ed. London: Routledge, 2017.

COSTA, A; ZOLTOWSKI, A. **Como escrever um artigo de revisão sistemática**. In: KOLLER, Silvia et al. (Org.). **Manual de produção científica**. São Paulo: Penso, 2014. p. 55-71.

DONDIS, D. **Sintaxe da linguagem visual**. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1997.

ECO, U. **Tratado de semiótica geral**. 5. ed. Barcelona: Lumen, 2000.

EDITORA MODERNA. **Diálogo: ciências da natureza e suas tecnologias**. v. 1. 1. ed. São Paulo: Moderna, 2020.

FREIRE, P. **Professora, sim; tia, não: cartas a quem ousa ensinar**. São Paulo: Olho d'Água, 1997.

_____. **Educação e mudança**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1979.

GEERTZ, C. **A interpretação das culturas**. Tradução de Luiz Felipe S. M. de Andrade. 1. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 1974.

GIL, A. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GODOY, L; D'AGNOLO, R; MELO, W. **Multiversos: ciências da natureza**. v. 1. 1. ed. São Paulo: FTD, 2020.

JOLY, M. **Introdução à análise da imagem**. Lisboa: Edições 70, 1994.

MITCHELL, W. **O que as imagens realmente querem?** In: ALLOA, Emanuel (Org.). **Pensar a imagem**. São Paulo: Alameda, 2015.

MEGID NETO, J.; FRACALANZA, H. O livro didático de ciências: problemas e soluções. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 147-157, 2003.

MOLES, A. **Em busca de uma teoria ecológica da imagem?** In: Anne-Marie Thibault-Laulan (ed.). Imagem e Comunicação. São Paulo: Melhoramentos, 1976.

MORI, R.; CURVELO, A. Relendo 'O livro didático de Ciências no Brasil'. **Proposições**, Campinas, v. 32, p. 1-27, 2021.

REGO, S. C. R.; PRALON, L. H. **A imagem fixa em artigos publicados nas áreas de Educação e Ensino no período de 2008 a 2017**. Vitruvian Cogitationes, v. 3, n. 1, p. 1-17, 2022. https://doi.org/10.4025/rvc.v3i1.63963

SANTAELLA, L. **O que é semiótica**. 1. ed. São Paulo: Brasiliense, 1983. (Coleção Primeiros Passos, v. 112).

SOUZA, L. **Imagens científicas e ensino de ciências: uma experiência docente de construção de representações simbólicas a partir do referente real**. In: ENCONTRO NACIONAL DE DIDÁTICA E PRÁTICA DE ENSINO, 15., 2010, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: UFMG, 2010.

WARTHA, E. J.; REZENDE, D. de B. As representações no ensino de química na perspectiva da semiótica peirceana. **Educação Química en Punto de Vista**, v. 1, n. 1, 2017. https://doi.org/10.30705/eqpv.v1i1.886

APÊNDICE 1 – REFERÊNCIAS DOS TRABALHOS ANALISADOS NA REVISÂO SISTEMÀTICA

ALMEIDA, E; ALMEIDA, S. **As fotografias dizem por si só? Uma reflexão semiológica dos livros didáticos de ciências por meio das fotografias no contexto da Zoologia no Ensino Médio.** In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9, Águas de Lindóia. 2013. Disponível em: https://abrapec.com/atas_enpec/ixenpec/atas/resumos/R0933-1.pdf. Acesso em: 02/05/2025

AQUINO, L; SILVA, L; UCHÔA-FERNANDES, M. **Análise do conteúdo sobre Artrópodes em Livros Didáticos do Ensino Médio.** In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 10, Águas de Lindóia, 2015. Disponível em: https://www.abrapec.com/enpec/x-enpec/anais2015/resumos/R1060-1.PDF. Acesso em: 02/05/2025

ALVES, E; MORTIMER, E. **Integração de diferentes modos semióticos em textos multimodais de livros didáticos de Física: considerações sobre o caminho de leitura.** In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 11, Florianópolis. 2017. Disponível em: https://www.abrapec.com/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R1431-1.pdf . Acesso em: 02/05/2025

BARROS, R; PIZARRO, M; JUNIOR, J. **A caracterização do uso de narrativas quadrinizadas nos livros didáticos de Ciências do PNLD 2013 no contexto dos anos iniciais do Ensino Fundamental.** In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9, Águas de Lindóia. 2013. Disponível em: https://abrapec.com/atas_enpec/ixenpec/atas/resumos/R1195-1.pdf Acesso em: 02/05/2025

BITENCOURT, I; SOUZA, M. **A Sexualidade em Livros Didáticos de Ciências dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental.** In: ENCONTRO NACIONAL DE

PESQUISA EM EDUCAÇÃO, 13, 2021. Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/anais/enpec/2021/TRABALHO_COMPLETO_EV155_MD1_SA109_ID712_01072021184508.pdf Acesso em: 02/05/2025

CUNHA, J; VASCONCELOS, F. **Análise descritiva a partir de tiras cômicas em uma coleção de livros didáticos de Química.** In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO, 12, Natal. 2019. Disponível em: https://abrapec.com/enpec/xii-enpec/anais/resumos/1/R1156-1.pdf Acesso em: 02/05/2025

COSTA, A; FERNANDES, H. **Representação da Mulher Cientista nos Livros Didáticos de Ciências da década de 2010.** In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO, 12, Natal. 2019. Disponível em: https://abrapec.com/enpec/xii-enpec/anais/resumos/1/R0586-1.pdf Acesso em: 02/05/2025

DALL'AVA, L. **Análise de livros didáticos de Ciências: Imprecisão conceitual, analogias e ilustrações.** In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9, Águas de Lindóia. 2013. Disponível em: https://abrapec.com/atas_enpec/ixenpec/atas/resumos/R0682-1.pdf Acesso em: 02/05/2025

DIAS, M; BITTENCOURT, A; AMADO, M. **Análise do conteúdo de sistema nervoso nos livros de Biologia aprovados no PNLEM (2012-2014): uma reflexão a partir das abordagens do processo de ensino e aprendizagem.** In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9, Águas de Lindóia. 2013. Disponível em: https://abrapec.com/atas_enpec/ixenpec/atas/resumos/R0709-1.pdf Acesso em: 02/05/2025

ENGELMANN, G; CUNHA, M. **Algumas percepções sobre cientistas em livros didáticos de química.** In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 11. Florianópolis. Disponível em: https://abrapec.com/atas_enpec/ixenpec/atas/resumos/R0709-1.pdf 2017. Acesso em: 02/05/2025

GONZAGA, R; PINHO, L; DIAS, R; FERNANDES, C; GONÇALVES, F. **Imagens de pessoas negras em livros didáticos na abordagem do saneamento básico.** In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO, 14, Caldas Novas. 2023. Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/anais/enpec/2023/TRABALHO_CMIDENT_EV181_MD1_ID1877_TB601_14112022230850.pdf Acesso em: 02/05/2025

LOUZADA-SILVA, D; CARNEIRO, M. **A conservação da natureza em livros didáticos de Biologia.** In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9, Águas de Lindóia, 2013. Disponível em: https://abrapec.com/atas_enpec/ixenpec/atas/resumos/R0362-1.pdf Acesso em: 02/05/2025

MATOS, C; LORENZETTI, L. **O conhecimento químico nos anos iniciais do ensino fundamental: uma análise dos livros de Ciências aprovados pelo PNLD 2016.** In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO, 12, Natal. 2019. Disponível em: https://abrapec.com/enpec/xii-enpec/anais/resumos/1/R0543-1.pdf Acesso em: 02/05/2025

MELZER, E. **O experimento de Rutherford em livros de química destinados ao ensino superior: transposição e estilos de pensamento.** In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 11, 2017, Florianópolis. Disponível em: https://www.abrapec.com/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R1263-1.pdf. Acesso em: 02/05/2025

OLIVEIRA, E; LEITE, C. **Astronomia Cultural nos Livros Didáticos de Ciências aprovados no PNLD 2017.** In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO, 12, Natal. 2019. Disponível em: https://abrapec.com/enpec/xii-enpec/anais/resumos/1/R1741-1.pdf Acesso em: 02/05/2025

OLIVEIRA, A; MARQUES, J; PAES, L. **Análise do tema Solo nos livros didáticos de Ciências da Natureza.** In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 11, Florianópolis. 2017. Disponível em: https://www.abrapec.com/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R0657-1.pdf. Acesso em: 02/05/2025

PAZINATO, M; BRAIBANTE, M; MIRANDA, A; FREITAS, R. **Os recursos visuais nos livros didáticos do PNLD 2015: uma análise referente ao tema ligação química.** In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 10, Águas de Lindóia, 2015. Disponível em: https://www.abrapec.com/enpec/x-enpec/anais2015/resumos/R0851-1.PDF Acesso em: 02/05/2025

PEREIRA, B; CARVALHO, F. **As ilustrações sobre teias e cadeias alimentares como formadoras de conceitos ecológicos em livros didáticos de ensino fundamental.** In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9. Águas de Lindóia: 2013. Disponível em: https://abrapec.com/atas_enpec/ixenpec/atas/resumos/R1011-1.pdf. Acesso em: 02/05/2025

PEREIRA, J; NUÑEZ, I. **Gráficos cartesianos nos livros didáticos de Química do PNLD 2012.** In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9. Águas de Lindóia. 2013. Disponível em: https://abrapec.com/atas_enpec/ixenpec/atas/resumos/R0220-1.pdf Acesso em: 02/05/2025

SANTOS, N; EL-HANI, C. **Análise de livros didáticos de Ciências: Imprecisão conceitual, analogias e ilustrações.** In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 10. Águas de Lindóia. 2015. Disponível em: https://abrapec.com/atas_enpec/ixenpec/atas/resumos/R0682-1.pdf Acesso em: 02/05/2025

SILVA, E; SILVA, L. **Articulação entre conhecimento biológico e cultura em livros didáticos: o que se ensina com a Biologia.** In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9. Águas de Lindóia. 2013. Disponível em: https://abrapec.com/atas_enpec/ixenpec/atas/resumos/R1075-1.pdf. Acesso em: 02/05/2025

SILVA, G; ERROBIDART, N. **O conteúdo de instrumentos ópticos materializado nos livros didáticos de Física.** In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 10. Águas de Lindóia. 2015. Disponível em: https://abrapec.com/atas_enpec/ixenpec/atas/resumos/R1145-1.pdf. Acesso em: 02/05/2025

SILVA, G; CINTRA, E. **Análise gráfica nos livros didáticos de Química do PNLD 2018-2020 – Um estudo de caso.** In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO, 12. Natal. 2019. Disponível em: https://abrapec.com/enpec/xii-enpec/anais/resumos/1/R1008-1.pdf. Acesso em: 02/05/2025

SOUSA, G; OLIVEIRA, I. **Representações da Técnica em Imagens de Livros Didáticos de Física.** In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9, Águas de Lindóia. 2013. Disponível em: https://abrapec.com/atas_enpec/ixenpec/atas/resumos/R0668-5.pdf Acesso em: 02/05/2025

SOUSA, R; BARRIO, J. **A célula em imagens: uma análise dos livros didáticos de Biologia aprovados no PNLD 2015.** In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 11, Florianópolis. 2017. Disponível em: https://abrapec.com/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R0502-1.pdf. Acesso em: 02/05/2025

SOUZA, K; PORTO, P. **Interação, interpretação e representação: análise semiótica de obstáculos textuais e imagéticos presentes em livros didáticos de química.** In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9, Águas de Lindóia. 2013. Disponível em: https://abrapec.com/atas_enpec/ixenpec/atas/resumos/R1603-1.pdf. Acesso em: 02/05/2025

VALIENTE, C; SELLES, S. **Representação de corpos humanos em livros didáticos de Ciências em perspectivas históricas.** In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 11, Florianópolis. 2017. Disponível em: https://www.abrapec.com/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R1270-1.pdf Acesso em: 02/05/2025

VIEIRA, E; HOSOUME, Y. **Gêneros e Funções das Histórias em Quadrinhos nos Livros Didáticos de Física – Das Décadas de 1980 a 2010.** In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 10, Águas de Lindóia. 2015. Disponível em: https://www.abrapec.com/enpec/x-enpec/anais2015/resumos/R1403-1.PDF. Acesso em: 02/05/2025