



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE ARTES E COMUNICAÇÃO
DEPARTAMENTO DE DESIGN
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN

RAQUEL RODRIGUES SANTOS DE OLIVEIRA FERREIRA

**O DESIGN DA INFORMAÇÃO DE
MATERIAIS PARADIDÁTICOS PARA O ENSINO
DE CIÊNCIAS NATURAIS NOS ANOS INICIAIS:
projeto de *kit* para escolas públicas do Recife-PE**

Recife

2019

RAQUEL RODRIGUES SANTOS DE OLIVEIRA FERREIRA

**O DESIGN DA INFORMAÇÃO DE
MATERIAIS PARADIDÁTICOS PARA O ENSINO
DE CIÊNCIAS NATURAIS NOS ANOS INICIAIS:
projeto de *kit* para escolas públicas do Recife-PE**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Design da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Doutora em Design.

Área de concentração: Design e Ergonomia

Orientador: Professor Doutor Silvio Romero Botelho Barreto Campello

Recife

2019

Catálogo na fonte
Bibliotecária Jéssica Pereira de Oliveira, CRB-4/2223

F383d Ferreira, Raquel Rodrigues Santos de Oliveira
O Design da Informação de materiais paradidáticos para o ensino de Ciências Naturais nos anos iniciais: projeto de *kit* para escolas públicas do Recife-PE / Raquel Rodrigues Santos de Oliveira Ferreira. – Recife, 2019. 297f.: il.

Orientador: Silvio Romero Botelho Barreto Campello.
Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Artes e Comunicação. Programa de Pós-Graduação em Design, 2019.

Inclui referências, apêndices e anexos.

1. Design da Informação. 2. Ciências Naturais. 3. Ensino Fundamental I. 4. Materiais Paradidáticos. 5. Teoria da Atividade. I. Campello, Silvio Romero Botelho Barreto (Orientador). II. Título.

745.2 CDD (22. ed.) UFPE (CAC 2020-35)

RAQUEL RODRIGUES SANTOS DE OLIVEIRA FERREIRA

**O DESIGN DA INFORMAÇÃO DE
MATERIAIS PARADIDÁTICOS PARA O ENSINO
DE CIÊNCIAS NATURAIS NOS ANOS INICIAIS:
projeto de *kit* para escolas públicas do Recife-PE**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Design da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Doutora em Design.

Aprovada em: 13/08/2019.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Solange Galvão Coutinho (Examinadora Interna)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Leonardo Augusto Gomez Castillo (Examinadora Interna)
Universidade Federal de Pernambuco

Profa. Dra. Eva Rolim Miranda (Examinadora Interna)
Universidade Federal de Alagoas

Prof. Dr. Alex Sandro Gomes (Examinadora Externa)
Universidade Federal de Pernambuco

Profa. Dra. Renata Amorim Cadena (Examinadora Externa)
Instituto Federal da Paraíba

*Dedico este trabalho aos **meus pais**,
Hélio Magalhães de Oliveira e
Nereide Stela Santos Magalhães,
pelo incentivo, apoio e pela fonte de inspiração
que me trazem para trilhar o caminho
da vida acadêmica e da pesquisa.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço, em primeiro lugar ao meu mestre e orientador Prof. Dr. Silvio Romero Botelho Barreto Campello pela orientação, apoio e ensino; por ter me motivado na execução deste trabalho; por ter me acolhido desde a época do mestrado em seus grupos de estudo e pesquisa; e por ter contribuído, de uma forma geral, na minha vida pessoal, profissional e – especialmente – acadêmica.

Agradeço ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Design, especialmente àqueles com os quais pude compartilhar experiências nas disciplinas – fundamentais para produção deste trabalho. À Profa. Dra. Solange Galvão Coutinho, por me ensinar toda a base do Design da Informação e pela contribuição na minha qualificação de doutorado. Ao Prof. Dr. Hans da Nóbrega Waechter, por ter sido sempre tão acolhedor e prestativo comigo e por tanto me ensinar sobre metodologias de Design. À Profa. Dra. Virgínia Cavalcanti, por me ensinar a desenvolver tão bem projetos de pesquisa. Ao professor Fábio Campos, pelas aulas inspiradoras com debates sobre Ciência e metodologia científica. Agradeço demasiadamente também aos professores Dr. Leonardo Castillo e Dr. Alex Sandro Gomes, pela participação e colaboração em minhas bancas desde minha qualificação de mestrado, acompanhando meu desenvolvimento e contribuindo para minha formação.

Agradeço aos órgãos de fomento à pesquisa deste país que me auxiliaram no decorrer na minha carreira acadêmico-científica: (i) à Fundação de Amparo a Ciência e Tecnologia de Pernambuco (FACEPE) pela bolsa e apoio à pesquisa concedida para esta tese; (ii) à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pela bolsa de mestrado; (iii) ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa concedida para apoio da atividade desenvolvida em parceria com o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae-PE) de apoio à inovação – Programa Agente Local de Inovação –, pelo aprendizado e experiência que obtive com a consultoria exercida na indústria gráfica do estado de Pernambuco.

Agradeço à Bianca Magliano, diretora da Escola Municipal Engenho do Meio e à Ana Teresa Moraes, diretora da Escola Estadual Padre Donino, que abriram as portas e me acolheram para realizar esta pesquisa. Aos coordenadores, equipe

pedagógica e professoras envolvidos, em especial às professoras Claudia Albuquerque e Érika Barbosa, que contribuíram para me auxiliar a identificar o contexto do ensino de Ciências Naturais na rede pública do Recife, como para o desenvolvimento do *kit* paradidático.

Agradeço aos meus colegas do PPGDesign, em especial à Marina de Lira Pessoa Mota e a José Carlos de Melo e Silva, que prontamente aceitaram em participar da pesquisa e realizar a análise dos livros paradidáticos. Agradeço aos colegas e colaboradores de pesquisa do grupo “Sistema de Atividades de Leitura”, coordenado por meu orientador, aos alunos de Iniciação Científica Juniene Torres e Vando Silva, pela contribuição na pesquisa das escolas. Agradeço aos meus colegas do doutorado, em especial, à Turla Alquete, pela forte colaboração nas pesquisas e na produção de artigos e à Anelise Zimmermann que me auxiliou, com várias sugestões, a produzir o pré-projeto de pesquisa desta tese.

Agradeço aos professores do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco (IFPE) pela contribuição na minha formação acadêmica, em especial, à Profa. Dra. Rejane de Moraes Rêgo pela orientação na Iniciação Científica – que me introduziu à pesquisa científica – e à Profa. Elizete da Silva Coelho, pela co-orientação na Iniciação Científica e pela supervisão em duas monitorias. Agradeço também ao Prof. Josinaldo Barbosa da Silva, que pude me aproximar ainda mais durante o doutorado e por ter feito minha recomendação ao meu orientador.

Por final, mas não menos importante, aos meus queridos pais Hélio Magalhães de Oliveira e Nereide Stela Santos Magalhães, por tudo que contribuíram na minha formação geral, em especial, a intelectual. Em especial, ao meu pai: sem ele, esta tese não seria possível em todos os sentidos. A David Ferreira da Silva Neto, meu companheiro, marido e amigo, pela motivação e incentivo durante todo o processo. Por sempre acreditar em mim e me apoiar, mesmo a distância. Ao meu médico, Dr. Tiago Queiroz, que me auxiliou a superar todos os momentos difíceis durante a tese. Aos meus familiares, amigos e alunos, torcedores do meu sucesso. A todos que compartilharam comigo este momento importante na minha formação e carreira profissional, de maneira direta e indireta. Meu muito obrigada.

RESUMO

O Ensino de Ciências Naturais no Brasil tem enfrentado grandes desafios. Na última pesquisa realizada pelo Programa Internacional para Avaliação de Alunos (PISA, 2016), o país apresentou péssimo desempenho na matéria, ficando em 63º posição no *ranking* entre 70 países. Para auxiliar a reverter este quadro, especialmente nos anos iniciais das escolas públicas, os materiais paradidáticos surgem como uma das alternativas. Isto porque oferecem oportunidade dos alunos operarem com símbolos, ideias, imagens e representações do conhecimento científico para organizar a realidade, tomar decisões e adotar uma posição crítica e com visão de mundo de forma mais autônoma, natural, criativa e espontânea possível. Neste contexto, o objetivo desta tese foi de analisar tais materiais disponíveis no mercado e projetar um *kit* com base nos princípios do Design da Informação (Infodesign), bem como na adequação aos Parâmetros Curriculares Nacionais da matéria e aos planos pedagógicos estaduais e municipais. Na primeira fase foi realizada uma pesquisa documental descritiva, levantando-se e traçando-se um perfil comparativo entre 121 livros paradidáticos. Em seguida, aplicou-se uma avaliação heurística com 23 princípios do Infodesign em uma amostra de 8 livros. A partir de então, pôde-se identificar problemas informacionais e analisar seus respectivos graus de gravidade. Além disso, foram identificados 30 *kits*/modelos paradidáticos, dos quais foram selecionados 3 para uma pesquisa comparativa qualitativa, analisando aspectos como: projeto de embalagem, componentes e manuais/livros inclusos. Em uma próxima etapa, procedeu-se a uma pesquisa de campo, mapeando o sistema de atividades de ensino de Ciências Naturais nos anos iniciais em escolas da rede pública do Recife. Os dados foram obtidos a partir de órgãos públicos e privados (IBGE, INEP, OCDE, etc.), bem como por observações não participantes sistemáticas e aplicação de entrevistas semiestruturadas em 4 turmas de 5º ano de 2 escolas selecionadas – Estadual Padre Donino e Municipal Engenho do Meio. Utilizando o quadro teórico-metodológico da Teoria da Atividade, foram identificadas contradições primárias e secundárias, apontando problemas e necessidades das escolas que resultaram em uma lista requisitos projetuais. Na última fase foi concebido e confeccionado um *kit* paradidático de “Matéria e Energia” (livro paradidático, caderno de exercícios, modelo experimental, *slides* de aulas expositivas, cartazes e CD-ROM). O projeto é apresentado como um guia na

análise, produção e avaliação de materiais paradidáticos em contextos similares; bem como apresenta sugestões e recomendações que podem servir de referência para estudos acadêmicos e mercadológicos.

Palavras-chave: Design da Informação. Ciências Naturais. Ensino Fundamental I. Materiais Paradidáticos. Teoria da Atividade.

ABSTRACT

The Teaching of Natural Sciences in Brazil has faced great challenges. In the last survey conducted by the Programme for International Student Assessment (PISA, 2016), the country performed poorly on the subject, ranking 63rd among 70 countries. In order to help reversing this scenario, especially in the early years of public schools, accompanying materials appear as one of the alternatives. This is because they offer students the opportunity to operate with symbols, ideas, images and representations of scientific knowledge to organize reality, make decisions and adopt a world-view position in a more autonomous, natural, creative way and spontaneous as possible. In this framework, the objective of this thesis was to analyze such materials available in the market and to design a new kit based on the principles of Information Design (Infodesign), as well being appropriate to both the National Curricular Parameters on the subject as to the state and municipal pedagogical plans. In the first phase, a descriptive documentary research was carried out, drawing a comparative profile among 121 books. Following, a heuristic evaluation was applied with 23 principles of Infodesign in a sample of 8 books. From then on, it was possible to identify informational problems and analyze their respective degrees of severity. Besides, 30 kits and models were identified, from which 3 were selected for comparative qualitative research, analyzing aspects such as: packaging design, components and manuals or books included. In a next step, a case study field surveys was carried out, mapping the system of activities of teaching of Natural Sciences in the initial years in schools of the public network of Recife. The data were obtained from public and private agencies (IBGE, INEP, OECD, etc.), as well as by systematic non-participant observations and the application of semi-structured interviews in four classes of the 5th year of two selected schools – Estadual Padre Donino e Municipal Engenho do Meio. Using a theoretical-methodological framework of the Activity Theory, primary and secondary contradictions were identified, pointing out the problems and needs of the schools that resulted in a list of project requirements. In the last phase, an accompanying educational kit on "Matter and Energy" (accompanying book, exercise book, experimental model, slide for lectures, posters and CD-ROM) was conceived and made. The designed project is offered as a guide in the analysis, production and

evaluation of accompanying didactic materials in similar contexts; as well as suggestions that can serve as a reference for academic studies and marketing.

Keywords: Information Design. Natural Sciences. Elementary Education. Accompanying educational materials. Activity Theory.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Livros do PNLD Ciências Naturais nos anos iniciais (2016-2018).....	39
Figura 2 – Capas de Livros Paradidáticos de Ciências Naturais.....	42
Figura 3 – <i>Kits</i> experimentais de Ciências Naturais.....	45
Figura 4 – Modelos de animais marinhos feitos de gesso.....	47
Figura 5 – Modelos de plantas, células e protozoários de biscuit.....	47
Figura 6 – Modelo de célula e suas organelas feito de resina.....	47
Figura 7 – Modelo sistema digestório feito de massinha.....	47
Figura 8 – Modelo célula vegetal feita com alimentos.....	47
Figura 9 – Modelo da estrutura do Planeta Terra.....	47
Figura 10 – Planetário Escolar.....	47
Figura 11 – Modelo vulcão.....	47
Figura 12 – Estruturação das Ciências Naturais no Ensino Fundamental.....	58
Figura 13 – Modelo dos Conteúdos de Ciências Naturais nos anos iniciais.....	67
Figura 14 – Eixos Temáticos e temas culturais nos anos iniciais.....	68
Figura 15 – O “V do Conhecimento”: Planejamento de Materiais Didáticos.....	71
Figura 16 – Esquema para definição de dados.....	82
Figura 17 – Processo Contínuo da Compreensão Humana.....	83
Figura 18 – Esquema do Processo de Design da Informação.....	86
Figura 19 – Interdisciplinaridade do Infodesign.....	90
Figura 20 – Esquema de Formulação de Princípios do Infodesign.....	94
Figura 21 – Raízes históricas da fundação da Teoria da Atividade.....	107
Figura 22 – Desdobramentos teóricos da Teoria da Atividade.....	108
Figura 23 – Componentes de Interação da Atividade: Diagrama de 1a Geração....	110
Figura 24 – Níveis da Atividade: tríade atividade, ação e operação.....	111
Figura 25 – Decomposição dos Níveis da Atividade.....	112
Figura 26 – Modelo Sistema de Atividades de 2a Geração (triangular).....	113
Figura 27 – Modelo Sistema de Atividades - representação hexagonal.....	114
Figura 28 – Modelo Sistema de Atividades com dimensão histórico-social.....	114
Figura 29 – Classificação dos tipos de contradições nos Sistemas de Atividades..	117
Figura 30 – Níveis Epistemológicos da Hierarquia dos Artefatos Mediadores.....	118
Figura 31 – Classificação esquemática da Linguagem de Michael Twyman.....	138
Figura 32 – Categorias de Classificação tipográfica de Ellen Lupton.....	138

Figura 33 – Gráfico radar de publicações de livros paradidáticos de Ciências.....	146
Figura 34 – Gráfico pizza da participação das principais editoras no mercado brasileiro na publicação de livros paradidáticos de Ciências Naturais..	148
Figura 35 – Histograma de publicações × faixa de preço dos livros paradidáticos.	149
Figura 36 – Curva gaussiana da distribuição dos preços dos livros paradidáticos..	150
Figura 37 – Curvas de evolução dos livros paradidáticos por eixo temático.....	152
Figura 38 – Linguagens visuais utilizadas nas capas dos livros.....	158
Figura 39 – Características Tipográficas dos títulos das capas dos livros.....	159
Figura 40 – Paletas de cores das capas dos livros por eixo temático.....	159
Figura 41 – Gráfico do desempenho dos livros na avaliação heurística.....	162
Figura 42 – Média do desempenho da avaliação heurística por cada livro.....	162
Figura 43 – Médias gerais dos livros por princípio na avaliação heurística.....	164
Figura 44 – Livro “Eu produzo menos lixo!”: págs. 18,19, 20, 21, 38, 39.....	166
Figura 45 – Livro “O mundo em infográficos”: págs. 52, 53, 70, 71,168,169.....	168
Figura 46 – Livro “Natureza e Equilíbrio”: págs. 14, 15, 46, 47, 50, 51.....	170
Figura 47 – Livro “Corpo Humano”: págs. 0, 1, 2, 3, 4, 5.....	172
Figura 48 – Livro “O genial mundo da Ciência”: págs. 4, 5, 6, 7, 14, 15.....	174
Figura 49 – Livro “Brasil 100 palavras”: págs. 14, 15, 28, 29, 36, 37.....	176
Figura 50 – Livro “Meu primeiro atlas do corpo humano”: págs. 4, 5, 20, 21, 6, 7...	178
Figura 51 – Livro “Livro do mundo e universo”: págs. 30, 31, 64, 65, 74, 75.....	180
Figura 52 – Dendrograma do grau de gravidade dos problemas por livro.....	186
Figura 53 – Dendrograma do grau de gravidade dos problemas por bloco.....	186
Figura 54 – Gráfico em pizza dos fabricantes de <i>kits</i> de Ciências.....	189
Figura 55 – Gráfico de rosca dos <i>kits</i> de Ciências Naturais por eixo temático.....	190
Figura 56 – Quantidade de <i>kits</i> experimentais por temática.....	190
Figura 57 – Histograma dos preços dos <i>kits</i> experimentais.....	191
Figura 58 – Regressão linear simples da oferta x preço dos <i>kits</i> experimentais.....	192
Figura 59 – Gráfico cumulativo em barras dos tipos de materiais dos kits.....	192
Figura 60 – Gráfico em pizza da presença de livros educativos nos <i>kits</i>	194
Figura 61 – Gráfico em pizza da presença de experimentos nos <i>kits</i>	194
Figura 62 – Páginas de especificação dos componentes dos manuais dos <i>kits</i>	199
Figura 63 – Páginas de especificação de conteúdo dos manuais dos <i>kits</i>	200
Figura 64 – Páginas de montagem dos modelos dos manuais dos <i>kits</i>	201
Figura 65 – Histograma de Frequências relativas em função das classes de	

notas das escolas municipais do Recife.....	210
Figura 66 – Mediana das notas do Ideb das escolas municipais do Recife.....	211
Figura 67 – Histograma de Frequências relativas em função das classes de notas das escolas estaduais do Recife.....	212
Figura 68 – Mediana das notas do Ideb das escolas estaduais do Recife.....	213
Figura 69 – Comparação do Ideb das escolas municipais x estaduais usando diagrama de caixas-e-bigodes (<i>bloxpot</i>).....	214
Figura 70 – Faixa do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM).....	215
Figura 71 – Distribuição de IDHM na cidade do Recife 2000 x 2010.....	215
Figura 72 – Ferramentas 5 ^o ano das escolas públicas do Recife.....	218
Figura 73 – Documentos norteadores do ensino de Ciências Naturais anos iniciais do Recife: escolas municipais x estaduais.....	219
Figura 74 – Paleta de cores selecionada para o <i>Kit</i> Paradidático.....	231
Figura 75 – Tipografias selecionadas para o <i>Kit</i> Paradidático.....	232
Figura 76 – Exemplo de figuras selecionadas para o <i>Kit</i> Paradidático.....	232
Figura 77 – Exemplo de ícones selecionados para o <i>Kit</i> Paradidático.....	232
Figura 78 – Exemplo de fotografias selecionadas para o <i>Kit</i> Paradidático.....	233
Figura 79 – Páginas 4 e 7 do <i>Kit</i> paradidático: “Matéria e Energia”.....	235
Figura 80 – Exemplos de questões do caderno de exercícios do <i>Kit</i> Paradidático.....	236
Figura 81 – <i>Slides</i> 8 e 15 da aula expositiva do <i>Kit</i> Paradidático.....	237
Figura 82 – Cartaz 1 (Fontes de Energia) do <i>Kit</i> Paradidático.....	238
Figura 83 – Cartaz 2 (Consumo de Energia) do <i>Kit</i> Paradidático.....	238
Figura 84 – Componentes do modelo experimental do <i>Kit</i> Paradidático.....	239
Figura 85 – Modelo experimental montando do <i>Kit</i> Paradidático.....	239
Figura 86 – Conteúdo do manual de instruções do <i>Kit</i> Paradidático.....	240
Figura 87 – Capa do <i>CD-ROM</i> do <i>Kit</i> Paradidático.....	241

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estratégias, fases e técnicas de pesquisa adotadas na tese.....	36
Tabela 2 – Classificação de Materiais (para)Didáticos para os anos iniciais.....	37
Tabela 3 – Evolução do Ensino de Ciências Naturais no Brasil.....	53
Tabela 4 – Eixos Temáticos da disciplina de Ciências Naturais: anos iniciais.....	59
Tabela 5 – Atividades didáticas no ensino de Ciências Naturais anos iniciais.....	65
Tabela 6 – Classificação dos Conteúdos de Ciências Naturais anos iniciais.....	66
Tabela 7 – Principais Conteúdos das Ciências Naturais nos anos iniciais.....	69
Tabela 8 – Critérios para seleção de conteúdos de Ciências nos anos iniciais.....	70
Tabela 9 – Resumo do enfoque dos artigos do Ensino de Ciências.....	75
Tabela 10 – Resumo comparativo dos métodos de validação dos artigos do Ensino de Ciências Naturais anos iniciais - nacional x internacional.....	77
Tabela 11 – Classificação dos tipos de fenômenos associados como informação...81	
Tabela 12 – Divisão por categorias de definições do Design da Informação.....	85
Tabela 13 – Objetivos das informações no Infodesign.....	87
Tabela 14 – Dimensões das competências necessárias do Infodesigner.....	88
Tabela 15 – Aplicações do Design da Informação.....	91
Tabela 16 – Diretrizes da Mensagem no Design da Informação.....	95
Tabela 17 – Os 16 Princípios do Infodesign.....	96
Tabela 18 – Quadro Comparativo de Metodologias de Design da Informação.....	98
Tabela 19 – Resumo do enfoque dos artigos do Infodesign na Educação.....	102
Tabela 20 – Resumo comparativo dos métodos de validação dos artigos do Infodesign na Educação: nacional × internacional.....	104
Tabela 21 – Pressupostos e Princípios da Teoria da Atividade.....	115
Tabela 22 – Tipos de Contradições em um Sistema de Atividade.....	117
Tabela 23 – Resumo do enfoque da Teoria da Atividade na educação.....	121
Tabela 24 – Resumo comparativo dos métodos de validação dos artigos da Teoria da Atividade na Educação: nacional x internacional.....	123
Tabela 25 – Conceitos-chave da Interpenetração dos Contrários.....	126
Tabela 26 – Estratégias Metodológicas da Pesquisa.....	129
Tabela 27 – Listas dos Engenhos de Busca para o estado da arte.....	133
Tabela 28 – Plataformas de pesquisa dos livros paradidáticos (julho 2018).....	135

Tabela 29 – Plataformas de pesquisa dos <i>kits</i> experimentais (julho 2018).....	135
Tabela 30 – Livros Paradidáticos de Ciências Naturais da amostra.....	137
Tabela 31 – Número de publicações de livros paradidáticos de Ciências.....	146
Tabela 32 – Percentual de livros paradidáticos de Ciências por eixo temático.....	147
Tabela 33 – Número de editoras × número de publicações realizadas.....	148
Tabela 34 – Estatística descritiva dos preços dos livros paradidáticos.....	150
Tabela 35 – Evolução temporal das publicações dos livros paradidáticos.....	151
Tabela 36 – Frequência das informações nas capas/contracapas dos livros.....	153
Tabela 37 – Quadro Comparativo: capas dos Livros Paradidáticos de Ciências....	154
Tabela 38 – Índices hierárquicos das informações nas capas/contracapas.....	156
Tabela 39 – Matrizes dos níveis hierárquicos das informações das capas.....	157
Tabela 40 – Sequência dos níveis hierárquicos das informações das capas.....	158
Tabela 41 – Categorias para análise do desempenho da avaliação heurística.....	160
Tabela 42 – Resumo geral das notas da avaliação heurística.....	161
Tabela 43 – Resumo das avaliações de desempenho na avaliação heurística.....	162
Tabela 44 – Médias gerais dos livros por bloco na avaliação heurística.....	163
Tabela 45 – Médias gerais dos livros por eixo temático na avaliação heurística....	164
Tabela 46 – Médias gerais do Livro 1: “Eu produzo menos lixo!”.....	165
Tabela 47 – Médias gerais do Livro 2: “O mundo em Infográficos”.....	167
Tabela 48 – Médias gerais do Livro 3: “Natureza em Equilíbrio”.....	169
Tabela 49 – Médias gerais do Livro 4: “Corpo Humano”.....	171
Tabela 50 – Médias gerais do Livro 5: “O genial mundo das Ciências”.....	173
Tabela 51 – Médias gerais do Livro 6: “Brasil 100 palavras”.....	175
Tabela 52 – Médias gerais do Livro 7: “Meu primeiro atlas do corpo humano”.....	177
Tabela 53 – Médias gerais do Livro 08: “Livro do mundo e universo”.....	179
Tabela 54 – Principais problemas de Infodesign: Livro 1.....	181
Tabela 55 – Principais problemas de Infodesign: Livro 2.....	182
Tabela 55 – Principais problemas de Infodesign: Livro 3.....	182
Tabela 57 – Principais problemas de Infodesign: Livro 4.....	183
Tabela 58 – Principais problemas de Infodesign: Livro 5.....	183
Tabela 59 – Principais problemas de Infodesign: Livro 6.....	184
Tabela 60 – Principais problemas de Infodesign: Livro 7.....	184
Tabela 61 – Principais problemas de Infodesign: Livro 8.....	185
Tabela 62 – Quadro comparativo do grau de gravidade dos problemas.....	186

Tabela 63 – Componentes e materiais dos <i>kits</i> experimentais.....	193
Tabela 64 – Lista dos <i>kits</i> experimentais de energia eólica.....	195
Tabela 65 – Quadro comparativo das embalagens dos <i>kits</i> de energia eólica.....	196
Tabela 66 – Quadro comparativo dos componentes dos <i>kits</i> de energia eólica.....	197
Tabela 67 – Quadro comparativo dos manuais dos <i>kits</i> de energia eólica.....	198
Tabela 68 – Tabela comparativa dos princípios funcionais nos manuais.....	202
Tabela 69 – Tabela comparativa dos princípios estéticos nos manuais.....	203
Tabela 70 – Tabela comparativa dos princípios administrativos nos manuais.....	204
Tabela 71 – Tabela comparativa dos princípios cognitivos nos manuais.....	205
Tabela 72 – Tabela comparativa dos princípios da forma nos manuais.....	206
Tabela 73 – Tabela comparativa dos princípios do tempo nos manuais.....	206
Tabela 74 – Quadro ilustrativo de modelos de energia eólica.....	207
Tabela 75 – Quadro Comparativo dos modelos paradigmáticos de torres eólicas.....	208
Tabela 76 – Estratificação em classes das notas das escolas municipais.....	210
Tabela 77 – Estratificação em classes das notas das escolas estaduais.....	212
Tabela 78 – Contexto das escolas públicas do Recife: municipais x estaduais.....	216
Tabela 79 – Perfil dos professores do 5º ano do Recife: municipais x estaduais.....	217
Tabela 80 – Objetivos gerais do 5º ano escolas públicas do Recife.....	219
Tabela 81 – Perfil dos alunos do 5º ano escolas públicas do Recife.....	220
Tabela 82 – Perfil das mães dos alunos do 5º ano escolas públicas do Recife.....	221
Tabela 83 – Quadro comparativo das escolas Engenho do Meio e Padre Donino.....	222
Tabela 84 – Análise comparativa das contradições primárias das escolas.....	222
Tabela 85 – Análise comparativa das contradições secundárias das escolas.....	223
Tabela 86 – Planejamento do <i>Kit</i> Paradidático de Ciências do 5º ano.....	225
Tabela 87 – Fontes de pesquisa do conteúdo verbal para o <i>Kit</i> Paradidático.....	226
Tabela 88 – Fontes de pesquisa do conteúdo visual para o <i>Kit</i> Paradidático.....	227
Tabela 89 – Principais conceitos de energia para o <i>Kit</i> Paradidático.....	227
Tabela 90 – Principais objetos de aprendizagem para o <i>Kit</i> Paradidático.....	228
Tabela 91 – Requisitos projetuais para o <i>Kit</i> Paradidático.....	229
Tabela 92 – Estratégias didáticas para o <i>Kit</i> Paradidático.....	230
Tabela 93 – Capa e conteúdo do <i>Kit</i> Paradidático: “Matéria e Energia”.....	234
Tabela 94 – Especificações do caderno de exercícios do <i>Kit</i> Paradidático.....	236

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	23
1.1	INTRODUÇÃO E CONTEXTUALIZAÇÃO.....	23
1.1.1	Ensino de Ciências Naturais nos iniciais.....	23
1.1.2	Os materiais Paradidáticos de Ciências Naturais.....	24
1.1.3	O Design da Informação de Materiais Paradidáticos.....	26
1.1.4	O Sistema de Atividades de Ensino de Ciências Naturais.....	27
1.2	CARACTERIZAÇÃO DA PROBLEMÁTICA.....	28
1.2.1	A evolução da temática da pesquisa.....	28
1.2.2	Apresentação do problema de pesquisa.....	29
1.2.3	Questão central de pesquisa.....	31
1.3	OBJETIVOS.....	32
1.3.1	Objetivo Geral.....	32
1.3.2	Objetivos Específicos.....	32
1.4	JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA.....	32
1.4.1	Considerações Gerais.....	32
1.5	ESTRATÉGIAS METODOLÓGICAS.....	36
1.6	OBJETO DE ESTUDO.....	37
1.6.1	Livro Didático de Ciências Naturais.....	38
1.6.2	Livros Paradidáticos de Ciências Naturais.....	40
1.6.3	Kits experimentais de Ciências Naturais.....	43
1.6.4	Modelos Paradidáticos de Ciências Naturais.....	46
1.7	RECORTE E AMOSTRAGEM DA PESQUISA.....	48
2	ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS.....	50
2.1	INTRODUÇÃO A CIÊNCIAS NATURAIS NOS ANOS INICIAIS.....	50
2.1.1	Contextualização e Evolução Histórica.....	50
2.2	ESTRUTURAÇÃO DA MATÉRIA “CIÊNCIAS NATURAIS”.....	54
2.2.1	Abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS).....	54
2.2.2	“Alfabetização Científica”: Ciências nos anos iniciais.....	55
2.2.3	Objetivos das Ciências Naturais.....	56
2.2.4	Eixos Temáticos das Ciências Naturais.....	58
2.3	O ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS.....	60

2.3.1	O papel do professor no ensino das Ciências Naturais.....	60
2.3.2	A formação do professor das Ciências Naturais.....	63
2.3.3	As atividades didáticas em Ciências Naturais.....	64
2.4	OS CONTEÚDOS DAS “CIÊNCIAS NATURAIS”.....	66
2.4.1	Classificação dos conteúdos das Ciências Naturais.....	66
2.4.2	Principais Conteúdos de Ciências Naturais.....	69
2.4.3	Critérios para seleção de conteúdos de Ciências Naturais.....	69
2.4.4	Planejamento de Unidades Didáticas.....	71
2.5	ESTADO DA ARTE: CIÊNCIAS NATURAIS NOS ANOS INICIAIS.....	72
2.5.1	Principais Enfoques e Abordagens.....	72
2.5.2	Métodos de Validação, amostragem e sujeitos.....	76
2.6	CONSIDERAÇÕES SOBRE CIÊNCIAS NATURAIS ANOS INICIAIS.....	78
3	DESIGN DA INFORMAÇÃO.....	79
3.1	INTRODUÇÃO AO DESIGN DA INFORMAÇÃO.....	79
3.1.1	Contextualização Histórica.....	79
3.1.2	A “informação” no contexto do Design.....	81
3.2	O INFODESIGN COMO CAMPO DE ESTUDO.....	84
3.2.1	Conceituação do Design da Informação.....	84
3.2.2	Objetivos do Design da Informação.....	86
3.2.3	O papel do Design da Informação.....	88
3.2.4	A Interdisciplinaridade do Infodesign.....	90
3.2.5	Aplicações do Design da Informação.....	91
3.2.6	Design da Informação × Design Gráfico × Design Instrucional.....	92
3.3	TEORIAS E PRINCÍPIOS DO DESIGN DA INFORMAÇÃO.....	94
3.3.1	Diretrizes segundo Redig.....	94
3.3.2	Princípios segundo Pettersson.....	95
3.4	METODOLOGIAS PROJETAIS DE INFODESIGN.....	97
3.5	APLICAÇÕES DO DESIGN DA INFORMAÇÃO NA EDUCAÇÃO.....	99
3.5.1	Principais Enfoques e Abordagens do Infodesign na Educação.....	99
3.5.2	Métodos de Validação, amostragem e sujeitos.....	103
3.6	CONSIDERAÇÕES SOBRE A APLICAÇÃO DO INFODESIGN.....	105
4	TEORIA DA ATIVIDADE.....	106
4.1	INTRODUÇÃO À TEORIA DA ATIVIDADE.....	106

4.1.1	Contextualização e desenvolvimento.....	106
4.1.2	Evolução Histórica e Desdobramentos.....	107
4.2	ESTRUTURAÇÃO DA TEORIA DA ATIVIDADE.....	108
4.2.1	A atividade e seus componentes de iteração.....	108
4.2.2	Os níveis da atividade: a tríade atividade-ação-operação.....	110
4.2.3	O Modelo Sistema de Atividades.....	112
4.3	PRESSUPOSTOS TEÓRICOS E PRINCÍPIOS BÁSICOS.....	115
4.4	INSTRUMENTOS ANALÍTICOS DA TEORIA DA ATIVIDADE.....	116
4.4.1	Métodos de Abordagem: uso de <i>check-lists</i>.....	116
4.4.2	Mapeamento das Contradições no Sistema de Atividade.....	116
4.4.3	Hierarquia dos Artefatos Mediadores.....	118
4.5	ESTADO DA ARTE: TEORIA DA ATIVIDADE E EDUCAÇÃO.....	119
4.5.1	Principais Enfoques e Abordagens.....	119
4.5.2	Métodos de Validação, amostragem e sujeitos.....	122
4.6	CONSIDERAÇÕES SOBRE A TEORIA DA ATIVIDADE.....	124
5	METODOLOGIA.....	125
5.1	OS MÉTODOS DE PESQUISA.....	125
5.1.1	O Método de Abordagem.....	125
5.1.2	Os Métodos de Procedimento.....	127
5.2	AS ESTRATÉGIAS METODOLÓGICAS.....	129
5.2.1	As Etapas Metodológicas.....	130
5.2.2	Os Níveis da Pesquisa.....	131
5.3	OS PROCEDIMENTOS DA PESQUISA.....	132
5.3.1	FASE 01: Pesquisa Bibliográfica.....	132
5.3.2	FASE 02: Pesquisa Documental.....	133
5.3.2.1	Conteúdos Programáticos – Ciências Naturais (5º Ano).....	134
5.3.2.2	Levantamento dos Livros Paradidáticos – Ciências Naturais (5º Ano).....	134
5.3.2.3	Levantamento dos <i>Kits</i> Experimentais e Modelos de Ciências Naturais....	135
5.3.3	FASE 03: Pesquisa Comparativa.....	136
5.3.3.1	Perfil dos Livros Paradidáticos de Ciências Naturais (5º Ano).....	136
5.3.3.2	Amostragem dos Livros Paradidáticos – Ciências Naturais (5º Ano).....	136
5.3.3.3	Análise de capas dos Livros Paradidáticos – Ciências Naturais (5º Ano)..	137
5.3.3.4	Análise Heurística Livros Paradidáticos – Ciências Naturais (5º Ano).....	139

5.3.3.5	Perfil <i>Kits</i> Experimentais Paradidáticos – Ciências Naturais (5º Ano).....	140
5.3.3.6	Comparação dos Kits Experimentais – Ciências Naturais (5º Ano).....	140
5.3.4	FASE 04: Pesquisa de Campo.....	140
5.3.4.1	Contexto das Escolas Públicas do Recife (5º Ano).....	140
5.3.4.2	Critérios para Seleção das Escolas Públicas (Cálculo da Amostra).....	141
5.3.4.3	Observação das Aulas de Ciências – Escolas Públicas (5º Ano).....	141
5.3.4.4	Entrevistas com Professores de Ciências – Escolas Públicas (5º Ano).....	142
5.3.5	FASE 05: Pesquisa Analítica.....	142
5.3.5.1	Sistemas de Atividades Ensino de Ciências – Escolas Públicas (5º Ano).....	142
5.3.5.2	Requisitos Projetuais para Produção do <i>Kit</i> Paradidático.....	143
5.3.6	FASE 06: Pesquisa-ação (Projeto do <i>Kit</i> Paradidático).....	144
6	RESULTADOS.....	145
6.1	PESQUISA DOCUMENTAL.....	145
6.1.1	Perfil dos Livros Paradidáticos de Ciências Naturais.....	145
6.2	PESQUISA COMPARATIVA (LIVROS).....	153
6.2.1	Análise Comparativa das Capas dos Livros Paradidáticos.....	153
6.2.1.1	Informações Verbais.....	153
6.2.1.2	Hierarquia da Informação.....	156
6.2.1.3	Tipo de Linguagem Gráfica.....	158
6.2.1.4	Características Tipográficas.....	159
6.2.1.5	Paleta de Cores.....	159
6.2.2	Avaliação Heurística dos Livros Paradidáticos.....	160
6.2.2.1	Média Geral do desempenho dos Livros Paradidáticos.....	162
6.2.2.2	Média Geral dos livros por blocos de princípios.....	163
6.2.2.3	Média Geral dos livros por princípios.....	163
6.2.2.4	Média Geral dos livros por eixo temático.....	164
6.2.2.5	Médias específicas da avaliação de desempenho de cada livro.....	165
6.2.3	Lista de problemas identificados nos livros da amostra.....	181
6.2.4	Quadro comparativo do grau de gravidade dos problemas.....	185
6.3	PESQUISA COMPARATIVA (<i>KITS</i> / <i>MODELOS</i>).....	189
6.3.1	Perfil dos <i>Kits</i>/Modelos Paradidáticos.....	189
6.3.2	Quadro Comparativo de <i>Kits</i> Paradidáticos de Ciências Naturais.....	195
6.3.2.1	Projeto de Embalagem <i>Kits</i> Experimentais de Energia Eólica.....	195

6.3.2.2	Componentes dos <i>Kits</i> Experimentais de Energia Eólica.....	197
6.3.2.3	Comparação dos Manuais e/ou Livros inclusos no <i>Kit</i> de Energia Eólica..	197
6.3.3	Análise Comparativa dos Manuais dos Kits de Energia Eólica.....	201
6.3.3.1	Princípios Funcionais.....	201
6.3.3.2	Princípios Estéticos.....	203
6.3.3.3	Princípios Administrativos.....	204
6.3.3.4	Princípios Cognitivos.....	205
6.3.3.5	Princípios Formas da Mensagem.....	205
6.3.3.6	Princípios Tempo da Mensagem.....	206
6.3.4	Análise comparativa dos modelos de energia eólica.....	207
6.4	PESQUISA DE CAMPO.....	209
6.4.1	Critérios para seleção das Escolas Públicas.....	209
6.4.2	Mapeamento dos Elementos do Sistema de Atividades.....	214
6.4.2.1	Contexto: Escolas Públicas 5º ano – Recife.....	215
6.4.2.2	Sujeito: Professores de Ciências das Escolas Públicas.....	216
6.4.2.3	Ferramentas e Recursos – Ensino de Ciências.....	218
6.4.2.4	Regras no Ensino de Ciências nas Escolas Públicas.....	218
6.4.2.5	Objeto do Ensino de Ciências Naturais nas Escolas Públicas.....	219
6.4.2.6	Comunidade do Ensino de Ciências nas Escolas Públicas.....	220
6.4.3	Mapeamento Contradições Primárias nos Sistemas de Atividades....	221
6.5	PESQUISA-AÇÃO.....	225
6.5.1	ETAPA 01: Planejamento do <i>Kit</i> Paradidático.....	225
6.5.2	ETAPA 02: Coleta de Informações para o <i>Kit</i> Paradidático.....	226
6.5.3	ETAPA 03: Seleção de Conteúdos para o <i>Kit</i> Paradidático.....	227
6.5.4	ETAPA 04: Plano de Informação/<i>layout</i> para <i>Kit</i> Paradidático.....	231
6.5.5	ETAPA 05: Produção do <i>Kit</i> Paradidático.....	233
6.5.5.1	Livro do <i>Kit</i> Paradidático Matéria e Energia.....	233
6.5.5.2	Caderno de Exercício do <i>Kit</i> Paradidático de Matéria e Energia.....	235
6.5.5.3	<i>Slides</i> de Aulas Expositivas do <i>Kit</i> Paradidático de Matéria e Energia.....	236
6.5.5.4	Cartazes do <i>Kit</i> Paradidático de Matéria e Energia.....	237
6.5.5.5	Modelo Experimental do <i>Kit</i> Paradidático de Matéria e Energia.....	239
6.5.5.6	<i>CD-ROM</i> do <i>Kit</i> Paradidático de Matéria e Energia.....	240
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	242

7.1	CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	242
7.1.1	Design de Materiais Paradidáticos de Ciências Naturais.....	242
7.1.2	Ensino de Ciências Naturais nos Anos Iniciais.....	244
7.2	PRINCIPAIS CONTRIBUIÇÕES.....	247
7.3	TRABALHOS FUTUROS.....	248
	REFERÊNCIAS.....	249
	APÊNDICE A – PESQUISA BIBLIOGRÁFICA.....	262
	APÊNDICE B – AVALIAÇÃO DAS PUBLICAÇÕES.....	265
	APÊNDICE C – CATALOGAÇÃO DAS PUBLICAÇÕES.....	266
	APÊNDICE D – CONTEÚDO 5º ANO DE CIÊNCIAS NATURAIS.....	268
	APÊNDICE E – ROTEIRO DA AVALIAÇÃO HEURÍSTICA.....	269
	APÊNDICE F – CHECKLIST MAPEAMENTO DAS CONTRADIÇÕES DO SISTEMA DE ATIVIDADES.....	280
	ANEXO A – CRITÉRIOS PARA SELEÇÃO DE LIVROS DIDÁTICOS DE CIÊNCIAS NATURAIS ANOS INICIAIS PELO PNLD.....	283
	ANEXO B – LIVROS DIDÁTICOS DE CIÊNCIAS NATURAIS SELECIONADOS PELO PNLD (2015).....	287
	ANEXO C – PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS DE CIÊNCIAS NATURAIS (5º ANO).....	290
	ANEXO D – PARÂMETROS CURRICULARES DE PERNAMBUCO DE CIÊNCIAS NATURAIS (5º ANO).....	292
	ANEXO E – POLÍTICA DE ENSINO DO RECIFE DE CIÊNCIAS NATURAIS (5º ANO).....	296

1 INTRODUÇÃO

Este capítulo apresenta uma introdução e visão geral sobre da tese, que está organizado da seguinte forma: (1) introdução e contextualização do cenário geral do ensino das Ciências Naturais nos anos iniciais da rede pública e o uso de materiais paradidáticos para este fim; (2) caracterização do problema de pesquisa e a definição da questão central; (3) definição dos objetivos geral e específicos desta tese; (4) apresentação da justificativa e discussão sobre a relevância da pesquisa; (5) as estratégias metodológicas utilizadas; (6) exposição do objeto de estudo, discorrendo sobre livros didáticos, livros paradidáticos, *kits* experimentais e modelos paradidáticos; e o (7) o recorte da pesquisa.

1.1 INTRODUÇÃO E CONTEXTUALIZAÇÃO

1.1.1 Ensino de Ciências Naturais nos iniciais

O Ensino Fundamental é um dos níveis da Educação Básica no Brasil, sendo obrigatório, gratuito (escolas públicas das esferas estaduais e municipais) e composto por 9 anos¹ no total – sendo dividido em Anos Iniciais (I – compreende faixas de 6 a 10 anos de idade) e Anos Finais (II – 11 a 14 anos). A partir da instituição da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB/1996)² e dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) (BRASIL, 1997), o Ensino Fundamental I (EF1) sofreu uma série de transformações, exigindo reformulações no espaço educativo e no uso de materiais didáticos e paradidáticos. Os PCNs³ redefiniram seus programas, propondo novas maneiras para abordar as relações entre sujeitos e conteúdos científicos e escolares, já que é a partir dessa fase (concreta operacional) e das experiências de análise, manipulação e comparações que as crianças assimilam saberes e constroem conhecimento; tornando-se autônomas e com senso crítico.

As **Ciências Naturais** são uma matéria oferecida nos primeiros anos do Ensino Fundamental, cuja abordagem possui uma relação mais próxima com os saberes da população que não está necessariamente no meio acadêmico-científico. A sua estruturação baseada na tríade Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), o que permite incluir valores e princípios do conhecimento científico e tecnológico de maneira aplicada e humanizada;

¹ A duração do ensino fundamental foi ampliada de oito para nove anos, pelo Projeto de Lei no 3.675/04, passando agora a abranger as classes de alfabetização.

² Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996 (LDB).

³ Constituem um referencial de qualidade para educação no Ensino Fundamental em todo país, com função de orientar e garantir a coerência dos investimentos no sistema educacional; sendo uma proposta flexível a ser concretizada nas decisões regionais e locais sobre os currículos e programas de transformação da realidade educacional empreendidos pelas autoridades governamentais, escolas e professores (BRASIL, 1997).

gerando um paralelo entre a teoria e a prática de forma contextualizada (ZUIN, *et al.*, 2008). Os conteúdos da matéria são abordados de maneira transversal, articulada, interdisciplinar e integrada (física, química, geociências, astronomia, biologia, tecnologia). Desta forma, o seu ensino requer uma combinação entre os fenômenos naturais e sociais, possibilitando ao aluno uma “passagem” do senso comum para o conhecimento científico e uma construção da percepção do mundo de acordo com as etapas de seu desenvolvimento (SALLES; KOVALICZN, 2007). Os objetivos da matéria estão ligados: (i) ao entendimento e apropriação das relações entre causa e efeito dos fenômenos que permeiam a realidade em que as crianças vivem; (ii) à construção e ao compartilhamento do conhecimento e da Ciência; e (iii) ao desenvolvimento da cidadania com papel ativo, ético, crítico, consciente e responsável em relação à si (saúde física e psíquica), ao meio ambiente, aos recursos naturais e tecnológicos e à sociedade na qual estão inseridas (BRASIL, 1997).

A “atividade” de ensino-aprendizagem⁴ desta matéria é considerada uma forma de organização de ações que utiliza as necessidades, os problemas reais e os interesses dos alunos como base para a solução, orientação e avaliação de experiências de aprendizagem. São levados em consideração fatores como: aplicabilidade prática, aprendizagem significativa, investigação, comunicação, resolução de problemas, tomada de decisão, desenvolvimento de competências e trabalho em equipe (RECIFE, 2014; BRASIL, 1997). Desta forma, o ensino da matéria se desenvolve a partir de experiências colhidas em situações concretas ao invés de apresentação sistemática dos conhecimentos (BARRA; LORENZ, 1986). Entre as possibilidades de atividades, estão incluídas algumas como: (a) leitura e escrita de textos; (b) debates e argumentação oral e escrita; (c) realização de pesquisas; (d) prática de experimentos; (e) uso de maquetes e modelos paradidáticos; (e) atividades lúdicas; (f) estudos de caso, entre outras (SALLES; KOVALICZN, 2007). Neste contexto, materiais paradidáticos vêm sendo analisados no meio acadêmico e produzidos no mercado como uma alternativa acessível e viável para potencializar o processo de ensino-aprendizagem desta matéria.

1.1.2 Os Materiais Paradidáticos de Ciências Naturais

Para o Ministério da Educação (MEC), em relação a materiais ou equipamentos, não se faz uma distinção propriamente dita entre didáticos e paradidáticos (apenas para os livros). São considerados didáticos “todo e qualquer recurso utilizado como procedimento de ensino, visando à estimulação do aluno e à sua aproximação do conteúdo” (BRASIL, 2007, p. 21). Já a nomenclatura “paradidático” é utilizada como adjetivo, classificando livros e

⁴ Parecer nº 853/71, de 12 de novembro de 1971, do CFE. Fixa o núcleo-comum para currículos do 1º e 2º graus.

materiais que, apesar de não serem propriamente didáticos, são utilizados para este fim. Os **materiais paradidáticos** recebem esse nome porque são adotados de forma paralela e complementar aos materiais convencionais (didáticos), sem substituí-los. Além disso, não pretendem cobrir uma matéria de uma série ou segmento de ensino; apenas tópicos de interesse curricular tratados de forma mais especializada e/ou aprofundada (RANGEL, 2006). Sendo assim, trata-se de ferramentas utilizadas como apoio aos livros-textos didáticos e atividades de ensino, para trabalhar conteúdos específicos do programa, tais como: modelos, miniaturas, maquetes, mapas, recurso audiovisual, jogos, brinquedos, entre outros. O processo de ensino-aprendizagem usando este tipo de recurso foge um pouco dos padrões tradicionais e conservadores (metodologias passivas, educação livresca e “conteudista”), explorando e aprofundando diversos conteúdos específicos das matérias do currículo escolar de maneira mais agradável, natural, fluida, autônoma e espontânea.

A matéria de Ciências Naturais – que exige compreensão do homem, meio ambiente, universo e fenômenos naturais, com muitos conteúdos abstratos e de compreensão mais difícil – é beneficiada com uso destes recursos. Isto porque permitem não só potencializar o processo de ensino-aprendizagem como um todo, como também aumentar a curiosidade, os níveis de interesse e participação na sala de aula; além de, eventualmente, melhorar o rendimento escolar e a aprendizagem da matéria. Os materiais paradidáticos ganham espaço como alternativas complementares, por oferecem atividades mais lúdicas e com linguagem mais convidativa, integrando a diversão à construção do conhecimento. Podem ainda estimular o aprendizado do aluno, isto porque este é levado pela curiosidade a descobrir o significado do que está sendo observado e, a partir de então, por meio da associação com os conteúdos trabalhados em sala de aula, aprender por si mesmo (PENTEADO; KOVALICZN, 2008). Permitem ainda ensinar e desenvolver o potencial dos alunos; tornando-os mais independentes, críticos e criativos; preparando-os emocional, cultural e psicologicamente na sua formação enquanto indivíduos e cidadãos (KRAEMER, 2007); sendo recomendados pelo MEC.

Entretanto, especialmente para os primeiros anos do Ensino Fundamental (BRASIL, 2007, p. 88), os (para)didáticos “precisam ser repensados e seu emprego otimizado”: os conteúdos e informações necessitam ser trabalhados a partir de uma construção ativa das capacidades intelectuais, fazendo com que as crianças possam operar com símbolos, ideias, imagens e representações que permitam organizar a realidade, tomar decisões e adotar uma posição crítica e com visão de mundo. Nesta fase é importante para elas ver, tocar, sentir, cheirar e manipular objetos; de maneira que possam refletir e atribuir significados sobre os conteúdos trabalhados dentro e fora da sala de aula, por meio de suas percepções. É preciso ter em mente que o desenvolvimento destes materiais deve estar alinhado com uma série de questões específicas, tanto do ponto de vista dos PCNs, do

plano pedagógico da escola, dos objetivos gerais das matérias em si, quanto do contexto em que é ensinado; considerando não só o conteúdo, como também as habilidades, procedimentos, atitudes e valores a serem desenvolvidos pelos alunos. Além disso, o planejamento e a confecção destes materiais devem levar em consideração também aspectos relativos às informações neles contidas; uma vez que precisam ser claras e objetivas para potencializar o ensino e o seu uso, bem como a atribuição de significado, a compreensão do conteúdo e o desenvolvimento das diversas competências (OLIVEIRA, 2014). Isto posto, cabe também ao Designer de Informação analisá-los, avaliá-los e projetá-los de maneira melhor possível.

1.1.3 O Design da Informação de Materiais Paradidáticos

A informação⁵ é o resultado da manipulação e da organização de dados de uma forma que gere conhecimento para quem a recebe. Logo, o **Design da Informação** (Infodesign) é um campo que trata do processo da transformação e organização de “dados” desordenados → em “informações” úteis → para gerar algum tipo de “conhecimento” para seu público (PETTERSON, 2012a; SHEDROFF, 1994). Para o *Society for Technical Communication* (STC)⁶, são utilizados princípios de design para traduzir e transformar dados complexos, desorganizados e desestruturados em informações com valor e significado; de maneira que se torne mais fácil a sua compreensão e utilização. Tem por objetivo fazer com que todos os tipos de informações sejam acessíveis e utilizáveis de forma apropriada (SLESS, 1992): “a informação deve ter impacto, ser fácil de achar, simples de utilizar e instantaneamente compreensível”, de acordo com a *Information Design Association*⁷.

O InfoDesign se trata da atividade que seleciona, organiza, estrutura e apresenta informações, com objetivo de estabelecer a comunicação de forma eficiente e precisa (WILDBUR; BURKE, 1998); tendo um forte compromisso com a mensagem – seu conteúdo, sua forma e sua linguagem – de acordo com princípios estéticos, econômicos, ergonômicos, funcionais, cognitivos, entre outros (PETTERSSON, 2002). Pode-se dizer que seu princípio básico é otimizar a aquisição da informação seja em sistemas analógicos ou digitais, com responsabilidade de: selecionar e estruturar as informações; delinear a forma na qual o sujeito encontra, lê e compreende as informações; estabelecer relação entre os elementos para gerar algum tipo de conhecimento; definir formas de interação com a interface; e possibilitar a compreensão da experiência com a informação (PASSOS; MOURA, 2007).

⁵ *International Institute for Information Design* (IIID). Disponível em: <<http://www.iiid.net>>. Acesso em: 28 jul. 2016.

⁶ *Society for Technical Communication*. Disponível em: <<http://www.stc.org>>. Acesso: 28 jul. 2016.

⁷ *Information Design Association*. Disponível em: <<http://www.infodesign.org.uk>>. Acesso: 28 jul. 2016.

Este campo de estudo vem sendo aplicado em diversas pesquisas relacionadas com a Educação, buscando contribuir efetivamente para a análise e o desenvolvimento de materiais educacionais, de maneira que possam colaborar efetivamente para uma melhoria na construção do conhecimento e no processo de ensino-aprendizagem. E, neste contexto, o designer possui um papel fundamental na sua concepção e produção, uma vez que “a sociedade, em constante renovação cultural, busca alternativas criativas e inovadoras para satisfazer um público cada vez mais acostumado a ser ‘deslumbrado’ pelo uso de um novo recurso” (COSTA; COUTINHO, 2009, p. 615). Para isso, é preciso reunir ferramentas e instrumentos necessários que permitam também a contextualização e a representação destas informações, tendo o foco não na mensagem em si – dissociada de seu contexto –, mas no sujeito que utilizará a informação (SHIRAIWA, *et al.*, 2009); bem como nas suas relações e interações com o conteúdo e nas experiências conectadas aos seus objetivos específicos com o uso da informação (aprender, instruir-se, comunicar-se, localizar-se, etc.). Por consequência, uma das abordagens utilizadas para se coletar e analisar informações pode vir do mapeamento das atividades nas quais tais materiais estão inseridos.

1.1.4 O Sistema de Atividades de Ensino de Ciências Naturais

A **atividade** humana, vista como um objeto de estudo da Psicologia Cognitiva, não é considerada uma parte da construção de sua realidade subjetiva, mas sim uma “unidade de vida” central do sujeito concreto existente em um mundo objetivo (KAPTELININ, 2013). Neste caso, ela ocorre a partir da interação do sujeito (professores) com seu objeto (ensino de Ciências Naturais), sendo mediada por ferramentas mediadoras (materiais paradidáticos) que representam a fonte do desenvolvimento psicológico (ARIEVITCH, 2008). As ferramentas mediadoras (artefatos)⁸ são consideradas dispositivos do processo mental, vistas como artificiais e sociais ao invés de orgânicas ou de origem individual; sendo produtos decorrentes da ação coletiva da atividade histórico-cultural humana (DANIELS, 2008); sendo consideradas culturais e simbólicas.

Formulando a Teoria da Atividade (TA), Leontiev (1978) estruturou a atividade em níveis e apresentou os componentes da interação humana na realização das atividades. Para ele, a atividade pode ser decomposta em três níveis: (a) seu “objeto”, ou seja, a motivação que fornece a sua força motriz; (b) as “ações” que representam metas que traduzem a atividade em realidade; e (c) as “operações”, decomposições das ações (em um nível inconsciente). Como evolução da teoria, que propunha basicamente que as relações do sujeito com seu objeto são mediadas pelas ferramentas, Engeström (1999) acrescentou

⁸ Os artefatos são agentes especiais produtos da necessidade cultural humana, os quais podem ser materiais ou psicológicos (KAPTELININ & NARDI, 2006).

novas variáveis a esta condição, propondo o Modelo do Sistema de Atividades. Esta perspectiva integrou o estudo com o contexto, através da análise sistêmica dos elementos envolvidos nas atividades – considerando sujeito, objeto, ferramentas, regras sociais, comunidade e divisão de trabalho, direcionados para obtenção de um resultado comum.

Como instrumento analítico, permite mapear as contradições⁹ nas atividades de ensino de Ciências; as quais podem emergir entre ou dentro de seus elementos, ou ainda quando os seus participantes possuem diferentes objetos ou motivos, por exemplo. Além disso, essa abordagem retira o foco na análise do uso dos materiais em si e o coloca sobre o sistema de atividades e seus significados para os indivíduos (BARRETO CAMPELLO, 2009). Apesar do alto grau de abstração que tal teoria apresenta e da dificuldade de sistematização de seu quadro teórico, possui um potencial de aplicação em relação a encontrar problemas reais em atividades humanas e identificar como artefatos podem ser desenvolvidos de forma mais adequada para potencializar as atividades e as interações. Suas ferramentas analíticas têm contribuído para projetar e analisar artefatos através de uma abordagem histórico-cultural; e vem sendo aplicada, especialmente, nas áreas da Educação, do Design, da Psicologia e da Ciência da Computação. Deste modo, identificar e compreender o Sistema de Atividades de Ensino de Ciências Naturais nas escolas públicas pode trazer requisitos projetuais importantes para projetar materiais paradidáticos.

1.2 CARACTERIZAÇÃO DA PROBLEMÁTICA

1.2.1 A evolução da temática da pesquisa

O envolvimento da pesquisadora com temas relacionados ao Design e a Educação¹⁰ vem ocorrendo desde cedo, ainda na graduação, com sua Iniciação Científica (IC). Ao fim do mestrado, vislumbrou-se com uma nova temática – a possibilidade de trabalhar com livros infantis. Desta forma, o projeto inicial apresentado no processo seletivo do doutorado e submetido com aprovação da Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE) estava relacionado à análise do Design Instrucional em Livros Paradidáticos Infantis na rede pública do Ensino Fundamental I. Durante os primeiros dois anos, houve envolvimento direto e participação ativa no grupo de pesquisa de “Sistema de

⁹ Kuutti (1996) explica o uso do termo contradições na Teoria da Atividade para indicar tensões dentro dos elementos, entre diferentes atividades ou entre diferentes fases de desenvolvimento de uma mesma atividade, as enxergando como fonte de desenvolvimento.

¹⁰ Na Iniciação Científica o trabalho foi com Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA) – “Estudo e Planejamento Gráfico-Visual de Sala Virtual de Aprendizagem para apoio ao pensamento criativo e resolução de problemas”, sob a orientação da Profa. Dra. Rejane de Moraes Rêgo. No mestrado, o trabalho foi com Redes Sociais Educacionais (RSE), “O Design da Informação em Redes Sociais Educacionais: uma análise a partir da Teoria da Atividade”, sob orientação do Prof. Dr. Silvio Barreto Campello.

Atividades de Leitura nas Escolas”, sob orientação do Prof. Dr. Silvio Barreto Campello. Neste processo, foi realizado mapeamento dos contextos escolares de escolas públicas do Recife e das suas atividades de leitura, realizando acompanhamento com duas escolas locais, próximas da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). A partir das pesquisas de campo, identificaram-se problemas e lacunas, gerando questionamentos e adaptações no projeto, quanto ao objeto de estudo, recorte da pesquisa e objetivos previamente traçados.

Um dos problemas identificados, a partir de levantamento bibliográfico e das observações em campo, foi a carência no acesso e no uso de recursos e materiais paradidáticos em sala de aula para apoio do processo ensino-aprendizagem das matérias do currículo escolar. A modalidade de paradidático fica praticamente restrita aos “livros de literatura” para ensino de Português ou para práticas de leitura em sala de aula. Nas outras matérias, em geral, os livros utilizados são apenas os didáticos, embora já estejam disponíveis no mercado uma vasta produção de paradidáticos para apoio do ensino de Ciências Naturais, além de Geografia, Matemática, História, entre outras. E uma das matérias que chamou atenção pelos baixos rendimentos foi a de Ciências Naturais.

1.2.2 Apresentação do problema de pesquisa

A importância em se estudar as Ciências Naturais no Ensino Fundamental I é que esta matéria: (a) colabora para compreensão do mundo e suas transformações; (b) auxilia no reconhecimento do homem como parte do universo e enquanto indivíduo; (c) oferece conceitos e procedimentos para realização de questionamentos do que se vê e o que se ouve; (d) explica fenômenos naturais e auxilia na compreensão e valoração de modos de intervir na natureza e de uso racional de recursos; (e) leva a compreender uso de recursos tecnológicos e gera reflexões sobre questões éticas nas relações entre Ciência, Sociedade e Tecnologia (BRASIL, 1997). Desperta interesse pela Natureza e pela descoberta da interdependência que os seres vivos possuem entre si e com o meio ambiente em que vivem, por isso, o professor precisa trabalhar também no desenvolvimento da criança enquanto cidadão: estimulando a sua criatividade, a construção de senso crítico e opiniões próprias, além de valorização da ética na sua vida social e privada (**Ibdem**).

Todavia, atualmente, o EF1 o ensino da matéria enfrenta uma série de desafios e necessidades de mudanças e adaptações no país. Com o surgimento de novas tecnologias, maior facilidade de acesso à informação, avanços dos conhecimentos científicos e novos contextos sociais, econômicos e culturais; torna-se essencial desenvolver novas práticas de ensino, melhores processos de aprendizagem e materiais diferenciados. Para mais, muitas escolas públicas ainda passam por graves problemas tais como: fracasso escolar (evasão e reprovação), baixo rendimento escolar, recursos insuficientes para atender às demandas

atuais, métodos de ensino ultrapassados e defasados, condições insatisfatórias de infraestrutura e carência de recursos e materiais (para)didáticos. As realidades são bastante heterogêneas e os piores índices estão nas esferas municipais, nas unidades rurais e nas regiões norte e nordeste do país, segundo Censo Escolar¹¹ realizado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) (BRASIL, 2013). Ademais, alguns dos maiores problemas enfrentados são no ensino da matéria nos anos iniciais são: a dificuldade de integração de teoria e prática, pouco uso de experimentação, a carência de materiais e recursos paradidáticos, a falta de interdisciplinaridade, além das condições precárias de infraestrutura (biblioteca, laboratório, recursos, etc.) e da defasagem na formação continuada dos docentes (COSTA *et al.*, 2012; BUENO; KOVALICZN, 2016).

De acordo com os PCNs de Ciências Naturais no Ensino Fundamental I¹², os procedimentos essenciais para seu ensino são aqueles que permitam a investigação, a comunicação e o debate de fatos e ideias, isto por meio de diferentes meios de aprendizagem como: (a) observação, experimentação, comparação e relações entre fatos, fenômenos e ideias; (b) registro, análise, síntese, interpretação e comunicação do conhecimento; (c) leitura e escrita de textos informativos; (d) organização de informações por meio de desenhos, tabelas, gráficos, esquemas e textos; (e) proposição e confronto de hipóteses e suposições; (f) proposição e solução de problemas. Contudo, muitos de tais procedimentos não são abordados de forma satisfatória em sala de aula. Algumas das principais dificuldades para o ensino destes conteúdos é que a abordagem exclusivamente livresca não permite relação direta com fenômenos naturais e tecnológicos, deixando uma enorme lacuna de conhecimento para os estudantes (BRASIL, 1997). Em contraponto, conforme já mencionado, a abordagem CTS possui uma relação mais próxima com os saberes da população que não está necessariamente no meio acadêmico; incluindo valores e princípios do conhecimento científico e tecnológico para traçar um paralelo entre as experiências educacionais e as situações cotidianas do povo, gerando mais significado e relevância ao conteúdo aprendido (ZUIN, *et al.*, 2008).

Como uma das possíveis soluções para os diversos problemas enfrentados elencados, o uso de materiais paradidáticos para apoio em sala de aula surge como alternativa atrativa e acessível (CASAS, *et al.*, 2010). É relevante o uso de materiais e metodologias que estimulem a participação efetiva dos alunos, que despertem interesse e provoquem interação na sala de aula. Tal abordagem está relacionada à aprendizagem significativa, onde a criança é vista como sujeito de sua própria aprendizagem, ou seja, vem dela o movimento de “ressignificar” o mundo e construir explicações; mediada pela interação

¹¹ Censo Escolar. Portal do Inep. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/basica-censo>>. Acesso em: 10 jul. 2016.

¹² Parâmetros Curriculares Nacionais de Ciências Naturais (1997). Portal do Ministério de Educação. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro04.pdf>>. Acesso em: 15 jul. 2016.

com o professor, com os outros alunos e com os instrumentos culturais próprios do conhecimento científico (objetos, modelos, símbolos, representações, entre outros).

Para que tais materiais possam mediar as relações dos professores com o ensino da matéria, precisam levar em consideração uma série de fatores como: adequação do conteúdo para faixa etária, o contexto ao qual os alunos fazem parte, como serão aplicados e como as crianças irão manuseá-los, além da linguagem na qual são escritos e as informações que tratarão (ZUIN, *et al.*, 2008). Não obstante, verifica-se que há uma certa carência de pesquisas das informações neles contidas do ponto de vista do Design: o foco nos estudos tem sido nas áreas de Educação e Ciências. Em Design, no geral, são estudados do ponto de gráfico e editorial, analisando, sobretudo, critérios isolados como ilustração, tipografia, diagramação, linguagem gráfico-visual, representações pictóricas, entre outros. A preocupação deve ir além: análise e produção do ponto de vista da organização, estruturação e planejamento das informações, de maneira a facilitar a compreensão do conteúdo por parte da criança. A modalidade paradidático possui um caráter adicional, pretende ensinar o aluno e contextualizar os conteúdos trabalhados, acompanhado de uma série de exercícios de “fixação”, reflexão e solução de problemas.

Deste modo, é preciso apresentar informações e tarefas claras e bem estruturadas, de maneira a facilitar o uso e a manipulação dos próprios materiais, além de projetá-los para oferecer uma fácil assimilação (levando em consideração conteúdo, forma, contexto, idade, adequação da linguagem, entre outros fatores), além de potencializar o processo de ensino. Vale ainda ressaltar que projetos de produção destes materiais deveriam ser executados com auxílio de uma equipe multidisciplinar, envolvendo, além de designers, pedagogos, docentes, autores, especialistas, entre outros.

1.2.3 Questão central de pesquisa

Com base no exposto e buscando contemplar algumas das questões abordadas, o problema central de pesquisa desta tese é:

como projetar adequadamente informações em materiais paradidáticos aplicados ao ensino das Ciências Naturais no Ensino Fundamental I no contexto das escolas brasileiras da rede pública (municipal e estadual)?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Realizar um estudo de materiais paradidáticos de apoio ao ensino das Ciências Naturais no Ensino Fundamental I e projetar um *kit* voltado para o contexto das escolas da rede pública do Recife (de maneira que seja acessível, escalonável e de baixo custo; além de corresponder adequadamente aos Parâmetros Curriculares Nacionais (MEC) e aos Planos Pedagógicos Estaduais e Municipais).

1.3.2 Objetivos Específicos

- a) Analisar comparativamente livros paradidáticos de Ciências Naturais para Ensino Fundamental I disponíveis no mercado, bem como de *kits* experimentais e modelos paradidáticos do ponto de vista do Design da Informação;
- b) Mapear o contexto pedagógico das escolas da rede pública (municipal e estadual) do Recife no que diz respeito ao ensino das Ciências Naturais no Ensino Fundamental I;
- c) Identificar contradições nos seus Sistemas de Atividades de Ensino e levantar as necessidades e os requisitos projetuais para produção de materiais paradidáticos;
- d) Conceber, planejar e confeccionar um *kit* de materiais paradidáticos para ensino das Ciências Naturais nos anos iniciais, com base nos conteúdos programáticos, nas necessidades identificadas, nos requisitos projetuais levantados, bem como nos princípios de Design da Informação e na adequação ao PCN da matéria e aos planos pedagógicos municipais e estaduais.

1.4 JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA

1.4.1 Considerações Gerais

As Ciências Naturais, a partir de 2013, dada sua importância, voltaram a fazer parte do Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb), composto da Avaliação Nacional da Educação Básica (Aneb) e Avaliação Nacional do Rendimento Escolar (Anresc) / Prova Brasil. Para o Saeb, a ideia de “alfabetização e letramento em Ciências diz respeito ao processo discursivo, interativo e dialógico, contextualizado nas práticas sociais delimitadas pela escolarização”, através das possibilidades de ação e interação dos sujeitos que participam do processo educativo. Ademais, questiona as práticas tradicionais de ensino-

aprendizagem “centradas em processos individuais, descontextualizados, desqualificadores da experiência vivida e da realidade da cultura local” (BRASIL, 2012, p. 25).

Em relação à infraestrutura e ao acesso a materiais, segundo pesquisa realizada pelo Censo Escolar da Educação Básica (BRASIL, 2012), apenas cerca de 8% das escolas do Ensino Fundamental apresentavam laboratórios e materiais de ciências, apenas 29% possuíam biblioteca e 40% com acesso à Internet. Estes dados representam a média nacional; no nordeste do país, os percentuais despencam para 4%, 18% e 23%, respectivamente. Em relação aos métodos de ensino, há uma defasagem na formação continuada dos professores e uso frequente de abordagens passivas e com foco em conceitos. Ainda sofrem influências da abordagem tradicional, onde prevalece a transmissão-recepção de informações, dissociação entre o conteúdo e a realidade, além da prática da memorização. Contudo, os conteúdos desta matéria, muitas vezes, são abstratos e de difícil compreensão: as aulas de Ciências nos anos iniciais ainda são “excessivamente teóricas”, já não compatíveis com as características das novas gerações, que se dispersam com aulas monótonas, com pouca ou nenhuma participação na construção do conhecimento (PENTEADO; KOVALICZN, 2008, p. 4).

Segundo o *Programme for International Students Assessment* (Programa Internacional para Avaliação de Alunos, PISA)¹³, reconhecido internacionalmente e proposto pela Organização para Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE), são avaliados os desempenhos de alunos em Línguas, Matemática e Ciências. Em um total de 70 países avaliados, o Brasil ficou no último estudo realizado em 63º no *ranking* de Ciências, atrás de países como: Uruguai, México, Chile, Montenegro, Argentina, Jordânia e Vietnã. As avaliações do PISA são centradas nas competências demonstradas pelos alunos, ou seja, “habilidades e aptidões para analisar e resolver problemas, para trabalhar com informações e interpretá-las, visando a enfrentar situações da vida atual e não só nos conhecimentos adquiridos na escola” (WAISELFISZ, 2009). Em relação à avaliação especificamente das Ciências, é utilizada uma Escala de Proficiência que vai do Nível 1 (3,349 < 4,095), Nível 2 (4,095 < 4,841), Nível 3 (4,841 < 5,587), Nível 4 (5,587 < 6,333), Nível 5 (6,333 < 7,079) ao Nível 6 (> 7,079). Segundo os resultados aplicados do PISA em 2012, no Exame de Ciências Naturais, com média mundial de 5,01, apenas 55,3% dos alunos brasileiros conseguiram alcançar o Nível 1, os demais sequer atingiram nota mínima do teste (3,349). Isto quer dizer que pouco mais da metade conseguiu apenas proficiência em: “conhecimento científico tão limitado que pode ser aplicado apenas em poucas situações conhecidas. Conseguem apresentar explicações científicas óbvias e que resultem diretamente de evidências oferecidas” (BRASIL, 2013, p. 49). Além disso, os piores resultados foram dos

¹³ PISA, Disponível em: <<https://www.oecd.org/pisa/>>. Acesso em 25 jul. 2016.

estados do Norte-Nordeste: Alagoas, Maranhão, Amazonas, **Pernambuco** e Tocantins (ordem crescente partindo dos piores resultados no Brasil). Alguns fatores que contribuem para explicar a situação dos resultados dos alunos em Ciências, segundo o PISA (2003), especificamente em relação ao contexto escolar (extraído do Questionário do Diretor) reiteram o que foi discutido previamente: os diretores das escolas públicas manifestam escassez de recursos, entre eles – 92,5% reclamam da falta de equipamentos para laboratório, cerca de 60% falam da insuficiência de materiais e 88,5% afirmam dificuldade em acesso a livros (didáticos e paradidáticos) (WAISELFISZ, 2009).

Em relação especificamente aos livros paradidáticos, a implementação em sala de aula pode promover possíveis contribuições nas práticas educativas e melhorias nos processos de ensino-aprendizagem. Esta modalidade de livro tem um importante papel social na formação da criança enquanto indivíduo e cidadão, além do incentivo do hábito da leitura. Atualmente, há uma expansão deste setor. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e estatística (IBGE, 2012)¹⁴, entre as atividades gerais industriais, a que obteve maior desempenho de importância para o resultado global foi o ramo de “edição e impressão”, com expansão aproximadamente de 10%. Este ramo corresponde a: (a) livros de qualquer gênero; (b) brochuras; ou (c) impressos didáticos e paradidáticos. Para mais, há um alto investimento voltado para sua produção no país, inclusive pelo Governo Federal através do Programa Nacional Biblioteca da Escola (PNBE)¹⁵. Somente em 2012, para Educação Infantil (creche e pré-escola) e Ensino Fundamental I, a soma do investimento correspondeu a mais de R\$ 70 milhões; distribuindo cerca de 9 milhões de livros paradidáticos e beneficiando mais de 200 mil escolas da rede pública, segundo o Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE)¹⁶. No entanto, existe uma carência no uso destes livros para matérias que não o Português. A última aquisição de livros, efetuada em 2014, demonstra que não houve preocupação em incluir estes novos materiais como componentes curriculares. Entre os anos de 2010-2014 foram adquiridos 230 milhões de exemplares, a um custo médio de R\$ 3,80, gerando total de R\$ 891 milhões de reais em compras, segundo a FNDE. Desde então, o acervo das escolas não foi renovado (MOREIRA, 2017). Mesmo assim, o mercado editorial continua produzindo livros paradidáticos e sua aplicação no ensino das Ciências podem trazer contribuições.

No que diz respeito a outros materiais paradidáticos para o ensino de Ciências, conforme já abordado, há uma enorme carência de acesso no contexto das escolas públicas (recursos e equipamentos de laboratório, modelos didáticos, *kits* experimentais), seja por

¹⁴ Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 01 mai, 2014.

¹⁵ Portal do Ministério da Educação. Foi desenvolvido em 1997, tendo como objetivo de promover o acesso à cultura e o incentivo à leitura nos alunos e professores por meio da distribuição de acervos de obras de literatura, de pesquisa e de referência. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/>>. Acesso em: 01 mai. 2014.

¹⁶ Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. Disponível em: <www.fnde.gov.br>. Acesso: 01 mai. 2014.

falta de verba ou de políticas públicas direcionadas especificamente para tal fim. Isto faz com que os professores fiquem – muitas vezes – reféns do uso de livros didáticos e quadro negro/lousa (VINHOLI JUNIOR; PRINCIVAL, 2014). Mas há importância de se utilizar recursos que permitam diferentes atividades, como: observação, experimentação, jogos e materiais que despertem interesse e curiosidade das crianças pelos conteúdos científicos e confirmem maior sentido à natureza e à ciência (BRASIL, 1997). São considerados importantes por utilizarem aspectos lúdicos e, dessa forma, serem eficientes do ponto de vista pedagógico (MENEZES; SANTOS, 2001). Impactam na melhoria da interação professor-alunos, aumentam a participação em sala de aula, despertam o interesse pelo conteúdo, treinam o aluno para a alfabetização científica e para a experimentação prática a partir de objetos que o aproximam da sua realidade – integrando a teoria à prática.

Há pesquisas voltadas às questões relacionadas ao livro paradidático no país, entretanto, mais relacionadas aos campos da Educação, Pedagogia e Literatura. Há uma carência de estudos deste tema do ponto de vista do Design, e ainda mais do ponto de vista informacional. A importância em se estudar estes materiais paradidáticos sob o ponto de vista do Design da Informação é que seus princípios auxiliam a planejar e formatar as informações contidas nestes materiais – tanto as mensagens (conteúdo, forma e linguagem), como a própria interface através da qual são apresentados –, com objetivo de tornar a compreensão mais acessível, facilitada, eficaz e eficiente; de acordo com as intenções pré-determinadas e suas necessidades específicas (OLIVEIRA, 2014).

O design, enquanto elemento de comunicação, analisa os “aspectos não-palpáveis das aplicações pedagógicas dos objetos”, relativas ao campo visual e organizacional da informação: trata-se de um canal de diálogo entre professor-alunos, buscando práticas que dinamizem o processo de aprendizagem a partir de uma criação harmônica de seus universos (COSTA; COUTINHO, 2009, p. 613). Esta pesquisa pode fornecer dados que podem contribuir não só para a formação do designer, como para uma maior integração entre a experiência prática profissional e o saber acadêmico-científico. A proposta, nesta tese, é disponibilizar um *kit* de materiais paradidáticos a ser usado na própria sala de aula, com possibilidade de realização de experimentos. É preciso ainda que sejam confeccionados de maneira a torná-los acessíveis, escalonáveis e de baixo custo, viabilizando aquisição e distribuição nas escolas públicas.

A justificativa pode ser aplicada tanto a interesses motivacionais, como sociais, pelas possíveis contribuições em campos de estudos interdisciplinares e pelo alinhamento com as políticas públicas de incentivo à educação. Assim, espera-se que esta pesquisa possa contribuir do ponto de vista tanto teórico quanto prático, para estudos científicos, acadêmicos, profissionais e mercadológicos destas áreas de forma interdisciplinar.

1.5 ESTRATÉGIAS METODOLÓGICAS

As estratégias metodológicas trazem explicação das escolhas, dos passos e das atividades realizadas para o desenvolvimento da pesquisa; de acordo com o problema identificado e os objetivos traçados. O resumo das fases e etapas é apresentado na Tabela 1. As fases são descritas de forma mais destrinchada no Capítulo 5 da tese.

Tabela 1 – Estratégias, fases e técnicas de pesquisa adotadas na tese.

Objetivos Específicos	Etapas Metodológicas	Tipo de Pesquisa	Técnicas e Instrumentos de Coleta e Tratamento de Dados
Analisar materiais paradidáticos para apoio ao ensino das Ciências Naturais para Ensino Fundamental I disponíveis no mercado de acordo com princípios do InfoDesign	Fase 1	Pesquisa Bibliográfica	<ul style="list-style-type: none"> Bancos de Dados: Portal de Periódicos da Capes, Scopus, Scielo e Google Scholar
	Fase 2	Pesquisa Documental	<ul style="list-style-type: none"> Pesquisa de Registros (blogs/sites de escolas públicas, sites de busca, editoras e livrarias) Conteúdo Programático (MEC/PCN), planos pedagógicos (estaduais e municipais)
	Fase 3	Pesquisa Comparativa	<ul style="list-style-type: none"> Avaliação Heurística dos livros paradidáticos por especialistas Análise Comparativa de kits experimentais e modelos segundo Princípios do Design da Informação
Mapear o contexto do ensino das Ciências Naturais nos anos iniciais em escolas públicas do Recife;	Fase 4	Pesquisa de Campo	<ul style="list-style-type: none"> Análise Estatística – Classe Mediana (seleção das escolas) Observação Sistemática Não Participante (sala de aula) Entrevista Semiestruturada com professoras da matéria
Identificar necessidades e requisitos projetuais para desenvolver os materiais paradidáticos	Fase 5	Pesquisa Analítica	<ul style="list-style-type: none"> Modelos de Análise (TA) <ul style="list-style-type: none"> Sistema de Atividades Análise das Contradições Lista de Requisitos Projetuais
Conceber, planejar e confeccionar um kit de materiais paradidáticos para ensino das Ciências Naturais	Fase 6	Pesquisa-Ação (projeto do kit)	<ul style="list-style-type: none"> Metodologia Projetual de Design da Informação Planejamento de Unidades Didáticas (V do conhecimento)

Fonte: própria autora.

1.6 OBJETO DE ESTUDO

Para o MEC (BRASIL, 2007) não há uma classificação ou diferenciação clara entre equipamentos e materiais (para)didáticos. Entretanto, nesta tese, far-se-á uma distinção entre ambos: (i) os **equipamentos** são considerados como ferramentas ou veículos de distribuição e apresentação dos materiais (para)didáticos, como por exemplo: televisão, computadores, *tablets*, aparelhos de DVD, retroprojetores, *datashows*, murais, aparelhos de rádios; já (ii) os **materiais** são aqueles nos quais os conteúdos de aprendizagem propriamente ditos estão embutidos, como no caso de *slides*, jornais, mapas, maquetes, entre outros. Com finalidade de especificação do estudo, foi proposta uma distinção e classificação de tais recursos, podendo ainda serem classificados em: (1) visuais: cartazes, mapas, modelos, mural, objetos, quadros, etc.; (2) auditivos: aparelho de som, discos, fitas cassetes, CDs, rádio, etc.; (3) audiovisuais: filmes, cinema, televisão, aparelhos de DVD, computador, etc. Um resumo é apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 – Classificação de Materiais (para)Didáticos para os anos iniciais.

EQUIPAMENTOS			
VISUAIS	AUDITIVOS	AUDIVISUAIS	
- Retroprojektor - <i>Datashow</i> - Mural - Quadro	- Aparelho de som - Rádio - CD / fita cassete - Caixa de som - Gravador	- Televisão - Videocassete - DVD player - Computador - <i>Tablet</i>	
MATERIAIS			
VISUAIS	AUDITIVOS	AUDIVISUAIS	TÁTEIS
- Cartazes - Mapas - Jornais - Revistas - HQ - Álbum/ fotos - <i>slides</i> - Ilustrações - Livros	- Programas de rádio - Músicas - Contação de estórias	- Filmes - Documentários - Animações - Reportagens - Curta-metragens - Vídeos educativos	- Brinquedos - Jogos - Modelos didáticos - Maquetes - Dioramas - Flanelógrafos

Fonte: própria autora.

Dentre eles, há tanto os materiais universais, ou seja, utilizados em praticamente todos os componentes curriculares e modalidades de ensino; como também os materiais específicos das Ciências Naturais, tais como: viveiros de pequenos animais e insetos, terrário com plantas, estufas de germinação, microscópio, globos, planetário, modelos do corpo humano, objetos de laboratório, etc. Nesta tese, o foco está nos materiais didáticos

visuais e táteis. Os materiais paradidáticos têm sido objeto de grande interesse nas políticas públicas em Educação, abrindo espaço para estudos e investigações sob perspectivas tão distintas quanto o mercado editorial, a transposição didática de conceitos e noções, a flexibilidade de uso, os recursos e objetos acoplados, os padrões textuais e modos de leitura, interpretação, apropriação e construção do conhecimento (RANGEL, 2006). Esta análise pode ser realizada sob vários aspectos, como do ponto de vista do InfoDesign. No contexto do ensino de Ciências Naturais, especialmente para o EF1, alguns dos recursos que vêm aparecendo nas pesquisas e introduzidos nas atividades em sala de aula são principalmente os livros, *kits* experimentais e modelos (para)didáticos.

1.6.1 Livro Didático de Ciências Naturais

Antes de abordar o livro paradidático é preciso entender sua distinção em relação ao livro didático. Em caráter oficial a inclusão do livro didático no Brasil apenas em 1938, com a instituição da Legislação do Livro Didático, a partir do Decreto-Lei 1006. Esse objeto de aprendizagem era considerado uma ferramenta educacional política e ideológica, tendo o Estado o papel de regulá-lo (NÚÑEZ, *et al.*, 2003). Em 1995, o MEC lançou o atual Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), com o objetivo básico de aquisição e distribuição, universal e gratuita, de livros didáticos para alunos de escolas públicas. Estas obras precisariam ainda ser acompanhadas, obrigatoriamente, do **manual do professor**; cujo conteúdo não se restringe a uma cópia do livro do aluno com exercícios resolvidos. É necessário que ofereçam “orientação teórica metodológica e de articulação dos conteúdos do livro entre si e com outras áreas do conhecimento”; além de discussões sobre “proposta de avaliação da aprendizagem, leituras e informações adicionais ao livro do aluno” (BRASIL, 2016). O manual do professor passa a ser caracterizado como um instrumento que oferece interação direta e auxílio no ensino-aprendizagem, focando em processos mais formativos que informativos e considerando a atividade científica em sua abordagem “humana, fascinante, indagadora, aberta, útil e criativa” (PEREIRA; ALMEIDA, 2008, p. 282). A seleção do livro didático se torna uma etapa que complementa o projeto político-pedagógico da escola e cabe ao professor, – com sua participação ativa e democrática –, escolher o melhor material diante da sua própria realidade (BIZZO, 2009).

Neste contexto, o livro didático de Ciências Naturais nos anos iniciais, de acordo com o Brasil (2016, p. 9), deve contribuir com “o trabalho de investigação e descobertas, orientando os alunos sobre o planejamento e a realização de experimentos, a coleta e o tratamento de dados e outros procedimentos básicos de uma investigação”. Outro aspecto apontado é que deve oferecer condições de aprendizagem para que os alunos iniciem sua aproximação com a construção e a utilização da Ciência na sociedade. Pode-se dizer que

busca atender tanto um caráter pedagógico quanto um objetivo de produção e veiculação de ideias a respeito de “Ciências, Conhecimento, Homem, Sociedade e Ensino de Ciências” (PAVÃO; FREITAS, 2008, p. 277). Além disso, a partir da Reforma Curricular ocorrida nos anos 90 para os primeiros ciclos do Ensino Fundamental, houve uma exigência que estes livros passassem a trabalhar não somente conhecimentos, como também valores, capacidades de resolver problemas e ensinar os alunos a aprender e desenvolver uma “alfabetização científica e tecnológica” (NÚÑEZ, *et al.*, 2003).

A seleção destes livros para distribuição nas escolas é realizada periodicamente pelo FNDE, a cada três anos, através de diversos critérios de avaliação, tais como: (a) uso de linguagens gráficas variadas (tabelas, gráficos, desenhos, esquemas, etc.); (b) sugestões para atividades experimentais e de investigação (observação, experimentação, análise, etc.); (c) abordagens integradas de diversas áreas do conhecimento científico (Astronomia, Física, Química, Geociências, Biologia, etc.); (d) articulação interdisciplinar com outras matérias; (e) propostas de atividades que estimulem a interação entre os alunos e comunidade (família, vizinhança, etc.); (f) adequação da estrutura editorial e do projeto gráfico aos objetivos didático-pedagógicos da obra, entre outras disponíveis no ANEXO I. A última seleção destas obras ocorreu em 2016, onde foram aprovadas, no processo, 29 coleções (das quais 16 para os 2º e 3º anos e 13 para o 4º e 5º anos). Destas, são apresentadas as treze obras de coleção completa (do 2º ao 5º ano) no ANEXO II. Algumas das capas da coleção selecionada pelo PNLD de 2016-2018 nos anos iniciais podem ser visualizadas na Figura 1, livros respectivos das editoras FTD, Scipione, Ática e Moderna.

Figura 1 – Livros do PNLD Ciências Naturais nos anos iniciais (2016-2018).



Fonte: Brasil (2016).

Estes livros têm sido utilizados como um dos principais instrumentos para o processo ensino-aprendizagem de Ciências: muitas vezes ele é uma das poucas referências que o professor possui para seu trabalho. Entretanto, este fator faz com que este objeto assumo, por vezes, o papel de “currículo” e de definidor de estratégias de ensino, interferindo de maneira significativa nos processos de seleção, planejamento e desenvolvimento de

conteúdos dentro e fora da sala de aula (FRISON, *et al.*, 2009). Nas escolas públicas, são usados de formas diferentes pelos professores: alguns preferem o seguir de forma rigorosa; outros, no entanto, optam por utilizá-los de forma parcial, por considerá-lo inadequado em múltiplos fatores (**ibidem**). Pesquisas publicadas pela comunidade acadêmico-científica apontam problemas enfrentados tanto no desenvolvimento como no uso de tais livros, apresentando fragilidades em questões de cunho didático-metodológicas (teorias de aprendizagem, fundamentação teórica, etc.) e político-ideológicas (valores e concepções ideológicas) (DELIZOICOV, 1995; MEGID NETO; FRACALANZA, 2003).

Além disso, apesar das avaliações rigorosas, ainda são encontrados problemas pontuais com contextualização (realidade do aluno: social, histórico-cultural, econômica, etc.), conteúdos (conceitos, valores, etc.), design (diagramação, acabamento, linguagem gráfica, etc.) e fatores de outra natureza (FRISON *et al.*, 2009; NÚÑEZ, *et al.*, 2003; BIZZO, 2009). Por vezes, os assuntos abordados nos livros são incongruentes ou insuficientes quando comparados com os conteúdos programáticos trazidos pelos planos pedagógicos municipais/estaduais e pelos PCNs da matéria. Assim, o professor fica com o desafio de desenvolver saberes, competências e materiais de apoio para superar as limitações dos próprios livros didáticos; tendo como tarefa a de completar, adaptar e contextualizar os conteúdos de Ciências (NÚÑEZ, *et al.*, 2003). Neste contexto, o uso de materiais paradidáticos torna-se relevante, entre eles: livros, modelos, *kits* experimentais, etc.

1.6.2 Livros Paradidáticos de Ciências Naturais

O conceito da literatura *infantil*¹⁷ surge no Século XVII, cujo papel inicial estava relacionado a ensinar, moralizar e doutrinar as crianças. Através de uma retrospectiva histórica, no Brasil, tem sua consolidação a partir do início do Século XX, com autores como Monteiro Lobato (1882-1948) e Olavo Bilac (1865-1918). Neste período, as preocupações sociais se voltam para a criança e esta ganha um novo papel na sociedade, fazendo aparecer novos objetos industrializados (brinquedos) e culturais (livros) (LAJOLO; ZILBERMAN, 2007). O *boom*, no entanto, ocorre apenas durante a década de 70, quando passa a ser objeto de análise por parte da crítica acadêmica e jornalística, devido aos discursos provenientes no meio educacional relativos à falta de gosto da criança pela leitura. Neste cenário, novas iniciativas surgem com intuito de solucionar estes problemas como, por exemplo, projetos de leitura, expansão do mercado editorial de livros infanto-juvenis e incentivo a pesquisas e a eventos acadêmicos (PAIVA; OLIVEIRA, 2010).

¹⁷ O termo "Infantil" é empregado como qualificativo especificador de determinada categoria mais ampla e geral do fenômeno literário. Surge como uma forma literária menor, atrelada à função utilitário-pedagógica que a faz ser mais pedagogia do que literatura (PALO; OLIVEIRA, 2006). Compreende a faixa etária de 2 a 10 anos.

Ainda na década de 70, a Editora Ática se torna pioneira na produção de livros na modalidade “paradidático”, com o lançamento da *Série Bom Livro*. Suas primeiras coleções eram destinadas ao auxílio de Língua Portuguesa, com obras literárias acompanhadas de atividades complementares. Já na década de 80, Ferreira e Melo (2006, p. 196) explicam que estes livros se expandem para as demais matérias do currículo escolar e ganham formatação diferente do livro didático e mais parecido com a literatura infanto-juvenil: “poucas páginas, bem coloridas e ilustradas e uma aparência gráfica bem cuidada (qualidade do papel, legibilidade do texto, diagramação)”. Segundo a Educa Brasil¹⁸, a importância dos livros paradidáticos nas escolas aumentou especialmente no final da década de 90, a partir da instituição dos PCNs, orientando para abordagem de temas transversais relacionados com o desenvolvimento infantil.

A introdução desta modalidade na rede pública também aumentou a partir da descentralização dos recursos do PNLD e a decisão autônoma de alguns estados em investirem em livros desta modalidade. O livro paradidático é comumente utilizado nas escolas por apresentar características ligadas às questões utilitário-pedagógicas¹⁹. Esta categoria apresenta intenções pré-determinadas, trata de assuntos específicos ou complemento ao livro didático e é de caráter obrigatório. Assim, o que os define é “seu uso como material que complementa o livro didático (...) podem proliferar de qualquer área: como todo assunto é, em tese, verticalizável” (MUNAKATA, 1997, p. 103). Entretanto, apesar da vasta produção atual para cobrir conhecimentos e conteúdos em várias matérias e áreas do conhecimento, têm sido utilizados nas escolas com foco no ensino da língua portuguesa (livros de literatura) e para execução de atividades de leitura, apoiadas por programas de incentivo à leitura, como o Projeto Nas Ondas da Leitura – Editora IMEPH (nível nacional) e o Programa Manuel Bandeira de Formação de Leitores (PMBFL) (nível municipal – Recife).

Em 2006, é instituída a resolução/CD/FNDE n. 02, que dispõe sobre o Programa Nacional de Biblioteca na Escola (PNBE), cujo objetivo principal era determinar a seleção e distribuição de obras literárias para as escolas públicas nas séries finais do Ensino Fundamental para acesso à cultura e à informação. As principais modalidades descritas eram as seguintes: “I. Poesia; II. Conto, crônica, teatro, texto de tradição popular; III. Romance; IV. Memória, diário, biografia; V. Livros de imagens e livros de histórias em quadrinhos, dentre os quais se incluem obras clássicas da literatura universal artisticamente adaptadas ao público jovem”. Somente em 2007, com a resolução/CD/FNDE n. 14, foram alterados e incluídos novos títulos “contemplando 8 componentes curriculares listados das

¹⁸ Dicionário Interativo da Educação Brasileira - Educabrazil.

¹⁹ A função “utilitário-pedagógica” implica na ação educativa do livro sobre a criança. Tem em vista uma interferência sobre o universo do usuário através do livro e da ação de sua linguagem. Os signos ali embutidos são capazes de atuar sobre a mente de quem as usa – as crianças (PALO; OLIVEIRA, 2006).

áreas de Ciências Humanas e suas Tecnologias (História, Geografia, Filosofia e Sociologia) e Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (Matemática, Química, Física e Biologia)” (FNDE). A partir desta última resolução, diversos livros paradidáticos de Ciências Naturais têm sido produzidos e publicados no mercado editorial brasileiro; oferecendo oportunidade de colaborar prontamente para uma melhor contextualização do conhecimento científico (SANTOS *et al.*, 2015). Apesar disso, o foco dos livros selecionados para as escolas públicas ainda continuou sendo do ponto de vista literário.

Aspectos importantes a serem considerados para o uso de livros desta modalidade é que oferecem linguagem mais lúdica, convidativa e de fácil compreensão do conteúdo, utilizando artifícios e representações gráficas e pictóricas, tais como: mapas conceituais (mentais), esquemas, (info)gráficos, ilustrações, imagens, entre outros. Eles apresentam metodologia própria de trabalho e veem acompanhados, geralmente, por exercícios, fichas e atividades de complemento à leitura e prática do conteúdo trabalhado (PAIVA; OLIVEIRA, 2010). Este fator impacta diretamente nas atividades em sala de aula e na condução da leitura por parte do educador, apresentando informações claras e estruturadas. Podem ainda contribuir para estimular a reflexão crítica, a criatividade e a solução de problemas do saber científico, especialmente por apresentarem maior congruência com a abordagem CTS preconizada atualmente. Geralmente, são abordados temas específicos de maneira mais aprofundada e detalhada, como por exemplo: corpo humano, universo, poluição das águas, meio ambiente e sustentabilidade, biomas brasileiros, entre outros. Algumas capas destes livros podem ser visualizados na Figura 2: “Corpo Humano” (YoYo Books), “Natureza e Equilíbrio” (FTD), “Brasil 100 palavras” (Publifolhinha) e “O mundo em infográficos” (Sextante).

Figura 2 – Capas de Livros Paradidáticos de Ciências Naturais.



Fonte: Saraiva (2017). Disponível em: < <https://www.saraiva.com.br/>>. Acesso em: 08 abr. 2018

1.6.3 Kits Experimentais de Ciências Naturais

Até antes da década de 60, praticamente não se fabricavam materiais paradidáticos para o ensino de Ciências Naturais no país. Conforme já abordado, o processo de ensino era focado na memorização de conteúdos, através do uso predominante da lousa (quadro negro e giz) e de livros didáticos em sala de aula. Em 1960 foi publicado o primeiro livro no país que não era tradução de obras estrangeiras, tendo o título de “*Projeto de Iniciação à Ciência*”, produzido pelo Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBECC); sendo uma inovação em termos de material didático, a partir da ênfase em atividades experimentais de fácil implantação (KINDEL, 2012). Foi em 1967, através da criação da Fundação Brasileira para Desenvolvimento do Ensino de Ciências (FUNBEC²⁰) – sediada na Universidade de São Paulo (USP) – que guias paradidáticos e de laboratório, além de kits experimentais utilizando materiais de baixo custo, passaram a ser confeccionados em um galpão do campus universitário (NASCIMENTO *et al.*, 2010). Nesta época, foram criados 15 projetos para 1º e 2º grau, com destaque para “Iniciação às Ciências” (kits com manual de instrução, material para execução de experimentos e folhetos com leitura suplementar), “Coleção Mirim” (30 Kits) e “Coleção Cientistas de Amanhã” (21 Kits) (GASPAR, 1993). Ainda no final da década, a FUNBEC recebeu da Fundação Ford 194 mil dólares para treinamento de professores de Ciências e lançamento de materiais e kits experimentais. Com esta verba, foram produzidos materiais traduzidos, adaptados ou inspirados em projetos do currículo escolar americano (BARRA; LORENZ, 1986).

Em 1972, com promulgação da Lei de Diretrizes e Bases da Educacional Nacional (1971), o MEC criou o Projeto de Expansão e Melhoria do Ensino de Ciências (PREMEN), órgão especializado na capacitação docente e produção de materiais didáticos de Ciências Naturais. A partir de então, surgiram mais coleções de kits e de um Laboratório Portátil de Física, Biologia e Química para prática de atividades experimentais. Ainda neste mesmo ano, foi lançada a coleção “Os Cientistas” (1972), parceria entre a FUNBEC com a Editora Abril, uma das mais importantes iniciativas criadas até então. Constituíam-se de kits com experimentos simples em pequenas caixas de isopor, inspirados em grandes cientistas da humanidade (GASPAR, 1993). Além disso, os fascículos eram acompanhados de manual de experimentação e livreto com biografia dos cientistas – eram 50 kits no total, entre eles Boyle, Dalton, Darwin, Einstein, Lavoisier, Mendel, Newton, Pascal, etc. O projeto foi avaliado como grande sucesso, superando a marca de um milhão de vendas. Outros projetos foram lançados para o 1º grau, tendo como foco principal as disciplinas de Física, Química e Biologia, entre os quais se destacam: “Eureka” (10 kits, 1 livreto, materiais de

²⁰ A extinta FUNBEC era associada ao Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBECC), criado em 1946 por recomendação da Unesco para incentivo ao desenvolvimento e propagação da Ciência no país.

laboratório), “Kits de Ciências” (25 kits, 1 livreto, materiais de laboratório) e “Coleção Jogos e Descobertas” (15 kits, 1 livreto, materiais para experimentos).

Ainda assim, constatava-se a carência de materiais didáticos adequados às exigências legais, especialmente após a implantação da Lei 5.692/71²¹, que propunha profundas alterações em todo o sistema escolar da educação básica no Brasil (BARRA; LORENZ, 1986). Além disso, o foco ainda estava em ensinar as Ciências se preocupando com a memorização do conhecimento e aplicação de etapas de métodos científicos, reproduzindo conteúdos descontextualizados da realidade da sociedade. Em 1980, a recém-criada Coordenadoria de Divulgação Científica e Cultural (CDCC – USP) iniciou projetos como oficinas para treinamento de professores e criação de uma biblioteca com grande diversidade de materiais didáticos, dentre os quais: mapas, vídeos, observatório, livros paradidáticos, entre outros. Assim, foi fundada a “Experimentoteca” (1985), voltada para o Ensino Fundamental II, dispondo de um conjunto de experimentos apresentados em um formato de *kits* com folhas de instruções para alunos e professores. Os protótipos podiam ser emprestados para as escolas (NASCIMENTO *et al.*, 2010).

No entanto, foi somente a partir do final da década de 80 e do início da década de 90, com os movimentos de reformas curriculares internacionais – “*Science for all*” (Ciências para Todos) (EUA) e “*Public Understanding of Science*” (Entendimento Público da Ciência) (Inglaterra) –, que o ensino da matéria se voltou para alfabetizar a população cientificamente a fim de que “compreendessem um mundo no qual a Ciência e a Tecnologia cada vez mais influenciam aspectos políticos, econômicos e sociais” (ANDRADE, 2011, p. 127). Com a paralela massificação das Tecnologias da Comunicação e da Informação (TICs), foram introduzidos novos meios tecnológicos no ensino, como o caso de aparelhos televisivos, vídeos em VHS e posteriormente computadores, retroprojetores, entre outros.

Durante a década de 90, com a promulgação da LDBEN/1996 e dos PCN/1997, ocorreu uma maior preocupação com a produção e utilização de materiais paradidáticos em sala de aula, buscando atender as novas exigências educacionais. Foram introduzidos no mercado modelos, maquetes, vídeos, entre outros recursos para apoio do ensino da matéria. Em 2001, é lançado o projeto de educação científica Programa ABC na Educação Científica “Mão na Massa” (Academia Brasileira de Ciências – ABC, USP e Fiocruz), inspirado no programa francês *La Main à la Pâte*²², oferecendo oficinas para professores produzirem módulos e *kits* educacionais para trabalhos experimentais para os anos iniciais (Corpo Humano, Águas, Resíduos Sólidos, etc.).

²¹ Lei Nº 5.692, de 11 de agosto de 1971.

²² Iniciativa desenvolvida em 1996 pelo francês Georges Chapak, vencedor do prêmio Nobel de Física. Transformou-se em 2012 em uma fundação de cooperação científica com apoio da *l'Académie des Sciences*, ajudando professores de escolas primárias a descobrirem e ensinarem as Ciências através de uma abordagem de investigação e de experimentação. Disponível em: < <https://www.fondation-lamap.org/>>.

Através do Decreto n. 9.099, de 18 de julho de 2017²³, os programas Plano Nacional de Livro Didático (PNLD) e Plano Nacional de Biblioteca na Escola (PNBE) foram unificados com uma nova nomenclatura: Programa Nacional do Livro e do Material Didático, introduzindo a inclusão de novos materiais de apoio à prática educativa para além das literárias e didáticas, tais como: obras pedagógicas, *softwares* e jogos educacionais, materiais de reforço, dentro tantos outros (BRASIL, 2007). Além disso, a execução foi alterada de formatação, atendendo aos cinco ciclos diferentes nos quatro segmentos: educação infantil, ensino fundamental anos iniciais, ensino fundamental anos finais e ensino médio. Apesar desta mudança, ainda não há *kits* experimentais sendo adquiridos ou distribuídos para a rede pública por programas do MEC. Existem doações ou aplicações de tais materiais de forma pontual por iniciativa dos próprios professores ou por parte de Instituições de Ensino Superior que promovem protótipos e pesquisas acadêmicas.

No entanto, atualmente, diversas empresas nacionais como 4D Master (São Paulo) e Jottplay (Paraná) e internacionais, incluindo 4M (Hong Kong, China), Thames & Kosmos (Stuttgart, Alemanha) e Science4you (Loures, Portugal), já produzem uma infinidade de *kits* experimentais a respeito de temáticas variadas dentro dos quatro eixos temáticos das Ciências Naturais. Trazem diversos projetos experimentais interativos sobre vulcões, planetas, corpo humano, botânica, energia, água, entre outros. Geralmente vêm dentro de caixas de papelão, acompanhados de equipamentos para o experimento e livretos educativos ou manuais de instrução. Como caráter ilustrativo, alguns podem ser visualizados na Figura 3: “Ciência da Água Pura” (4M), “Wind Power 2.0” (Thames & Kosmos) e “Los primeiros passos en La ecologia: Plantas” (Science4You). Acredita-se que a dificuldade em adquirir tais *kits* está atrelada aos preços elevados e à falta de verba do poder público destinada para tal. Além disso, alguns dos *kits* internacionais não foram traduzidos para o português.

Figura 3 – *Kits* experimentais de Ciências Naturais.



Fonte: Saraiva (2017). Disponível em: < <https://www.saraiva.com.br/>>. Acesso em: 08 abr. 2018.

²³ Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/>>. Acesso em: 05 mar. 2019.

1.6.4 Modelos Paradidáticos de Ciências Naturais

No ensino das Ciências Naturais, o termo “modelo” vem sendo utilizado e pesquisado no campo da pedagogia e das ciências, sendo aplicado do ponto de vista representacional e visual. Neste contexto específico, o modelo pode ser considerado como um processo de representações que envolvem o uso de imagens (sistema figurativo), formas esquematizadas e concretas para que estudantes, docentes e pesquisadoras possam idealizar e melhor compreender determinado assunto científico (VINHOLI JUNIOR; PRINCIVAL, 2014); materializando a ideia ou conceito para facilitar a compreensão e tornar conteúdos mais assimiláveis. De maneira generalista, os modelos são considerados como simplificações do objeto real ou momentos de um processo dinâmico (KRASILCHIK, 2008), através de uma estrutura explicativa que permite um confronto maior com a realidade.

Trata-se de “estruturas tridimensionais ou semiplanas (alto relevo) e coloridas, utilizadas como facilitadoras do aprendizado, complementando o conteúdo escrito e as figuras planas”, sendo extraídos e produzidos a partir dos conteúdos visuais dos livros-textos (ORLANDO, *et al.*, 2009, p. A2). Os modelos permitem que o estudante manipule o material, visualizando-o sobre vários ângulos e aspectos, melhorando sua compreensão sobre o conteúdo abordado (**Ibidem**) e entendendo melhor o todo com as partes e as partes com o todo. Segundo Santana e Silva (2010), observa-se que a utilização destes modelos desperta a curiosidade dos alunos e melhora a qualidade no ensino, oferecendo um método didático que ajuda a desmistificar informações e aproximam as crianças da realidade do tema abordado. Apresentam-se como um complemento da leitura, oferecendo maior facilidade e compreensão do conteúdo, já que possibilita uma observação e experimentação mais concreta e direta dos objetos ou processos relacionados às temáticas tratadas em Ciências Naturais. Permite que as crianças manipulem, experimentem, montem, encaixem, brinquem, melhorem a visualização e associação com o que é visto em sala de aula.

São considerados uma alternativa que podem melhor atender aos seguintes critérios do PCN desta matéria: observação, experimentação, comparação e relações entre fatos, fenômenos e ideias (BRASIL, 1997). Os modelos oferecem uma abordagem didática diferenciada, fugindo dos métodos tradicionais da racionalidade técnica e possibilitando uma maior aproximação e integração da teoria com a prática. Em relação à sua composição, o uso de recurso para confecção é bastante diversificado: (i) quando produzidos por professores ou pesquisadores, em geral, são de pequeno porte e apresentam baixo nível de interatividade, utilizando materiais e acabamento simples como: resina, madeira, gesso e biscuit (Figuras 4, 5, 6); (ii) quando projetados pelos alunos, utilizam-se materiais ainda mais simples e rudimentares: massinha de modelar, papelão, barbante, tinta, cola, grãos, isopor, tecido, até mesmo alimentos (gelatina, grãos, frutas, doces, etc.) (Figuras 7, 8, 9); (iii) os

modelos profissionais (Fig. 10, 11), vendidos e distribuídos por grandes empresas, são desenvolvidos com plásticos e materiais mais resistentes (e.g. PVC). Entretanto, os poucos modelos comerciais disponíveis são extremamente caros e pouco acessíveis: muitos precisam de importação para serem adquiridos. Acabam não constituindo uma alternativa viável e acessível no cenário das escolas públicas.

Figura 4 – Modelos de animais marinhos feitos de gesso.



Fonte: Laboratório de Zoologia da UNIBH (2013) [4]

Figura 5 – Modelos de plantas, células e protozoários de biscoit.



Fonte: PIBID de biologia –UFPI (2014) [5].

Figura 6 – Modelo de célula e suas organelas feito de resina.



Fonte: Curso da Univates-RS (2012) [6]

Figura 7 – Modelo sistema digestório feito de massinha.



Fonte: alunos da Escola Estadual Adolfo Kepler (2015) (RS) [7]

Figura 8 – Modelo célula vegetal feita com alimentos.



Fonte: alunos da Escola Estadual Padre Luiz Gonzaga (PA) (2012) [8]

Figura 9 – Modelo da estrutura do Planeta Terra.



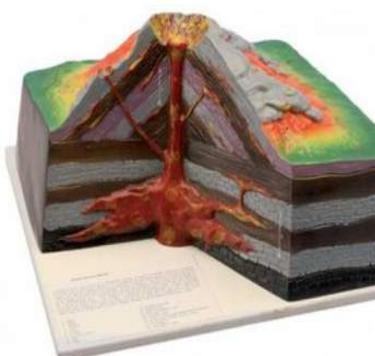
Fonte: alunos da Escola Estadual Prof. José Henrique de P. e Silva de Santo André (SP) (2016) [9]

Figura 10 – Planetário Escolar.



Fonte: Americanas.com (2017) [10] circa R\$ 499,00

Figura 11 – Modelo vulcão.



Fonte: ABCescolar (2017) [11] circa R\$ 495,00

1.7 RECORTE E AMOSTRAGEM DA PESQUISA

Para aplicação desta pesquisa, foi preciso realizar um recorte do universo e uma definição de uma amostragem, de acordo com condições de viabilidade operacional, financeira, temporal, espacial e estatística. Sobre o contexto da pesquisa de campo, o primeiro ponto é que foi aplicada no Ensino Fundamental I da rede pública do Recife. Para isso, foram selecionadas apenas duas escolas: uma estadual, outra municipal. Não foram trabalhadas escolas federais, visto que não possuem EF1. O critério de seleção foi relacionado àquelas que melhor representassem a da situação escolar da RMR, a partir dos seguintes indicadores e resultados coletados pelo Inep: Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (Ideb), Sistema de Avaliação da Educação Básica e Prova Brasil (Saeb) e o Censo Escolar. Foram levados em conta fatores como: rendimento escolar (aprovação e reprovação), movimento (abandono, transferência, falecimento), infraestrutura (bibliotecas, instalação elétrica, acesso à internet, etc.), acesso a livros e materiais didáticos, entre outros pertinentes para uma melhor avaliação. A escolha utilizou princípios estatísticos, com a definição de “classe mediana” (MAGALHÃES; LIMA, 2015), que permitiram a escolha de escolas que apresentassem maior representatividade média da realidade local.

Em relação aos sujeitos, para mapeamento das necessidades e implementação dos materiais paradidáticos, foram acompanhadas quatro turmas de Ciências Naturais nas escolas Estadual Padre Donino e Municipal do Engenho do Meio; contando com 4 professores e cerca de 110 crianças no total, alunos de ambos os turnos – manhã e tarde.

Em relação ao objeto de estudo, tanto para análise como para confecção do *kit* de materiais didáticos (livro, modelo e *kit* experimental) foi restrita a uma única série do EF1, pelo fator de tempo de planejamento, prototipação, produção e validação. Assim, o critério de seleção foi a escolha do 5º ano, por ser nesta fase em que se inicia o estudo de conteúdos mais abstratos e de difícil compreensão; além de ser o ano final para avaliação de desempenho dos alunos e passagem para o Ensino Fundamental 2. Além disso, os conteúdos de Ciências Naturais são estruturados em quatro eixos temáticos, como já abordado. A escolha feita foi o eixo “Sociedade e Tecnologia”, escolhendo a temática de “matéria e energia”, por ser um assunto apontado pelas professoras como um dos conteúdos mais abstratos e de difícil compreensão dos alunos.

Para análise e avaliação dos materiais paradidáticos de ciências foram levantados aqueles disponíveis no mercado nacional e realizada uma amostragem. No total, foram avaliados comparativamente 8 livros paradidáticos contemplando os diferentes eixos; além de 3 kits experimentais e 3 modelos paradidáticos no conteúdo de “matéria e energia”. Em relação ao planejamento e produção do *kit*, foi projetado pela própria pesquisadora (com

auxílio de professores, pedagogos e especialistas) e construído a partir dos estudos comparativos, dos princípios do InfoDesign em consonância com as diretrizes e com os parâmetros estabelecidos pelo MEC, bem como os conteúdos programáticos dos planos pedagógicos estaduais/municipais e os requisitos levantados a partir da pesquisa de campo. Sobre a prototipação e a produção, foram reproduzidos no total 30 exemplares do livro paradidático, 50 do caderno de exercícios, 1 aula de slides (Power Point e PDF), 2 cartazes, 1 modelo e 2 CD-ROOMs com todo o material digital.

2 ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS

Este capítulo aborda o Ensino de Ciências Naturais no Ensino Fundamental I (anos iniciais), com foco nos materiais didáticos e paradidáticos para apoio ao processo de ensino-aprendizagem. As seções que compõem este capítulo descrevem informações sobre, a saber: (1) a contextualização e o desenvolvimento do ensino desta matéria no Brasil; (2) a estruturação das Ciências Naturais a partir da abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), apresentando o conceito de “alfabetização científica”, os objetivos gerais e os eixos temáticos que estruturam a matéria; (3) o ensino de Ciências Naturais nos anos iniciais: o papel/ a formação do professor e as atividades didáticas em sala de aula; (4) conteúdos das Ciências Naturais: classificação, conteúdos programáticos, critérios de seleção e planejamento de unidades didáticas; (5) o estado da arte da pesquisa neste campo de estudo e (6) as considerações particulares da sua aplicação nesta tese.

2.1 INTRODUÇÃO A CIÊNCIAS NATURAIS NOS ANOS INICIAIS

2.1.1 Contextualização e Evolução Histórica

A incorporação das disciplinas de Ciências Naturais no âmbito da Educação é um fenômeno relativamente recente no Brasil, que ganhou maior repercussão durante meados do Século XX, especialmente após a Segunda Guerra Mundial. A introdução desta disciplina no Ensino Fundamental I, por exemplo, só foi instituída obrigatoriamente no país durante a década de 60, na época da governo militar. Desta maneira, torna-se relevante a elaboração de um levantamento histórico sobre sua contextualização e evolução. O ensino no Brasil, durante o período colonial até a chegada da família real portuguesa, em 1808, é marcado pela educação jesuítica – voltada para letramento (ler e escrever), música e ensino religioso. Durante o império, somente em 1838, com a criação do Colégio Pedro II, é instituído o modelo de ensino secundário, seguido pelos liceus. Mas foi somente com a Reforma de Benjamin Constant, em 1890, que foram incluídas matérias relacionadas às Ciências nas últimas duas séries do ensino secundário (BAYERL, 2014); cujo caráter era meramente expositivo, utilizando alguns manuais didáticos estrangeiros ou traduzidos para português (SILVA; PEREIRA, 2012). Onze anos mais tarde, durante a Reforma Epiácio Pessoa, as disciplinas como Biologia e Sociologia seriam excluídas do currículo para dar lugar à lógica. Na década de 20, com a criação da Associação Brasileira de Educação (ABE), voltou-se a preconização de métodos pedagógicos baseados na psicologia e na biologia; entretanto,

com conteúdos fragmentados e pobres, principalmente voltados para saúde pessoal e identificação de alguns problemas na população do país (BAYERL, 2014).

Durante a década de 30, o país passava por um processo de industrialização e urbanização, tendo aumento marcante na concentração populacional nas cidades. Nesta época, com o governo de Getúlio Vargas, foi criado o Conselho Nacional de Educação (CNE), que determinava a organização do ensino superior e secundário; onde este último passa a ser seriado e constituído de dois ciclos: o fundamental e o complementar. O ensino de Ciências Naturais passa a ser incorporado no ginásio (atual Ensino Fundamental II), passando a gerar um maior equilíbrio entre as matérias humanísticas e científicas. O objetivo da época era incorporar e reunir as três grandes áreas da biologia, física e química, partindo do pressuposto que possuíam um método científico em comum e ensiná-las em conjunto seria adequado (KINDEL, 2012). Além disso, buscava-se oferecer explicações mais amplas acerca de fenômenos naturais: “o currículo era organizado como um conjunto de verdades clássicas, constituído de conceitos e definições” (SILVA; PEREIRA, 2012, p. 5). O foco estava no “método científico”: identificação de problemas, elaboração de hipóteses e verificação experimental das hipóteses para construção de novos saberes.

Foi ao final da década de 50, que surge um período identificado como propício para renovação curricular do ensino das Ciências na educação de base no país e no mundo. O cenário internacional da época era marcado pela Guerra Fria, onde as maiores potências - Estados Unidos (EUA) x União Soviética (URSS) - criavam blocos marcados por tensões e competições político-econômicas e tecnológicas, como no caso da corrida aeroespacial. Neste sentido, a Ciência e a Tecnologia foram reconhecidas como essenciais para o desenvolvimento econômico, político, cultural e social das nações; sendo objeto de inúmeros movimentos de transformação do ensino e reformas educacionais em todo o mundo (KRASILCHIK, 2000). Após o lançamento do satélite *Sputinik* pela URSS em 1956, os EUA passam a investir na área da educação e na reformulação de seus currículos, surgindo diversos projetos de apoio às Ciências (SILVA; PEREIRA, 2012).

No Brasil, as políticas científicas e tecnológicas passaram por um intenso processo de institucionalização, especialmente por conta do progresso e do crescimento econômico vividos pelo país durante o período do milagre econômico (NASCIMENTO *et al.*, 2010). O modelo de ensino durante este período tinha foco no processo de transmissão de informações, a partir de conhecimentos científicos prontos – utilizando a recepção passiva e a memorização de conteúdo: trata-se do chamado “Modelo Tradicional” de ensino (FERNANDES; MEGID NETO, 2012).

Em 1961, com a instituição da Lei n. 4024, primeira Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) do país, o ensino de Ciências Naturais passou a ser obrigatório a partir do

primeiro ano do ginásio, além de aumentar a carga horária das disciplinas de Ciências Naturais. Em contrapartida, a partir da instauração do golpe militar de 1964, a escola passa a atuar com a finalidade de formar trabalhadores, com objetivo de construir mão-de-obra (BAYERL, 2014) para a modernização e o desenvolvimento do país. Nesta época, adotou-se o “Modelo Tecnocista” de ensino, integrando o aluno no sistema social global e produzindo indivíduos competentes para atuar no mercado de trabalho, usando processo de condicionamento baseado no “estímulo e reforço”, por meio da abordagem comportamentalista de estudos dirigidos e instrução programada (FERNANDES; MEGID NETO, 2012). O ensino da disciplina passa a ser obrigatório nas oito séries no Ensino Fundamental (I e II), com a publicação da Lei n. 5.692/1971 (BRASIL, 1997). Durante a década de 70, a produção científica e tecnológica brasileira esteve quase que exclusivamente sob domínio do Estado, e com uma separação formal entre a pesquisa científica e a produção tecnológica: privilegiava-se a ciência pura. No final dos anos 70, o país vive uma forte crise econômica, passando por manifestações populares que exigiam a redemocratização do país, abrindo discussões para que o ensino das Ciências fosse voltado para cidadania, tecnologia e sociedade (NASCIMENTO *et al.*, 2010).

No contexto latino-americano, o movimento da abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) no ensino das Ciências Naturais emerge por volta das décadas de 80 e 90, fortemente influenciado por trabalhos publicados nos países ibéricos (NASCIMENTO *et al.*, 2010). Durante tal período, o Estado diminuiu suas funções reguladoras e produtivas abrindo a economia e o comércio para internacionalização, “influenciando fortemente a produção científica e tecnológica brasileira, segundo princípios neoliberais” (Ibidem, p. 227). Apresentava respostas às críticas do ensino elitista e tecnocrático, caracterizado pelo ensino conteudista e compartimentado das disciplinas científicas (física, química e biologia); buscando uma compreensão mais crítica da ciência e da tecnologia no contexto social (PÉREZ; CARVALHO, 2010). Surge uma nova concepção no ensino de Ciências Naturais, “caracterizada pela flexibilidade curricular, interdisciplinaridade, desenvolvimento sistêmico do ambiente e uso racional dos recursos naturais” (SALLES; KOVALICZN, 2007, p. 95).

Em 1996, foi aprovada a nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação, n. 9.394, que incluía na formação do aluno a “ética, autonomia intelectual e a compreensão dos fundamentos científicos e tecnológicos dos processos produtivos” (KRASILCHIK, 2000). Um ano depois, em 1997, são instituídos pelo Ministério da Educação (MEC) os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) referentes ao Ensino Fundamental I, instrumento que apresenta “discussões pedagógicas, elaboração de projetos educativos, planejamento de aulas, reflexão sobre a prática educativa e análise de material didático”, apontando também metas que ajudassem “o aluno a se tornar um cidadão participativo, reflexivo e autônomo,

conhecedor de seus direitos e deveres” (BRASIL, 1997, p. 5). Atualmente, a educação básica propõe, além de outros fatores, “formar a cidadania, de modo que cada pessoa possa atuar no mundo real e global” (FREITAS, 2008, p. 229). As abordagens utilizadas passam a ser com foco no “Modelo Construtivista” e na aprendizagem sóciointeracionista, no qual o aluno passa a ser o centro do processo, construindo seu conhecimento individualmente e coletivamente, mediado pelo professor e por seus colegas, levando em consideração o seu contexto sociocultural. Em relação às abordagens pedagógicas, privilegiam-se, por exemplo, as atividades em grupo, os jogos, desafios para resolução de problemas e desenvolvimento de modelos, maquetes, álbuns, desenhos, mapas e cartazes (FERNANDES; MEGID NETO, 2012). Buscando apresentar um resumo em relação à evolução das tendências de ensino, é possível observar uma síntese através de um quadro comparativo entre as diferentes épocas (Tabela 3), apresentando alguns pontos a respeito do ensino de Ciências Naturais no Ensino Fundamental I no país como: contexto, objetivos do ensino, abordagem pedagógica, entre outros aspectos.

Tabela 3 – Evolução do Ensino de Ciências Naturais no Brasil.

TENDÊNCIAS	1930 - 1945	1946 - 1959	1960 - 1970	1980 – 1990 ...
Contexto	Industrialização e urbanização	Guerra Fria e Progresso Econômico	Governo Militar e Crise econômica	Redemocratização e Globalização
Objetivo do Ensino	Formar Elite	Educação básica para todos	Formar mão-de-obra	Formar cidadão (crítico e ético)
Concepção de Ciência	Ciência Pura	Ciência e Tecnologia	Pesquisa Científica x Produção tecnológica	Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS)
Modelo de Ensino	Modelo Científico	Modelo Tradicional	Modelo Tecnicista	Modelo Construtivista
Abordagem Pedagógica	Abordagem científica	Abordagem recepção-passiva	Abordagem comportamentalista	Abordagem Sóciointeracionista
Modelos Didáticos	Problema, hipótese e verificação experimental	Memorização de conteúdo e uso livros didáticos	Estudos dirigidos e instrução programada	Jogos, modelos, maquetes, vídeos, computador, etc.
Promotores das Reformas	Conselho Nacional de Educação (CNE/1931)	Constituição de 1946 e 1ª Lei de Diretrizes Bases da Educação (LDBEN/1946)	Nova Lei de Diretrizes Bases da Educação (LDBEN/1961)	LDBEN/1996 e Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN/1997)

Fonte: própria autora.

2.2 ESTRUTURAÇÃO DA MATÉRIA “CIÊNCIAS NATURAIS”

2.2.1 Abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS)

Atualmente, a matéria de Ciências Naturais oferecida no Ensino Fundamental I, diferente da ciência pura, possui uma relação mais próxima com os saberes da população que não está necessariamente no meio acadêmico-científico; sendo também mais tecnológica e humanizada. A sua estruturação é baseada na abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), cujo objetivo é incluir os valores e os princípios do conhecimento científico e tecnológico de forma aplicada, traçando um paralelo direto entre as experiências educacionais e as situações cotidianas do povo para gerar mais significado e relevância ao conteúdo aprendido (ZUIN, *et al.*, 2008). Incorpora-se no ensino da disciplina uma perspectiva integrada destas três dimensões – “Ciência-Tecnologia”, “Ciência-Sociedade” e “Tecnologia-Sociedade” – onde os currículos escolares são orientados para a ação, para os valores e para a responsabilidade social; recorrendo-se a recursos tecnológicos, ao conhecimento científico e aos debates éticos e culturais provenientes do uso da ciência e da tecnologia (SANTOS, 2001). Estas dimensões se envolvem de forma ampla e profunda no dia a dia do ser humano, através de um processo que o recoloca, o (re)constrói e o condiciona, modificando também a sua própria interpretação acerca do mundo e dos acontecimentos que nele ocorrem e confrontando a maneira de como nele vivem, estão inseridos (PRAIA; CACHAPUZ, 2005).

Ensinar esta disciplina nos anos iniciais requer ainda mais uma combinação prática entre os fenômenos naturais e sociais, possibilitando ao aluno uma “passagem” mais adequada do senso comum para o conhecimento científico e o auxiliando na construção da percepção do mundo de acordo com as etapas de seu próprio desenvolvimento (SALLES; KOVALICZN, 2007). Assim, espera-se que a lógica de produção do pensamento científico esteja contextualizada ao desenvolvimento tecnológico e à produção cultural da sociedade, gerando um processo de ensino-aprendizagem com novos conceitos, objetivos, competências e atitudes para formação de um cidadão crítico e agente de transformação no mundo (FREITAS, 2008). Esta abordagem integrada permite a criação de valores e ideias vinculadas ao interesse coletivo (compromisso social, consciência ambiental, ética, cidadania, etc.), que levam em consideração desde temáticas locais e políticas públicas estaduais e nacionais até questões de nível global (SANTOS; MORTIMER, 2002). É através da expressão e da introdução de valores sociais que se torna possível analisar as atividades humanas para desenvolver respeito e preocupação pelo bem estar da sociedade e da preservação do ambiente, tentando não comprometer as gerações futuras (ACUNHA, 2005).

Outro aspecto da abordagem CTS é que os alunos devem utilizar os conteúdos aprendidos para também refletir sobre seu próprio estilo de vida, um dos fatores determinantes para o bem-estar da relação com si próprio e com a natureza (NIGRO, 2015). Desta forma, todo este conhecimento estaria ligado a um processo de conscientização do indivíduo, este que poderá confrontar o conteúdo aprendido de maneira indissociada da sua realidade; através de um processo inacabado, contínuo, progressivo e com aproximação crítica de seu próprio contexto sociocultural (FERNANDES; MEGID NETO, 2012).

Ainda assim, existem problemas enfrentados nesta abordagem. Para Pérez e Carvalho (2010, p. 142), “existem tensões entre os ideais que orientam a formação cidadã e as exigências do currículo tecnicista que limita tempos e espaços para privilegiar o ensino dos conteúdos tradicionais das disciplinas”. Além disso, a defasagem na capacitação continuada dos professores dificulta o processo de desenvolvimento de um ensino que contribua para a consciência crítica, ética e cidadã dos alunos em um mesmo nível do aprendizado dos conceitos dos conteúdos propriamente ditos (além do conteúdo) (VIECHENESKI *et al.*, 2012). Caso haja uma aproximação demasiada com o modo de ensinar acadêmico-científico, também pode haver exagero no uso de denominações, nomenclaturas e explicações técnicas sobre fenômenos, processos e eventos, em detrimento à explicação associada aos aspectos contextualizados, funcionais, práticos e aplicados do conhecimento (KINDEL, 2012); fatores essenciais na abordagem CTS.

2.2.2 “Alfabetização científica”: Ciências nos anos iniciais

Do ponto de vista da “alfabetização científica”, o ensino da matéria constitui, em um primeiro nível, um meio para ampliação do repertório das crianças sobre objetos, seres e fenômenos – contribuindo para o desenvolvimento da leitura e escrita em diferentes níveis e gêneros do saber científico, bem como uma diversidade do uso da linguagem, expressão e comunicação (PIZARRO, *et al.*, 2016) através de artigos, reportagens, pesquisas, entre outros. Em um segundo nível, esta alfabetização precisa preparar os alunos para conviverem com os avanços da ciência e da tecnologia refletindo sobre seus impactos e aprendendo a se posicionarem como cidadãos – as crianças devem adquirir desde cedo uma consciência individual e coletiva, bem como autonomia e responsabilidade no pensar e no agir frente a si e à sociedade (FABRI; SILVEIRA, 2013).

Desta forma, também diz respeito à incorporação da necessidade de entender e dominar a dimensão tecnológica, possibilitando a promoção sistemática de análises sobre a implicação dos conhecimentos e das técnicas na sociedade e na modificação da natureza (FREITAS, 2008). Com isso, os processos de investigação científica e tecnológica

proporcionam participação mais ativa dos alunos no que diz respeito à obtenção de informações, solução de problemas e tomadas de decisão; gerando uma formação de cidadãos mais críticos e comprometidos com o bem-estar da sociedade, com os recursos tecnológicos utilizados e com o meio ambiente em que estão inseridos (SANTOS; MORTIMER, 2002). Esta maneira de explorar e abordar os fenômenos e a natureza não pode ser simplesmente “descritora de teorias e experiências científicas, mas deve ajudar o aluno a refletir sobre aspectos éticos de seu desenvolvimento” (KINDEL, 2012, p. 42). Baseia-se na convicção que o aluno, na qualidade de cidadão, tem o direito de se preparar para a possibilidade de participar, de alguma maneira, dos conhecimentos da Ciência e da tecnologia que fazem parte do seu cotidiano e que marcarão o curso do seu desenvolvimento (SANTOS, 2001).

2.2.3 Objetivos das Ciências Naturais

Em um aspecto amplo e geral, a matéria visa oferecer subsídios, informações e situações para que as crianças compreendam a si próprias e ao seu entorno a partir de suas curiosidades e interesses, podendo interagir consigo e com o meio de maneira mais positiva e assertiva. O ensino da matéria está, desta forma, relacionada: (i) ao entendimento e apropriação das relações entre causa e efeito dos fenômenos que permeiam a realidade em que vivem; (ii) à construção e ao compartilhamento do conhecimento e da Ciência; (iii) e ao desenvolvimento de um sujeito com papel ativo, ético, crítico, consciente e responsável em relação à si (saúde física e psíquica), ao meio ambiente, aos recursos naturais e tecnológicos e à sociedade na qual estão inseridas.

A ciência, neste escopo, torna-se muito mais uma “postura” que um conhecimento em si – trata-se de “uma forma de planejar e coordenar pensamento e ação” diante de questões ou problemas desconhecidos; bem como realizar julgamentos e tomar decisões baseadas em critérios e evidências (BIZZO, 2009, p. 14). A postura que se espera construir é “reflexiva, crítica, questionadora e investigativa, de não aceitação a priori de idéias e informações” (*sic*) (BRASIL, 1997, p. 22). Isto inclui a compreensão do processo pelo qual o conhecimento científico é construído, auxiliando no desenvolvimento de métodos e habilidades importantes para formação de cidadãos capazes de empenhar esta tal “postura científica” em relação a si mesmo, à sociedade e ao mundo (MODERNA, 2014, p. 173).

Do ponto de vista político, econômico e social, a educação científica e tecnológica, desde os anos iniciais, pode contribuir positivamente no desenvolvimento da economia e da indústria, bem como proporcionar a promoção da cidadania e da inclusão social em um país. Isto porque oferece oportunidades de discussão, questionamento e compreensão do mundo:

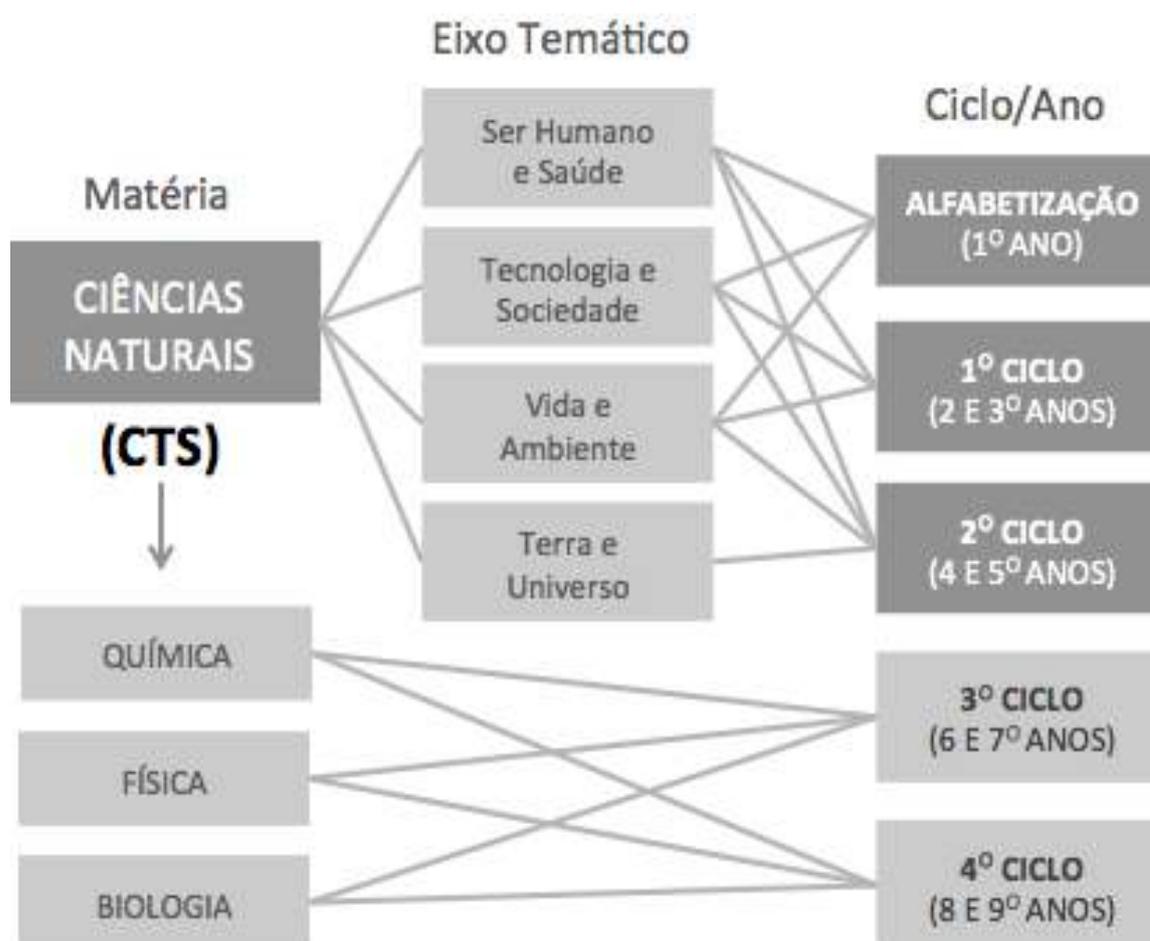
respeitando os pontos de vista alheios, resolvendo problemas e criando soluções para melhorar a qualidade de vida (sua e do seu entorno) (UNESCO, 2005). Segundo o PCN de Ciências Naturais (BRASIL, 1997, p. 31) (P) e as Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO, 2005, p. 4) (U), os objetivos gerais principais da matéria de Ciências Naturais nos anos iniciais são os seguintes, a saber:

- a) Compreender a natureza como um todo dinâmico, sendo o ser humano parte integrante e agente de transformações do mundo em que vive (P);
- b) Identificar relações entre o conhecimento científico, produção de tecnologia e condições de vida, no mundo de hoje e em sua evolução histórica (P);
- c) Formular questões, diagnosticar e propor soluções para problemas reais a partir de elementos das Ciências Naturais, colocando em prática conceitos, procedimentos e atitudes desenvolvidos no aprendizado escolar (P);
- d) Saber utilizar conceitos científicos básicos, associados à energia, matéria, transformação, espaço, tempo, sistema, equilíbrio e vida (P);
- e) Combinar leituras, observações, experimentações, registros, etc., para coleta, organização, comunicação e discussão de fatos e informações (P);
- f) Valorizar o trabalho em grupo, sendo capaz de ação crítica e cooperativa para a construção coletiva do conhecimento (P);
- g) Compreender a saúde como bem individual e comum que deve ser promovido pela ação coletiva (P);
- h) Compreender a tecnologia como meio para suprir as necessidades humanas, distinguindo usos adequados daqueles prejudiciais ao equilíbrio da natureza ao homem (P);
- i) Desenvolver competências, habilidades, atitudes e valores que lhes permitam aprender e continuar aprendendo (U);
- j) Permitir que compreendam, questionem, interajam, tomem decisões e transformem o mundo em que vivem (U);
- k) Promover cidadania e valores socioculturais de uma sociedade pacífica, solidária, participativa e democrática (U);
- l) Construir conhecimentos individuais e sociais necessários para administrarem sua vida cotidiana e integrem-se de maneira crítica e autônoma na sociedade a qual pertencem (U);
- m) Despertar interesse pelas áreas científicas e receber incentivos para formação de recursos humanos capacitados nessas áreas (U).

2.2.4 Eixos Temáticos das Ciências Naturais

Desde a implementação dos PCNSs (1997), a matéria de Ciências Naturais nos anos iniciais do Ensino Fundamental passa a ser estruturada em quatro eixos temáticos, os quais permitem a abordagem de diversas disciplinas – Astronomia, Biologia, Física, Química e Geociências – de forma integrada através de temas transversais. A partir do 6º ano, a matéria é desmembrada nas disciplinas de Química, Física e Biologia (Figura 12). Da alfabetização ao primeiro ciclo (1º, 2º e 3º anos) são trabalhados os eixos “Ser Humano e Saúde”, “Tecnologia e Sociedade”, “Vida e Ambiente”. A partir do segundo ciclo, especialmente do 5º ano, os alunos começam a estudar o bloco temático “Terra e Universo”. Os eixos temáticos são trabalhados dentro da sala de aula de maneira integrada através da seleção de temas transversais que abordam os conteúdos da matéria. A descrição dos eixos temáticos pode ser observada na Tabela 4.

Figura 12 – Estruturação das Ciências Naturais no Ensino Fundamental.



Fonte: baseado em Brasil (1997).

Tabela 4 – Eixos Temáticos da disciplina de Ciências Naturais: anos iniciais.

EIXO TEMÁTICO	DESCRIÇÃO
<p style="text-align: center;">(I) VIDA E AMBIENTE</p>	<p>Como conteúdo escolar, permite apontar para as relações recíprocas entre a sociedade e o ambiente, trazendo discussões a respeito de problemas ambientais e de fatores econômicos, políticos, sociais e históricos; voltado para entender como as responsabilidades humanas podem impactar no bem-estar coletivo e no desenvolvimento sustentável. Além disso, estuda-se a relação entre os seres vivos, matéria e energia, em dimensões locais ou planetárias, elencando no referencial teórico implicações biológicas, físicas, químicas, astronômicas e geológicas.</p>
<p style="text-align: center;">(II) SER HUMANO E SAÚDE</p>	<p>Trabalha a concepção do corpo humano como um sistema integrado, que interage com o ambiente, reflete a história de vida e o desenvolvimento do sujeito. O corpo humano deve ser visto como um todo dinamicamente articulado, entendendo os diferentes aparelhos e sistemas que o compõe e suas funções específicas para manutenção do todo. Além disso, deve-se trabalhar atitudes que desenvolvam o respeito e o apreço pelo próprio corpo e pelas diferenças individuais de cada um. É preciso também estudar o estado de saúde ou de doença, decorrente da satisfação ou não das necessidades biológicas, afetivas, sociais e culturais, nas diferentes fases da vida (estudando também o ciclo da vida). Outros aspectos trabalhados estão relacionados à alimentação, à higiene pessoal, ao uso de medicação e à sexualidade humana; relacionando-se comportamentos condicionados por questões biológicas, culturais e sociais.</p>
<p style="text-align: center;">(III) TECNOLOGIA E SOCIEDADE</p>	<p>O enfoque do bloco temático está nas transformações dos recursos materiais e energéticos em produtos necessários para a vida humana, incluindo aparelhos, máquinas, instrumentos e processos que possibilitam essas transformações e as implicações sociais do desenvolvimento e uso de tecnologias. Comporta discussões temáticas das relações da Ciência, Tecnologia e Sociedade, no presente e no passado, no Brasil e no mundo, em vários contextos socioculturais. Além disso, a tecnologia na produção e estocagem de alimentos, na indústria farmacêutica e na medicina. Algumas áreas para serem trabalhadas são a física (experimentos eletroeletrônicos, magnetismo, acústica, óptica e mecânica), química e biologia (catalizadores, fertilizantes, combustão, matérias-primas, etc.).</p>
<p style="text-align: center;">(IV) TERRA E UNIVERSO</p>	<p>Busca ampliar a orientação espaço-temporal do aluno, bem como a conscientização dos ritmos de vida e concepção do Universo, com especial enfoque para o Sistema Terra-Sol-Lua. Além disso, buscar informações sobre cometas, planetas e satélites do Sistema Solar e outros corpos celestes. Outro aspecto importante é a caracterização da constituição do planeta Terra e das condições existentes para a presença de vida.</p>

Fonte: adaptado Brasil (1997).

2.3 O ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS

2.3.1 O papel do professor no ensino das Ciências Naturais

Não é necessário ser especialista licenciado em Ciências para ensinar conceitos científicos e atividades experimentais nos anos iniciais no Ensino Fundamental I: o foco está “nas coisas simples ou aparentemente simples”, como estimular a observação, a curiosidade e os questionamentos (MODERNA, 2014, p. 175). A ideia é trazer elementos das teorias científicas e de outros sistemas explicativos para sala de aula em formato de “perguntas, nomeações, indicações para observação e experimentação, leitura de textos e em seu próprio discurso explicativo” (BRASIL, 1997, p. 78). Além disso, a abordagem trazida pela ótica CTS está ligada a uma atividade experimental, cuja aplicação deve ser realizada sob a orientação do professor a partir de questionamentos de cunho investigativo; com intuito de analisar problemas reais e desafiadores relacionados aos aspectos da vida cotidiana dos alunos (ZANON; FREITAS, 2007). Desta forma, deve-se estimular principalmente os alunos a perguntarem e buscarem respostas sobre: a vida humana, os ambientes e os recursos tecnológicos, seja os que fazem parte do seu dia a dia ou aqueles distantes no tempo e no espaço (BRASIL, 1997).

Recomenda-se que o professor ofereça a seus alunos oportunidades de participação ativa e autônoma na aprendizagem, assim como um ensino mais crítico e contextualizado (FERNANDES; MEGID NETO, 2012). Para tal, o professor deve procurar nas aulas, entre outras atividades: (a) favorecer que em sala de aula exista um ambiente de autocrítica; (b) estimular a comunicação; (c) discutir e estabelecer critérios e valores durante a realização de trabalhos; e (d) ajudar os alunos a perceber os progressos que vão realizando (NIGRO, 2015). Zanon e Freitas (2007, p. 94) defendem que as atividades de aprendizagem em Ciências Naturais devem ir além da observação direta das evidências e da manipulação de materiais de laboratório: “devem oferecer condições para que os alunos possam levantar e testar suas ideias e/ou suposições sobre fenômenos científicos a que são expostos”. Estes autores defendem que o professor deve atuar como “orientador, mediador e assessor” de várias atividades experimentais, dentre as quais: lançar ou fazer emergir questões-problema; motivar e observar continuamente reações dos alunos; salientar aspectos importantes não observados pelos alunos e encontrar uma solução para os conceitos estudados. O ensino da matéria deve levar em consideração a realidade e os problemas sociais, deixando de ser livresco – o professor precisa ter em mente que ele possui papel primordial para que ocorra mudanças e transformações significativas no ensino das Ciências Naturais, juntamente com políticas públicas (FABRI; SILVEIRA, 2013).

O professor se torna responsável por criar situações estimulantes e significativas, nas quais media informações que “permitam a reelaboração e a ampliação dos conhecimentos prévios, propondo articulações entre os conceitos construídos, para organizá-los em um corpo de conhecimentos sistematizados” (BRASIL, 1997, p. 28). É também seu papel o de formar alunos cidadãos com capacidade de articular conhecimentos científicos com suas experiências prévias e saber aplicá-los no seu cotidiano, a partir de uma abordagem que questiona e orienta; na medida em que propõe desafios e apresenta caminhos para possíveis soluções (MODERNA, 2014). Por isso, é indicado promover atividades investigativas que “suscitem interesse dos alunos, que estimulem sua criatividade, sua capacidade de observar, testar, comparar, questionar” (VIECHENESKI; CARLETTTO, 2013, p. 213). Desta forma, ele será capaz de estimular a curiosidade dos alunos com atividades adequadas à sua maturidade cognitiva, favorecendo: “a autonomia, a responsabilidade, a disciplina intelectual, o diálogo crítico (...) e o trabalho cooperativo, que favorecerão o desenvolvimento intelectual e ético, e a apropriação dos conceitos e da linguagem científica” (RECIFE, 2015, p. 151).

É importante ressaltar que a maneira como o professor conduz o processo de ensino-aprendizagem pode tanto “estimular o espírito investigativo do estudante, despertando nele o encantamento pela ciência” ou, pelo lado contrário, poderá “inibir o exercício da curiosidade do aluno, fazendo com que esta se perca à medida que progride para outras séries” (VIECHENESKI; CARLETTTO, 2013, p. 220). Ou seja, a abordagem didático-metodológica utilizada pelo professor é crucial para promoção de um ambiente mais suscetível à construção da aprendizagem, desde a seleção de livros e materiais didáticos, definição de propostas de atividades em sala de aula até a maneira como as perguntas são conduzidas e as temáticas dos conteúdos abordadas. Além disso, para despertar interesse dos alunos, é relevante a seleção e o uso de objetos de aprendizagem (mapas, maquetes, livros paradidáticos, etc.) com linguagens criativas, convidativas, motivadoras, desafiadoras, contextualizadas, interativas, dentre outras características, as quais permitam a promoção de um ambiente propício para que os alunos atinjam os objetivos da matéria.

Os maiores desafios para os professores no ensino das Ciências, atualmente, é que muitos ainda costumam: (a) dar menos ênfase aos conteúdos ligados às ciências da natureza e mais àqueles que mais dominam (higiene pessoal, alimentação, lixo e reciclagem, etc.); (b) seguir o passo a passo do livro didático (ensino livresco e limitado) ao invés de buscar novas abordagens (reportagens, documentários, entrevistas, observações, etc.); (c) dar mais aulas expositivas que práticas interativas (debates, investigações, experimentações, etc.) (LIMA; MAUÉS, 2006). As principais atividades elencadas como seu papel são de Brasil (1997) (B), Moderna (2014) (M), Nigro (2015) (N) e Recife (2015) (R):

- a) Definir metodologias e abordagens didático-metodológicas adequadas para o perfil dos alunos e suas necessidades, em congruência com os Parâmetros Curriculares Nacionais, a proposta pedagógica da escola, o conteúdo programático da disciplina e os objetivos de aprendizagem (M);
- b) Desenvolver a ponte entre a teoria e a prática, utilizando essa abordagem de maneira inseparável, integrada, interdisciplinar, contextualizada e aplicada de acordo com a realidade vivenciada pelos alunos (B, M);
- c) Criar um ambiente propício para a reflexão, o levantamento de questionamentos e problemas, a elaboração de hipóteses e a promoção de debates que permitam a construção de um senso autônomo, crítico, racional, argumentativo, objetivo e investigativo próprio do saber científico através de mediação, orientação e assessoramento em sala de aula (B, N);
- d) Realizar atividades que permitam ao aluno pesquisar, compreender, relacionar, comparar, analisar e testar os conhecimentos através de métodos, técnicas e estratégias, tais como: observações de fatos e fenômenos, aplicação de entrevistas/questionários, realização de experimentos práticos, produção de análises comparativas, etc; (B)
- e) Auxiliar os alunos a coletar, tratar, interpretar, classificar, sistematizar, descrever, argumentar e comunicar informações e conhecimentos através de tabelas, gráficos, diagramas, esquemas, mapas, textos, ilustrações, maquetes, entre outras formas de linguagens (B, N);
- f) Estimular os alunos a desenvolverem competências relacionadas à curiosidade, criatividade, resolução de problemas e tomada de decisão para formar cidadãos ativos e agentes de transformação no mundo em que vivem através de discurso, abordagem e uso de recursos interativos, estimulantes, desafiadores, motivadores, etc. (B, R);
- g) Promover oportunidades para valorizar trabalho em grupo, gerando senso de coletividade, cooperatividade, sustentabilidade, ética, cidadania, diversidade, participação, solidariedade e democracia para melhoria em questões sociais, ambientais, tecnológicas e de saúde (bem-estar individual e coletivo) no entorno da comunidade em que vivem (B, R);
- h) Facilitar na apropriação dos conteúdos e conhecimentos por parte dos alunos e no desenvolvimento de competências, habilidades, procedimentos, atitudes e valores para que aprendam e continuem aprendendo as Ciências Naturais, a si mesmas e ao mundo que os cercam (B, N);
- i) **Selecionar, desenvolver e/ou avaliar materiais (para)didáticos** como recursos de apoio no processo de ensino-aprendizagem (cartazes, fichas de exercícios, cartilhas, modelos, vídeos, etc.) (M).

2.3.2 A formação do professor das Ciências Naturais

O professor dos anos iniciais na educação básica é geralmente egresso de um curso superior de Pedagogia, Licenciaturas (Matemática, Geografia, Letras, Física, etc.) ou nível médio pela modalidade Magistério (até a promulgação da Lei n. 9.394/1996 que passou a exigir ensino superior). Ele é classificado como profissional “polivalente”, pois ensina quase todos os conteúdos dos componentes curriculares: acumula atribuições da prática docente e executa diversas atividades através de um trabalho multidisciplinar. É sabido, entretanto, que tanto na sua formação como nos programas de formação continuada, o foco maior tem sido nas matérias de Matemática e Língua Portuguesa, deixando conteúdos de Ciências em segundo plano e apresentando carga horária insuficiente para uma formação adequada em metodologias, teorias e práticas de ensino (CÔRREA PIRES; MALCARNE, 2016).

Apesar de não precisar ser especialista em Ciências, existem muitas lacunas em suas formações que os limitam a desenvolver atividades que contemplem os objetivos da matéria. O professor nos anos iniciais tende a possuir uma formação científica mais limitada, tratando temas relacionados às Ciências de maneira bastante superficial e, muitas vezes, errônea – como o caso de aplicação de atividades lúdicas sem conteúdos científicos efetivos (SCHWARTZMAN; CHRISTOPHE, 2009). Além disso, de acordo com a Unesco (2005, p. 3), a formação do professor de Ciências no Brasil acaba por ser “muito teórica, compartimentada, desarticulada da prática e da realidade dos alunos”, fazendo com que os mesmos tenham dificuldade de aplicar os conteúdos em sala de aula de maneira a criar oportunidades de aprendizagem interessantes e motivadoras. Para Ovigli e Bertucci (2009), a atual realidade no ensino da matéria ainda foca no ensino “memorístico, acrítico, a-histórico e descontextualizado”. Desta maneira, algumas das deficiências em sua formação para o ensino de Ciências Naturais são: a falta de conhecimento de conteúdos específicos; o uso de abordagens didático-metodológicas mais defasadas; lacunas em aplicar um processo de ensino-aprendizagem mais crítico-reflexivo; dificuldade no uso de temas transversais e na interdisciplinaridade; carência de reciclagem e atualização de conteúdos, saber preparar atividades didáticas adequadamente, entre outros aspectos (AUGUSTO; AMARAL, 2015). Além disso, dificuldade no uso e desenvolvimento de materiais paradidáticos, especialmente pela carência no acesso de tais materiais nas escolas públicas e na sua própria formação.

É preciso lembrar que o conhecimento científico é “vivo, mutável, influente, crítico, social, clássico e moderno” e está constantemente sendo “atualizado, rompido e aprimorado”; fazendo-se relevante que o ensino acompanhe esse dinamismo (PIZARRO, *et al.*, 2016, p. 444). Caso contrário, a partir da rapidez com que novos conhecimentos e

tecnologias têm surgido, sua formação já pode ser considerada “obsoleta” poucos anos após sua graduação (LIMA; VASCONCELOS, 2006). Para Colaço *et al.* (2017), uma formação do professor eficiente é aquela compreende diversos saberes que serão utilizados nas situações reais de ensino, fazendo-se necessário investimento não só para capacitação pedagógica e científica do professor, como para a ampliação de seu universo cultural e entendimento das demandas do mundo atual e da realidade de seus alunos: trata-se de uma formação científica para a cidadania. Além disso, acompanhar as transformações e descobertas científicas e tecnológicas em vários setores da sociedade, também em termos sociais, políticos, econômicos e culturais (CÔRREA PIRES; MALCARNE, 2016).

2.3.3 As atividades didáticas em Ciências Naturais

O termo “didática” pode ser associado, geralmente, a duas situações distintas: a primeira, relacionado aos componentes do processo da educação: conteúdo, ensino e aprendizagem; a segunda considera a didática como sendo um “conjunto de princípios e técnicas que se aplicam ao ensino de qualquer componente curricular, estabelecendo normas gerais para o trabalho docente, a fim de conduzir a aprendizagem” (BRASIL, 2007, p. 13). Já a “atividade”, como categoria curricular, de acordo com o parecer 853/71¹, é uma forma de organização de ações que utiliza as necessidades, os problemas reais e os interesses dos alunos como base para a solução, orientação e avaliação de experiências de aprendizagem. Além disso, a aprendizagem se desenvolve nas atividades a partir de experiências colhidas em situações concretas ao invés de apresentação sistemática dos conhecimentos; através de áreas de estudos (temas transversais) – formada pela integração de conteúdos afins (BARRA; LORENZ, 1986).

São várias as possibilidades em termos de práticas de atividades didáticas no ensino da matéria para os anos iniciais, dentre elas: (a) leitura e escrita de textos históricos, contos, poemas, paródias, etc.; (b) apresentação de peças teatrais; (c) debates, júri simulado, arguição e argumentação oral e escrita; (d) visitas de campo (museus, parques, zoológicos, etc.); (e) realização de pesquisas (*tablets*, computadores, observação, etc.); (f) realização de experimentos (ilustrativos, descritivos, investigativos e práticos); (g) elaboração de maquetes e modelos paradidáticos; (h) atividades lúdicas (jogos, desafios, brinquedos pedagógicos, etc.); (i) apresentação audiovisual (documentários, reportagens, curtas-metragens, etc.); (j) estudos de caso e estudos dirigidos; entre outras diversas possibilidades (SALLES; KOVALICZN, 2007). Para aplicar tais atividades, é importante levar em consideração alguns aspectos para o adequado desenvolvimento como, a saber: aplicabilidade prática,

¹ Parecer nº 853/71, de 12 de novembro de 1971, do CFE.

aprendizagem significativa, investigação e comunicação, resolução de problemas, tomada de decisão, trabalho em equipe (Tabela 5). Desta forma, para o planejamento e produção de materiais e recursos paradidáticos de ciências é relevante que sejam levadas em consideração propostas que permitam integração com diferentes atividades didáticas.

Tabela 5 – Atividades didáticas no ensino de Ciências Naturais anos iniciais.

ASPECTOS	DESCRIÇÃO
(a) APLICABILIDADE PRÁTICA	As atividades devem apresentar a relação do conhecimento a ser construído com a sua aplicabilidade, ou seja, aplicação real e prática na sociedade e/ou ambiente em que vivem. (R)
(b) APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	As atividades devem propiciar a percepção que os aprendizados construídos podem ser utilizados para análise de outras situações e para solução de problemas de seu cotidiano, tornando a aprendizagem significativa. (B, R)
(c) INVESTIGAÇÃO E COMUNICAÇÃO	As atividades devem contribuir para investigação de problemas, através de observação, experimentação, comparação, estabelecimento de relações entre fatos, fenômenos e ideias. Além disso, auxiliar na comunicação do conhecimento, através de leitura e escrita de textos informativos, organização de informações por meio de desenhos, tabelas, gráficos, esquemas e textos, etc. (B)
(d) RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS	As atividades didáticas devem priorizar a interpretação, a análise, a resolução, a verificação e a validação de situações-problema. Desenvolver criatividade e criticidade para resolução de questões do cotidiano dos alunos (saúde, ambientais, sociais, etc.) (B, R)
(e) TOMADA DE DECISÃO	Atividades que provoquem nos estudantes o sentido de criarem estratégias de ação diante de circunstâncias dadas, desenvolverem senso crítico e tomarem decisões diante de questões éticas. (B)
(f) DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS	As atividades devem contribuir para desenvolvimento de posturas, habilidades, competências e valores pertinentes às relações entre os seres humanos, o conhecimento e o ambiente; envolvendo aspectos da vida social como cultura, sistema de produção, equilíbrio de homem x natureza, entre outros. (B)
(g) TRABALHO EM EQUIPE	Atividades em equipe que possibilitem troca de ideias que desestabilizem os saberes existentes e potencializem novos através de cooperação e parcerias. (B, R)

Fonte: adaptado Brasil (1997) (B), Recife (2014) (R).

2.4 OS CONTEÚDOS DAS “CIÊNCIAS NATURAIS”

2.4.1 Classificação dos conteúdos das Ciências Naturais

Os conteúdos no ensino das Ciências Naturais nos anos iniciais são alocados e organizados em cada eixo temático; onde podem ser abordados através de temas transversais e articulados em diferentes blocos temáticos, de forma integrada e interdisciplinar (BRASIL, 1997). Podem ser classificados em: (a) procedimentais; (b) “atitudinais”; e (c) conceituais (NIGRO, 2015). Pode ainda ser: (d) de valores (Tabela 6). Desta forma, podem desenvolver diferentes competências nos alunos, desde aprender novos conhecimentos a desenvolver habilidades, posturas e valores a fim de torná-los cidadãos ativos e participativos. Auxiliam a criança a “ver e compreender o mundo com maior criticidade e com conhecimentos para discernir, julgar e fazer escolhas conscientes em seu cotidiano” (VIECHENESKI; CARLETTO, 2013, p. 223); podendo contribuir efetivamente na melhoria da sua qualidade de vida e da população ao seu redor.

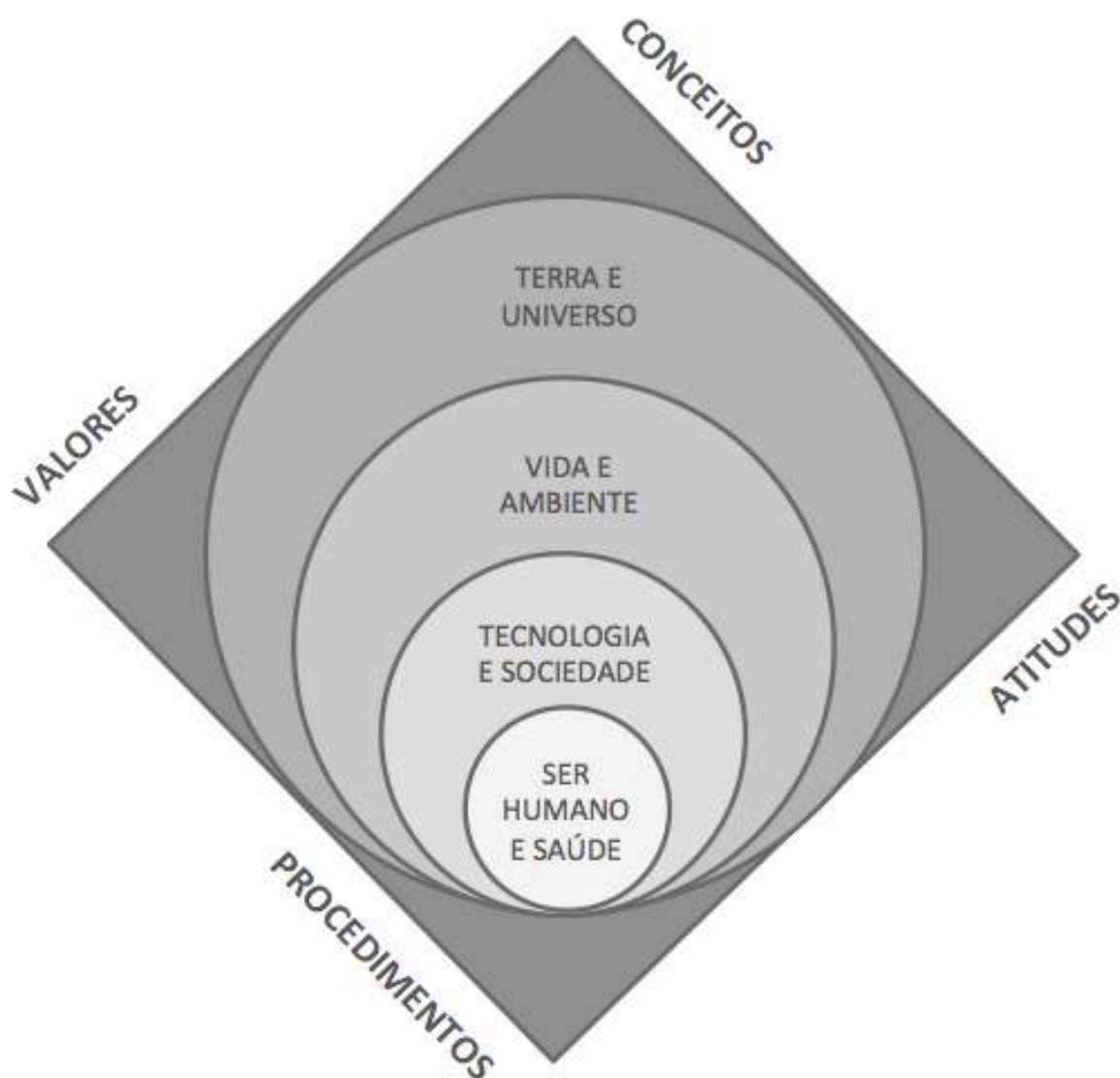
Tabela 6 – Classificação dos Conteúdos de Ciências Naturais anos iniciais.

TIPO	DESCRIÇÃO
(A) CONCEITUAIS	Relacionam-se com fatos, conceitos e princípios das Ciências Naturais. Representados por palavras com significados específicos que permitem produzir uma imagem mental quando ouvidas, sendo uma série de: características, propriedades, atributos e regularidades de um objeto e/ou fenômeno.
(B) ATITUDINAIS	Relacionados às atitudes dos alunos para com a Ciência (grau de interesse na disciplina, valorização de cientistas e inventores, posicionamento quanto à conquistas e inovações tecnológicas, etc.) e atitudes científicas (características como: racionalidade, objetividade, curiosidade, criatividade e pensamento crítico).
(C) PROCEDIMENTAIS	Referem-se ao “saber fazer”, envolvendo aprendizagem de ações específicas, relacionadas à aprendizagem de métodos, técnicas, estratégias e destrezas. Por exemplo: observar e descrever, comparar, classificar, analisar dados, levantar hipóteses, manipular materiais e instrumentos, selecionar informações e elaborar esquemas e realizar pesquisas.
(D) VALORES	Ligados aos valores sociais e culturais, relacionando-se com a construção da cidadania, da ética, do respeito à diversidade, da sustentabilidade, entre outros. São os valores humanos para formação da criança cidadã e desenvolvimento de uma sociedade que valoriza o bem estar individual, coletivo e ambiental, sem comprometer as gerações futuras.

Fonte: adaptado Nigro (2015).

Esta possível contribuição se dará a partir: (a) do questionamento do que se vê e ouve, (b) da ampliação de conhecimentos sobre os fenômenos naturais; (c) da compreensão e valoração em relação aos modos de se intervir na natureza e de utilizar seus recursos; (d) da reflexão sobre questões éticas nas relações entre Ciência, Sociedade e Tecnologia (BRASIL, 1997). É possível visualizar que os conteúdos apresentam uma perspectiva integrada entre o homem e o universo, desde seu próprio funcionamento biológico, físico e psíquico até sua integração com a sociedade, convívio com o meio ambiente e sua inserção no cosmos. A Figura 13 ilustra esta perspectiva entre os eixos temáticos e a natureza do conteúdo (conceitos, valores, procedimentos, atitudes).

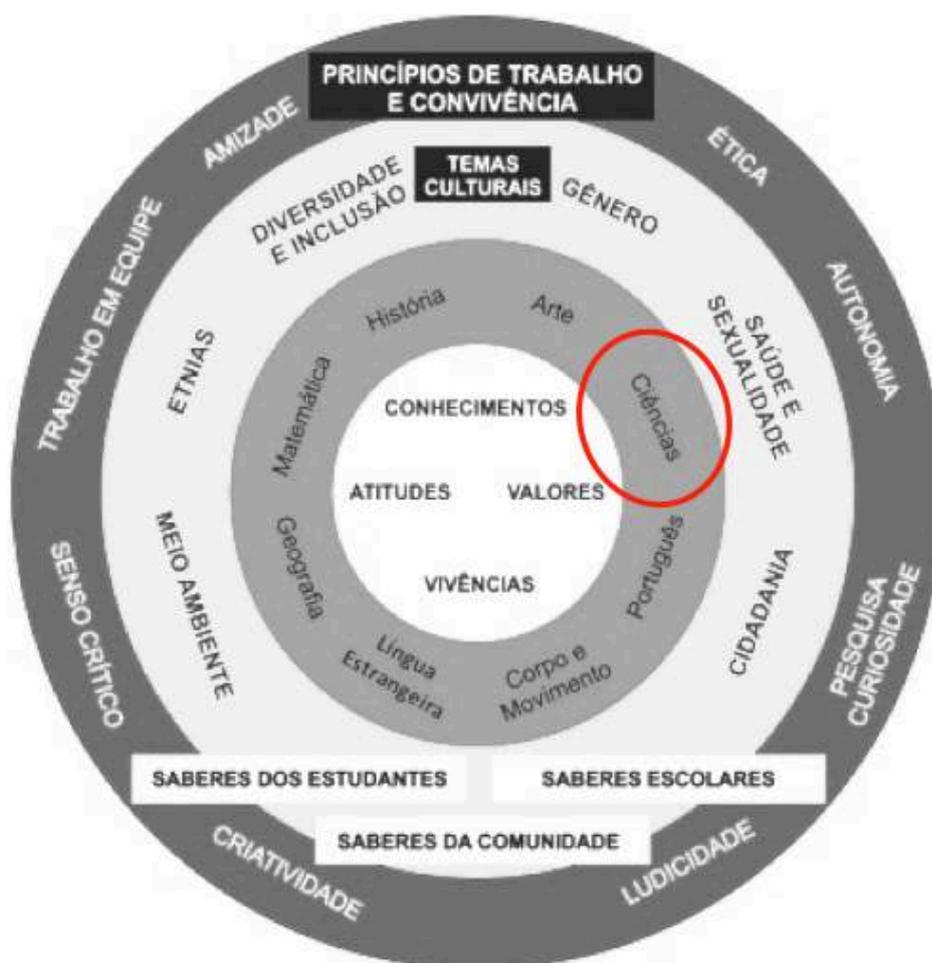
Figura 13 – Modelo dos Conteúdos de Ciências Naturais nos anos iniciais.



Fonte: própria autora.

É importante ter conhecimento, entretanto, que o educador possui autonomia para organizar a estrutura do seu plano pedagógico em função dos currículos estaduais e municipais; considerando também a sua realidade local e da comunidade escolar, levando em conta o contexto sociocultural em que vivem. Não se pode esquecer ainda que a abordagem dos conteúdos de Ciências Naturais não pode se fechar em seus conteúdos e seus objetivos *per si*. Tanto os PCNs, quanto planos pedagógicos (sejam municipais ou estaduais) apontam para necessidade de dialogá-los com as demais matérias do currículo escolar (matemática, história, geografia, artes e português). É importante que haja uma integração dos diferentes saberes (dos estudantes, da escola e da comunidade), abordando também **temas culturais** (diversidade, inclusão, etnia, meio ambiente, cidadania, gênero, saúde e sexualidade); além da prática educativa ser norteada por princípios de trabalho e convivência (ética, autonomia, pesquisa, curiosidade, senso crítico, trabalho em equipe e amizade) (RECIFE, 2014) (Figura 14).

Figura 14 – Eixos Temáticos e temas culturais nos anos iniciais.



Fonte: Recife (2014).

2.4.2 Principais Conteúdos de Ciências Naturais

Os principais conteúdos conceituais trabalhados em Ciências nos anos iniciais são definidos pelos PCNs do MEC (BRASIL 1997), pelo Plano Pedagógico do Estado de Pernambuco (PERNAMBUCO, 2013) e pela Política de Ensino do Recife (RECIFE, 2014). Como exemplo, os ANEXOS III, IV e V apresentam conceitos para o 5º ano. Já os conteúdos atitudinais, procedimentais e de valores podem ser visualizados na Tabela 7.

Tabela 7 – Principais Conteúdos das Ciências Naturais nos anos iniciais.

CONTEÚDOS			
	ATITUDINAIS	PROCEDIMENTAIS	DE VALORES
1º CICLO	<ul style="list-style-type: none"> - Justificar suas ideias; - Desenvolver atitudes e comportamentos favoráveis à saúde e prevenção de doenças; - Respeitar diferentes opiniões; - Ter responsabilidade com os espaços que habita e com o próprio corpo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Formular suposições e perguntas - Realizar entrevistas; - Observação direta e indireta, descrição e comparação; - Experimentação; - Relações de causa e efeito; - Elaboração de desenhos, quadros, esquemas, listas, pequenos textos; - Comunicação oral de suposições, dados e conclusões; - Interpretação de imagens. 	<ul style="list-style-type: none"> - Valorizar e respeitar diferenças individuais; - Valorizar o trabalho em grupo, sendo capaz de ação crítica e cooperativa para a construção coletiva do conhecimento; - Promover cidadania e valores socioculturais de uma sociedade pacífica, solidária, participativa e democrática.
2º CICLO	<ul style="list-style-type: none"> - Confrontar suposições individuais e coletivas, valorizando a diversidade de fontes; - Elaborar suas ideias a partir de fatos e dados. 	Todos os anteriores mais os seguintes: <ul style="list-style-type: none"> - Elaborar tabelas; - Produzir maquetes; - Estabelecer relações de dependência, forma e função, sincronicidade e sequência entre eventos e fenômenos naturais. 	<ul style="list-style-type: none"> - Valorizar a vida em sua diversidade; - Consciência e preservação ambiental; - Valorizar a divulgação dos conhecimentos elaborados na escola para comunidade.

Fonte: Própria autora baseado em Borges (2012), Brasil (1997), Recife (2014).

2.4.3 Critérios para seleção de conteúdos de Ciências Naturais

Embora não seja apresentada uma sequência ou obrigatoriedade na escolha de conteúdos dos temas transversais nos PCNs, os planos pedagógicos estaduais/municipais apresentam propostas de acordo com suas realidades e contextos. Isso porque a proposta é que a sequência interna em cada ciclo, bem como a inclusão ou retirada de temas, seja feita para atender as orientações e necessidades específicas de diferentes regiões ou locais. Com relação à seleção, à organização e à estruturação dos conteúdos abordados na disciplina, o professor poderá tomar como base – além do PCN, dos planos pedagógicos e do livro didático – alguns critérios relevantes. A Tabela 8 descreve alguns dos principais critérios que podem ser utilizados para nortear tais escolhas.

Tabela 8 – Critérios para seleção de conteúdos de Ciências nos anos iniciais.

CRITÉRIOS	DESCRIÇÃO
(1) COMPATIBILIDADE	Ser constituídos em fatos, conceitos, procedimentos, atitudes e valores compatíveis com o nível de desenvolvimento intelectual do aluno, de maneira que ele possa operar com tais conteúdos e avançar efetivamente nos seus conhecimentos. (B, R)
(2) INTERRELAÇÃO	Favorecer a construção de uma visão de mundo, que apresenta como um todo formado por elementos inter-relacionados, entre os quais, o homem, agente de transformação. Deve relacionar fenômenos naturais e objetos da tecnologia, possibilitando a percepção de um mundo permanentemente reelaborado, estabelecendo relações entre o conhecido e o desconhecido, entre as partes e o todo. (B, B2)
(3) RELEVÂNCIA	Ser relevantes do ponto de vista social e ter revelados seus reflexos na cultura, para permitirem ao aluno compreender, em seu cotidiano, as relações entre o homem e a natureza mediadas pela tecnologia, superando interpretações ingênuas sobre a realidade à sua volta. Os temas transversais apontam conteúdos apropriados para isso. (B, B2)
(4) CONTEXTUALIZAÇÃO	Trabalhar os conteúdos sob uma perspectiva histórica, social e cultural, de maneira contextualizada nas relações entre as sociedades humanas e a natureza. Trabalhar o contexto escolar e social em que a criança está inserida. (R, B2)
(5) INTERDISCIPLINARIDADE	Buscar uma compreensão integrada dos fenômenos naturais, em uma perspectiva interdisciplinar. Para tanto, utilizar-se de conceitos que estão presentes em várias áreas de conhecimento, entre os quais: energia, variação, ciclo, fluxo, relação, interação e vida, ambiente, Terra, cosmos, entre outros. (B, B2)
(6) INSTRUMENTALIZAÇÃO	Possibilitar a prática de procedimentos como os modos de indagar, selecionar e elaborar o conhecimento através de observação, comparação, análise e síntese, bem como meios para interpretar e comunicar conhecimentos. (B, R, B2)
(7) ADEQUAÇÃO	(a) à sua relevância científica, tecnológica, social e educacional – partindo sempre de uma abordagem mais descritiva nos anos iniciais para uma abordagem mais abstrata nos últimos anos; (b) à faixa etária dos alunos, considerando o nível de abstração dos conceitos tratados; e (c) aos interesses, necessidades e habilidades dos alunos em cada faixa etária. (B, R)
(8) VALORAÇÃO	Favorecer o desenvolvimento de valores humanos para a vida em sociedade, como integridade, respeito, responsabilidade, cooperação e repúdio a preconceitos e discriminações. (R, B2)
(9) COMPORTAMENTO	Valorizar atitudes de cuidados com a saúde individual e coletiva, a qualidade ambiental e os elementos materiais e imateriais que expressam a diversidade de saberes, povos e culturas. (B2)

Fonte: baseado em Brasil (1997) (B), Recife (2015) (R), Borges (2012) (B2).

2.4.4 Planejamento de Unidades Didáticas

Baseado no V Epistemológico de Gowin², Nigro (2015) propõe o diagrama do “V do Conhecimento” (Figura 15), utilizado para auxiliar no planejamento de unidades didáticas. O autor parte do pressuposto que, como cada professor pode apresentar diferentes abordagens didático-metodológicas e ter de se adaptar a diferentes contextos, não se pode necessariamente construir um planejamento pré-definido e preestabelecido para o ensino de Ciências. Desta forma, este diagrama permitiria uma construção pessoal adaptada às suas realidades, oferecendo um arcabouço instrumental para que o professor “aprenda a aprender” a construir planejamentos; embasado nas seguintes questões (**Ibidem**, p. 245):

1. Quais são os principais conceitos que iremos trabalhar?
2. O que os alunos já sabem em relação a esses conceitos?
3. Quais serão os problemas com que os alunos se depararão durante o processo?
4. O que os estudantes aprenderão (conceitos, atitudes, procedimentos e valores)?
5. Que estratégias didáticas podem ser utilizadas a fim de promover as aprendizagens?

Figura 15 – O “V do Conhecimento”: Planejamento de Materiais Didáticos.



Fonte: baseado em Nigro (2015, p. 246).

² Gowin, originalmente, propôs esse V como um instrumento heurístico para a análise da estrutura do processo de produção de conhecimento ou para "desempacotar" conhecimentos documentados sob a forma de artigos de pesquisa, livros, ensaios, etc.. MOREIRA, M.A. Diagramas V. Textos de Apoio ao Professor de Física, n. 7, Instituto de Física da UFRGS, 2006.

2.5 ESTADO DA ARTE: CIÊNCIAS NATURAIS NOS ANOS INICIAIS

2.5.1 Principais Enfoques e Abordagens

Foi realizada uma revisão sistemática da literatura para construção do estado da arte (vide tópico 5.3). Foram pesquisados artigos relacionados ao processo de ensino-aprendizagem de Ciências Naturais nos anos iniciais do Ensino Fundamental, tanto a nível nacional como internacional, período de 2008-2018. Em relação aos **nacionais**, diferentes enfoques foram encontrados. Alguns autores tiveram foco na confecção e análise de materiais paradidáticos específicos, como o caso de: Costa *et al.* (2018), que produzem e analisam um jogo didático (baixo custo e fácil aquisição) para ensino sobre o corpo humano; e Nascimento e Souza Silva (2018), que constroem uma proposta de atividades para Educação Ambiental, através da aplicação de materiais como vídeos, reportagens e imagens para sensibilizar alunos e disparar debates a respeito da temática.

Muitos autores apresentam abordagens mais ligadas às práticas e atividades pedagógicas aplicadas por professores em sala de aula. Fabri e Silveira (2013) estruturam um plano de atividades para alfabetização científica no eixo temático “Tecnologia e Sociedade”, propondo: visita a uma cooperativa de reciclagem, uma entrevista com um cientista, apresentação e organização de miniaulas, confecção de folders, produções escritas, bem como desenvolvimento de uma Feira Tecnológica aberta para comunidade escolar. Moraes e Carvalho (2017) propõem e demonstram uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI), estruturada em três momentos (pré-investigação, investigação e pós-investigação) para que os alunos entendam o processo de investigação científica, compreendam melhor fenômenos naturais e se engajem em discussões com o professor e seus próprios colegas para construção do aprendizado.

Em um contexto mais específico, Silva *et al.* (2015) realizam uma investigação das práticas pedagógicas em Ciências utilizadas por professores para ensino de alunos deficientes visuais, apontando para a necessidade de adaptação de materiais paradidáticos e a promoção de atividades colaborativas que requeiram interação com outros alunos. Outro caso é o de Gomes *et al.* (2018) que, através de um projeto de extensão universitária (UNIPAMPA), buscam inserir a cultura científica nos anos iniciais através de atividades e práticas lúdico-pedagógicas para ensino de Geociências no âmbito do Projeto Museu Virtual Geológico do Pampa (município de Caçapava do Sul – RS). Realizando pesquisas de campo com objetivo de analisar problemas específicos no ensino das Ciências nos anos iniciais, Da Costa Ramos e Silva Rosa (2016) identificam fatores que levam os professores a não aplicar atividades experimentais em sala de aula, em um contexto tanto de escolas

públicas como privadas (Campuã – MS). Pires e Malcarne (2016) estudam as grades curriculares e ementas dos cursos de Pedagogia em Instituições de Ensino Superior (públicas e privadas) (Cascavel – PR) para identificar lacunas na formação dos professores do ponto de vista de preparação adequada para ensino da matéria nos anos iniciais.

Outros artigos são de cunho teórico, embasando-se em revisões de literatura para realizar discussões. É o caso de Lorenzetti e Delizoicov (2018), que buscam identificar necessidades na formação de professores, na produção de materiais e na realização de métodos para propor atividades de “alfabetização científica” (literatura infantil, leitura de revistas e jornais, música, teatro, jogos educativos, aulas práticas – visita a museus, zoológicos, estações de tratamento de água, etc.). Outro artigo é o de Bassoli (2014), que discute sobre mitos, tendências e distorções a respeito da aplicação de atividades práticas para apoio do ensino em sala de aula.

Dentre as publicações **internacionais**, observaram-se três grandes temáticas comuns. Maior parte das pesquisas da amostra teve foco na alfabetização científica. É o caso de Phillips e Norris (2009), que abordam sobre as divergências entre as linguagens utilizadas na academia e na educação científica para educação de base, apontando a necessidade do uso de uma literatura adaptada para o currículo e para instrução da leitura, escrita e comunicação da Ciência. Mantzicopoulos e Patrick (2011) fazem uma revisão de literatura e referência ao seu trabalho com “Projeto de Alfabetização Científica” em salas de aula da pré-escola para abordar a inclusão de livros ilustrados de ciências no currículo escolar. Discutem sobre características e funções dos textos informativos, engajamento das crianças com a Ciência e desenvolvimento de competências para a alfabetização científica.

Outra pesquisa é a de Bryce (2011), que analisa professores de uma escola elementar americana (Nova Iorque) e como auxiliam estudantes do ensino fundamental a compreender tópicos complexos e desafiadores, vocabulário e estrutura textual nos livros didáticos de Ciências Naturais. Para tal, realiza observação em como diferentes abordagens pedagógicas podem resultar em alto engajamento na leitura, escrita e discussão das informações dos textos. Cervetti *et al.* (2012) realizam um estudo para investigar a eficácia da abordagem integrada de ciência e alfabetização, tendo a participação em salas de aula do 5º ano em um estado do Sul dos EUA. Foi realizado um estudo experimental com grupo de controle, identificando resultados para uma abordagem envolvendo: leitura de textos, escrita de relatórios, realização de investigações e discussão sobre conceitos e processos para adquirir habilidades de investigação e conhecimento de Ciências.

Em se tratando do uso de livros comerciais (literatura e paradidáticos para o público em geral), Atkinson *et al.* (2009) introduz no seu estudo uma ferramenta para auxiliar professores a tomarem decisão sobre este uso em sala de aula para apoio do ensino das

ciências naturais. É realizado um estudo com professores em um curso de verão da Universidade da Carolina do Norte (EUA), buscando validação da ferramenta (avaliação por score) proposta a partir da análise de livros do 5º ano.

Hug (2010) produz um relato auto-etnográfico explorando estratégias instrucionais para auxiliar no desenvolvimento de habilidades de seleção e avaliações de livros de literatura infantil com conteúdo científico, ambiental e da natureza por professores de ciências. Tal estudo foi possível a partir das experiências em um curso nos EUA de métodos de ensino de ciência para educação de base. Em outra pesquisa com mesmo objeto de estudo, Schroeder *et al.* (2009) analisam o uso de tais livros nas salas de aula canadenses para apoiar o desenvolvimento da alfabetização científica. Para tal, realizam um extenso exame de 116 livros, identificando como estes complementam os resultados esperados do conhecimento científico dos currículos escolares e como o conteúdo de tais livros auxilia nos objetivos da alfabetização científica. Também discutem as implicações de uso de livros dessa natureza em sala de aula. Uso de livros comerciais com conteúdos de Ciências para desenvolver habilidades de conduta científica de investigação (inquérito, hipótese, questões-problema, coleta de dados) por estudantes do ensino de base (pré-escolar e fundamental).

Em relação ao uso específico de artefatos digitais, Lai (2016) realiza um estudo de caso da integração de *e-books* no ensino de ciências por professores do ensino fundamental, realizando na cidade de New Taipei, China. Para isso, um grupo de professores foi treinado durante 3 semanas para projetar *e-books* e aplicar em sala de aula. Já Dalacosta *et al.* (2009) relatam resultados de pesquisas realizadas sobre o uso de desenhos animados em aplicativo multimídia para avaliar eficácia no apoio ao processo de ensino-aprendizagem de Ciências, realizando uma pesquisa com alunos do 5º ano em escolas da região metropolitana de Atenas, na Grécia.

A Tabela 9 realiza um **resumo comparativo** entre os enfoques descritos na amostra coletada de artigos, facilitando a visualização das temáticas e problemas recentes que vêm sendo pesquisados. Observa-se que tanto nas publicações nacionais quanto nas internacionais, boa parte possui contextos específicos de estudos na própria sala de aula. Além disso, a maior parte foca no sujeito o professor, através de treinamentos, recursos, ferramentas, atividades e habilidades que possam potencializar seu processo de ensino da matéria. Outra questão é que artigos levantados demonstram uma grande preocupação acerca da alfabetização científica e da utilização de recursos (livros, jogos) e atividades diferenciadas para potencializar o ensino da ciência na educação de base, principalmente no que diz respeito aos objetivos, aprendizados e competências que se espera que as crianças desenvolvam a partir dos conteúdos.

Tabela 9 – Resumo do enfoque dos artigos do Ensino de Ciências.

ENFOQUE NACIONAL		
SUJEITO	CONTEXTO DA ATIVIDADE	OBJETO DE ESTUDO
Professor e aluno	Jogo educativo em sala de aula – “Escola Viva” (RJ)	Jogo didático de corpo humano
Professor e aluno	Sala de aula – escola pública Pedro II (RJ)	Educação ambiental para anos iniciais
Professor	Não informado	Atividades para alfabetização científica
Professor e aluno	Atividade investigativa em uma escola - Ribeirão Preto (SP)	Sequência de Ensino Investigativo (SEI) para anos iniciais
Professor	Professoras de Campuã (MS) – escolas públicas e privadas	Atividades experimentais nos anos iniciais
Professor	Não informado	Ensino de Ciências Naturais nos anos iniciais para alunos com deficiência visual (cegos)
Professor	Não informado	Atividades práticas no ensino de Ciências
Professor	Instituições de Ensino Superior (Pedagogia) em Cascavel (PR)	Formação do professor para ensino de Ciências Naturais nos anos iniciais
Aluno	Escola municipal de Ponta Grossa (PR)	Atividades para alfabetização científica no eixo temático “Tecnologia e Sociedade”
Aluno	Museu Virtual Geológico do Pampa – Caçapava do Sul (RS)	Atividades lúdico-pedagógicas para ensino de Geociências
ENFOQUE INTERNACIONAL		
SUJEITO	CONTEXTO DA ATIVIDADE	OBJETO DE ESTUDO
Professor (primário)	Educação Científica no primário dos EUA	Linguagens dos livros
Professores e alunos (primário)	Escolas do Ensino Fundamental em Taipei (China)	E-books de ciências
Professor (primário)	Curso de métodos de ensino de Ciências (EUA)	(Habilidades de seleção e avaliação de) Livros de literatura infantil de ciências
Professor (primário)	Curso de verão para seleção e avaliação de livros (EUA)	(Ferramenta de seleção e avaliação de) Livros de comerciais de ciências – 5º ano
Professor e aluno (primário)	Escolas da região metropolitana de Atenas (Grécia) – 5º ano	Desenhos animados em aplicativo multimídia
Professor e aluno (pré-escola)	Projeto de Alfabetização Científica na pré-escola	Livros ilustrados de Ciências e alfabetização científica
Professor (pré-escola e primário)	Bibliotecas de escolas da costa oeste do Canadá	Livros comerciais e alfabetização científica
Professores e alunos (primário)	Escolas de um estado do Sul (EUA) – 5º ano	Abordagem integrada alfabetização científica
Professores e alunos (pré-escola e primário)	Escolas do ensino de base (pré-escolar e fundamental)	Livros comerciais e habilidades de investigação científica

Fonte: própria autora.

2.5.2 Métodos de Validação, amostragem e sujeitos

Sobre os tipos de pesquisa da amostra coletada dos artigos **nacionais**, 60% delas realizaram abordagem de campo, utilizando pesquisa-ação e observação participante. Delas, a média no número de sujeitos envolvidos é de 23. Em grande parte dos casos, não foi explicada a definição da amostragem, trazendo fragilidade na representatividade dos dados. A respeito dos métodos empregados nas pesquisas, 70% apresentaram abordagem analítica (qualitativa em sua maioria). Analisam situações por meio de diversos instrumentos de coleta de dados, entre os mais comuns: entrevistas semiestruturadas e questionário fechado. Em geral, tais instrumentos são aplicados com os próprios professores, ao invés dos alunos. Já para a realização da análise, empregaram análise textual discursiva (para abordagem qualitativa) e estatística descritiva básica (para abordagem quantitativa). Parte apresenta deficiências na demonstração da elaboração de categorias analíticas, identificação de variáveis a serem analisadas e tabulação dos dados.

Um dos artigos apresentou pesquisa de campo sem utilização de instrumentos científicos, sendo aplicadas intervenções seguidas de um relato de experiência – modalidade de artigo aceita em algumas revistas de educação. Outro artigo realizou uma análise documental, observando ementas e grades curriculares de cursos de Pedagogia, entretanto, sem definição de categorias de análise, método ou como se chegou aos resultados obtidos. Dois dos autores levantados na amostra realizaram revisão de literatura não sistemática. Em ambos os casos, há apenas discussão de conceitos trazidos por diferentes autores, entretanto, sem descrição e aplicação de metodologia; não havendo validação do ponto de vista científico. São artigos considerados *white paper*.

Nos artigos **internacionais**, 70% realizaram algum tipo de pesquisa de campo, com abordagem quanti-qualitativa em sua maioria. Os métodos foram bastante variados, desde testes quantitativos de avaliação através de escala Likert e questionários, como abordagens qualitativas através de observação, entrevistas semiestruturadas e análises a partir de categorias pré-definidas. Em relação aos sujeitos, #professores variou de = {4, 24, 29, 94}, enquanto que #alunos = {48, 179}. Já 30% dos artigos realizou uma pesquisa bibliográfica a partir de revisão de literatura (livros, documentos, manuais, planos pedagógicos, etc.) não sistemática (*white papers*). Dos artigos, quando utilizaram questionários, dois deles realizaram aplicação de análise de consistência interna (teste estatístico) a partir do cálculo do coeficiente de alfa de Cronbach. Em relação aos métodos de validação utilizados, observa-se que não há um grande contraste entre as publicações nacionais e internacionais, apesar de haver uma maior quantidade abordagem quantitativa e testes estatísticos nos artigos internacionais. A Tabela 10 demonstra um **resumo comparativo** de tais métodos.

Tabela 10 – Resumo comparativo dos métodos de validação dos artigos do Ensino de Ciências Naturais anos iniciais - nacional x internacional.

MÉTODOS DE VALIDAÇÃO – NACIONAL			
Tipo de Pesquisa	Método	Instrumentos de Pesquisa	Amostra
Pesquisa de Campo	Analítico Quanti-Quali	Questionários objetivo, experiência de uso	25 profs
Pesquisa de Campo	Analítico Qualitativo	Pesquisa ação, análise qualitativa (temáticas), questionário misto, discussões, entrevistas	Não informado
Pesquisa Teórica	Dialético	Revisão de literatura	Não
Pesquisa Analítica	Analítico Qualitativo	Observação sistemática, análise do discurso	Não informado
Pesquisa de Campo	Analítico Quanti-Quali	Questionário fechado, entrevista semiestruturada, análise qualitativa	44 profs
Pesquisa de Campo	Analítico Qualitativo	Entrevista semiestruturada, análise textual discursiva	7 profs
Pesquisa Teórica	Dialético	Revisão de literatura	Não
Pesquisa Analítica	Analítico Qualitativo	Análise documental	Não
Pesquisa de Campo	Analítico Qualitativo	Observação participante, questionário aberto, Pesquisa-ação, diário de campo	16 alunos
Pesquisa de Campo	Relato de experiência	Observação participante (?)	25 alunos
MÉTODOS DE VALIDAÇÃO – INTERNACIONAL			
Tipo de Pesquisa	Método	Instrumentos de Pesquisa	Amostra
Pesquisa Bibliográfica	Histórico Descritivo	Publicações	Não
Pesquisa de Campo	Experimental / Analítico Quali-quanti	Treinamentos para confecção de e-books, análise quanti-qualitativa – escala Likert, teste de conhecimento, alfa de Cronbach	24 profs 48 alunos
Pesquisa de Campo	Autoetnográfica / Analítico	Observação participante, análise qualitativa descritiva	Não informado
Pesquisa de Campo	Analítico quanti-quali	avaliação por score/comentário, Análise qualitativa quantitativa	28 livros 29 profs
Pesquisa de Campo	Experimental / Analítico Quali-quanti	Experimento com Grupo de controle, Questionário misto, análise quanti-qualitativa, alfa de Cronbach	18 esc. 179 alunos
Pesquisa Bibliográfica	Histórico Descritivo	Publicações, manuais, documentos	Não
Pesquisa de Campo	Analítico Qualitativo	Observação naturalista, entrevista semiestruturada, análise qualitativa de conteúdo dos discursos, definição de categorias	4 profs
Pesquisa de Campo	Analítico Quanti-quali	Análise quanti-qualitativa sobre categorias pré-definidas	116 livros
Pesquisa de Campo	Analítico quanti-quali	Observação participante, análise quanti-qualitativa comparativa, questionário, testes	94 profs
Pesquisa Bibliográfica	Histórico Descritivo	Publicações, manuais, documentos	Não

Fonte: própria autora.

2.6 CONSIDERAÇÕES SOBRE CIÊNCIAS NATURAIS NOS ANOS INICIAIS

O Ensino das Ciências Naturais, tanto no Brasil como no exterior, vem sofrendo profundas transformações nas últimas décadas, fazendo emergir uma série de novas reflexões, especialmente para os anos iniciais. Neste primeiro contato da criança com a Ciência, ela aprende a desenvolver habilidades das diversas linguagens da leitura, escrita, compreensão, comunicação e discussão do conhecimento científico; de maneira reflexiva, ativa e também participativa na sociedade. Além disso, é sabido que – diferentemente da ciência pura – a abordagem integrada CTS e os objetivos da matéria apresentam uma maior preocupação com a compreensão e apropriação não só de conceitos, mas também de procedimentos, atitudes e valores implícitos e explícitos na relação do sujeito com o mundo (objetos, fenômenos, outros seres); bem como no seu papel como cidadão e na sua responsabilidade com o uso de tecnologias e com os recursos ambientais de forma ética e sustentável. Outro aspecto a considerar é que o saber deve transitar em todas as instâncias, de forma integrada inter e transdisciplinar, favorecendo sua “apreensão de forma inovadora, motivadora, aguçando a curiosidade e o desejo de aprender” (BRASIL, 2007). Atualmente, o ensino da matéria nos anos iniciais vem enfrentando diversos influxos, especialmente visando romper com as abordagens tradicionais mais focadas na transmissão passiva do conteúdo e na memorização de conceitos, utilizando predominantemente o livro didático e aulas expositivas (lousa) como ferramentas principais da atividade pedagógica. Outros aspectos que constituem barreiras de entrada são a carência de infraestrutura (Internet, laboratórios, etc.), de acesso aos recursos e materiais paradidáticos (sejam eles livros paradidáticos, cadernos de exercícios, *e-books*, modelos, *kits* experimentais, jogos educativos, entre outros), bem como a defasagem na formação do professor e nas suas práticas pedagógicas, especialmente no que diz respeito às escolas públicas. Entre outros fatores, essas dificuldades contribuíram para que o país obtivesse um dos mais fracos resultados no *ranking* mundial e que Pernambuco ocupasse o lugar de 4º pior estado no ensino da matéria nos anos iniciais (Capítulo 1). Neste cenário, o desenvolvimento e a inclusão de materiais paradidáticos nas escolas são uma grande oportunidade e possibilidade de oferecer novas abordagens em termos de linguagens, exercícios, experimentos e atividades de forma mais lúdica, criativa, interativa e mais desafiadora – despertando a curiosidade e o gosto da criança pelas Ciências. Entretanto, é fundamental entender o contexto, a evolução e estruturação da matéria, assim como seus objetivos gerais, eixos temáticos, a formação e o papel do professor, as atividades didáticas, a classificação de conteúdos e os critérios para seleção e planejamento de unidades didáticas (V do conhecimento) para projetar adequadamente tais materiais.

3 DESIGN DA INFORMAÇÃO

Neste capítulo, é abordado o Design da Informação (*Infodesign*), o campo do Design que dá o enfoque a esta pesquisa. As seções que compõem este capítulo descrevem informações sobre: (1) uma breve contextualização histórica sobre o surgimento e a consolidação do Design da Informação, bem como a “informação” no contexto do Design; (2) o Infodesign como campo de estudo (conceituação, objetivos, papel na sociedade, interdisciplinaridade e distinção entre o Design Gráfico e o Design Instrucional); (3) as teorias e princípios utilizados através da apresentação das diretrizes por Redig (2004) e dos princípios segundo Pettersson (2012b); (4) as metodologias projetuais e científicas empregadas no Infodesign; (5) o estado da arte das suas aplicações na Educação; e (6) algumas considerações sobre a contribuição deste campo de estudo nesta tese.

3.1 INTRODUÇÃO AO DESIGN DA INFORMAÇÃO

3.1.1 Contextualização Histórica

A origem mais remota do Design da Informação – designado como Infodesign – tem suas raízes fixadas desde a pré-história, a partir da necessidade humana de sistematizar informações e encontrar formas de se estabelecer uma comunicação. Um exemplo clássico são as inscrições rupestres, as quais utilizavam elementos primitivos da linguagem gráfica para representar cenas do cotidiano. Um complexo processo ocorreu desde as primeiras manifestações da linguagem gráfica até as avançadas configurações digitais da imagem nos dias atuais, junto com uma proliferação de linguagens (COUTINHO, 2006). Desde então, uma complexa estrutura de informação foi surgindo e se desenvolvendo, intensificada após a invenção da escrita, a Revolução da Imprensa e mais forte a partir da “Era da Informação”.

O termo “*Information Design*” foi cunhado e popularizado apenas a partir da década de 50, pelo *The British Information Design Society* (JACOBSON, 2000); grupo que reunia, através de conferências, uma série de profissionais de diferentes áreas do conhecimento, como: designers, psicólogos, educadores e professores (HORN, 1999). Membros desta sociedade fundam, em 1979, o *Information Design Journal* (IDJ) – uma das maiores referências de periódicos da época e ainda bastante influente nos dias atuais. Em tal época, o Infodesign era compreendido como a aplicação de processos para comunicar a informação (conteúdo, linguagem e forma). A partir de então, houve um aumento no número de eventos para discussões a respeito da temática, além do surgimento de novas entidades e do fomento de grupos de pesquisa e publicações a nível mundial. Foi na Grã-Bretanha e

nos Estados Unidos que surgiram os primeiros programas universitários interdisciplinares na área de Design da Informação. Como disciplina acadêmica ou campo de estudo, trata-se de um ramo do conhecimento recente emergido especialmente a partir da década de 70, pesquisada e ensinada no ensino superior de design, geralmente, “montada” com elementos de várias fontes diferentes do conhecimento (PETTERSSON, 2014). Desde então, alguns importantes e influentes autores começaram a aprofundar estudos através de diferentes aplicações, especialmente nas áreas da comunicação e informação visual, tais como *Edward Tufte* (*display* visual de informação quantitativa), *William Bowman* (taxonomia da comunicação gráfica), *Michael Twyman* (esquema da linguagem gráfica), *Robert E. Horn* (informação e linguagem visual), *Gui Bonsiepe* (retórica/linguagem visual), *Rune Pettersson* (infologia, design da informação), *Peter Wildbur e Michael Burke* (informação visual), *Paul Mijksenaar* (função visual), entre outros.

Em 1986 foi fundado em Viena, na Áustria, o *International Institute for Information Design* (IIID) por Peter Simlinger, que auxiliou no desenvolvimento do Infodesign como um campo de estudo independente em conhecimento e prática profissional. No final da década de 80, Richard Saul Wurman tentou elevar a profissão à uma categoria de “arquitetos da informação”, reconhecendo que as informações precisavam “se vender sozinhas”, havendo necessidade de serem mais funcionais e atrativas (BLACK *et al*, 2017). Em 1989, em uma das conferências do IDJ, membros discutiram sobre a importância da criação de uma associação, fundando em 1991, em Londres, a *Information Design Association* (IDA), cujo principal objetivo seria de promover um intercâmbio entre a academia (pesquisa e ensino) e o mercado (profissionais e indústrias) nesta área do conhecimento. O crescimento e a consolidação deste campo de estudo surgem através da maior necessidade de organização da informação com a complexidade da sociedade na Era da Informação, exigindo melhoria na gestão, técnica e profissionalização do processo de informação (HORN, 1999).

No Brasil, o ponto de partida foi a palestra proferida por Gui Bonsiepe sobre Design da Informação, realizada durante o 1º Seminário Nacional de Educação em Design Gráfico (Recife, 1993). Em 2000, institui-se o curso de pós-graduação – “Especialização em Design da Informação” no Departamento de Design da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), coordenado pelos professores Solange Coutinho e André Neves; seguido do desenvolvimento do primeiro grupo de pesquisa na área em 2001 (vinculado ao CNPq), liderado pelas professoras Solange Coutinho e Carla Spinillo, com a participação de Stephania Padovani, Luciana Freire, e Evelyn Rodrigues (REDIG, 2004). Mas é em 2002, com a criação da Sociedade Brasileira de Design da Informação (SBDI) em Recife, que este campo de estudo reforça sua representatividade na difusão da pesquisa, ensino e prática no país. A missão institucional da entidade está relacionada à contribuição no desenvolvimento científico e tecnológico do InfoDesign no Brasil; com objetivos de: difundir, promover e

facilitar a cooperação de profissionais para pesquisa, ensino e prática, além de estimular o interesse da comunidade dentro deste campo de estudo. Dentre as atividades da SBDI, tem-se destaque para: o desenvolvimento do Congresso Internacional de Design da Informação (CIDI, 2003); o lançamento, em 2004, da “InfoDesign – Revista Brasileira de Design da Informação”, pioneira na América Latina nesta temática; e o livro de artigos selecionados, o *Selected Readings of The Information Design International Conferences*.

3.1.2 A “informação” no contexto do Design

A terminologia “informação” é derivada do latim *informatio*, relacionada a uma concepção ou a uma ideia, cujo verbo *informare* diz respeito a “colocar em forma”, “dar forma a” um pensamento ou ideia de alguém. Segundo o *The Oxford English Dictionary*, o termo é usado para se referir ao ato de moldar a mente e/ou de comunicar conhecimento para alguém. Tem sua origem, como *ramo* do saber, relacionada à geração de produtos documentais e a serviços de informação, com vistas à sua organização; somada à utilização de tecnologias de recuperação para sua disponibilização e acesso visando ao uso (RABELLO, 2012). Segundo a Teoria da Informação, a “informação” seria qualquer elemento capaz de ser expresso e compreendido com auxílio de um código. Tal teoria busca explicar as modalidades de transformações das mensagens de um emissor a um receptor, com exclusão de conteúdos nelas investidas: ela leva em consideração apenas o plano do significante, cuja transmissão procura otimizar (GREIMAS; COURTÉS, 2008); estudando a quantificação, o armazenamento e a comunicação da informação. Luciano Floridi (FLORIDI, 2011) propõe classificar fenômenos associados como “informação”, podendo ser, a saber: (a) sobre algo; (b) como algo; (c) para algo; (d) em algo (Tabela 11).

Tabela 11 – Classificação dos tipos de fenômenos associados como informação.

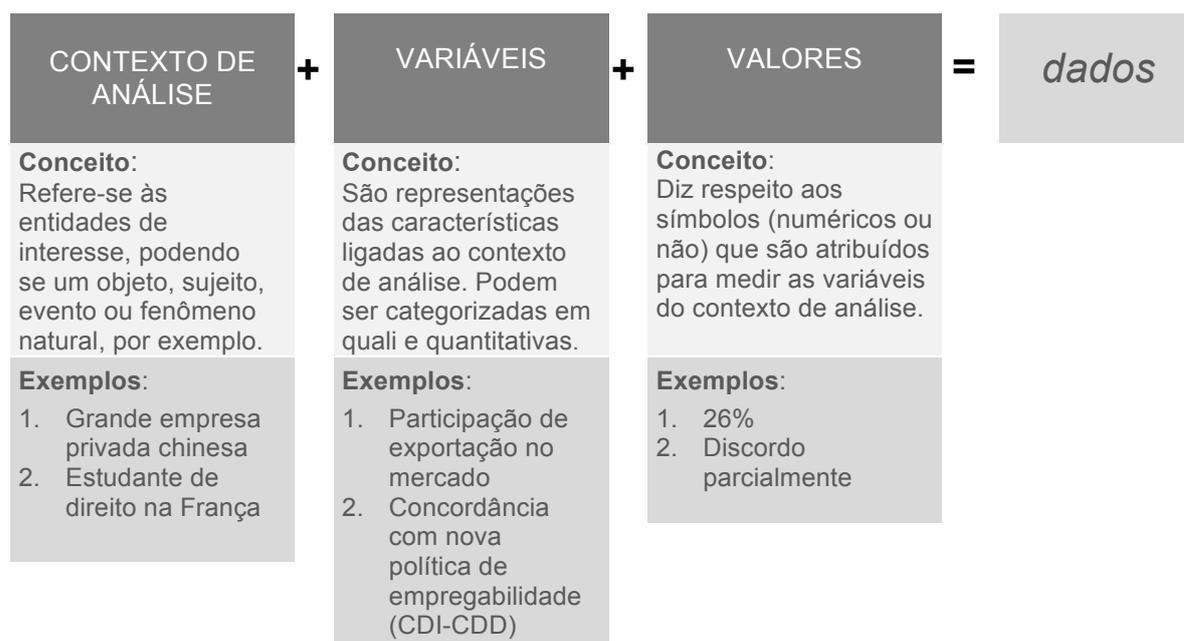
TIPOS	DESCRIÇÃO	EXEMPLOS
SOBRE ALGO	Explicação, indicação	um horário de trem
COMO ALGO	Identificação, representação	DNA ou impressões digitais
PARA ALGO	Instruções, persuasão, educação, orientação para ação	algoritmos ou instruções
EM ALGO	Descrição de validade/restrição	um padrão ou uma restrição

Fonte: adaptado Floridi (2011); Gonzalez (2013).

Com a Era da Informação, novos campos de estudo começam a se apropriar e utilizar diferentes conceitos nas suas áreas de estudo, seja Filosofia, Matemática, Ciência da Computação, entre outras. Entretanto, de uma forma geral, as diferentes correntes

concordam que informação faz parte de uma sequência do processo de geração e construção do conhecimento, situando-se em algum lugar entre os dados e o conhecimento propriamente dito; criando uma ligação entre estes: “dados” → “informação” → “conhecimento”. Dentro dessa linha, buscando entender melhor tal processo, pode-se dizer que o termo “**dados**” se refere à coleção de fatos ou detalhes específicos conhecidos, resultantes de algum experimento, medição ou observação de variáveis; podendo ser números, palavras, categorias, variáveis ou imagens, frequentemente complexos, desordenados e desestruturados, sem apresentar um significado propriamente dito (PETTERSSON, 2012a). Representam, portanto, os produtos da descoberta, pesquisa, coleta e criação: a matéria-prima para criar e construir comunicação e conhecimento. Destrinchando e conceituando de uma forma mais técnica, representam “**valores dados por um contexto de análise em relação a variáveis qualitativas ou quantitativas de interesse**” (tradução livre) (BROCK, 2016, p. 8), cujo esquema pode ser visualizado na Figura 16.

Figura 16 – Esquema para definição de dados.



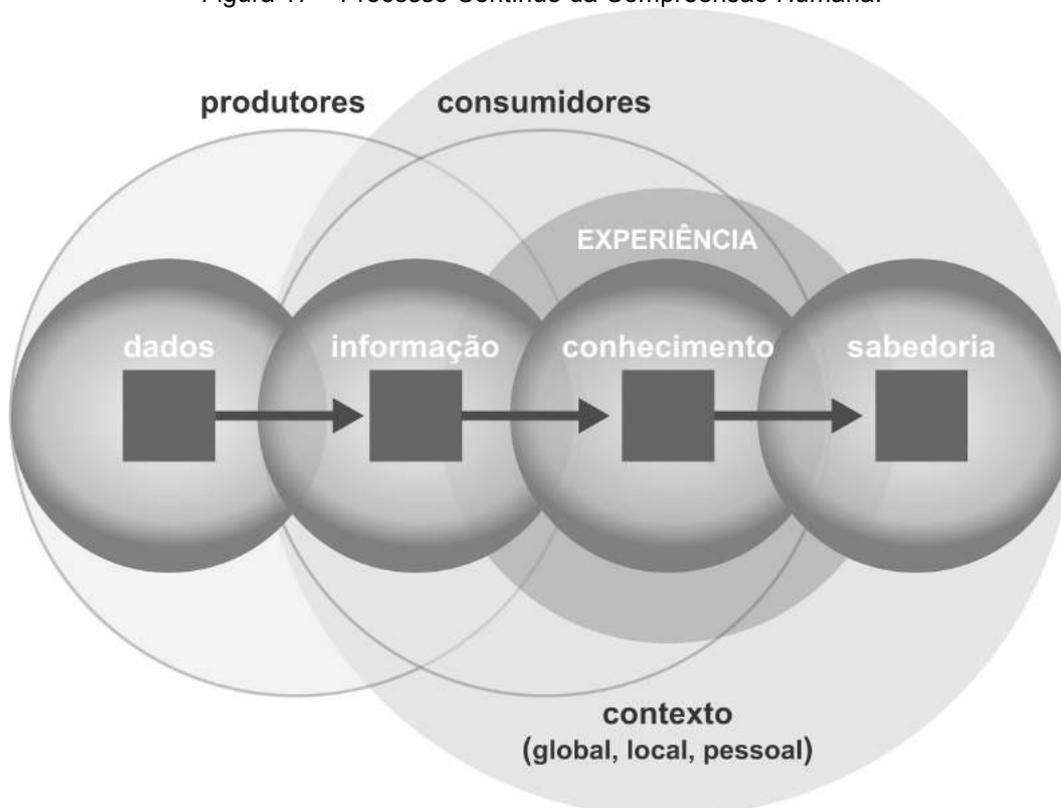
Fonte: adaptado Brock (2016).

Nas últimas três décadas as definições do termo “**informação**” tiveram forte relação com “dados + significado” (FLORIDI, 1990). E é onde entra o designer de informação, atuando justamente na seleção, processamento, organização e estruturação de dados para produzir, apresentar e distribuir a informação de maneira que seja útil para quem a utiliza; podendo ser apresentada de várias formas, quer seja através de pictogramas, infográficos, gráficos, tabelas, listas, mapas, guias, ícones, textos, ilustrações, entre outros tantos exemplos. Neste contexto, Pettersson (2012a) explica que a informação pode fazer

referência a: (1) detalhes, fatos e inteligência; (2) uma importante atribuição a um dado específico; (3) um processamento de um dado em um computador; (4) uma estrutura interna que regulamenta um processo; (5) uma afirmação formalmente escrita; (6) a ação de informar alguém; (7) dar forma ou caráter essencial a algo; (8) grupo de materiais de informação na categoria de mensagens curtas. Do ponto de vista do Infodesign, a informação faz referência a quaisquer dados estruturados ou organizados que apresentem certo valor e significado para seus usuários, sendo o resultado do processo, da manipulação e da organização de dados de uma maneira que possa gerar algum tipo de conhecimento para quem a recebe (IIID, 2000).

Essa geração ou construção do **conhecimento** é dada a partir da relação entre sujeito-objeto e/ou da experiência/ciência com seu conteúdo, gerando alguma mudança através de ação ou transformação. Dissertando sobre o Processo Contínuo da Compreensão Humana (Figura 17), Shedroff (1994) explica que, a partir da informação, que o conhecimento ainda se tornar **sabedoria**: o nível mais vago e íntimo da compressão, sendo um conceito abstrato e filosófico resultado da contemplação, avaliação, retrospectão e interpretação de processos, relacionamentos e experiências pessoais – trata-se de uma espécie de meta-conhecimento.

Figura 17 – Processo Contínuo da Compreensão Humana.



Fonte: adaptado Shedroff (1994).

3.2 O INFODESIGN COMO CAMPO DE ESTUDO

3.2.1 Conceituação do Design da Informação

Existem diferentes correntes e abordagens para o Design da Informação. Algumas defendem que sua maior preocupação é em organizar dados de maneira a transformá-los em informações simplificadas e de fácil uso; enquanto outras estão mais focadas no planejamento e na formatação da mensagem e da sua interface, levando em consideração seus aspectos sintáticos, semânticos e pragmáticos. De acordo com o IIID (2007), este consiste na definição, planejamento e na formatação dos conteúdos de uma mensagem e dos ambientes nos quais é apresentada, com objetivos específicos em relação às necessidades dos usuários¹. Pettersson (2002) explica que compreende pesquisa e princípios para analisar, planejar, apresentar e entender as mensagens – seus conteúdos, linguagens e forma. Por outro lado, para o *Design Council on Information Design*, este campo está concentrado na transformação de dados em informação, fazendo com que o complexo se torne mais fácil de ser compreendido e utilizado; sendo responsável em atender as necessidades dos usuários em entender e utilizar diversos artefatos do cotidiano, desde formulários, mapas, placas até interfaces de computador. Bem próximo deste conceito, a *Society for Technical Communication* (STC) conceitua o Infodesign correspondendo à aplicação de princípios de design para traduzir dados complexos, desorganizados e desestruturados em informação com valor e significado.

Em uma abordagem mais ampla e genérica, Sless (1992) reforça que o Infodesign permite fazer com que todos os tipos de informação sejam acessíveis e utilizáveis de forma apropriada pelas pessoas. Trata-se da arte e da Ciência de preparação da informação, possibilitando o uso pelo homem de maneira eficiente e efetiva (HORN, 1999). Desta forma, tem relação direta com a seleção, a organização e a apresentação de informações – com valor e significado – para uma determinada audiência (SHEDROFF, 1994); tendo como responsabilidade de apresentar o que deseja ser transmitido de forma precisa e objetiva (WILDBUR; BURKE, 1998). Sendo assim, trabalha através da “seleção, ordenamento, hierarquização, conexões e distinções visuais” de informações (BONSIEPE, 2011, p. 84); com intuito de facilitar os processos como de percepção, leitura, compreensão, memorização, uso adequado pelos usuários (FRASCARA, 2011). Além disso, para transformar e apresentar as informações através de mensagens adequadas, o InfoDesign leva em consideração compreender bem as habilidades, experiências, preferências, repertório, circunstâncias e contextos dos quem as usa (BLACK *et al.*, 2017).

¹ *International Institute for Information Design* (IIID). Disponível em: <<http://www.iiid.net/home>>. Acesso: em 10 jun. 2017.

Através de uma investigação das **definições epistemológicas** para o InfoDesign, observando diferentes autores e correntes, Souza *et al.* (2016) apresentam que as conceituações deste campo podem ser classificadas em quatro grupos, a saber: (A) definições teleológicas; (B) definições de adequação; (C) definições por princípios; e (D) definições transformativas (Tabela 12). Através desse levantamento, conseguem propor uma definição que contemplasse estas quatro categorias, sendo: “a disciplina, arte e ciência de organizar, selecionar, planejar, processar e transformar dados complexos em informações relevantes, úteis e eficientes em relação a intenções, objetivos, requisitos e necessidades do usuário de acordo com circunstâncias, ambientes e contextos específicos” (*Ibidem*, p. 111). Assim, trata-se do campo de estudo que se utiliza de princípios de design para transformar dados complexos de quaisquer natureza em informações valiosas e úteis para seus usuários; com o intuito de possibilitar seu uso e compreensão e, – de acordo com intenções pré-determinadas e/ou necessidades específicas (OLIVEIRA, 2014).

Tabela 12 – Divisão por categorias de definições do Design da Informação

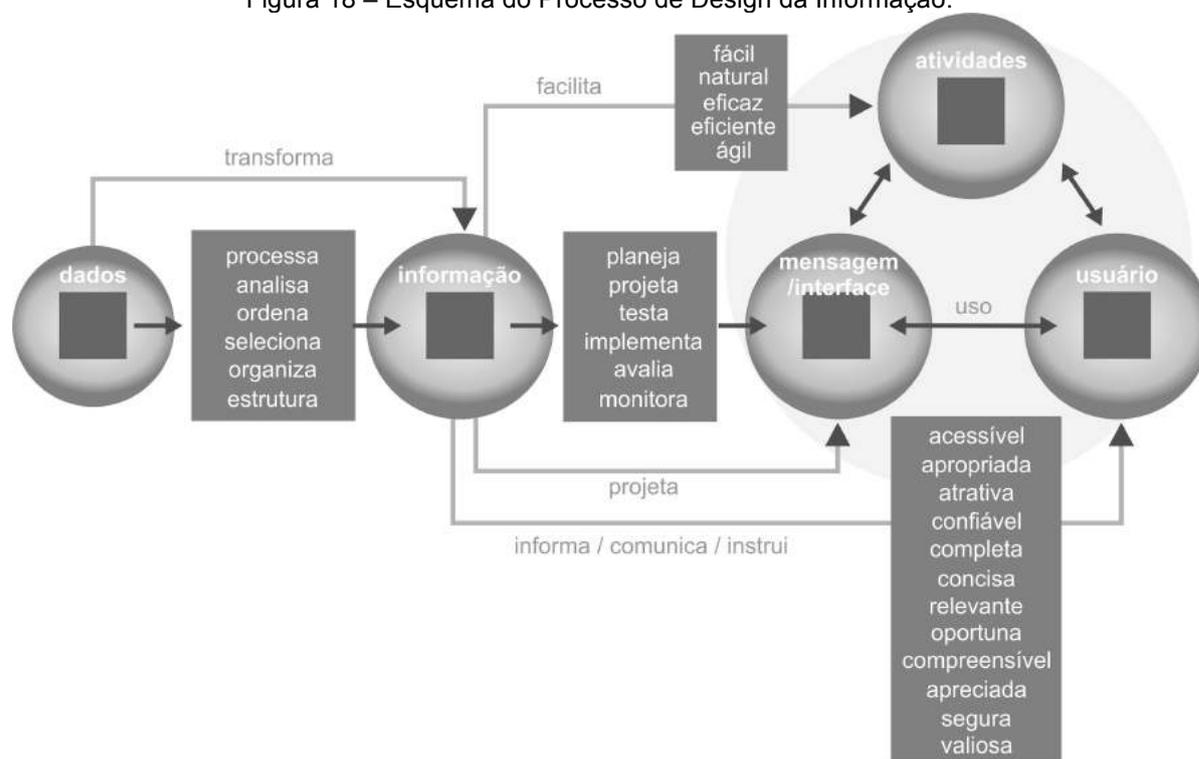
	TIPOS	DESCRIÇÃO	EXEMPLOS
EPISTEMOLOGIA	(A) TELEOLÓGICAS	Raízes ligadas ao <i>ethos</i> do design moderna, com ênfase na função dos artefatos e na sua utilidade como mediadores informacionais para facilitarem desenvolvimento de atividades.	Arte e ciência de preparar informação de modo que ela possa ser usada pelo homem de maneira eficiente e efetiva. <i>Robert E. Horn (1999)</i>
	(B) ADEQUAÇÃO	Foco está no contexto em que o usuário terá acesso ao artefato informacional, com prioridades de suprir suas necessidades em atividades/situações específicas.	(...) tem intuito de facilitar os processos como de percepção, leitura, compreensão, memorização, uso adequado pelos seus usuários. <i>Jorge Frascara (2011)</i>
	(C) PRINCÍPIOS	Propõem noções gerais e diretrizes abrangentes e/ou específicas para serem utilizadas nos projetos de artefatos informacionais, guiando o desenvolvimento das soluções.	Pesquisa e princípios para analisar, planejar, apresentar e entender as mensagens – seus conteúdos, linguagens e forma. <i>Rune Pettersson (2002)</i>
	(D) TRANSFORMATIVAS	Enfatizam o processo na transmutação de dados (complexos, desestruturados, caóticos e brutos) em informações (claras, eficientes, úteis, precisas, fáceis, etc.). O foco está na composição da informação e nos procedimentos de design para transformação.	Aplicar processos de design (ou seja, planejamento) para comunicação de informação (seu conteúdo e linguagem, bem como a forma). <i>Robert Waller (1996)</i>

Fonte: adaptado Souza *et al.* (2016)

Tais aplicações podem ser realizadas para auxiliar pessoas a usarem produtos ou ferramentas, operar instruções, facilitar uso de serviços (MIJKSENAAR, 1997), solucionar problemas ou realizar qualquer atividade de seu cotidiano que envolva o uso direto ou

indireto de informações. Para facilitar compreensão, o Esquema do Processo do Design da Informação elaborado pela autora é ilustrado abaixo na Figura 18. O Infodesigner trabalha transformando dados em informação, projetando a mensagem para seu usuário para que ele a utilize da melhor forma possível para realizar suas atividades cotidianas.

Figura 18 – Esquema do Processo de Design da Informação.



Fonte: própria autora.

3.2.2 Objetivos do Design da Informação

De uma forma geral, Horn (1999) define como os principais objetivos do Infodesign sendo: (i) desenvolver documentos compreensíveis, de recuperação fácil e ágil, capazes de serem traduzidos em ações efetivas; (ii) projetar interações com equipamentos de forma fácil, natural e o mais agradável possível; (iii) possibilitar que as pessoas encontrem seus caminhos em espaços tridimensionais com facilidade e conforto, seja no plano material ou virtual. Do ponto de vista da efetividade, um bom design da informação é aquele que: (a) ajuda as pessoas a entenderem o crescente complexo mundo de fatos, mensagens, direções e demandas; (b) auxilia pessoas a realizarem suas tarefas, resolverem problemas e satisfazerem suas necessidades; (c) minimiza ou elimina frustrações desnecessárias; (d) certifica-se de que as pessoas recebam as informações, as compreendam e as saibam utilizar (LIPTON, 2007). Assim, para satisfazer as necessidades das intenções dadas às informações para seus usuários, tem como compromisso o de: analisar, planejar, apresentar

e entender a mensagem – seu conteúdo, sua linguagem e sua forma – satisfazendo princípios estéticos, econômicos, ergonômicos e outros requerimentos necessários (PETTERSSON, 2002). O objetivo geral do Infodesign é o de tornar a informação mais acessível, apropriada, atrativa, confiável, completa, concisa, relevante, oportuna, compreensível, apreciada, segura e valiosa possível (FRASCARA, 2011), cujas características são descritas na Tabela 13.

Tabela 13 – Objetivos das informações no Infodesign.

	CARACTERÍSTICAS	DESCRIÇÃO
INFORMAÇÃO	ACESSÍVEL	Disponível de forma fácil e simplificada
	APROPRIADA	Ser adequada em relação ao conteúdo e ao público
	ATRATIVA	Despertar interesse do usuário
	CONFIÁVEL	Passar credibilidade (dados e fontes)
	COMPLETA	Nem demasiada nem insuficiente
	CONCISA	Clara e objetiva, sem adornos desnecessários
	RELEVANTE	Ligada ao objetivo e/ou atividade do usuário
	OPORTUNA	Esteja disponível onde e quando o usuário necessite
	COMPREENSÍVEL	Não gere ambiguidades ou dúvidas
	APRECIADA	Desejável do ponto de vista de sua função e utilidade
	SEGURA	Oferecer segurança ao usuário (sem riscos)
	VALIOSA	Gerar valor e conhecimento para o usuário

Fonte: adaptado Frascara (2011)

Deve permitir que as pessoas obtenham seus objetivos e executem suas atividades do cotidiano de uma maneira multidimensional, entendendo os objetivos do público (e as ações que podem ser desencadeadas a partir do uso da informação), em equilíbrio com os objetivos dos *stakeholders* envolvidos no projeto (provedores, governo, corporações, parceiros, etc.) – chegando a um denominador comum (SIMLINGER, 2011). A ideia é que as pessoas que usam a informação consigam: encontrar o que elas precisam; entender o que elas acharam; usar o que elas entenderam de forma apropriada (REDISH, 2000), estabelecer a relação entre seus elementos, interagir com a interface/artefato/informação e compreender esta experiência (PASSOS; MOURA, 2007).

3.2.3 O papel do Design da Informação

O designer de informação ou infodesigner, enquanto profissional, vem experimentando uma variedade de tensões em relação aos seus papéis e atividades desempenhadas nos projetos informacionais. Horn (1999) explica que este fato é resultado do confronto de ideologias diferentes ou posições de valor que se desenvolveram ao buscar resolver problemas de projetos particulares (sinalização, editorial, produtos, artefatos digitais, etc.); tendo seus usos, atualmente, estendidos além de seus limites originais. Nota-se uma grande preocupação em definir seu papel; além da sua real função e contribuição na sociedade contemporânea (OLIVEIRA, 2014). Antes de tudo, um bom infodesigner precisa ter domínio sobre as dimensões teóricas, práticas e sociais relacionadas diretamente à sua prática profissional (IIID, 2007), as quais podem ser observadas na Tabela 14.

Tabela 14 – Dimensões das competências necessárias do Infodesigner.

		DIMENSÕES	DESCRIÇÃO
COMPETÊNCIAS		TEÓRICA	Ter conhecimento sobre teorias e métodos que governam o design e a interpretação de informações (dimensões teóricas e metodológicas das competências essenciais necessárias).
		PRÁTICA	Ter conhecimento sobre propriedades, fatos, percepções, convenções, padrões, legislações e ferramentas relevantes para sua atuação em campo (dimensão prática das competências essenciais para concepção das informações).
		SOCIAL	Ter conhecimento sobre as exigências sociais subjacentes à prática profissional bem sucedida (dimensão sociocultural das competências essenciais do projeto; levando em consideração também aspectos econômicos, políticos, legais, etc.).

Fonte: adaptado IIID (2007).

O **papel** do Infodesigner é auxiliar as pessoas a: (a) entender o crescente complexo mundo dos fatos, figuras, direções e demandas; (b) finalizar tarefas, resolver problemas ou encontrar o que precisam; (c) eliminar frustrações; e (d) entender quem irá utilizar o conteúdo e o que fazer com este (LIPTON, 2007); e (e) utilizar as informações de maneira mais apropriada, eficaz e eficiente. O foco, para Sless (1992), não estaria exclusivamente no desenvolvimento da mensagem em si, mas especialmente em gerenciar satisfatoriamente o processo intangível da relação entre usuário e informação. Entre suas atividades, estão as de reunir as **ferramentas** necessárias para a compreensão, planejamento, contextualização e representação da informação, tendo como foco o usuário (SHIRAIWA *et al.*, 2009). Suas ferramentas de trabalho podem ser linguagens verbais (textos) ou não verbais (signos, fotografias, ilustrações, etc.), distribuídas através de diversos artefatos (papel, dispositivos digitais, displays, placas, etc.) – onde os designers de informação transformam a mensagem

para que estejam adequadas ao propósito, habilidades, experiências, preferências e circunstâncias dos usuários (BLACK *et al.*, 2017). O IID (2000)² levanta quinze requisitos das principais competências para o infodesigner melhor desempenhar seu papel, a saber:

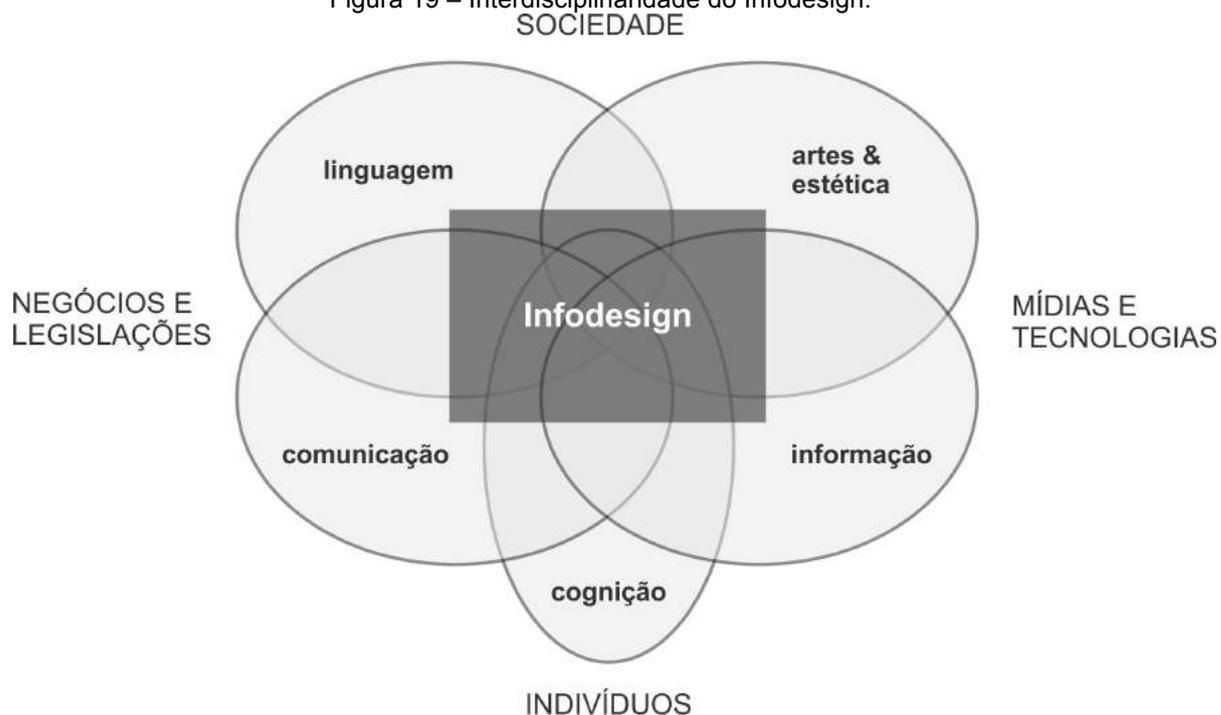
- a) Ser capaz de pensar de maneira inovadora e sistemática;
- b) Ser bem informado sobre a área de assunto na qual está trabalhando;
- c) Ter conhecimento sobre os recursos comunicativos dos componentes das mensagens visuais e suas inter-relações;
- d) Conhecer os costumes, as convenções, as normas, os regulamentos e as suas teorias subjacentes do contexto sociocultural;
- e) Estar familiarizado com os requisitos técnicos dos meios de comunicação;
- f) Estar familiarizado com os recursos de comunicação humana no que diz respeito à percepção, processamento cognitivo e sentidos;
- g) Ser capaz de considerar possíveis benefícios das informações;
- h) Estar bem informado sobre a criação de imagens e textos, estáticos e animados, bem como outras informações visuais para promover atividades relacionadas com a tarefa e potencializar os seus efeitos;
- i) Ser capaz de projetar informações de maneira interessante e atraente para atrair atenção ao propósito comunicativo da mensagem;
- j) Tornar os sistemas de informação de tal forma que os ajustes regidos por mudanças nos requisitos possam ser efetuados de maneira contínua;
- k) Ser capaz de comunicar de maneira efetiva na língua materna e no inglês;
- l) Compreender as capacidades das ciências de apoio – como a Psicologia Cognitiva, Linguística, Ciência da Computação, entre outras – e ser capaz de cooperar com especialistas para avaliar e melhorar o design de mensagens com a devida consideração de diferentes culturas dos usuários;
- m) Ter um conhecimento detalhado dos fatores de custos relacionados com as várias fases do projeto e de sua implementação;
- n) Prestar os serviços em um formato que corresponda tanto ao valor que eles representam para os clientes, como pelas convenções exigidas por eles;
- o) Comportar-se de maneira responsável no que diz respeito às necessidades dos usuários-alvos e da sociedade como um todo.

² Qualidades requeridas pelos Designers de Informação, aprovadas/confirmadas pelas Assembleias Gerais do IID em 1993 e 2000. Disponível em: <<https://www.iiid.net/home/definitions/>>. Acesso em: 20 ago. 2018.

3.2.4 A Interdisciplinaridade do Infodesign

O bom design da informação é geralmente resultado da colaboração entre uma variedade de indivíduos trabalhando em equipe, criando uma gama de habilidades interdisciplinares necessárias (SLESS, 1992). Em relação à interdisciplinaridade, Mijksenaar (1997) identifica como sendo uma disciplina transversal, na medida em que dialoga com a fotografia, a ilustração, a cartografia, o design gráfico, o desenho industrial, a arquitetura e a psicologia experimental; colaborando inclusive com a criação de ferramentas que possibilitem a tomada de decisões dentro destas áreas citadas. Para Pettersson (2002), este campo de estudo está presente no sombreamento entre as áreas de: (a) Linguagem (letras, linguística, semiótica, linguagem visual, etc.); (b) Artes & Estética (fotografia, ilustração, cinema, artes plásticas, arquitetura, etc.); (c) Comunicação (jornalismo, publicidade, design, comunicação, etc.); (d) Cognição (pedagogia, psicologia, antropologia, sociologia, etc.); e (e) Informação (biblioteconomia, ciências da informação, ciência da computação, etc.) (Figura 19). Além disso, ressalta que todos estes campos estão presentes e mergulhados em uma série de variáveis, nos quais há indivíduos ligados a contextos social, administrativo-legal, midiático, produtivo e tecnológico. Sendo assim, conhecer tais contextos e variáveis se torna relevante para planejar o Infodesign de maneira mais adequada, respondendo às necessidades diárias das pessoas para entender e usar produtos, serviços, instalações e ambientes, e executarem suas atividades da melhor forma possível (FRASCARA, 2011).

Figura 19 – Interdisciplinaridade do Infodesign.



Fonte: adaptado Petterson (2002).

3.2.5 Aplicações do Design da Informação

As aplicações do Infodesign têm sido as mais variáveis possíveis, incluindo a área de serviços (educação, saúde, bancos, transportes, turismo, etc.), interfaces de produtos (analógicos e digitais), páginas de Internet, guias de instrução, sinalização, jogos, entre muitos outros. Baseado em Frascara (2011), Pettersson (2002) e Mijksenaar (1997) apresenta-se a Tabela 15, que classifica algumas das áreas onde esta disciplina tem sido aplicada, acompanhadas de exemplos práticos ilustrativos.

Tabela 15 – Aplicações do Design da Informação.

	CATEGORIAS	EXEMPLOS
APLICAÇÕES	(1) TEXTOS	Livros, revistas, <i>hypertextos</i> , jornais
	(2) TABELAS ALFANUMÉRICAS	Calendários, relógios, tabelas, quadros de horários
	(3) GRÁFICOS E DIAGRAMAS	Infográficos, diagramas, linhas do tempo, gráficos
	(4) MATERIAL DIDÁTICO	Murais, jogos e brinquedos educativos, apostilas, livros
	(5) DOCUMENTOS	Formulários, planilhas, documentos, relatórios técnicos
	(6) INSTRUÇÕES	Bulas de remédio, manuais de instrução, regras de jogos, receitas de culinária, guias turísticos
	(7) PAINÉIS DE CONTROLE	Cabines de controle, painéis de automóvel/aviação
	(8) SINALIZAÇÃO	Placas de indicação, localização/advertência, pictogramas, sistemas de informações (hospitais, aeroportos, etc.)
	(9) MAPAS	Mapas, roteiros, GPS
	(10) CATÁLOGOS	Catálogos, <i>displays</i> , expositores
	(11) INTERFACES DIGITAIS	<i>Websites</i> , <i>softwares</i> , aplicativos, sistemas operacionais, jogos eletrônicos, produtos multimídia, hipermídia
	(12) PROPAGANDA	Campanhas, cartazes, anúncios, PDV
	(13) SISTEMAS DE INFORMAÇÃO – SERVIÇOS	Sistema de informações para educação, saúde, bancos, transportes, turismo
	(14) PRODUTOS	Aparelhos eletroeletrônicos, eletrodomésticos
	(15) AUDIOVISUAL	Vinhetas de programas televisivos, créditos de filmes/animações/séries/etc.

Fonte: baseado em Frascara (2011); Pettersson (2002); Mijksenaar (1997).

3.2.6 Design da Informação × Design Gráfico × Design Instrucional

Devido à confusão dada na conceituação entre Design da Informação, Design Gráfico e Design Instrucional e à dificuldade no entendimento e na diferenciação de seus objetivos e áreas de atuação, torna-se relevante apresentar esta distinção. O intuito é deixar clara a abordagem dada nesta pesquisa e trazer uma contribuição para profissionais destas áreas no que diz respeito à difusão e ao compartilhamento do conhecimento.

Em relação ao **Design Gráfico** (DG), diferente do Infodesign, tem suas bases históricas nas Artes Gráficas, em especial, a partir do Século XIX, com interesses na produção de livros pelo Movimento Artes e Ofícios e por William Morris na Europa. A sua maior massificação foi estabelecida a partir da Primeira Guerra Mundial, através do uso de signos, símbolos e pôsteres com propagandas e anúncios públicos produzidos pelas nações em guerra (HOLLIS, 2001). Mas foi a partir da década de 20, com o surgimento de escolas como a Bauhaus e a Escola de Ulm que este campo começa a se consolidar. No Brasil, chega com a Escola Superior de Desenho Industrial (ESDI), fundada em 1962, no Rio de Janeiro. O Design Gráfico “é a atividade profissional e a consequente área do conhecimento cujo objeto é a elaboração de projetos para reprodução por meio gráfico de peças comunicativas” (VILLAS-BOAS, 2007, p. 30). De acordo com o *Internacional Council of Communication Design* (ICOGRADA, 2013), trata-se de uma atividade intelectual, técnica e criativa não apenas para produção de imagens; mas para a análise, a organização e a metodologia de apresentação de soluções visuais para problemas de comunicação. É uma disciplina ampla que abrange muitos aspectos e elementos diferentes; trabalhando com conceitos, textos e imagens e os apresentam através de um engajamento visual para impressão, mídia eletrônica ou outro suporte gráfico (AMBROSE, 2009).

Villas-Boas (2007) explica que o DG trabalha com a ordenação projetual de elementos visuais (textuais e não-textuais), envolvendo aspectos formais, funcionais, metodológicos e simbólicos. Ele deixa claro que as peças e artefatos produzidos são projetos com função de comunicar para persuadir o observador, guiar a sua leitura ou vender um produto; onde esta definição já faz uma distinção em relação ao Infodesign – compromissos essenciais ligados à comunicação imediata, à usabilidade e aos aspectos ergonômicos. Estas duas áreas obedecem a leis diferenciadas de projeção, funções e desdobramentos históricos. Partindo-se por esta lógica, o DG não é uma área do Infodesign nem vice-versa. Pode-se dizer que são campos distintos e complementares, com objetivos, funções e metodologias próprias de criação que se assemelham em alguns pontos e se distinguem em outros. O Infodesign não substitui o design gráfico ou disciplinas visuais, mas é a estrutura pela qual essas capacidades podem ser expressas (SHEDROFF, 1994).

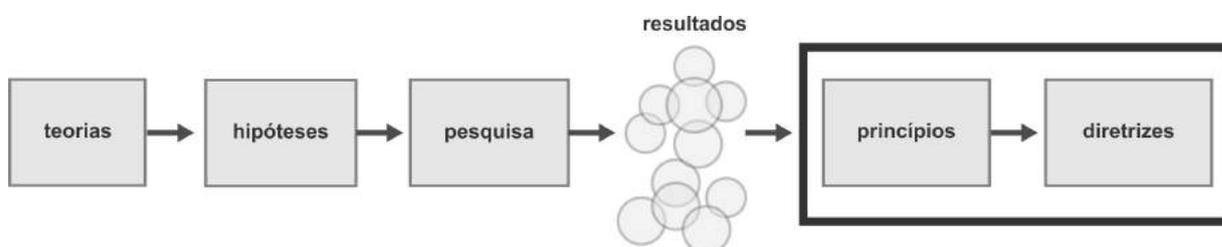
Em relação ao **Design Instrucional** (DI), este tem suas raízes na Teoria Geral dos Sistemas, a partir da qual foram projetados muitos de seus princípios subjacentes (GUSTAFSON; TILLMAN, 1991). Reigeluth (1999) explica que tais teorias orientam como ajudar as pessoas a aprender e se desenvolverem; além de identificar métodos de instrução (formas de apoiar e facilitar o aprendizado) e situações em que estes métodos possam ou não ser utilizados. Levanta ainda, citando Perkins, que a instrução deve fornecer: (a) informação clara, descrevendo e exemplificando os objetivos, o conhecimento necessitado e as performances esperadas; (b) prática reflexiva, dando oportunidades aos alunos de se engajarem ativamente e refletir sobre qualquer coisa que possa ser aprendida; (c) *feedback* informativo, com conselhos completos aos alunos sobre suas performances, ajudando-os a procederem de forma mais efetiva; (d) forte motivação com atividades recompensadoras, interessantes e engajadoras, alimentando desafios que interessem aos alunos. Richey *et al.* (2011) enxergam que o escopo do DI abrange uma ampla gama de atividades desde a análise até a avaliação de materiais instrucionais. Para Morrison *et al.* (2011), o objetivo deste campo de estudo é tornar o aprendizado mais efetivo, eficiente e mais fácil, focando em melhorar o desempenho humano na solução de problemas instrucionais.

O Design Instrucional, neste contexto, é definido como a ação intencional e sistemática de ensino que envolve o planejamento, o desenvolvimento e a aplicação de métodos, técnicas, atividades, materiais, eventos e produtos educacionais em situações didáticas específicas; a fim de promover, a partir dos princípios de aprendizagem e instrução conhecidos, a aprendizagem humana (FILATRO, 2008). Smith e Ragan (1999) trazem um conceito bem próximo, referindo-se ao processo sistemático e reflexivo de traduzir princípios de aprendizagem e instrucionais para planejar e avaliar materiais, atividades e recursos informacionais de instrução. Trata-se de um ou vários sistemas para ajudar a desenvolver questionamentos adequados, efetuar as decisões acertadamente e produzir um artefato que seja tão útil e utilizável quanto a situação requer e permite (PISKURICH, 2006). É possível observar que as preocupações do Design Instrucional estão muito ligadas ao aprendizado e à forma como ele se dará, ou seja, na concepção, planejamento e avaliação de estratégias de aprendizagem; focando mais no aluno ao invés do conteúdo e tornando seu aprendizado mais eficiente, eficaz e satisfatório. Em estudos comparativos já realizados entre o Design Instrucional e o Design da Informação por Cadena e Coutinho (2012), foi levantado que ambos possuem aspectos semelhantes; já que a multidisciplinaridade se mostra como característica inerente e predominante nos dois campos. As autoras explicam que enquanto o primeiro se utiliza dos conhecimentos produzidos pelo segundo, existe uma apropriação de estratégias instrucionais por parte do Infodesign. Entretanto, é importante ressaltar que os objetivos, as funções e os desdobramentos históricos destes campos são diferentes.

3.3 TEORIAS E PRINCÍPIOS DO DESIGN DA INFORMAÇÃO

Uma teoria é um “ramo da arte, design ou ciência que lida com métodos, princípios e explicações propostas que ainda estão sujeitas à experimentação. (...) ilustra como e por que algo é e como é” (tradução nossa) (PETTERSSON, 2014, p. 6). São embasadas e estabelecidas a partir de pesquisas em disciplinas estabelecidas (fatos, hipóteses, métodos ou postulados pré-estabelecidos) e da formulação de novas hipóteses; usando métodos de disciplinas diversas (cognitivas, comunicação, design, informação, linguagem, arte e estética, etc.). A partir do teste das hipóteses, podem ser desenvolvidos princípios e diretrizes. Já um princípio é fundamentado em descobertas de pesquisa, sendo a base, a origem e a fonte para o desenvolvimento de diretrizes, *i.e.*, normativas que buscam simplificar e nortear o processo de design; a fim de torná-lo mais eficaz e eficiente (PETTERSSON, 2012b) (Figura 20). Os princípios que norteiam o campo do Infodesign são poderosos instrumentos para potencializar o raciocínio sobre as informações, tornando-a compreensível e utilizável pelas pessoas. Completa ainda que, no campo do Design, os problemas são complexos; demandando a contribuição de mais de disciplinas transversais para formulação de uma solução (PORTUGAL, 2010).

Figura 20 – Esquema de Formulação de Princípios do Infodesign.



Fonte: adaptado Pettersson (2014).

3.3.1 Diretrizes segundo Redig

Redig (2004) define alguns elementos que devem estar presentes para que o design se caracterize como o de informação. Em primeiro lugar, refere-se a questões do destinatário; em segundo, à forma da mensagem; e em terceiro, ao tempo da mensagem (Tabela 16). No primeiro caso, é ressaltado o foco no receptor, sendo este o responsável por determinar o conteúdo da mensagem. Em relação à forma, estão presentes: (1) analogia; (2) clareza; (3) concisão; (4) ênfase; (5) coloquialidade; (6) consistência; e (7) cordialidade. Por último, ele apresenta: (8) oportunidade; e (9) estabilidade. Os elementos supracitados atuam com intuito de otimizar o processo de recepção das mensagens pelos usuários, podendo ser aplicados a quaisquer artefatos informacionais.

Tabela 16 – Diretrizes da Mensagem no Design da Informação.

	DIRETRIZ	DESCRIÇÃO
FORMA DA MENSAGEM	(1) ANALOGIA	A informação criada pelo designer precisa possuir semelhança visual com o conteúdo.
	(2) CLAREZA	A informação deve ser clara, impedindo qualquer tipo de dificuldade de entendimento por parte do usuário.
	(3) CONCISÃO	A mensagem deve ser concisa, evitando o uso de elementos supérfluos.
	(4) ÊNFASE	É necessário enfatizar as partes mais importantes da mensagem.
	(5) COLOQUIALIDADE	Deve-se empregar palavras de uso comum, isto é, linguagem acessível e coloquial de acordo com o repertório e conhecimento dos usuários, facilitando o rápido entendimento.
	(6) CONSISTÊNCIA	Refere-se ao uso de signos que sempre correspondam aos mesmos significados, mantendo uma consistência nas referências e evitando ambiguidades e desentendimentos.
	(7) CORDIALIDADE	As mensagens devem ser sintéticas e respeitosas, sendo sinceras, francas e com afabilidade necessária de acordo com as intenções e com o usuário da informação.
TEMPO DA MENSAGEM	(8) OPORTUNIDADE	A mensagem precisa aparecer em situação oportuna.
	(9) ESTABILIDADE	Utilização de palavras e informações com significados sejam duradouros, evitando novos códigos para mesmas mensagens.

Fonte: adaptado Redig (2004).

3.3.2 Princípios segundo Pettersson

O processo de Infodesign é guiado por princípios, os quais devem contribuir para projetar e desenvolver mensagens, conjunto de informações e materiais de aprendizagem de maneira efetiva e eficiente (PETTERSSON, 2012b). O autor defende que estes princípios são universais, mas que devem ser adaptados aos contextos sociais para que haja uma representação adequada. Através de diversos estudos, o autor divide os princípios em quatro grupos, a saber: (A) **Funcionais**: definir o problema e promover estrutura, clareza, simplicidade, ênfase e unidade à informação; (B) **Estéticos**: oferecer equilíbrio, harmonia e proporção estética à informação; (C) **Administrativos**: aspectos de gestão relacionados ao acesso, custo e qualidade da informação; e (D) **Cognitivos**: preocupação com o recebimento da informação: atenção, percepção, processamento mental e memória. O autor ainda apresenta um total de 150 diretrizes ligadas a 16 princípios básicos de Infodesign, os quais são enquadrados nestes quatro grandes grupos (Tabela 17).

Tabela 17 – Os 16 Princípios do Infodesign.

	PRINCÍPIO	DESCRIÇÃO
FUNCIONAIS	(1) PROBLEMA	Definir adequadamente o problema ou situação para resolução, levantando aspectos dos emissores, dos receptores, das representações e do contexto.
	(2) ESTRUTURA	Desenvolver uma clara estrutura do conteúdo, estruturando adequadamente seus níveis e sua hierarquia da informação.
	(3) CLAREZA	Desenvolver materiais informacionais de forma clara, transparente, legível e sem ambiguidade.
	(4) SIMPLICIDADE	Adaptar as informações para os leitores, estando relacionadas à percepção, processamento e memória.
	(5) ÊNFASE	Utilizar específicos elementos dar ênfase à informação, criando contrastes claros para atrair, dirigir e reter a atenção.
	(6) UNIDADE	Desenvolver materiais de forma a combinar as informações, sobretudo com coerência e união. Usar também <i>layouts</i> e tipografias consistentes.
ESTÉTICOS	(7) HARMONIA	Desenvolver normas para <i>templates</i> de design e encontrar equilíbrio entre seus elementos (e.g. tipografias, formas, cores, ilustrações, etc.).
	(8) PROPORÇÃO	Encontrar preferências dos usuários pelas mais variadas proporções estéticas. Cuidados com tamanhos e proporções entre objetos, pessoas, etc.
ADMINISTRATIVOS	(9) ACESSO	Fazer com que os materiais informacionais caibam no sistema principal de armazenamento e sejam de fácil acesso, usando normas internacionais e zelando pela sua segurança.
	(10) CUSTO	Considerar custos para o design na produção do material, como também custos futuros de distribuição e armazenamento e revisando o plano de custos constantemente.
	(11) ÉTICA	Desenvolver materiais informacionais respeitando regras de ética, direitos autorais e copyright, tendo cuidado na manipulação das informações.
	(12) QUALIDADE	Revisar as informações do material com respeito à credibilidade e ao uso de terminologias, convidando, sempre que possível, usuários para avaliar os materiais.
COGNITIVOS	(13) ATENÇÃO	Facilitar atenção da audiência, orientada através de diretrizes para textos, símbolos, layout e cores.
	(14) PERCEPÇÃO	Facilitar e orientar a percepção através dos elementos da Gestalt como clausura, continuidade, proximidade, similaridade e contraste.
	(15) PROCESSAMENTO MENTAL	Facilitar o processamento mental através da adequada correspondência de palavras, frases, parágrafos, textos, figuras, layout e realidade; buscando entender o conceito da representação das palavras e das subculturas da audiência.
	(16) MEMÓRIA	Apresentar somente um número limitado de elementos informacionais ao mesmo tempo, promovendo conteúdos significativos e conectado ilustrações e textos.

Fonte: adaptado Petterson (2012b).

3.4 METODOLOGIAS PROJETUAIS DE INFODESIGN

O **método** é “o conjunto das atividades sistemáticas e racionais que, com maior segurança e economia, permite alcançar o objetivo – conhecimentos válidos e verdadeiros – traçando o caminho a ser seguido, detectando erros e auxiliando as decisões do cientista” (MARCONI; LAKATOS, 2003, p. 83). Trata-se do caminho para chegar a determinado fim, fazendo referência a um composto de técnicas; envolvendo instrumentos de planejamento, coleta, análise e síntese de materiais e ferramentas (PAZMINO, 2013). **Metodologia** é a ciência do estudo dos métodos, técnicas e instrumentos e de suas aplicações para definir, organizar e solucionar problemas teóricos e/ou práticos (BOMFIM, 1995).

Diferentemente daquelas aplicadas nas Ciências, as **metodologias de Design** se ocupam especialmente com a aplicação de métodos e processos para auxiliar no desenvolvimento de soluções e projetos para resolver problemas específicos e concretos. Têm origem nos anos 60, especialmente na escola de Ulm, tendo Christopher Alexander como um de seus precursores (BÜRDEK, 2010). Os principais fatores que determinaram o surgimento e incremento nas demandas projetuais aos designers têm relação direta com questões técnicas, tecnológicas, socioculturais, econômicas e político-legais das transformações no mundo decorrente da Globalização (SIQUEIRA *et al.* 2014). Nesta perspectiva, diferentes autores iniciam estudos e propõem metodologias próprias para as mais diversas aplicações do design, como, por exemplo: *Bernhard Bürdek* (1975), *Mike Baxter* (2000), *Bernd Löbach* (2001) (desenho industrial); *Maria Luísa Péon* (2003), *Bruno Munari* (2008), *Gavin Ambrose e Paul Harris* (2011) (design gráfico); *Donald Norman* (2006) (produtos), entre muitos outros. O método no Design corresponde ao desenvolvimento interno de cada etapa do processo; através de uma sistemática de trabalho, organização e rigor no desenvolvimento do projeto de design. Trata-se do conjunto de procedimentos que podem ser “ensinados/aprendidos, podem ser repetidos, (...) comunicáveis e auxiliam o designer no processo de design” (PAZMINO, 2013, p. 9).

O objetivo está relacionado ao de esclarecer o processo de projeto e fornecer ferramentas necessárias para sua otimização (BÜRDEK, 2010). Neste conjunto estão relacionados: (a) métodos (caminho pelo qual se atinge o objetivo); (b) técnicas (habilidades para execução de determinada ação no desenvolvimento das soluções); (c) ferramentas (instrumentos empregados no cumprimento das ações) (FREITAS, *et al.*, 2013). Em se tratando especificamente das metodologias do Infodesign, autores como Redish (2000), Boswood (2002), Sless (2005), Simlinger (2007) e Frascara (2011) apresentam diferentes abordagens com fases e recomendações específicas. Para entender melhor, foi elaborado um quadro com um resumo das abordagens propostas (Tabela 18). Apesar de diferentes, apresentam passos em comum, os quais foram agrupados em 6 fases.

Tabela 18 – Quadro Comparativo de Metodologias de Design da Informação.

	REDISH (2000)	BOSWOOD (2002)	SLESS (2005)	SIMLINGER (2007)	FRASCARA (2011)
	Plano de Informação 1. Quais seus objetivos? 2. Quem vai usar? 3. Como vão usar? 4. Onde vão usar? 5. Que informações eles precisam?	Planejamento da Informação Estudo das necessidades dos usuários e das tarefas que serão desempenhadas na atividade	Escopo ou Delimitação da Informação 1. Identificar o contexto socioeconômico e político 2. Identificar restrições legais, regulamentações e técnicas para desenvolvimento do projeto 3. Definir requisitos para melhor desempenho da informação	Compreensão do tema 1. Desloquear a informação que precisa ser projetada 2. Familiarizar-se com o significado da informação e com o ambiente onde esta pretende ser apresentada/divulgada 3. Entender o propósito da informação	Contato com o cliente 1. Definição do problema 2. Identificação dos objetivos finais e intermediários do projeto 3. Levantar os desejos e necessidades do cliente 4. Busca de recursos necessários
	Plano do Projeto 1. Cronograma 2. Orçamento 3. Time de produção 4. Padronização de estilos 5. Exercício de usabilidade 6. Outros problemas	Planejamento do Projeto 1. Definição do período de produção 2. Seleção da equipe 3. Orçamento e levantamento de custos envolvidos	Diagnóstico e análise Diagnosticar e analisar erros, com intuito de descobrir como a informação existente está funcionando em relação aos requisitos de desempenho definidos na fase de delimitação	Compreensão dos usuários 1. Definir o(s) perfil(s) de usuário(s) (utilizar métodos como observação, entrevistas, <i>personas</i> , etc.) 2. Desenvolver cenários onde as “ <i>personas</i> ” realizam atividades/ações que a informação deveria facilitar 3. Entender o contexto histórico-temporal das atividades, levando em consideração o antes e depois (corrente de atividades)	Captção de informações 1. Identificar e buscar informações sobre os usuários 2. Contatar todos os envolvidos no projeto (concepção, design e implementação) 3. Coletar informações com usuários (com base na antropologia social – observação, entrevistas, grupos motivacionais, etc.)
FASE 02	Seleção de conteúdo / estruturação 1. Coleta de informações 2. Seleção de conteúdo 3. Organização do material 4. Preparação da estrutura 5. Plano de Layout/ Interface 6. Teste de organização do material 7. Teste de usabilidade	Seleção de conteúdo e organização 1. Seleção de conteúdo 2. Planejamento do Layout 3. Execução de testes preliminares	Desenvolvimento do Projeto Definir elementos projetuais, tais como tipografia, layout, cores, linguagem e estrutura para que a informação seja apresentada de maneira adequada	Proposta Estratégica 1. Definir objetivos do projeto 2. Desenvolver proposta que atenda aos requisitos e resultados alcançados; levando em consideração padrões técnicos e legais, prazo e orçamento	Estratégia do Projeto 1. Análise da informação coletada 2. Lista de objetivos operacionais (desenvolver diagramas estratégicos como árvore de objetivos, rede de objetivos, calendário, etc.)
FASE 03	Desenvolvimento do Esboço e testes 1. Geração de esboços 2. Produção estética 3. Mensagens textuais e visuais 4. Teste de esboço com usuários 5. Revisão da eficácia da informação 6. Melhorar consistência da usabilidade 7. Revisão e novo teste de usabilidade com os usuários	Esboços e testes 1. Esboço do projeto 2. Produção de protótipo 3. Realização de testes 4. Revisão do projeto gráfico	Realização de testes Testar, analisar e diagnosticar como a nova informação está funcionando em relação aos requisitos definidos nas fases anteriores do projeto	Desenvolvimento do Projeto 1. Composição da informação utilizando elementos pictóricos, verbais, acústicos – modelados a partir dos princípios da psicologia cognitiva e perceptiva 2. Definir, planejar e modelar o conteúdo da mensagem e dos ambientes em que informações são apresentadas	Prototipação e Avaliação 1. Produção de protótipos com base nas informações coletadas 2. Comparar diferentes alternativas 3. Avaliar os protótipos, identificar aspectos para melhoria
FASE 04	Produção Final 1. Nova revisão 2. Definir tecnologia necessária 3. Produção 4. Lançamento	Produção (do Impresso) 1. Fechamento do projeto 2. Envio para produção	Revisão e Redefinição Usar elementos da comunicação visual de maneira apropriada (tipografia, cores, layout, linguagem e estrutura) para remover erros nas informações	Avaliação do Projeto 1. Os objetivos das atividades/tarefas foram alcançados? Eficientes? 2. Utilizar insights da Psicologia Positiva para conduzir entrevistas com usuários e métodos de avaliação 3. Teste de conceito, <i>focus group</i> , teste de usabilidade, etc.	Redesign 1. Realizar ajustes e redesign do protótipo com base em novas entrevistas e testes de usabilidade com usuários
FASE 05	Melhoria contínua 1. Colher <i>feedback</i> 2. Usar <i>feedback</i> para revisão 3. Manter atualizado	Continuação do Processo 1. Coleta de <i>feedbacks</i> 2. Revisão e atualização do projeto	Implementação Assegurar que o projeto final seja implementado de forma correta, acompanhar produção	Refinamento e Implantação 1. Otimizar o conteúdo, refinar, corrigir. Considerar alternativas ou identificar obstáculos que podem ser superados 2. Auxiliar na implementação do projeto, realizando ajustes e modificações (caso necessário)	Produção e Implementação Acompanhar a produção/ implementação do projeto e realizar ajustes necessários
FASE 06			Monitoramento Medir resultados com base nos requisitos, revisar e manter utilização adequada da informação		Monitoramento e Avaliação Retroalimentação e revisão

Fonte: própria autora, baseado em Redish (2000), Boswood (2002), Sless (2005), Simlinger (2007), Frascara (2011).

3.5 APLICAÇÕES DO DESIGN DA INFORMAÇÃO NA EDUCAÇÃO

Uma das maiores aplicações práticas e de grande contribuição de pesquisa em Design da Informação tem sido no ramo da Educação. Diversos pesquisadores têm utilizado esta abordagem para desenvolver, analisar e avaliar diversos tipos de artefatos educativos e conteúdos de aprendizagem; buscando uma maneira para potencializar o processo de construção do conhecimento do usuário ao se apropriar das informações. Do ponto de vista da pesquisa científica, os estudos em Infodesign têm sido orientados, maior parte das vezes, para resolver diferentes problemas práticos relacionados a aplicações específicas, ao invés de orientado por alguma teoria específica. Segundo Pettersson (2014), os pesquisadores têm usado o grande número de métodos advindos de disciplinas de artes, cognição, psicologia, comunicação, design, informação e linguagem; baseados em dedução ou indução, aplicando abordagens tanto qualitativas quanto quantitativas.

3.5.1 Principais Enfoques e Abordagens do Infodesign na Educação

Foi realizada uma revisão sistemática de literatura (vide tópico 5.3). Foram pesquisados artigos relacionados à aplicação do Design da Informação na educação dos anos iniciais do Ensino Fundamental, especialmente no uso de materiais/livros (para)didáticos, tanto a nível nacional como internacional, período de 2008-2018. Também foram incluídas nessa pesquisa 2 dissertações, já que as temáticas destas estavam ligadas com a fundamentação teórica desta tese. Em relação às publicações **nacionais**, diferentes enfoques foram encontrados. Alguns realizam ou propõem análises qualitativas de livros impressos. Alguns têm como objeto de pesquisa os livros didáticos, é o caso de Martins e Queiroz (2010), por exemplo, que analisam o emprego de setas em “livros de Ciências para o Ensino Fundamental” selecionados pelo do PNLD, tendo como base teórica o Design da Informação, a Semiótica e a Teoria da Educação, com foco maior na semiótica de Charles S. Pierce. Outro caso é Silva (2010), que realiza um estudo da linguagem gráfica esquemática de livros didáticos dos anos iniciais, focando especialmente em tabelas, diagramas, mapas, infográficos. Como base de análise utiliza o esquema da linguagem gráfica de Twyman (1979) e as variáveis de apresentação gráfica de Mijksenaar (1997).

Em livros paradidáticos, Lacerda e Farbiarz (2018) realizam uma análise gráfica dos livros de literatura do PNBE, relacionando os aspectos gráficos por eles apresentados com o desenvolvimento escolar do leitor na Educação Infantil e no Ensino Médio. As categorias de análise foram, a saber: (a) materialidade e conteúdo verbo-visual; (b) projeto gráfico (tipografia, diagramação, paleta de cores, etc.); (c) relação entre texto × imagem. Outra abordagem é a de Costa (2010), que analisa a estrutura de livros infantis paradidáticos (de

literatura) disponíveis no mercado pernambucano do ponto de vista da linguagem visual, com foco nos elementos gráficos, na informação pictórica e verbal e na retórica visual.

Outros autores, dos antigos projetos de pesquisa “Ensina Design 1 e 2” (UFPE)³, liderado pela Profa. Dra. Solange G. Coutinho, focam em diferentes artefatos gráficos analógicos utilizados por professores do ensino fundamental, como fichas, provas e até mesmo a lousa. Cadena *et al.* (2012) realizam uma investigação exploratória para análise da produção e uso de artefatos impressos em escolas recifenses do ensino fundamental. Os parâmetros utilizados para a pesquisa tiveram foco em análise gráfica (esquema de Twyman) e na legibilidade tipográfica (Tinker e Walker). Em outra publicação, Cadena *et al.* (2011) analisam as mensagens gráficas realizadas pelos professores na lousa (Linguagem Gráfica Efêmera), usando as categorias: (a) características formais (esquema da linguagem gráfica de Twyman) e (b) função da mensagem dinâmica nos encontros escolares.

Saindo dos impressos e analógicos, outros autores trabalham com materiais didáticos digitais, como Teixeira e Gonçalves (2015), que propõem uma análise para livros digitais interativos infantis a partir de uma pesquisa exploratória descritiva do livro “Cowzat!”, vencedor do *Digital Book Awards 2014*. O livro foi analisado observando os seguintes princípios: agente da ação, expressão da hipermídia, interatividade, propósito e coerência. Outra abordagem foi a de Teixeira *et al.* (2014), que realizam um estudo descritivo-analítico da estrutura visual do ebook infantil “*Treasure Kai and the Lost Gold Shark Island*”, com base em princípios na relação dos elementos gráfico-visuais (linha, plano, cor, forma, textura, espaço, volume) com os princípios de design da comunicação visual (equilíbrio, proporção, profundidade, cor, etc.). Lapolli *et al.* (2014) analisam a organização das informações em narrativas infográficas na Web para facilitar a aprendizagem, no que diz respeito a recuperar, encontrar e visualizar as informações de maneira mais fácil. Menegazzi e Debus (2018) realizam uma revisão de literatura, dialogando o referencial teórico das áreas de Design e Literatura Infantil, abrangendo aspectos da materialidade, diagramação, tipografia, qualidades estilísticas (textos, ilustrações), acabamentos gráficos e elementos paratextuais.

Dentre as publicações **internacionais**, os enfoques foram variados, sendo os principais: a apresentação de recomendações de design para materiais (impressos e digitais) e análise de representações gráficas e visualizações dinâmicas para apoio ao ensino das Ciências Naturais. Pettersson e Avgerinou (2016), por exemplo, desenvolvem recomendações para design de experiências de aprendizado em materiais didáticos analógicos e digitais para facilitar, apoiar e potencializar o desempenho dos estudantes,

³ “Ensina Design: a introdução de conteúdos de design gráfico no currículo do ensino fundamental brasileiro” e “Ensina Design 2: a introdução de conteúdos de Design da Informação na formação de professores de licenciaturas” foram projetos de pesquisa aprovados pelo CNPq (2008/2011) e (2012-2015), respectivamente, sob liderança da Profa. Dra. Solange Galvão Coutinho. Atualmente o grupo é o RIDE – Rede Internacional de Design/Educação (2016-atual).

usando a Psicologia Cognitiva, o Design da Informação, o Design Instrucional e o Design de Multimídia. Prain e Waldrup (2006) realizam um estudo exploratório das representações multi-modais para explicação de ideias e conceitos em Ciências por professores e alunos do ensino fundamental. Em relação aos tipos de representações, incluíram: (a) verbal (ex. oral, apresentações e discussões); (b) gráfica e visual (ex. pôsters, mapas mentais, diagramas, gráficos, tabelas, apresentações de slides); (c) escrita (diários, relatórios, textos); (d) numérica (matemática); e (e) modelos 3D (modelos e experimentos).

Algumas das abordagens focam em representações gráficas dos materiais impressos. Coleman e Dantzler (2016) examinam a frequência e tipo de representações gráficas em livros comerciais de ciências para crianças, recomendados pela *National Science Teaching Association* (NSTA) e pelo *Children's Book Council* (CBC), a partir de uma perspectiva evolutiva histórico-comparativa (edições de 1972-2007). Slough *et al.* (2010) buscaram quantificar o tipo e qualidade das representações gráficas e como estas interagem com o material textual nos livros de ciências para o ensino fundamental 2. Foram analisados livros aprovados pelo estado do Texas (EUA) para o 7º ano, utilizando um instrumento analítico – the *Graphical Analysis Protocol* (GAP)⁴. Outros autores, como Coleman *et al.* (2011) analisam o uso de representações gráficas para ensino das Ciências nas práticas educativas de professores do ensino fundamental nos EUA, com base em literatura relacionada com organização esquemática das representações gráficas. Já Prain e Tytler (2012) apresentam um *framework* com perspectivas integradas para explicar construções representacionais gráficas realizadas por estudantes no aprendizado das Ciências (como eles constroem, explicam, justificam e refinam suas representações baseados em processos). Neste quadro teórico-metodológico, foram levados em consideração aspectos semióticos, epistemológicos, cognitivos e socioculturais. Realizam um estudo de caso professores-alunos do ensino fundamental 2 na Austrália. Em se tratando especificamente de informações em materiais digitais, Scalise *et al.* (2011) examinam laboratórios virtuais e *softwares* de simulação científica para apoio ao ensino de ciências no nível fundamental e médio através de uma revisão de literatura. Realizam estudos de casos e analisam tais produtos a partir de uma proposta de “Princípios de Design para *Softwares* de Simulação e Laboratórios Virtuais” (aspectos relacionados à infraestrutura, hibridização, relevância, evidências, comunicação, etc.). Kali e Linn (2008) estudam visualizações virtuais para potencializar o aprendizado da pesquisa na Ciência nos níveis fundamental e médio. Identificam e apresentam quatro princípios para auxiliar designers a projetarem tais visualizações: (a) redução da complexidade visual; (b)

⁴ Tal instrumento enfatiza 4 princípios, em que os gráficos devem: (a) considerar aspectos da forma e da função; (b) ajudar a construir um modelo mental de um sistema; (c) estar integrados fisicamente com os textos; (d) estar integrados semanticamente com os textos.

estruturação do processo para gerar explicações; (c) apoiar o desenvolvimento de modelos por estudantes; (d) usar múltiplas representações. McElhane *et al.* (2015) realizam um estudo comparativo do uso de visualizações dinâmicas em materiais digitais para ensinar fenômenos científicos aos alunos de ensino fundamental, apresentando diretrizes para auxiliar designers a refinar tais materiais. A Tabela 19 realiza um **resumo comparativo** entre os enfoques descritos na amostra de artigos, facilitando a visualização das temáticas e problemas mais recentes que vêm sendo pesquisados nos últimos anos.

Tabela 19 – Resumo do enfoque dos artigos do Infodesign na Educação.

SUJEITO	CONTEXTO DA ATIVIDADE	OBJETO DE ESTUDO
ENFOQUE NACIONAL		
Alunos (infantil e médio)	Livros de literatura das bibliotecas das escolas públicas	Livros de literatura infantil selecionados pelo PNBE
Crianças a partir de 04 anos	Livro digital interativo infantil (tablet ou iPad)	Livro digital interativo infantil “Cowzat!”
Crianças a partir de 10 anos	Livro digital interativo infantil (tablet ou iPad)	e-book infantil “ <i>Treasure Kai and the Lost Gold Shark Island</i> ”
Alunos (infantil e fundamental)	Livros de literatura infantil / infanto-juvenil	Livros de literatura infantis ilustrados
Professor e aluno (fundamental)	Livros didáticos de Ciências Naturais das escolas públicas	Livros didáticos de Ciências Naturais no Ensino Fundamental do PNLD
Professor e aluno	Infográficos na Web	Organização da informação em narrativas de infográficos interativos digitais
Professores fundamental	Escolas públicas e privadas do Recife (3º ao 8º ano)	Artefatos impressos (fichas e provas)
Professores fundamental	Escolas públicas e privadas do Recife (3º ano)	Mensagens gráficas dos professores na lousa (Linguagem Gráfica Efêmera)
Alunos (fundamental)	Livros das bibliotecas das escolas do Recife 2º ao 5º ano	Livros paradidáticos infantis (de literatura)
Professor e aluno (fundamental)	Ensino fundamental 2º ao 5º ano escolas do Recife	Livros didáticos do PNLD escolas Recifenses
ENFOQUE INTERNACIONAL		
Professor (fundamental 1)	Livros comerciais infantis para ensino de Ciências Naturais	Representações gráficas em livros infantis comerciais de Ciências
Professor (fundamental 2)	Livros de Ciências Naturais - 7º ano - Texas EUA	Representações gráficas em livros didáticos de Ciências
Alunos (fundamental 2)	Sala de aula – Ciências no 6º e 7º ano (Austrália)	Representações gráficas produzidas por alunos
Professor e alunos (fundamental e médio)	Ensino de pesquisa em Ciências – fundamental e médio	Modelos de Visualizações em ambientes tecnológicos
Professor (fundamental)	Ensino de Ciências - ensino fundamental (EUA)	Representações gráficas em práticas educativas
Professor e aluno	Educação	Design - materiais didáticos (impressos e digitais)
Professor	Ciências – 5º-7º ano (Austrália)	Representações multi-modais (ensino de ciências)
Professor e alunos (fundamental e médio)	Ensino de Ciências – fundamental e médio	Visualizações dinâmicas – materiais didáticos
Professor e alunos (fundamental e médio)	Ensino de Ciências – fundamental e médio	laboratórios virtuais e <i>softwares</i> de simulação científica

Fonte: própria autora.

3.5.2 Métodos de Validação, amostragem e sujeitos

Sobre os tipos de pesquisa da amostra coletada das publicações **nacionais**, observa-se uma tendência maior em produção de análises qualitativas (80%), tendo a pesquisa de campo um número mais reduzido (30%). Dos métodos de validação empregados, a maior parte utilizou modelos de análise específicos com categorias pré-determinadas, analisando diretamente os objetos de aprendizagem (livros didáticos, paradidáticos, etc.). O tratamento dos dados na maior parte é qualitativa, podendo apresentar em alguns casos tratamento quantitativo a partir de estatística descritiva básica.

Em geral, nas pesquisas de campo há aplicação de métodos etnográficos como observação não participante e entrevistas semiestruturadas. Sobre a amostragem, no caso das pesquisas que analisaram livros foi bem variada = {1, 1, 6, 25, 27, 144}. Quando realizadas em escolas, variaram de 3 a 5 (média 4). A maior parte das pesquisas não apresentou sujeitos (70%), visto que focaram em análises. No caso das pesquisas de campo, entrevistaram-se professores (quantidade: 7, 31) ou especialistas (quantidade: 6).

Quanto aos artigos **internacionais**, apenas 30% da amostra realizou pesquisa de campo, enquanto o restante focou em pesquisas analíticas e teóricas. Sobre o número de sujeitos (professores), variaram bastante = {2, 20 e 388}. Das pesquisas analíticas, houve abordagens qualitativas, quali-quantitativas e apenas quantitativas. No caso das pesquisas teóricas, uma realizou revisão não sistemática de literatura (*white paper*), enquanto duas realizaram meta-análise e análise com base em categorias definidas. Sobre a amostragem, quando utilizados artefatos/materiais educativos de análise, também variação = {4, 7, 10, 534}, apesar de a maioria estar entre 4 a 10. Em sua maioria nota-se uma fragilidade em relação aos métodos de amostragem e representatividade do universo, tanto na quantidade de artefatos ou sujeitos. Tanto nas pesquisas nacionais quanto internacionais, nota-se uma predominância de estudos analíticos, com abordagem mais qualitativa para os nacionais e quali-quantitativa para os internacionais. Na maioria das pesquisas também não foram realizados estudos com sujeitos, sejam eles professores ou alunos. Em geral, quanto se utilizou sujeitos, não se ultrapassou mais do que 30 por pesquisa. A Tabela 20 apresenta um resumo com quadro comparativo dos métodos de validação, amostragem e sujeitos.

Tabela 20 – Resumo comparativo dos métodos de validação dos artigos do Infodesign na Educação - nacional × internacional.

MÉTODOS DE VALIDAÇÃO – NACIONAL			
Tipo de Pesquisa	Método	Instrumentos de Pesquisa	Amostra
Pesquisa Analítica	Analítico Quanti-Quali	Análise qualitativa (categorias de análise)	25 livros 0 sujeitos
Pesquisa Analítica	Analítico Qualitativo	Pesquisa qualitativa aplicada, base exploratória descritiva	1 livro 0 sujeitos
Pesquisa Analítica	Analítico Qualitativo	Pesquisa analítica-descritiva	1 livro 0 sujeitos
Pesquisa Bibliográfica	Histórico Descritivo	Revisão de literatura não sistemática	0 livros 0 sujeitos
Pesquisa Analítica	Analítico Quanti-Quali	Análise qualitativa descritiva	144 livros 0 sujeitos
Pesquisa Analítica	Analítico Qualitativo	Entrevista semi-estruturada	6 especialistas
Pesquisa de Campo/ Pesquisa Qualitativa	Etnográfico/ Analítico Qualitativo	Observação não participante, entrevista semiestruturada, análise gráfica qualitativa	4 escolas 31 professores 33 fichas/provas
Pesquisa de Campo/ Pesquisa Qualitativa	Etnográfico/ Analítico Quanti-Quali	Observação não participante, entrevista semiestruturada, análise gráfica quanti-quali	5 escolas 7 professoras
Pesquisa Qualitativa	Analítico Qualitativa	Análise qualitativa descritiva	(?) escolas 27 livros
Pesquisa de Campo	Analítico Comparativo	Pesquisa documental, análise comparativa quanti-qualitativa, grupo focal	3 escolas 6 livros
MÉTODOS DE VALIDAÇÃO – INTERNACIONAL			
Tipo de Pesquisa	Método	Instrumentos de Pesquisa	Amostra
Pesquisa Analítica	Analítico Quantitativo	Análise quantitativa, estatística descritiva básica	534 livros 2064 gráficos
Pesquisa Analítica	Analítico Quantitativo	Análise quantitativa, estatística descritiva básica	4 livros
Pesquisa de Campo	Analítico Qualitativo	Observações, registros, análise qualitativa	2 professores 50 alunos
Pesquisa Analítica	Analítico Qualitativa	Análise qualitativa (categorias analíticas)	7 visualizações
Pesquisa de Campo	Etnográfico / Analítico Quantitativo	Questionário, análise quantitativa, estatística descritiva básica	388 professores
Pesquisa Teórica	Pesquisa Bibliográfica	Revisão de literatura não sistemática	0 sujeitos
Pesquisa de Campo	Etnográfico / Analítico Quantiquali	Questionário fechado (escala <i>likert</i>), observação, registros, análise quanti-qualitativa	20 professores (?) alunos
Pesquisa Teórica	Pesquisa Bibliográfica	Revisão sistemática de literatura, meta-análise, análise quanti-quali comparativa	52 publicações
Pesquisa Teórica / Analítica	Pesquisa Bibliográfica / Analítica	Revisão sistemática de literatura (meta-análise), análise qualitativa (categorias)	79 artigos 10 artefatos

Fonte: própria autora.

3.6 CONSIDERAÇÕES SOBRE A APLICAÇÃO DO INFODESIGN

O Infodesign tem se revelado como um campo de estudo em expansão, especialmente pelo fato da sociedade contemporânea se encontrar na Era da Informação. As informações se fazem presentes em múltiplas esferas do cotidiano humano, sendo cada vez mais complexas e em maior quantidade; demandando o desenvolvimento de novas técnicas e estratégias para potencialização do seu “uso” por parte do público (OLIVEIRA, 2014). Não poderia ser diferente com a Educação. É sabido que o ensino de base no Brasil, principalmente em se tratando de Ciências Naturais, encontra-se em situação de enorme defasagem; apresentando, entre outros fatores, uma grande carência no acesso a recursos, ferramentas e materiais paradidáticos para potencializar o processo de ensino-aprendizagem. Desta forma, organizar e formatar as informações para estes materiais passa a ser uma tarefa relevante e desafiadora. Tanto no que diz respeito à análise daqueles já existentes no mercado, como apresentação de um direcionamento maior no que diz respeito ao **projeto** do Design da Informação de tais materiais – desde a seleção, a organização, a concepção, o planejamento, até a avaliação das informações que precisam ser trabalhadas.

É possível observar que ainda existe uma série de obstáculos no que diz respeito à conceituação deste campo de estudo, havendo algumas divergências entre autores e abordagens. Afinal de contas, “tudo é informação”. Além disso, o Infodesign ainda não se apresenta de forma completamente consolidada em seus pressupostos teóricos e origens epistemológicas, com carência também em metodologias (científicas e projetuais) bem estruturadas e bem definidas. A maior parte dos estudos recentes em relação ao uso de materiais (para)didáticos como ferramentas de apoio ao processo de ensino-aprendizagem são analisados do ponto de vista de design sob uma óptica mais específica de representações e linguagens gráfico-visuais. Em geral, analisam também características específicas como infográficos, esquemas, pictogramas, entre outras. Usam especialmente como base campos teóricos como: retórica, semiótica, comunicação/ergonomia visual e representação (esquemática) gráfica. Entretanto, é preciso garantir que as informações nestes materiais sejam acessíveis, apropriadas, atrativas, confiáveis, completas, concisas, relevantes, oportunas, compreensíveis, apreciadas, seguras e valiosas; permitindo que o processo de ensino-aprendizagem seja potencializado – compreensão e apropriação de conceitos, procedimentos, atitudes e valores da matéria. Os princípios propostos por Petterson (2012b) e Redig (2004) já fornecem algumas diretrizes mais claras que podem ser utilizadas para analisar e projetar as informações de tais materiais. Identificar falhas ou contradições nestes princípios pode ser um caminho para efetuar uma análise mais abrangente do Infodesign, bem como para o levantamento de requisitos projetuais a serem utilizados no desenvolvimento de materiais paradidáticos.

4 TEORIA DA ATIVIDADE

Este capítulo aborda a Teoria da Atividade, modelo histórico-sociocultural que constitui o quadro teórico metodológico de base desta pesquisa. As seções que compõem este capítulo descrevem informações sobre, a saber: (1) a contextualização e desenvolvimento, bem como evolução histórica e desdobramentos da teoria; (2) a “atividade”, os seus componentes de interação e níveis hierárquicos, além da apresentação do Modelo de Sistema de Atividades; (3) os princípios, pressupostos teóricos e as ferramentas analíticas utilizadas; (4) o levantamento do estado da arte da aplicação no campo da educação; (5) algumas considerações sobre a aplicação da Teoria da Atividade nesta pesquisa.

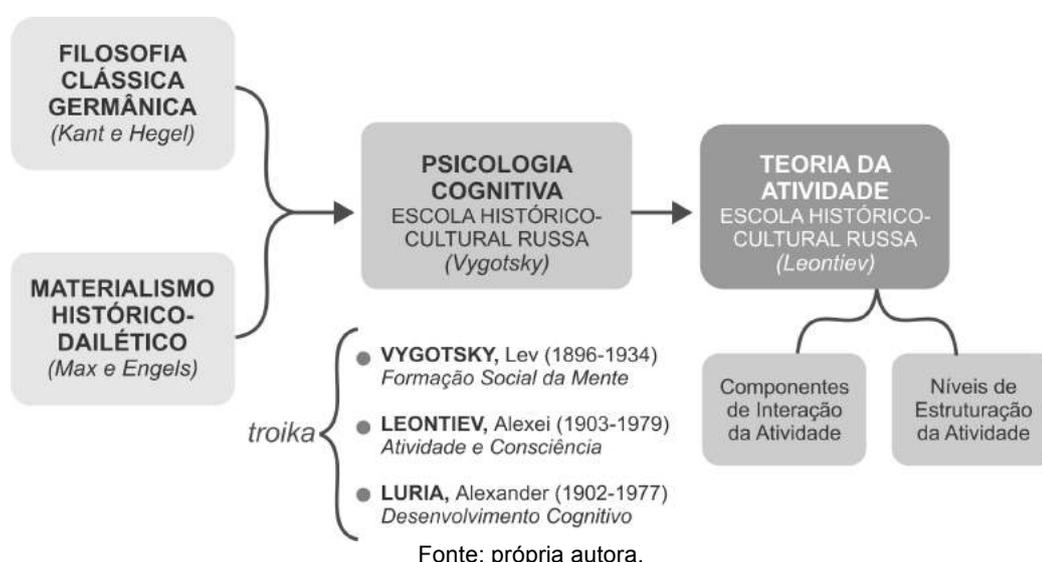
4.1 INTRODUÇÃO À TEORIA DA ATIVIDADE

4.1.1 Contextualização e desenvolvimento

Traçando-se um panorama contextualizado a respeito da Teoria da Atividade (TA), trata-se de um modelo histórico-sociocultural originário da Psicologia Cognitiva Russa. Suas raízes mais antigas remontam as ideias de dois grandes trabalhos: (a) da filosofia clássica germânica de Kant e Hegel, que abordava conceitos de desenvolvimento histórico do papel ativo e construtivo do homem; e (b) do materialismo histórico-dialético dos manuscritos de Marx e Engels, a respeito do conceito de atividade (KUUITTI, 1996). O embasamento deste quadro teórico surgiu, entretanto, na década de 1920, na tentativa de cobrir uma variedade de lacunas e abordagens propostas e inspiradas nos trabalhos iniciais de Vygotsky, especificamente no que diz respeito ao desenvolvimento e organização de práticas sociais de atividades (SANNINO *et al.*, 2009). Os psicólogos da escola soviética histórico-cultural utilizaram os conceitos de atividade e consciência como princípios centrais no estudo do desenvolvimento do psiquismo, bem como pressupostos básicos do materialismo histórico-dialético (ASBAHR, 2005). Vygosty teve um papel importante na busca por soluções de problemas-chave e paradigmas da Psicologia, como na superação de centenárias dicotomias entre o “externo e interno” e o “individual e coletivo”. Para o autor, a interação social era mediada por ferramentas culturais, materiais e simbólicas, as quais modelavam o desenvolvimento psicológico dos indivíduos (ARIEVITCH, 2008). Estas ferramentas de mediação consistiam em dispositivos do processo mental e eram consideradas produtos da atividade histórico-cultural do desenvolvimento do homem; sendo construídas de fora para dentro por um processo considerado artificial e social ao invés de orgânico e individual (DANIELS, 2008). A Teoria da Atividade teve uma fundação especialmente pelos estudos

coletivos de Vygotsky, Luria, Leontiev (o grupo *troika*), aplicando vários tipos de intervenções em múltiplos cenários e abordagens (Figura 21). Mas somente na década de 1930 a teoria foi unificada e tomou escopo através da sua consistência e viabilidade, sendo Leontiev o autor da formulação dos seus princípios básicos e da proposição da estrutura da atividade (SANNINO *et al.*, 2009). O seu desenvolvimento representava uma terceira etapa nos esforços para a criação de uma ciência unificada sobre a mente e comportamento (MINICK, 1997). Foi Leontiev quem primeiro categorizou os níveis de estruturação da atividade (Atividade, Ação e Operação) e apresentou os componentes da interação humana na realização das atividades (Sujeito, Ferramenta e Objeto); baseado nas discussões de Vygotsky sobre as relações do homem com seu objeto e o uso de ferramentas mediadoras.

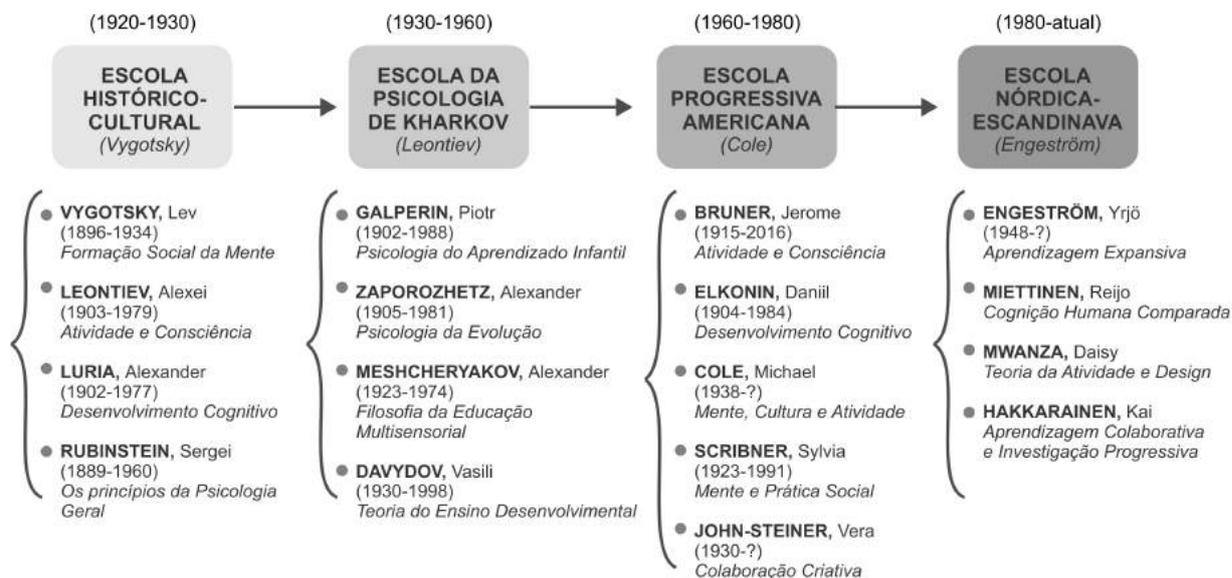
Figura 21 – Raízes históricas da fundação da Teoria da Atividade.



4.1.2 Evolução Histórica e Desdobramentos

Sannino *et al.* (2009) explicam que a Teoria da Atividade seguiu apresentando diferentes características de desenvolvimento através de diversos períodos históricos: (a) o **primeiro** momento foi na Escola Histórico-Cultural Soviética (liderada por Vygotsky) – Luria, Leontiev e Rubinstein (1920-30); (b) o **segundo** momento nos desdobramentos para a Escola de Psicologia de Kharkov (liderada por Leontiev) – autores como Galperin, Elkonin, Zaporozhets, Meshcheryakov e Davydov (1930-60); (c) a **terceira** fase foi na Escola Progressiva Americana – com Bruner, Cole (principal expoente), Bronfenbrenner, Wertsch, Scribner e John-Steiner (1960-80); e (d) o **quarto** momento foi na nova geração da Escola Nórdica-Escandinava, liderada por Engeström (1980-atual) (Figura 22).

Figura 22 – Desdobramentos teóricos da Teoria da Atividade.



Como uma unidade, tanto de sistemas de ações que constituem a vida do indivíduo e daqueles que constituem a sociedade, a ação orientada para um objetivo tem proporcionado àqueles que trabalham no âmbito da Teoria da Atividade um *link* conceitual fundamental para a análise das relações entre o desenvolvimento da mente e do comportamento social; além de ter indicado, de forma mais ampla, mudança na análise da relação entre o desenvolvimento psicológico do indivíduo para o desenvolvimento de um sistema social (MINICK, 1997). A TA continua sendo aperfeiçoada e aplicada como quadro teórico referencial por diferentes grupos e laboratórios de pesquisa no mundo e difundida nas áreas de conhecimento como Educação, Psicologia, Design e Ciência da Computação. Os estudos focam, sobretudo, em análise de sistemas de atividades humanas, buscando identificar problemas e propor soluções para potencializar seu funcionamento.

4.2 ESTRUTURAÇÃO DA TEORIA DA ATIVIDADE

4.2.1 A atividade e seus componentes de iteração

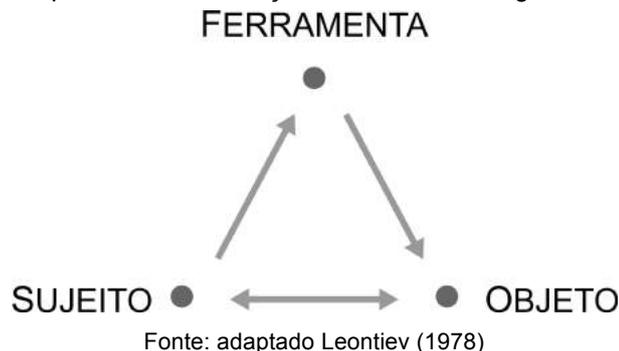
O conceito de atividade já era um elemento central no materialismo histórico-dialético nos manuscritos de Marx e Engels, com base nas seguintes premissas: a atividade representa a ação humana, esta que atua mediando a relação entre homem e seus objetos da realidade; o desenvolvimento da atividade possui origem nas relações sociais dos indivíduos com seus contextos históricos e sociais (LIBÂNEO *et al.*, 2006). Estes conceitos podem ser observados nos pilares básicos do pensamento de Vygotsky, que buscava uma

nova abordagem para Psicologia, com base na consciência, mente e atividade: (1) as *funções psicológicas* possuem uma base biológica, produtos da atividade do cérebro; (2) o *funcionamento psicológico* é fundamentado nas relações sociais entre o indivíduo e o mundo externo, desenvolvido através de um processo histórico-cultural; (3) os *sistemas simbólicos* são mediadores das relações do homem com o mundo (OLIVEIRA, 1993). Leontiev (1978) foi quem sistematizou estes conceitos, fundando a Teoria da Atividade. Para ele, a atividade humana era considerada um objeto de estudo da psicologia, não como parte da construção de sua realidade subjetiva, mas como uma “unidade de vida” central do sujeito concreto existente em um mundo objetivo (KAPTELININ, 2013). A base do psiquismo (processo psicológico superior), é que a consciência não é isolada ou reduzida ao interno, ao contrário, está intimamente ligada às construções das atividades (OLIVEIRA, 1993).

Em suma, a atividade se dá na relação do **sujeito** com o seu contexto exterior, orientada ao mundo dos **objetos**, na medida em constrói sua realidade e satisfaz suas necessidades através de interações sociais e através da evolução histórico-cultural humana através do uso e criação de **ferramentas** mediadoras. Segundo Leontiev (1978), a característica básica da atividade (o fazer, *tätigkeit*) é que ela é constituída sempre de um objeto (motivo real), sem o qual perde o significado. Este objeto aparece de duas formas: primeiro, na sua existência independente, comandando a atividade do sujeito; em segundo lugar, como a imagem mental subjetiva do produto da atividade, que registra, estabiliza e carrega o objetivo da atividade. Um segundo aspecto é que a atividade possui em si uma forte noção de **mediação**, *i.e.*, as experiências humanas são formadas a partir do uso de ferramentas e sistemas de signos criados pelos próprios homens, os quais oferecem um conjunto de perspectivas para descrever e entender a própria atividade humana (NARDI, 1996). Este conceito de mediação consiste no processo de intervenção de um elemento intermediário dentro de uma relação, que deixa de ser direta e passa a ser mediada (OLIVEIRA, 1993). A própria ideia de atividade está baseada no princípio que toda ação humana se realiza através de ferramentas, sejam psicológicas ou materiais, orientada à obtenção de objetivos determinados (BARRETO CAMPELLO, 2009).

É importante destacar que a atividade não é nem está fundada em si na perspectiva do uso ou criação de ferramentas, considerada consequência e meio para se atingir os objetivos. Leontiev (1978) propõe que a atividade seria composta por três componentes básicos de interação: sujeito, objeto e ferramentas mediadoras (Figura 23). Para ele, a atividade não é apenas uma ação, uma reação ou uma totalidade de reações: está baseada em um sistema estruturado composto de transições e transformações internas e externas: é “infinitamente multifacetada, móvel e rica em variações de conteúdo e forma” (ENGSTRÖM, 1999, p. 20).

Figura 23 – Componentes de Interação da Atividade: Diagrama de 1ª Geração.



Apesar desta forma de representação que parece ser imutável, as atividades não podem ser consideradas como entidades estáticas ou rígidas, já que estão em constante mudança, desenvolvimento e evolução; e ocorrem não de maneira simples ou linear, mas de forma irregular, descontínua e complexa (KUUITTI, 1996). Isto quer dizer também que cada atividade carrega em si conjuntos de histórias e práticas culturais próprias, as quais passam a ser incorporadas ao longo de seu desenvolvimento. Os sistemas de atividades se modificam com base na descoberta ou na criação de novos motivos e necessidades, construindo novas realidades, ferramentas e atividades. Em consequência, para se analisar uma atividade, vários aspectos deveriam ser levados em consideração, tais como: o desenvolvimento humano (habilidades, personalidade e consciência), suas condições sociais e suas relações sistêmicas, a resolução de contradições internas e externas e a geração de novas ferramentas culturais (SANNINO *et al.*, 2009).

4.2.2 Os níveis da atividade: a tríade atividade-ação-operação

Leontiev (1978) foi quem primeiro conceituou a divisão da atividade em três níveis, onde cada qual oferece uma perspectiva diferente em relação à organização da atividade como um todo, sendo composta pela tríade: atividade, ação e operação. Cada uma destas “unidades” compõe e forma em conjunto a sua macroestrutura geral. No primeiro nível, tem-se a **atividade** em si, a qual é orientada pelos objetos (significados ou motivos), considerados fenômenos de uma consciência social e coletiva da relação do homem em sociedade. É identificada pela sua própria motivação, ou seja, o “objeto” fornece a sua força motriz (WELLS, 2004). Dentro do macro contexto das atividades, são geradas **ações**, correspondentes ao segundo nível, elaboradas e desenvolvidas pelas consciências individuais a partir da apropriação do seu objeto pelos próprios indivíduos que realizam a atividade. Os sujeitos passam a atribuir sentidos pessoais a partir das suas relações com os fenômenos objetivos conscientizados, vinculados à sua vida concreta, às suas

necessidades, motivos e sentimentos próprios (ASBAHR, 2005). As ações, em conjunto, conduzem à concretização da atividade em realidade, orientadas pelas “metas” individuais a serem alcançadas em prol de um esforço coletivo. Por fim, no terceiro nível, tem-se as **operações**, correspondentes aos meios, aos procedimentos e aos caminhos pelos quais os sujeitos alcançam suas metas, orientados pelas “circunstâncias” das situações em que se encontram. Desta forma, a atividade é organizada coletivamente por meio de um motivo comum, construída a partir de um conjunto de um somatório de ações individuais com metas próprias, alcançadas por meio de uma série de operações (OLIVEIRA, 2014) (Figura 24).

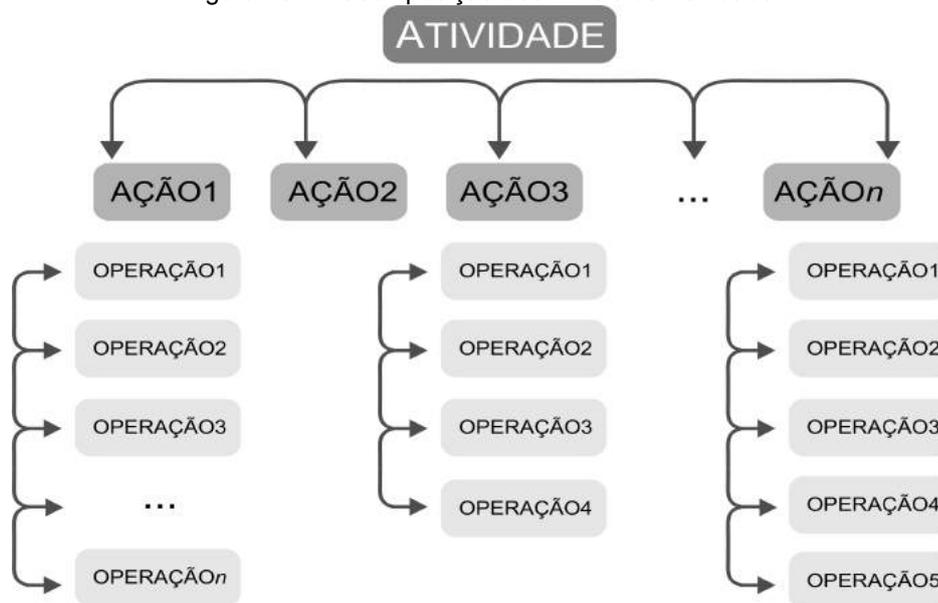
Figura 24 – Níveis da Atividade: tríade atividade, ação e operação.



Fonte: adaptado Barreto Campello (2009).

Entretanto, muitas vezes ocorre um conflito no momento de se proceder a uma análise e realizar uma decomposição dos níveis. Isto porque não é tão evidente a classificação e o nivelamento no enquadramento de uma atividade descrita de nível superior ou melhor representada em uma ação de nível inferior (PREECE *et al.*, 2013). Pode-se dizer que o ponto principal de distinção da atividade de uma ação é a sua característica de objetivo coletivo ou individual. Já a dinâmica da ação-operação, segundo Kuutti (1996), é fundamentalmente típica do desenvolvimento humano e da sua aprendizagem. Para se aprender algo é preciso praticar, pensar, refletir e tomar ações conscientes até que se torne fluente. Desta maneira, a operação nada mais é do que a internalização de algo que um dia foi uma ação, tornando-se executada de maneira operacional e inconsciente. Basicamente, a atividade corresponde ao nível macroestrutural de senso comum, decomposta em um conjunto de ações individuais com uma série de operações cada que representam sua microestrutura (Figura 25).

Figura 25 – Decomposição dos Níveis da Atividade.



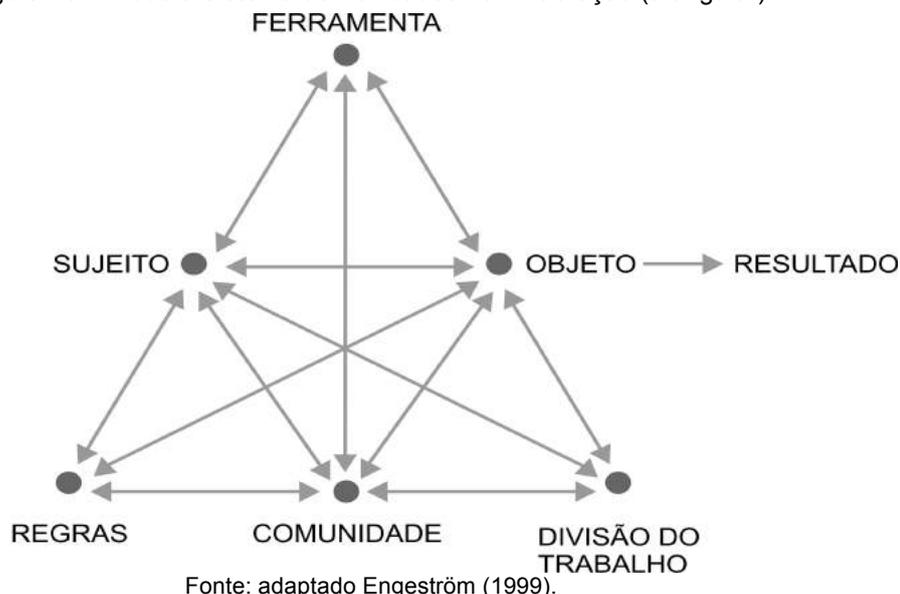
Fonte: adaptado Barreto Campello (2009).

Para compreensão desta estruturação, os teóricos costumam apresentar exemplos com atividades cotidianas. No caso de dirigir um carro, por exemplo, o nível da atividade corresponderia à orientação ao objeto, ou seja, o motivo real de se dirigir o carro, como para locomoção ou realização de uma viagem. Assumindo que seja para uma viagem (atividade com um objetivo comum de lazer), seria preciso estabelecer metas, planos de ação para atingir o objetivo, tais como: abastecer o carro, calibrar os pneus, traçar uma rota através do GPS ou mapa, definir quem vai viajar, o que será levado, entre outras. Observe que as ações são conscientes, é preciso refletir, pensar, definir. Já para cumprir as ações, seria necessária uma série de operações, estas que são internalizadas e inconscientes. Para dirigir, por exemplo, é preciso “apertar os cintos”, ligar a ignição, engatar a marcha e pressionar o pedal do acelerador. Estas são operações que já foram aprendidas, passando a serem executadas de maneira praticamente automática e operacional.

4.2.3 O Modelo Sistema de Atividades

O modelo da atividade de primeira geração, proposto nas discussões de Leontiev (1978), aborda basicamente as relações do sujeito com seu objeto a partir do uso de ferramentas mediadoras. Engeström (1999) foi um dos teóricos que mais avançou e contribuiu para a formação do modelo atualmente utilizado, quando acrescenta novas variáveis de componentes de interação e propõe, em 1987, o Modelo do Sistema de Atividades (Figura 26). O autor buscava representar atividades levando em consideração o seu contexto social, incluindo: regras sociais, comunidade e divisão do trabalho.

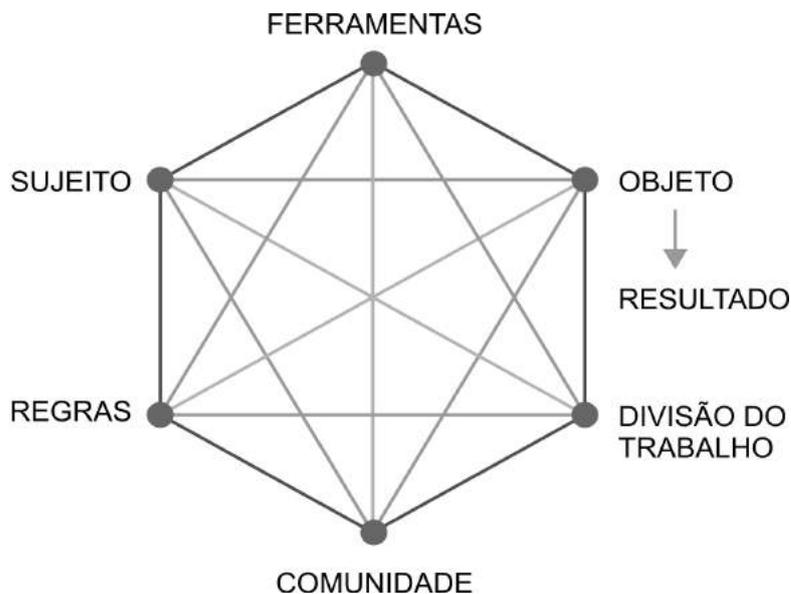
Figura 26 – Modelo Sistema de Atividades de 2ª Geração (triangular).



Neste modelo, os **nós** representam os componentes de interação do sistema, enquanto as **linhas** indicam suas (inter)relações e interações. Toda atividade é orientada para um **objeto**, seja material ou intangível, considerado o motivo coletivo compartilhado pelos participantes da atividade. Transformá-lo em um **resultado** específico é o que motiva a existência desta mesma atividade (KUUITTI, 1996). Os **sujeitos** são os participantes da atividade, considerados atores engajados no processo, podendo ser formado apenas por indivíduos ou por subgrupos dentro de uma determinada comunidade (RUSSELL, 2002). Para atingir o seu objeto, utilizam-se de **ferramentas** mediadoras, denominadas de artefatos por alguns autores, são agentes especiais produtos da necessidade cultural humana (KAPTELININ; NARDI, 2006), sejam simbólicas (como a linguagem) ou materiais (como papel e lápis). Diferentes grupos de sujeitos compõem esta **comunidade**, ou seja, o grupo de participantes que compartilha o mesmo objeto, organizada pelas convenções e **regras** estabelecidas (implícitas ou explícitas) e pelas relações sociais estruturadas por meio de **divisão do trabalho** (CRUZ NETO *et al.*, 2005).

Apesar de o modelo apresentar uma forma de representação triangular, que induz uma aparência rígida ou estática, é pelo contrário flexível e dinâmico, estando em constante desenvolvimento (KUUITTI, 1996). A articulação da atividade com seus componentes de interação resulta sempre em mudança, melhoria ou adaptação do sistema (aprendizado), o que gera a evolução do contexto histórico-cultural da prática social humana. Além disso, não se trata de um sistema isolado ou fechado em si, já que interage com outros sistemas de atividades. Frederick van Amstel (AMSTEL, 2010) apresenta uma nova configuração da representação do modelo, a partir de módulos hexagonais (Figura 27).

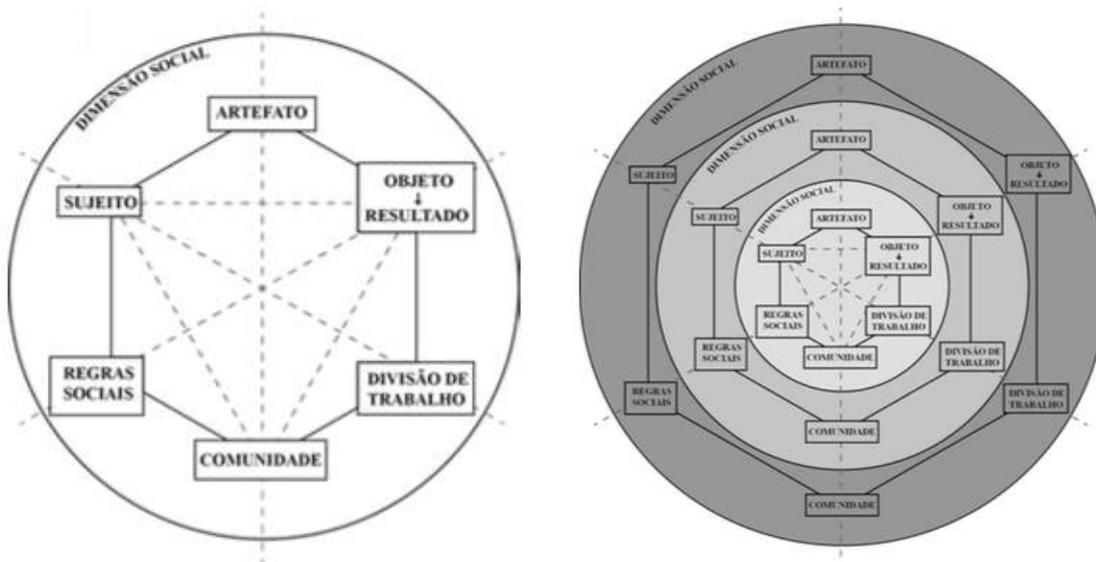
Figura 27 – Modelo Sistema de Atividades - representação hexagonal.



Fonte: adaptado Amstel (2010) (OLIVEIRA, 2014).

Esta forma de representação permite pensar na (inter)ligação de diversos sistemas de atividades entre si formando “colmeias” em perspectiva e verdadeiras redes de colaboração, as quais compartilham mesmos objetos ou comunidades, por exemplo. Já Alquete e colaboradores (2013), com base nesta representação, propõem a inclusão da **dimensão histórica** no diagrama, levando em conta os contextos histórico-sociais dos sistemas de atividade e criando camadas que se sobrepõem para visualização da sua evolução nos tempos passados, presente e projetando perspectivas de futuro (Figura 28).

Figura 28 – Modelo Sistema de Atividades com dimensão histórico-social.



Fonte: Alquete *et al.* (2013, p. 134).

4.3 PRESSUPOSTOS TEÓRICOS E PRINCÍPIOS BÁSICOS

Os principais conceitos e pressupostos da Teoria da Atividade foram trazidos primeiramente por Leontiev, que apresentou um conjunto de noções, argumentos e reivindicações que serviram de base para construção deste quadro teórico (KAPTELININ, 2013). Contudo, os seus textos eram bastante densos e sem organização lógica e sistemática bem definida, deixando lacunas, dúvidas e abrindo espaço para melhor estruturação (OLIVEIRA, 2014). Com base nos trabalhos de Leontiev e Engeström (1999) e Kaptelinin e Nardi (2006) discutem e apontam pressupostos e princípios básicos da Teoria da Atividade, os quais são apresentados em conjunto e resumidos na Tabela 21.

Tabela 21 – Pressupostos e Princípios da Teoria da Atividade.

PRESSUPOSTO	DESCRIÇÃO
SISTEMA DE ATIVIDADES	É tido como unidade principal de análise no que diz respeito às suas relações em rede e possui características de coletividade, mediação por artefatos e orientação ao objeto.
MULTIVOCALIDADE	A comunidade de um sistema de atividades possui múltiplos pontos de vista, tradições e interesses, organizada através de uma divisão do trabalho que cria diferentes posições para os participantes. Estes realizam suas próprias e diferentes histórias gravadas em suas regras, artefatos e convenções, exigindo ações de tradução e negociação.
HISTORICIDADE	Os Sistemas de Atividades tomam forma e se transformam ao longo do tempo, fazendo com que seus problemas e potencialidades só sejam conhecidos depois de entender sua história.
CONTRADIÇÕES	Os problemas e os conflitos em torno do sistema possuem papéis fundamentais como fontes de mudança e desenvolvimento.
TRANSFORMAÇÕES EXPANSIVAS	Os sistemas se movem através de ciclos relativamente longos de transformações qualitativas, assim sendo, este princípio proclama a possibilidade de transformações expansivas quando o objeto e o motivo da atividade são reconceitualizados em um horizonte radicalmente mais amplo de possibilidades.
ORIENTAÇÃO AO OBJETO	O princípio afirma que todas as atividades humanas estão voltadas para seus objetos e são diferenciadas uma das outras pelos seus respectivos objetos.
ESTRUTURAÇÃO HIERÁRQUICA	As atividades são organizadas em estruturas hierárquicas que as separam nos níveis atividade-ação-operação.
MEDIAÇÃO	Os artefatos e ferramentas psicológicas são responsáveis pela mediação das interações dos sujeitos com seus objetos.
INTERNALIZAÇÃO E EXTERNALIZAÇÃO	As atividades humanas são distribuídas, e dinamicamente redistribuídas, ao longo da dimensão externa e interna.
DESENVOLVIMENTO	A teoria da atividade requer que as atividades sejam sempre analisadas no contexto do desenvolvimento, sendo tanto um objeto de estudo quanto uma estratégia de pesquisa.

Fonte: adaptado Oliveira (2014), baseado em Engeström (1999) e Kaptelinin; Nardi (2006).

4.4 INSTRUMENTOS ANALÍTICOS DA TEORIA DA ATIVIDADE

4.4.1 Métodos de Abordagem: uso de *check-lists*

Em geral, tanto nos campos de Educação como em Design, a Teoria da Atividade vem sendo aplicada como quadro teórico-metodológico em estudos monográficos, servindo de base para análise de atividades em contextos específicos – seus sujeitos, objetos e as ferramentas mediadoras utilizadas neste processo. O instrumento mais comum observado nas pesquisas tem sido através do uso de listas de verificação (***checklist***), que contemplam uma série de perguntas que servem de base para aplicação de métodos etnográficos, especialmente como: observação em campo, análise de uso, questionários e entrevistas. Este formato de lista busca preencher uma lacuna entre o alto nível de abstração da teoria e a necessidade de resolver problemas concretos, buscando maior sistematização nos procedimentos e métodos (KAPTELININ, 2013). Não existe um modelo padrão, as listas são organizadas em formato de dúvidas, perguntas ou questões que os pesquisadores ou profissionais buscam responder em relação às categorias de análise, definidas a partir dos componentes de interação e suas relações dentro de um sistema de atividades. O modelo de *checklist* tem sido aplicado como instrumento de análise especialmente para identificar: (1) o mapeamento das contradições; (2) a hierarquia dos artefatos mediadores.

4.4.2 Mapeamento das Contradições no Sistema de Atividade

O mapeamento das contradições dos Sistemas de Atividades é um dos métodos de análise que vem sendo frequentemente aplicados nas pesquisas utilizando a Teoria da Atividade como base teórica. O termo **contradições** é utilizado conceitualmente neste quadro teórico indicando desajuste dentro do sistema, seja nos seus próprios componentes ou nas suas interações, em diferentes atividades ou ainda entre diferentes fases de desenvolvimento de uma atividade (KUUITTI, 1996). As contradições, neste sentido, servem de subsídio para indicar tensões, bem como analisar as fases de desenvolvimento e evolução dos sistemas. Pela lógica, seriam consideradas variáveis e indicadores de problemas que precisam ser sanados, devendo ser eliminadas para criar um sistema perfeitamente lógico (KAPTELININ, 2013). Entretanto, como apontam Barab *et al.* (2002), as contradições não podem ser confundidas com disfunções ou falhas, mas como funções de um Sistema de Atividade em crescimento e expansão. As contradições podem ocorrer nos sistemas de atividades em diferentes níveis, componentes e interações. Baseado em Engeström (1999), Kaptelinin (2013) aponta a existência de quatro tipos possíveis de

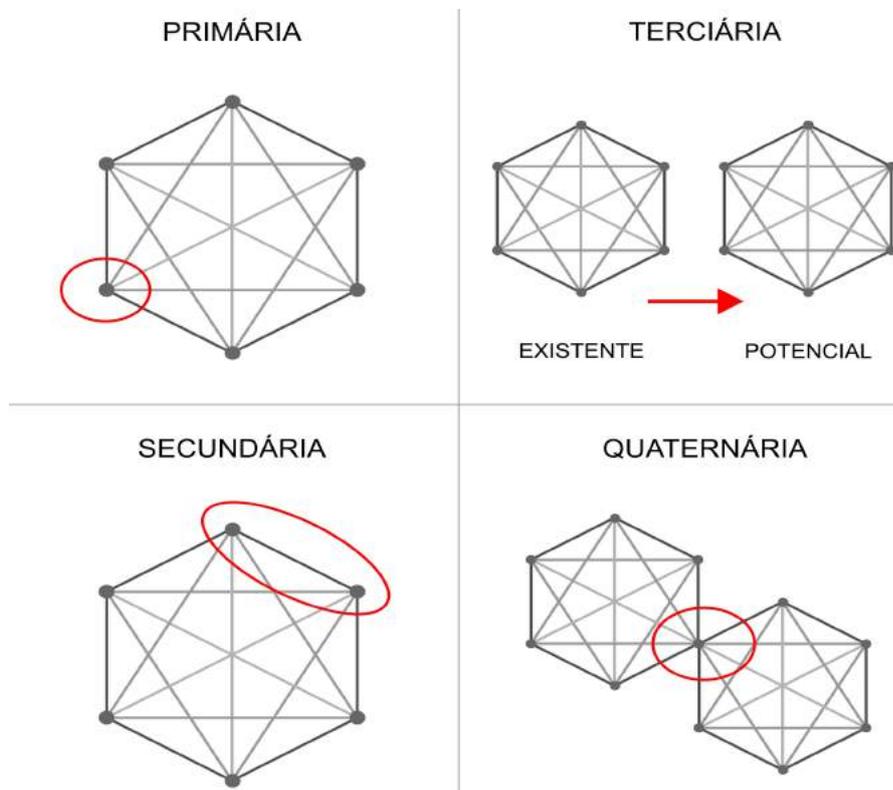
contradições (Tabela 22). No nível primário, as contradições ocorrem dentro dos próprios componentes de interação (*e.g.* regras). No secundário, ela ocorre nas interações entre os componentes, ou seja, quando existem tensões nas suas relações (*e.g.* ferramenta-objeto). As terciárias dizem respeito aos possíveis problemas que emergem entre um sistema existente e o seu real potencial, buscando objetivos e resultados mais avançados (OLIVEIRA, 2014). O último tipo são as quaternárias, envolvendo integrações e relações com outros diferentes sistemas de atividades, os quais interferem direta ou indiretamente no seu próprio funcionamento. É possível identificar esta classificação a partir do diagrama apresentado na Figura 29.

Tabela 22 – Tipos de Contradições em um Sistema de Atividade.

CONTRADIÇÕES	DESCRIÇÃO
PRIMÁRIAS	Internas, dentro dos elementos do Sistema de Atividades
SECUNDÁRIAS	Entre os elementos do Sistema de Atividades
TERCIÁRIAS	Entre as formas <i>existentes e potenciais</i> do Sistema de Atividades
QUATERNÁRIAS	<i>Entre diferentes</i> Sistemas de Atividades

Fonte: adaptado Engeström (1999); Kapetelinin (2013).

Figura 29 – Classificação dos tipos de contradições nos Sistemas de Atividades.

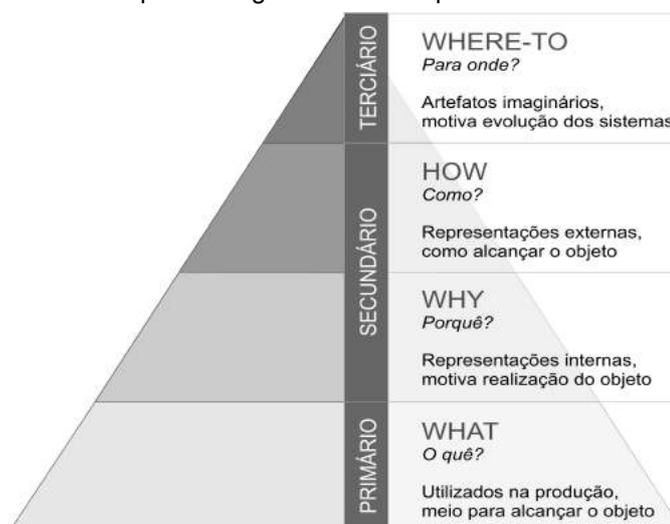


Fonte: própria autora.

4.4.3 Hierarquia dos Artefatos Mediadores

Toda atividade é sempre mediada por diversos tipos de artefatos ou ferramentas (tais como: instrumentos, signos, símbolos, máquinas, entre outros), os quais são criados e transformados ativamente durante o desenvolvimento de atividades, carregando com eles um resíduo histórico-cultural particular próprio da sua evolução (KUUITTI, 1996). A mediação através dos artefatos implica que o significado da atividade humana, de certa forma, é sedimentado, acumulado ou depositado em coisas (tangíveis e intangíveis); lembrando o coletivo x individual e fazendo com que os artefatos exerçam – simultaneamente – funções materiais e ideais (DANIELS, 2008). E essa questão entre a relação do material e o ideal levanta uma das preocupações centrais na filosofia sob a Psicologia Sociocultural, havendo necessidade de se propor uma hierarquia e categorização dos artefatos. Com base nisso, Wartofsky (1979) propõe a divisão em três níveis: primário, secundário e terciário. Os **primários** são brutos, utilizados diretamente na produção como um meio de se alcançar o objeto, como livros, tesouras e quadro negro; os **secundários** são considerados representações internas e externas dos primários, na preservação e transmissão de conhecimentos ou modo de ação, indicando como e porque alcançar o objeto; os **terciários** são considerados imaginários e não existem na forma prática, trata-se da abstração de sua utilização na práxis produtiva, motiva a evolução dos sistemas de atividades (SUSI, 2006; OLIVEIRA, 2014). Baseado nesta hierarquia, Engeström (1999) propõe uma nova classificação, organizando sob uma perspectiva do direcionamento ao objeto, dividindo em: (i) *what* (o quê?); (ii) *how* (como?); (iii) *why* (porquê?); (iv) *where-to* (para onde?) (Figura 30).

Figura 30 – Níveis Epistemológicos da Hierarquia dos Artefatos Mediadores.



Fonte: própria autora - baseado em Wartofsky (1979); Engeström (1999); Susi (2006); Collins *et al.* (2002).

4.5 ESTADO DA ARTE: TEORIA DA ATIVIDADE E EDUCAÇÃO

4.5.1 Principais Enfoques e Abordagens

Foi realizada uma revisão sistemática de literatura para construção do estado da arte (vide APÊNDICES A-C), período de 2005 a 2015, durante a qualificação. No contexto educacional, utilizando a Teoria da Atividade como quadro teórico-metodológico para investigar situações tanto de ensino como de aprendizagem, dentre os artigos **nacionais** levantados, foram encontrados diferentes enfoques. Uma das preocupações está voltada para a questão de formação e capacitação de professores. Por exemplo, Abreu e Moura (2014) buscaram analisar a atividade de formação em temas ambientais de professores de química na sua atividade educativa em um contexto de escola pública. Já Leffa (2005) realiza uma investigação de uma experiência de capacitação mediada por computador de professores de línguas para produção de materiais de ensino. Franco e Longarezi (2011) sistematizam os pressupostos teóricos-metodológicos de Leontiev, destacando os elementos constituintes e constituidores da formação continuada de professores para analisar a formação do docente como atividade, como objetivo de potencializar o desenvolvimento humano-social e de contribuir para superação de rupturas entre sentido e significado desta formação. Observa-se, desta forma, que os processos de capacitação estudados ocorrem tanto no próprio contexto escolar físico, utilizando ferramentas psicológicas (materiais educacionais); quanto no virtual, mediado por ferramentas computacionais. Sob o ponto de vista da significação, Ashbar (2005) pesquisa o sentido pessoal da atividade do professor e identifica as implicações da ruptura entre o significado e o sentido pessoal da atividade pedagógica. Enquanto isso, Ninin (2009) discute como o processo de observação em sala de aula é entendido pelos docentes observadores.

Outros autores têm foco no ponto de vista do aluno, no seu desenvolvimento e na sua aprendizagem. Sobre esta abordagem, o foco está em especial no desenvolvimento infantil e nas situações da escola primária. Rodrigues e Sforzi (2010), por exemplo, trabalham o conceito de volume para investigar o processo de apropriação conceitual através de atividades orientadas aos alunos de Ensino Fundamental I nas disciplinas de matemática e desenho geométrico. Indo mais para o lado lúdico pedagógico, Arce (2004) estuda comparativamente as teorias da pedagogia de Friedrich Froebel e a Teoria da Atividade de Leontiev no que diz respeito ao desenvolvimento de jogos infantis; com objetivo de entender, sobre pontos de vista diferentes, o papel do jogo infantil no processo de formação do indivíduo. No caso dos estudos mais voltados para pedagogia, também enfoques variados: Bernardes e Moura (2009) investigam e analisam os diversos tipos de

mediação simbólica na atividade pedagógica, nas séries iniciais do Ensino Fundamental, utilizando como embasamento teórico o materialismo histórico-dialético, a psicologia histórico-cultural e a Teoria da Atividade. Já Camillo e Mattos (2014) produzem uma discussão das contribuições na reflexão e explicitação de contradições nas práticas educativas para ensino das Ciências, introduzindo três categorias: relação entre o individual e o coletivo; conteúdo da atividade educacional; e o resultado esperado.

Dentre as publicações **internacionais**, a maior parte executou uma pesquisa de campo, aplicando a Teoria da Atividade em determinados contextos educacionais específicos. Do ponto de vista da formação docente, Hume (2012) reporta uma inovação envolvendo atividades de simulação no curso de Educação com futuros professores primários, através do Programa Conexões Primárias (*Primary Connections Programme*). Usou a abordagem desta teoria para a análise de dados, com intuito de projetar uma atividade autêntica e modelos de boas práticas no processo ensino-aprendizagem primário. Anthony, Haigh e Kane (2010) identificaram diferentes objetivos principais de professores de ensino secundário recém formados na Nova Zelândia, através do projeto nacional “Fazendo a diferença” – durante o estágio probatório. Enquanto Jahreie (2010) analisa a forma de como futuros professores utilizam e desenvolvem ferramentas conceituais de maneira colaborativa para produzir estudos de casos, com intuito de facilitar o processo de resolução de problemas em suas atividades de sala de aula. Remesal e Colomina (2013) abordam o constructo da Presença Social (PS) a partir da perspectiva sociocultural para uma análise qualitativa da aprendizagem colaborativa mediada por computador em um estudo de caso com 16 professores, alunos de um programa de Bacharelado em Educação.

Estudando casos diferentes de processo-ensino aprendizagem, os autores vão desde o ensino primário até a pós-graduação. Barma (2011), por exemplo, ilustra como é planejado e implementado em aulas de biologia no Ensino Fundamental II e Médio por um professor de ciências, em um contexto de uma reforma pedagógica no Quebec-Canadá em Ciência e Tecnologia. Já Gómez e Duarte (2012) estudam uma aprendizagem híbrida no programa de pós-graduação oferecido pela Universidade dos Andes, Bogotá-Colômbia, identificando a percepção em relação às atividades de aprendizagem e os papéis de professores e estudantes durante momentos de interação. Outras situações ocorrem com a aprendizagem mediada por computador, como o caso de Onkur e Cakir (2011), que buscaram entender o impacto de ambientes virtuais de aprendizagem sobre os estudantes com objetivo de: aumentar o engajamento e colaboração; promover a facilitação eficaz; desenvolver técnicas de avaliação; e elaborar programas de desenvolvimento do corpo docente. Para tal, elaborou-se uma pesquisa experimental, utilizando o Design Instrucional e a Teoria da Atividade como abordagem teórico-metodológica. Em um contexto mais lúdico,

Siyahhan *et al.* (2010) implementam um programa familiar de cinco semanas chamado de “*Family Quest*”, onde pais e crianças entre 9-13 anos participam de um jogo computacional educacional 3D em um clube local depois a escola, analisando a natureza do jogo e a atividade de colaboração entre pais e filhos. Outras pesquisas são mais empíricas e, em vez de serem realizadas em campo, vão para uma abordagem mais histórica ou teórica, como Engeström e Sannino (2010), que examinam os estudos da Teoria da Aprendizagem Expansiva. Oers (2012) vai por outro caminho, descreve a evolução de um programa de pesquisa holandês intitulado de “*Developmental Education*”, conectado a uma série de profissionais como professores, educadores e pesquisadores.

A Tabela 23 realiza um **resumo comparativo** entre os enfoques descritos, facilitando a visualização das temáticas e problemas que vêm sendo pesquisados nos últimos anos. Observa-se que tanto as publicações nacionais quanto as internacionais têm adotado uma pesquisa focando mais no ponto de vista do professor, na maior parte das vezes. Isto é, analisando sua formação, capacitação, produção de materiais didáticos e paradidáticos, além de planejamento dos seus cursos. Trata-se da sua prática em sala de aula, tanto quanto indivíduo em formação quanto formador. Além disso, os artigos levantados, quando focam na perspectiva do aluno, tendem a pesquisar situações em um nível primário e infantil. No caso do contexto onde a atividade educacional ocorre, pode-se perceber que são situações variadas, porém focadas em um estudo de caso específico: aplicação de programas e projetos, escolas em contextos específicos, disciplinas ou cursos específicos (biologia, geometria, etc.), entre outros. Em relação ao objeto de estudo, no caso das publicações nacionais, o que se tem investigado são questões pautadas na reflexão crítica, formação de significado e sentido, mediação simbólica e formação do indivíduo. Já nas internacionais, o foco tem sido no próprio estudo da aprendizagem, desde boas práticas neste processo, até as relações com papéis, colaboração e objetivos.

Tabela 23 – Resumo do enfoque da Teoria da Atividade na Educação.

ENFOQUE NACIONAL		
SUJEITO	CONTEXTO DA ATIVIDADE	OBJETO DE ESTUDO
Professor (línguas)	Curso de capacitação online	Produção de materiais de ensino
Professor (química)	Escola pública	Atividade educativa – sala de aula
Professor	Formação Continuada	Formação docente
Professor	Atividade pedagógica	Ruptura entre significado e sentido pessoal
Professor	Observação em sala de aula	Reflexão crítica – construção de significados
Professor e aluno	Atividade pedagógica (ciências)	Tensões na atividade educativa
Aluno (primário)	Escola – sala de aula	Apropriação conceito volume – geometria
Aluno (infantil)	Atividade de jogo educativo	Formação do indivíduo

Aluno (primário)	Atividade pedagógica primária	Mediação simbólica
ENFOQUE INTERNACIONAL		
SUJEITO	CONTEXTO DA ATIVIDADE	OBJETO DE ESTUDO
Professor (primário)	Programa Conexões Primárias	Boas práticas no ensino-aprendizagem
Professor (ginásio)	Projeto “Fazendo a diferença”	Objetivos principais dos professores
Professor	Formação docente	Produção colaborativa de estudos de caso
Professor	Bacharelado em Educação	Aprendizagem colaborativa por computador
Professor (ginásio)	Reforma pedagógica de Ciência	Planejamento de aulas de biologia
Professor e aluno	Pós-graduação	Percepção e papéis na aprendizagem híbrida
Professor	Capacitação corpo docente	Aprendizagem mediada por computador
Alunos e pais	Programa familiar – jogo 3D	Natureza do jogo e colaboração pais e filhos
Pesquisador	Programa de pesquisa	Evolução da pesquisa em TA e educação

Fonte: própria autora.

4.5.2 Métodos de Validação, amostragem e sujeitos

Em relação aos métodos de validação utilizados, observa-se um contraste: as nacionais são divididas entre pesquisa de campo e pesquisa teórica ou analítica; enquanto as internacionais são em sua maioria pesquisa de campo (Tabela 24). Isto porque muitos veículos nacionais aceitam pesquisas de cunho teórico. Sobre as **nacionais**: uma parte se trata de pesquisas bibliográficas não sistemáticas. Na maioria das pesquisas, observa-se uma abordagem qualitativa; entretanto apresentam deficiências na elaboração de categorias analíticas, identificação de variáveis a serem analisadas e tabulação dos dados. Analisam situações por meio de diversos instrumentos de coleta de dados, entre os mais utilizados: observação sistemática, entrevistas informais, gravação de vídeo. Já para os instrumentos de análise, utilizam mapeamento dos níveis de atividade. Observa-se também, na maior parte das publicações, que o tratamento dos dados não foi bem explicitado. Outro aspecto é que a maior parte das publicações não utilizou sujeitos. No caso das publicações **internacionais**, há uma maior preocupação com o método científico. Em quase todas, além de apresentarem o contexto onde se executou a pesquisa, apresentam procedimentos e instrumentos de coleta de dados e como os dados foram tabulados. As pesquisas de campo utilizaram métodos etnográficos e analíticos, mas não só qualitativos como quantitativos. Utilizam uma maior variedade de instrumentos de pesquisa, além das observações, entrevistas e gravações em vídeo, como: questionários, avaliação de especialistas, *focus group*, entre outros. Já para a análise de dados, técnicas variadas como: análise de conteúdo, análise documental, análise de interação, *softwares*, etc. Ao contrário das pesquisas nacionais, que focaram no mapeamento dos níveis da atividade, as internacionais realizaram mapeamento não só do Sistema de Atividades como das contradições.

Tabela 24 – Resumo comparativo dos métodos de validação dos artigos da Teoria da Atividade na Educação: nacional x internacional.

MÉTODOS DE VALIDAÇÃO – NACIONAL			
Tipo de Pesquisa	Método	Instrumentos de Pesquisa	Sujeito
Pesquisa Bibliográfica	Histórico Comparativo	Livros e artigos em periódicos	Não
Pesquisa Teórica	Comparativo	Livros	Não
Pesquisa Analítica	Dialético	Livros e periódicos	Não
Pesquisa Analítica	Dialético	Livros, definição de 3 categorias	Não
Pesquisa Analítica	Dialético	Livros e periódicos	Não
Pesquisa Analítica	Analítico Comparativo	Investigação didática, livros didáticos, mapeamento níveis / sujeito-artefato-objeto	Não
Pesquisa de Campo	Analítico Qualitativo	Observação Sistemática não participante, anotações, vídeos, entrevista aberta	8
Pesquisa de Campo	Analítico Qualitativo	Observação Sistemática, diário reflexivo, relato compartilhado, vídeo, análise do conteúdo	10
Pesquisa de Campo	Analítico Qualitativo	Observação sistemática participante, anotações, aplicação de jogo de memória, mapeamento níveis (da atividade)	34
Pesquisa de Campo	Analítico Qualitativo	Observação Sistemática não participante, notas de campo, relatos escritos, entrevistas informais, e-mails, sessões de chat e postagens de fórum. Mapeamento níveis e sistema de atividades.	73
MÉTODOS DE VALIDAÇÃO – INTERNACIONAL			
Tipo de Pesquisa	Método	Instrumentos de Pesquisa	Sujeito
Pesquisa Teórica	Histórico Comparativo	Publicações	Não
Pesquisa Qualitativa	Formativo, de Desenvolvimento, Experimental	Postagem dos alunos nos fóruns, entrevistas, avaliação de especialistas, análise documental, observação sistemática não participante, <i>focus group</i> . Análise do discurso, análise de conteúdo, tratamento estatístico.	Não
Pesquisa de Campo	Analítico Qualitativo e Quantitativo	Postagem (fóruns), análise qualitativa por meio de <i>software</i> , definição de categorias, tratamento de dados estatístico	16
Pesquisa de Campo	Pesquisa-ação Prática / Analítico Qualitativo	Observação participante, entrevista semiestruturada, <i>focus group</i> , análise documental (diários de bordo dos professores e planejamento do curso), mapeamento Sistema de Atividades, simulação de leitura em classe.	12
Pesquisa de Campo	Etnográfico / Analítico Qualitativo	Entrevistas semiestruturadas informais (gravação em áudio), visitas programadas às escolas, observação sistemática, Mapeamento Sistema de Atividades e tensões entre os elementos	100
Pesquisa de Campo	Analítico qualitativo-quantitativo	Entrevistas, questionários fechados, mapeamento do Sistema de Atividades	955
Pesquisa de Campo	Etnográfico / Analítico Qualitativo	Questionário fechado (escala <i>likert</i>), observação participante (pesquisadora instrutora) e não participante, registros, gravação de vídeos, entrevista. Análise de Interação, tensões nos elementos do sistema.	15
Pesquisa de Campo	Etnográfico / Analítico Qualitativo	Sessões de seminário, observação, entrevista, gravação de vídeo, Mapeamento do Sistema de Atividades, Análise de Interação, tensões entre elementos do sistema (sujeito, artefato, objeto)	20
Pesquisa de Campo	Analítico qualitativo-quantitativo	Questionário e entrevistas, gravação em áudio, <i>software</i> Atlas.ti	27
Pesquisa Bibliográfica	Histórico Descritivo	Publicações, manuais, registros, documentos.	Não

Fonte: própria autora.

4.6 CONSIDERAÇÕES SOBRE A TEORIA DA ATIVIDADE

A Teoria da Atividade tem proporcionado um *link* conceitual para a análise das relações humanas e do comportamento social, a partir da identificação da atividade orientada para um objeto e das unidades dos sistemas de ações dos indivíduos dentro de um contexto em sociedade (MINICK, 1997). Decorrente da Psicologia Cognitiva da Escola Histórico-Cultural Russa vem sendo aplicada como quadro teórico-metodológico em estudos recentes voltados para Educação, tanto no Brasil como em outros países. Os enfoques são bastante variados, entretanto, com predominância de situações do ponto de vista do docente, *i.e.*, analisando processos de capacitação e formação de professores, produção de materiais (para)didáticos e planejamento pedagógico de seus cursos. Em outros casos, analisando fatores como a percepção, a interação e a colaboração no processo de ensino-aprendizagem. Em sua maioria, as publicações envolvem pesquisas de campo e estudos de caso em contextos e cursos específicos, com um número de sujeitos reduzidos. Os métodos de procedimento empregados permitem uma abordagem analítica qualitativa ou etnográfica; usando como instrumentos científicos observações, entrevistas e questionários.

A TA oferece uma perspectiva de pesquisa em potencial para criação ou adaptação de procedimentos e aperfeiçoamento de instrumentos e ferramentas, de maneira a potencializar o funcionamento de Sistemas de Atividades. Não oferece ferramentas e métodos que gerem respostas óbvias e soluções prontas para problemas concretos; entretanto, a partir de uma alteração na perspectiva de pesquisa, gera uma série de questionamentos e reflexões que permitem a resolução de problemas práticos (KAPTELININ; NARDI, 2006). Sua aplicação, enquanto abordagem teórico-metodológica, apresenta grande potencial na realização de estudos de situações de atividades educacionais. Apresenta, assim, uma possibilidade eficiente na análise de problemas reais em sala de aula e na identificação de requisitos e necessidades para desenvolvimento de projetos de artefatos educacionais (OLIVEIRA, 2014). A observação das contradições permite tanto ajustes nos processos (ensino-aprendizagem), como possibilidades de melhorias em aspectos diversos. Além disso, através da ênfase na atividade, os artefatos passam a ser projetados levando em consideração seu contexto, sua comunidade, regras e divisão do trabalho (BELLAMY, 1996); contribuindo para melhor seleção, organização e planejamento das informações em materiais paradidáticos. Espera-se que sua aplicação possa auxiliar na difusão da pesquisa e contribuição na evolução no quadro teórico, oferecendo novas possibilidades e perspectivas para identificação de contextos educacionais e para o projeto, a análise e a avaliação de artefatos, especialmente os materiais didáticos e paradidáticos.

5 METODOLOGIA

Neste capítulo, é abordada a metodologia empregada na pesquisa, detalhando-a e caracterizando-a. A metodologia é a etapa que define “*como? com quê? onde? quanto?*”¹ a pesquisa é conduzida. As seções que compõem este capítulo tratam sobre, a saber: (1) os métodos empregados na pesquisa (abordagem e procedimento); (2) as estratégias, as fases e níveis da pesquisa; e (3) os procedimentos metodológicos adotados, apresentando as técnicas utilizadas, os instrumentos de coleta de dados e tabulação de dados. Os procedimentos foram apresentados nas seguintes fases: pesquisa bibliográfica, pesquisa comparativa, pesquisa de campo, pesquisa analítica, projeto do *kit* e pesquisa de mercado.

5.1 OS MÉTODOS DE PESQUISA

5.1.1 O Método de Abordagem

Marconi e Lakatos (2003) explicam que método de abordagem é caracterizado por um enfoque mais amplo dos fenômenos da natureza e da sociedade, tendo uma inspiração filosófica e um nível de abstração mais elevado, podendo ser, a saber: método indutivo; método dedutivo; método hipotético-dedutivo; e método dialético. O método de abordagem empregado nesta pesquisa é o **dialético**, o qual “penetra o mundo dos fenômenos através de sua ação recíproca, da contradição inerente do fenômeno e da mudança dialética que ocorre na natureza e na sociedade” (**Ibdem**, p. 81). Gil (1989) explica que, fundamentalmente, o método nesta abordagem é visto como três aspectos: (a) filosofia da natureza; (b) lógica de pensamento aplicada à compreensão do processo histórico de mudanças e dos conflitos sociais; e (c) método de investigação da realidade. Os artefatos não são analisados na qualidade de objetos fixos, mas em movimento; visto que se encontram em um processo contínuo de transformação e desenvolvimento. A Teoria da Atividade traz esta abordagem em seus pressupostos, na medida em que relaciona – levando em consideração o desenvolvimento do contexto histórico sociocultural – a interação do sujeito com seu objeto e com o mundo, mediado através de ferramentas.

A dialética trabalha com os seguintes conceitos: (a) a ação recíproca; (b) a interpenetração dos contrários; e (c) a mudança dialética. Marconi e Lakatos (2003) explicam, no primeiro ponto, que nenhum fenômeno da natureza pode ser compreendido quando encarado isoladamente; visto que a sociedade é composta de objetos e fenômenos ligados organicamente entre si, os quais dependem um dos outros e condicionam-se através

¹ (grifo dos autores) (MARCONI & LAKATOS, 2003, p. 216).

de ação recíproca. Em relação ao segundo ponto, a contradição é vista como um princípio de desenvolvimento, onde: a contradição é interna; a contradição é inovadora; e há unidade dos contrários. O terceiro trata da mudança dialética, onde todas as coisas implicam em um processo de movimento, transformação ou desenvolvimento. Este processo se constitui por meio das contradições ou mediante a negação de alguma coisa, onde esta negação se refere ao “ponto de transformação das coisas em seu contrário” (**Ibidem**, p. 76). Esta concepção está ligada ao fato de que nada é imutável e tudo está ligado a uma história, onde os processos são guiados por fases que se sucedem pelo domínio de forças internas – fato chamado de autodinamismo. Para entender estes aspectos fundamentais da interpenetração dos contrários, apresenta-se um resumo na Tabela 25.

Tabela 25 – Conceitos-chave da Interpenetração dos Contrários.

CONCEITOS-CHAVE	DESCRIÇÃO
<p>PRINCÍPIO (1) NEGAÇÃO DA NEGAÇÃO A contradição é interna</p>	<p>Toda realidade é movimento e não há movimento que não seja consequência de uma luta de contrários, de sua contradição interna, <i>i.e.</i>, essência do movimento considerado e não exterior a ele. Geram movimento e desenvolvimento das coisas. O desenvolvimento se processa em espiral evolutiva, com a repetição em estágios superiores de determinados aspectos e traços de estágios inferiores.</p>
<p>PRINCÍPIO (2) TRANSFORMAÇÃO A contradição é inovadora</p>	<p>Não basta constatar o caráter interno da contradição. É necessário frisar que esta contradição é a luta entre <i>o velho e o novo</i>, entre o que perece e se desenvolve. As mudanças são quantitativas em qualitativas: as mudanças quantitativas graduais geram mudanças qualitativas. A quantidade e qualidade são características imanentes a todos os objetos e fenômenos, estando inter-relacionadas.</p>
<p>PRINCÍPIO (3) UNIDADE Há unidade e luta dos contrários</p>	<p>Todos os objetos e fenômenos apresentam aspectos contraditórios, os quais são organicamente unidos e constituem a indissolúvel unidade dos opostos. Neste contexto, os opostos não se apresentam simplesmente lado a lado, mas em um estado constante de lutas entre si. E esta luta dos opostos constitui a fonte de desenvolvimento da realidade.</p>

Fonte: adaptado Marconi e Lakatos (2003); Gil (1989).

A abordagem dialética é a que melhor se enquadra para lidar com a problemática e com os objetivos definidos para esta pesquisa. Estes princípios derivam de uma conclusão metodológica em que: “para conhecer um objeto é preciso estudá-lo em todos os seus aspectos, em todas as suas relações e todas as suas conexões” (GIL, 1989, p. 32). O interesse é analisar os materiais paradidáticos de Ciências Naturais do ponto de vista do Design da Informação: não utilizando apenas uma visão estática e operacional de aplicação de princípios; mas também da compreensão do fenômeno como um todo através de uma ação recíproca dos elementos do Sistema de Atividades. Busca também descobrir suas contradições para poder levantar requisitos e propor melhoria nos projetos de desenvolvimento e – consequentemente – possíveis mudanças e/ou transformações positivas nas atividades de ensino-aprendizagem das Ciências nos anos iniciais.

5.1.2 Os Métodos de Procedimento

Os métodos de procedimento são as etapas mais concretas da investigação, com finalidade mais restrita em termos de explicação dos fenômenos; pressupondo uma atitude concreta e sendo limitados a um domínio particular (MARCONI; LAKATOS, 2003). Também chamados de específicos ou discretos, estão relacionados com os procedimentos técnicos a serem seguidos pelo pesquisador dentro de determinada área de conhecimento; onde suas escolhas determinarão os procedimentos a serem utilizados, tanto na coleta de dados e informações quanto na análise (PRODANOV; FREITAS, 2013). Eles visam ao fornecimento de orientação necessária para realização da pesquisa social, sobretudo para obter, processar e validar os dados pertinentes à problemática que está sendo investigada (GIL, 1989). Os mais adotados nas Ciências Sociais são o experimental, observacional, comparativo, estatístico, clínico, monográfico, tipológico, funcionalista e estruturalista.

Os métodos empregados de forma mais pontual nesta pesquisa foram o **comparativo**, o **estatístico**, o **observacional** e o **monográfico**. Marconi e Lakatos (2003) explicam que o primeiro é utilizado para comparar semelhanças e diferenças entre grupos (no presente e passado), povos e sociedades em diferentes estágios de desenvolvimento para melhor compreensão do comportamento humano; analisando um dado concreto e deduzindo os elementos constantes, abstratos e gerais. Gil (1989, p. 35) amplia: “o método comparativo procede investigação de indivíduos, classes, fenômenos ou fatos, com vistas a ressaltar as diferenças e similaridades entre eles”. Nesta pesquisa, uma das fases consiste em desenvolver uma **análise comparativa quali-quantitativa** entre materiais paradidáticos de Ciências Naturais (livros, *kits* experimentais e modelos), verificando semelhanças e divergências entre ambos, especialmente no que diz respeito ao design das informações com auxílio de medições utilizando uma *Escala Likert* (será descrita em resultados).

Em reação ao método estatístico, trata-se da aplicação de teorias estatísticas e da probabilidade, realizando testes em termos numéricos para analisar dados quantitativos e efetuar classificações e comparações, caracterizando-se por apresentar um grau razoável de precisão (margem de erro de valores). A Estatística é a área da matemática que lida com a coleta, organização, análise, interpretação e apresentação de dados quantitativos. Oferece possibilidade de reforço às conclusões obtidas, sobretudo a partir de coleta de dados em análises, experimentações e observações (GIL, 1989). Nesta pesquisa, foram empregados, principalmente, métodos ligados à análise exploratória de dados (MORETTIN; BUSSAB 2017). Foram utilizadas técnicas da **estatística descritiva**, tais como: (a) medidas de posição e dispersão de amostras (e.g. média, moda, mediana, desvio padrão, coeficiente de variação); (b) representações gráficas (pizzas, diagramas de barra, radar, dendrogramas, etc.); (c) comparações de populações com base em diagramas de caixas-e-bigodes (boxplot de Tukey); (d) técnicas de classificação hierárquica de dados (Ibdem).

Sobre o método observacional, é considerado um dos mais utilizados nas ciências sociais, oferecendo ao pesquisador instrumentos para buscar provas sobre situações, comportamentos, fenômenos e contextos, desempenhando “um papel importante nos processos observacionais, no contexto da descoberta, e obriga o investigador a um contato mais direto com a realidade”; sendo um ponto de partida na investigação social (MARCONI; LAKATOS, 2003, p. 191). Sua principal diferença em relação ao experimental é que, neste último, o cientista toma providências para que algo ocorra, interferindo no contexto de maneira controlada a partir de variáveis específicas; ao passo que na observação apenas se coleta dados sobre o que acontece ou que já aconteceu em dado contexto (GIL, 1989).

De acordo com Ander-Egg (1978) *apud* Marconi e Lakatos (2003), o método observacional é classificado segundo: (a) meios utilizados (observação não estruturada – assistemática ou estruturada – sistemática); (b) participação do observador (não participante ou participante); (c) número de sujeitos observados (individual ou equipe); (d) lugar onde se realiza (vida real ou em laboratório). Nesta pesquisa foi adotada em uma das fases a **observação sistemática não-participante**, sendo aplicada em equipe e efetuada na vida real, *i.e.*, no contexto das aulas de Ciências Naturais para anos iniciais das escolas públicas (estaduais e municipais) da RMR.

O método **monográfico** (estudo de caso) parte do princípio que qualquer caso que se estude com profundidade pode ser considerado um caso representativo em relação a outros semelhantes, com uma finalidade de se obter generalizações. Assim, “a investigação deve examinar o tema escolhido, observando todos os fatores que influenciam e analisando-o em todos os seus aspectos” (MARCONI; LAKATOS, 2003, p. 108). Neste caso, foi escolhida uma temática específica para planejar, conceber e produzir um *kit* paradidático para ensino de Ciências Naturais no 5º ano em um contexto das escolas públicas do Recife.

5.2 AS ESTRATÉGIAS METODOLÓGICAS

As estratégias metodológicas apresentam informações sobre os procedimentos da pesquisa, trazendo uma explicação das escolhas, dos passos e das atividades realizadas nas etapas de seu desenvolvimento. A escolha destas estratégias está direta e intimamente ligada à problemática delimitada e aos objetivos traçados da pesquisa; buscando uma adequação na escolha dos métodos e procedimentos adotados pelo pesquisador. São descritas de maneira mais aprofundada e detalhada as estratégias metodológicas empregadas em cada uma das fases (Tabela 26).

Tabela 26 – Estratégias Metodológicas da Pesquisa.

Objetivos Específicos	Etapas Metodológicas	Tipo de Pesquisa	Técnicas e Instrumentos de Coleta e Tratamento de Dados
Realizar levantamento de livros paradidáticos de apoio ao ensino das Ciências Naturais para Ensino Fundamental I disponíveis no mercado, e modelos paradidáticos utilizados; analisar ambos de acordo com princípios do InfoDesign	Fase 1	Pesquisa Bibliográfica	<ul style="list-style-type: none"> Bancos de Dados: Portal de Periódicos da Capes, Scopus, Scielo e Google Scholar Catálogo e Fichamento
	Fase 2	Pesquisa Documental	<ul style="list-style-type: none"> Pesquisa de Registros (blogs/sites de escolas públicas, sites de busca, editoras e livrarias) Conteúdo Programático (MEC/PCN), planos pedagógicos municipais e estaduais
	Fase 3	Pesquisa Comparativa	<ul style="list-style-type: none"> Avaliação Heurística (Princípios do Design da Informação) Análise Comparativa dos materiais paradidáticos (<i>kits</i> experimentais e modelos)
Mapear o contexto pedagógico do ensino das Ciências Naturais no Ensino Fundamental I em escolas públicas da RMR; identificar as necessidades e requisitos para desenvolvimento de materiais paradidáticos	Fase 4	Pesquisa de Campo	<ul style="list-style-type: none"> Análise Estatística – Classe Mediana (seleção das escolas) Observação Sistemática Não Participante (sala de aula) Entrevista Semiestruturada
	Fase 5	Pesquisa Analítica	<ul style="list-style-type: none"> Modelos de Análise (TA) <ul style="list-style-type: none"> Sistema de Atividades Análise das Contradições Lista de Requisitos Projetuais
Conceber, planejar e confeccionar um <i>kit</i> de materiais paradidáticos (livro-cartilha e modelos) para ensino das Ciências Naturais na série selecionada do EF1	Fase 6	Pesquisa-ação (projeto do <i>Kit</i>)	<ul style="list-style-type: none"> Metodologia Projetual de Design da Informação <ul style="list-style-type: none"> Criação do Kit paradidático

Fonte: própria autora.

5.2.1 As Etapas Metodológicas

FASE 1. Nesta fase, foi executada a pesquisa bibliográfica por meio de revisão de literatura de artigos, periódicos, livros, dissertações e teses que abordaram temáticas próximas ao interesse da pesquisa, compilando o quadro teórico de base e o estado da arte dos seguintes aspectos: (a) o Ensino das Ciências Naturais nos anos iniciais da Educação Básica no Brasil; (b) o Design da Informação aplicado à produção de materiais paradidáticos; (c) a Teoria da Atividade aplicada à educação.

FASE 2. Foram levantados e compilados livros, *kits* experimentais e modelos paradidáticos para apoio no ensino das Ciências Naturais nos anos iniciais, utilizando plataformas *online* de busca, comparação e venda. Foram também pesquisados documentos, planos e diretrizes pedagógicas da matéria, especialmente no que diz respeito aos Parâmetros Curriculares Nacionais e aos Planos Pedagógicos estaduais e municipais.

FASE 3. Foram selecionadas amostras de livros e materiais paradidáticos (*kits* experimentais e modelos), as quais foram analisadas a partir de abordagem comparativa do ponto de vista do Design da Informação, usando os princípios e diretrizes propostos por Pettersson (2012b) e Redig (2004) para tal.

FASE 4. Nesta fase, selecionou-se duas escolas da Região Metropolitana do Recife (estadual e municipal) com base em amostragem. Foram acompanhadas as aulas de Ciências Naturais de 4 turmas do 5º ano – sendo o total de 4 professoras e 120 alunos aproximadamente dos turnos manhã e tarde. O contexto pedagógico foi mapeado a partir de observações assistemáticas não participantes e pela aplicação de entrevistas semiestruturadas focalizadas com as professoras da matéria.

FASE 5. A partir da coleta de dados, foi possível realizar o estudo analítico qualitativo do sistema de atividades das aulas de Ciências Naturais, usando o Modelo do Sistema de Atividades de Engeström (1999) e a identificação das contradições do sistema para levantar-se requisitos projetuais para confecção do *kit*.

FASE 6. Foram utilizadas as seguintes fases da Metodologia Projetual do Design da Informação para planejamento e concepção dos materiais paradidáticos: (1) Problema: levantamento do problema, das necessidades e requisitos projetuais; (2) Projeto: planejamento da produção, equipe, custos, materiais, processo de fabricação, acabamento; (3) Informação: seleção do conteúdo, definição da linguagem e forma da interface - organização, mensagem, etc.; (4) Concepção: rascunhos, prototipação, testes; (5) Produção: fabricação; (6) *Feedback*: revisão, atualização, correção.

5.2.2 Os Níveis da Pesquisa

Segundo Gil (1989), a pesquisa social pode apresentar três níveis de acordo com os seus objetivos específicos: pode ser exploratória, descritiva ou explicativa. Parte desta pesquisa possui caráter descritivo, pois tal modalidade tem “como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis” (GIL, 1989, p. 45). O autor explica que, neste tipo de pesquisa, que os dados coletados sobre o objeto de estudo são observados, registrados, analisados, classificados e interpretados sem que o pesquisador interfira sobre eles. Trata-se de investigações empíricas, utilizando métodos de amostragem para: (a) delineamento ou análise; (b) avaliação; ou (c) isolamento de variáveis-chave no estudo de populações (ou amostra de populações), fatos ou fenômenos. Para tal, empregam-se artifícios quantitativos para coleta sistemática de dados, caracterizados pela precisão e controles estatísticos. A modalidade utilizada nesta pesquisa foi estudo **descritivo-quantitativo de avaliação de programas**, que “procura efeitos e resultados de um programa ou método específico de atividades de serviços ou auxílio, que podem dizer respeito à grande variedade de objetivos relativos à educação, saúde e outros” (LAKATOS; MARCONI, 2003, p. 187). Neste caso, hipóteses podem estar ou não explicitamente declaradas, derivando dos objetivos do que está sendo avaliado. Procedimentos de coleta de dados empregados, em geral, são questionários, formulários, testes, fichas de avaliação, por exemplo. É o caso das primeiras fases (documental e comparativa) que contam com a análise dos materiais paradigmáticos.

Outra parte possui caráter exploratório, apresentando investigações do ponto de vista teórico e empírico com objetivo de formular novas questões ou problemas; apresentando tripla finalidade: (a) desenvolver hipóteses; (b) aumentar familiaridade do pesquisador com ambiente, fato ou fenômeno para uma pesquisa futura mais precisa; ou (c) modificar e/ou clarificar conceitos (**Ibdem**). Auxiliam o pesquisador a ter um primeiro contato com o objeto de estudo e com o seu contexto, sendo fundamental para melhor conhecer e delimitar o problema de pesquisa. Desta forma, adotou-se um estudo **exploratório-descritivo combinado**, cujos objetivos estão em descrever determinados fenômenos realizando análises empíricas e teóricas em estudos de caso, com caráter representativo sistemático e procedimentos de amostragem flexíveis. Nesta modalidade de estudo, pode se obter descrições quantitativas e qualitativas do objeto de estudo, entendendo as inter-relações entre as propriedades do fenômeno, fato ou ambiente observado (**Ibdem**). Procedimentos de coleta de dados comuns realizados em estudos desta natureza são: entrevistas, observações, análise de conteúdo, entre outros. Foi o caso das fases finais, envolvendo pesquisa de campo, analítica e de mercado, entendendo o sistema de atividades de ensino das Ciências Naturais (dentro das salas de aula).

5.3 OS PROCEDIMENTOS DA PESQUISA

5.3.1 FASE 01: Pesquisa Bibliográfica

Na primeira fase da pesquisa, houve a produção de uma revisão bibliográfica, cujo objetivo buscou levantar as teorias de base para sua fundamentação. Segundo Marconi e Lakatos (2003), são oito as fases deste tipo de pesquisa: escolha do tema; elaboração do plano de trabalho; identificação; localização; compilação; fichamento; análise e interpretação; e, por último, redação. A definição da temática surgiu a partir do contato direto em campo, durante atividades ligadas ao projeto de pesquisa “Sistemas de Atividades de Leitura”². Foram identificados os principais eixos teórico-metodológicos, onde a tríade da pesquisa permeou entre três áreas do conhecimento, a saber: (1) Design; (2) Educação; e (3) Psicologia. As áreas têm enfoque, respectivamente, no Design da Informação, Ensino de Ciências Naturais (anos iniciais) e na Teoria da Atividade (Psicologia Cognitiva). A identificação dos autores seminais foi realizada em fontes primárias (livros e capítulos de livros), efetuada a partir de: (a) pesquisas na Internet, utilizando plataformas como *Google Scholar* e *Google Books*; e (b) bibliotecas integradas da UFPE, em especial, a Joaquim Cardoso (CAC). Além disso, a partir do acervo pessoal dos professores, em contato com as disciplinas cursadas no mestrado: Design da Informação A (Profa. Dra. Solange Galvão Coutinho) e Sistema de Atividades (Prof. Dr. Silvio Barreto Campello).

Em seguida, buscou-se por fontes secundárias e terciárias para construção do estado da arte, levantando-se trabalhos recentes (publicados nos últimos 10 anos) envolvendo os temas de interesse desta pesquisa: (1) ensino de Ciências Naturais nos anos iniciais; (2) aplicação do InfoDesign na análise de materiais paradidáticos ou atividades educativas; (3) aplicações da Teoria da Atividade em contextos educacionais. A revisão sistemática de literatura contou com aproximadamente 60 artigos, sendo metade de origem nacional e metade internacional, permitindo ter acesso a uma visão local x global. O levantamento desta amostra se deu priorizando publicações em periódicos e *journals* com alto fator de impacto (FI), sendo avaliados pelo sistema Qualis da Capes como A1 e A2, no caso dos nacionais; e para os internacionais, SJR > 0,5. Esta classificação leva em consideração, além do FI, fatores como: número de bases de dados em que está indexado, de exemplares circulantes, entre outros. Para esta busca, foram utilizadas quatro engenhos de busca (Tabela 27), a saber: (a) **nacionais**: SciELO e Google Scholar; (b) **internacionais**: Scopus e Portal de Periódicos da Capes.

² Grupo de pesquisa liderado pelo Prof. Dr. Silvio Barreto Campello (UFPE).

Tabela 27 – Listas dos Engenhos de Busca para o estado da arte.

BASE	LOGO	DESCRIÇÃO
Portal de Periódicos da Capes		www.periodicos.capes.gov.br Portal que oferece serviço de busca a periódicos eletrônicos, facilitando e promovendo o acesso à informação de cunho científico e tecnológico nacional e internacional à comunidade acadêmica e de pesquisa do país. Propriedade: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)
Scopus		www.scopus.com Maior base de dados de resumos e citações de <i>peer-reviewed</i> literatura: revistas científicas, livros e anais de congressos. Abrange áreas de Ciência, Tecnologia, Medicina, Ciências Sociais, Artes e Humanas. (Elsevier)
SciELO		www.scielo.org <i>Scientific Eletronic Library Online</i> . Trata-se de uma das mais importantes livrarias eletrônicas de seleção dos periódicos científicos brasileiros. Propriedade: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), parceria com <i>Latin American and Caribbean Center on Health Sciences Information</i> (BIREME). Apoio: (CNPq)
Google Scholar		www.scholar.google.com Trata-se do maior motor de busca de livre acesso que indexa textos completos e citações da literatura acadêmica, incluindo maioria revistas, jornais e anais de congressos. Propriedade: Google Inc.

Fonte: própria autora, baseado nas informações disponíveis nos respectivos portais.

Os procedimentos adotados na revisão sistemática de literatura são explicados de forma mais detalhada nos APÊNDICES A-C, que demonstra como tal estudo foi conduzido exemplificando com o estado da arte da Teoria da Atividade (Capítulo 4), realizado de 2005-2015. Após a identificação destas fontes, sucederam-se as fases de catalogação, leitura e fichamento. Estes foram executados com modelos no programa Microsoft Word, contendo informações como: a referência segundo ABNT; o nome e ano da publicação, bem como o(s) nome(s) do(s) autor(es); o resumo da obra; e a metodologia empregada. Além disso, os textos foram analisados e interpretados, escrevendo-se uma redação com algumas citações diretas relevantes e com um resumo da posição da própria autora em relação à leitura. Este processo realizado para construção do estado da arte da pesquisa, Capítulos 2, 3 e 4.

5.3.2 FASE 02: Pesquisa Documental

Nesta fase foi realizada a pesquisa documental, cujo objetivo principal é a coleta de dados de documentos, onde se utilizam três variáveis: (a) escritos ou orais; (b) fontes primárias ou secundárias; (c) contemporâneas ou retrospectivas (LAKATOS; MARCONI, 2003). É utilizada para auxiliar a organizar informações que se encontram dispersas, dando-lhes uma nova importância como fonte de consulta. A principal diferença entre esta modalidade de pesquisa e a bibliográfica é que enquanto esta se utiliza fundamentalmente das contribuições de vários autores sobre determinado assunto, aquela se baseia em materiais que não receberam ainda tratamento analítico ou que podem ser reelaborados de acordo com os objetivos da pesquisa (GIL, 2008). Esta fase foi produzida em três partes.

5.3.2.1 Conteúdos Programáticos – Ciências Naturais (5º Ano)

Na **primeira** parte, fontes documentais para o estudo e a compreensão dos sistemas de atividades de ensino de Ciências Naturais e seus respectivos conteúdos programáticos foram levantadas, realizada no 1º semestre de 2016. Foram usados arquivos públicos (Governo Federal, Governo do Estado de Pernambuco e Prefeitura do Recife), considerando também instituições (MEC, FNDE, IBGE) e programas públicos (PNBE, PNLD). Buscaram-se documentos oficiais federais, estaduais e municipais (leis, resoluções, ofícios, parâmetros, planos pedagógicos, entre outros) considerados relevantes para compreensão do contexto, especialmente no que diz respeito às escolas públicas do Recife. A partir de tal levantamento foram selecionadas partes integrantes de três documentos relevantes:

- (1) Parâmetros Curriculares Nacionais de Ciências Naturais (BRASIL, 1997);
- (2) Parâmetros Curriculares da Educação Básica de Pernambuco (PERNAMBUCO, 2013)
- (3) Política de Ensino da Rede Municipal do Recife (RECIFE, 2014)

A categoria principal observada nestes documentos foi a de conteúdos programáticos, os quais podem ser consultados nos ANEXOS III, IV e V. O principal objetivo foi entender como a lógica da matéria é estruturada (eixos temáticos), como os conteúdos são trabalhados (temas transversais e assuntos) e como os objetivos são definidos (expectativas de aprendizagem) nas diferentes esferas (federal, estadual e municipal). Para tal, os elementos verbais dos documentos foram levantados e comparados, a partir de **análise de conteúdo temático-estrutural**, na qual são reveladas as representações sociais a partir do exame de seus elementos constitutivos e a forma como os elementos da mensagem estão dispostos para revelar aspectos subjacentes e implícitos da mensagem (FONSECA JR., 2006). Com esta análise foi possível construir uma síntese aglutinando e reorganizando os conteúdos programáticos do 5º ano (APÊNDICE D).

5.3.2.2 Levantamento dos Livros Paradidáticos – Ciências Naturais (5º Ano)

Na **segunda** parte, realizou-se um levantamento das publicações dos livros paradidáticos disponíveis no mercado para o ensino de Ciências Naturais no 5º ano, utilizando arquivos particulares de plataformas *online* (livrarias, compras e comparação de preços) mais utilizadas no Brasil para aquisição de livros por meio digital, no 2º semestre de 2016. Ao todo, foram utilizados oito *sites* para as buscas, cuja relação é apresentada na Tabela 5.4. Para realização da pesquisa, foram utilizados os seguintes filtros, quando disponíveis: (a) classe de indicação: infantojuvenil; (b) classificação dos livros: paradidáticos, literatura, ficção, HQ, etc.; (c) assunto: ciências naturais. As palavras-chave utilizadas para realização das buscas foram aquelas definidas na síntese dos conteúdos do 5º ano.

Tabela 28 – Plataformas de pesquisa dos livros paradidáticos (julho 2018).

PLATAFORMA	MARCA	WEBSITE
Google Shopping		https://www.google.com.br/shopping
Amazon		https://www.amazon.com.br/
Livraria Cultura		https://www.livrariacultura.com.br/
Livraria Saraiva		https://www.saraiva.com.br/
Livraria Travessa		https://www.travessa.com.br/
Submarino		https://www.submarino.com.br/busca/livros
FNAC		https://www.fnac.com.br/
Americanas.com		https://www.americanas.com.br/

Fonte: própria autora.

5.3.2.3 Levantamento dos *Kits* Experimentais e Modelos de Ciências Naturais

Para levantamento dos *kits* experimentais paradidáticos disponíveis no mercado para o ensino de Ciências Naturais nos anos iniciais, foram utilizadas cinco plataformas *online* de compras, cuja relação é apresentada na Tabela 29. Tais plataformas foram as únicas encontradas na distribuição de *kits* experimentais educacionais no Brasil. No total foram encontrados 30 *kits* abordando os diversos eixos temáticos (pesquisados por palavras-chave relativas aos assuntos dos conteúdos programáticos), sendo produzidos de maneira concentrada por sete fabricantes no total.

Tabela 29 – Plataformas de pesquisa dos *kits* experimentais (julho 2018).

PLATAFORMA	MARCA	WEBSITE
Livraria Cultura		https://www.livrariacultura.com.br/
Americanas.com		https://www.americanas.com.br/
WSKits		https://www.wskits.com.br/
Mini Cientista Brinquedos		https://www.minicientista.com.br/
HomeLab		http://www.homelab.com.br/

Fonte: própria autora.

5.3.3 FASE 03: Pesquisa Comparativa

5.3.3.1 Perfil dos Livros Paradidáticos de Ciências Naturais (5º Ano)

Para estudo dos perfis dos livros paradidáticos de Ciências Naturais, foram considerados 121 livros encontrados na pesquisa, comparado-os a partir de diversos aspectos. Foram analisados a partir de uma abordagem **comparativa descritiva**, centrada em estudar semelhanças e divergências para explicar fenômenos e dados quantitativos concretos (grupos sociais, objetos, etc.) (PRODANOV; FREITAS, 2013). O tratamento foi realizado a partir de técnicas de estatística descritiva. Os seguintes aspectos foram analisados e comparados: (a) eixos temáticos; (b) editoras; (c) preços; e (d) ano de publicação. Sobre os eixos temáticos e conteúdos abordados nos respectivos livros, utilizou-se um diagrama radar como técnica de representação gráfica. Com relação às editoras, a amostra considerou 43 diferentes empresas, analisando sua participação no mercado editorial a partir de diagramas de *pizza*. Foi também realizada uma análise dos preços praticados, observando uma distribuição de probabilidade (a partir de histogramas), apresentando aproximadamente o comportamento de uma curva normal. A identificação dos parâmetros de posição e dispersão (média, moda, mediana e desvio padrão amostral) possibilitou compreender o comportamento dos preços do mercado por faixas de preço. O último aspecto considerado foi relativo à evolução temporal das publicações nos últimos anos, recorrendo-se à construção de uma série temporal (BRAULE, 2001).

5.3.3.2 Amostragem dos livros paradidáticos – Ciências Naturais (5º Ano)

Para análise dos livros paradidáticos, adotou-se uma amostra da ordem de 10% dos livros selecionados na pesquisa. Desta forma, foram escolhidos dois de cada eixo, totalizando 8 exemplares (aproximadamente 7% do total) (Tabela 30). Os critérios utilizados para seleção foram: (1) disponibilidade nas livrarias locais; (2) uso de diferentes linguagens visuais e verbais; (3) uso de diferentes mecanismos de interação com os alunos. A pesquisa foi realizada in loco nas seguintes livrarias da cidade do Recife: Cultura, Saraiva, Imperatriz e Jaqueira. Em relação ao tipo de interação, os livros contemplaram as seguintes: três dimensões (3D), mecanismos de interação *pop-up*, caderno de anotações para preencher, mapas para dobrar e desdobrar, testes estilo *quizz* para responder, contação de histórias, diferentes exercícios (perguntas, caça-palavras, etc.). No quesito de linguagem verbal, observou-se as seguintes características: ficção literária, infográfico, texto informativo, texto instrucional, atlas e dicionário. No critério do uso de linguagem visual, identificou-se: ilustração (aquarela, pintura, vetorial, etc.), desenho realista, fotografia e ícones.

Tabela 30 – Livros Paradidáticos de Ciências Naturais da amostra.

EIXO	LIVRO PARADIDÁTICO DE CIÊNCIAS NATURAIS
SER HUMANO E SAÚDE	<ul style="list-style-type: none"> • YOYO BOOKS. Meu primeiro Altas dobra e desdobra do corpo humano. Tradução: Maria Elisa Bifano. Olen, Bélgica: YoYo Books, 2014. • PAE EDITORA. Um livro incrível com aventura em pop-up corpo humano. Bom Retiro, São Paulo: Pae Editora, 2017.
TECNOLOGIA E SOCIEDADE	<ul style="list-style-type: none"> • CHALITA, Gabriel. Valores: Natureza e Equilíbrio. São Paulo: FTD, 2011. • SANTOS, Cristina; VELD, Freekje. Eu produzo menos lixo! São Paulo: Cortez Editora, 2015.
VIDA E AMBIENTE	<ul style="list-style-type: none"> • EDUAR, Gilles. Brasil 100 palavras. São Paulo: Companhia das Letrinhas, 2014. • ADAMS, Tom. O genial mundo da Ciência: seres vivos. São Paulo: Publifolhinha, 2014.
TERRA E UNIVERSO	<ul style="list-style-type: none"> • YOYO BOOKS. Meu livro gigante do mundo e do universo. Tradução: Elisa Câmara e Regiane Winarski. Olen, Bélgica: YoYo Books, 2016. • RICHARDS, Jon; SIMKINS, Ed. O mundo em infográficos. A vida, o Universo e tudo mais. Rio de Janeiro: Sextante, 2013.

Fonte: própria autora.

5.3.3.3 Análise de capas dos Livros Paradidáticos – Ciências Naturais (5º Ano)

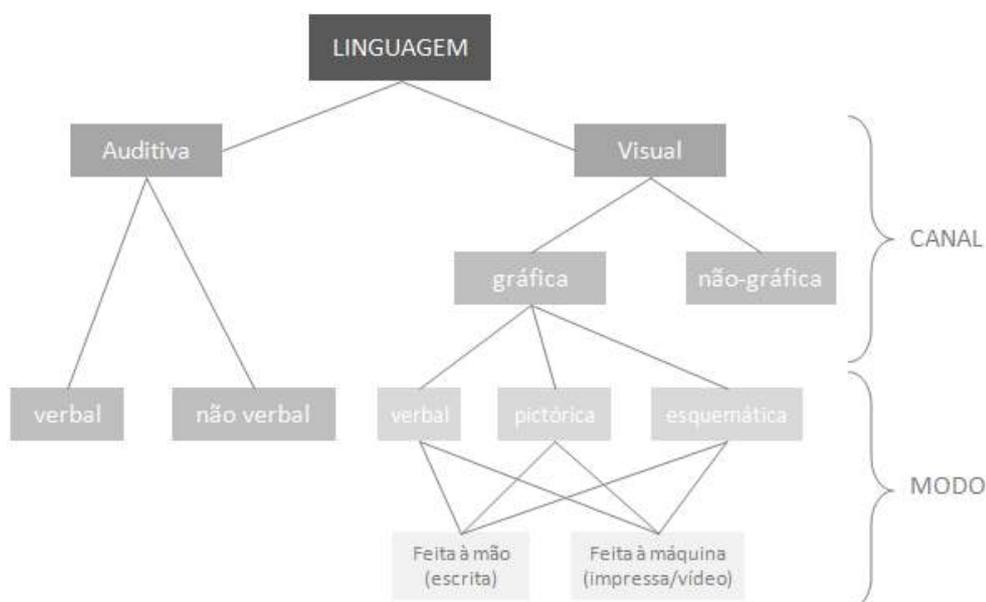
Para realização da análise comparativa das capas da amostra dos livros paradidáticos de Ciências Naturais, do ponto de vista das informações, foram aplicadas diversas técnicas para estudo de cinco categorias definidas, a saber: (a) informações verbais (textuais); (b) hierarquia da informação; (c) tipo de linguagem gráfica (não verbal); (d) características tipográficas (verbal); e (e) paleta de cores. O objetivo foi observar como as editoras têm apresentado tais informações nas capas dos livros em seus projetos editoriais.

Para análise das **informações verbais**, foram identificadas as frequências relativas de ocorrência de itens textuais (e.g. título, subtítulo, autor, editora, etc.). Para análise da **hierarquia das informações**, foram aplicadas técnicas estatísticas de classificação hierárquica, definidas a partir de fatores como ênfase, tamanho, ordem, cor e posicionamento. Os elementos com maior destaque, seguindo tais fatores, foram classificados em ordem crescente de hierarquia. Para a capa, foram considerados os seguintes itens: (A) título, (B) subtítulo, (C) autor, (D) editora, (E) extras; já para contracapas: (F) título/subtítulo, (G) sinopse, (H) editora, (I) ficha catalográfica. Neste contexto, foi criado um índice, definido nesta tese, a partir de valores numéricos atribuídos seguindo uma sequência crescente hierárquica.

Sobre o tipo linguagem gráfica, foram classificadas em categorias embasadas no esquema de Michael Twyman (TWYMAN, 1979) (Figura 31). Para as linguagens visuais gráficas não verbais, foram encontradas apenas as pictóricas na amostra, não havendo exemplos de esquemáticas. Os únicos tipos encontrados foram, a saber: fotografia,

ilustração, desenho realista e iconografia. Já para as linguagens visuais gráficas verbais (características tipográficas), foram categorizadas embasadas na classificação de Ellen Lupton (LUPTON, 2013) (Figura 32) – consideradas mais adequadas para este estudo. Neste quesito, foram identificadas presença ou ausência de serifas; uso de caixa alta ou caixa baixa; e escrita à máquina ou à mão (cursiva). O último aspecto, sobre paletas de cores, foram identificadas as cores predominantes com auxílio de *softwares online*, como o *Palette Generator* <disponível em: <https://palettegenerator.com>> e o *Color Palette FX* <disponível em: <http://www.palettefx.com>>.

Figura 31 – Classificação esquemática da Linguagem de Michael Twyman.



Fonte: adaptado Twyman (1985).

Figura 32 – Categorias de Classificação tipográfica de Ellen Lupton.



Fonte: adaptado Lupton (2006).

5.3.3.4 Análise Heurística Livros Paradidáticos – Ciências Naturais (5º Ano)

Etimologicamente, a palavra heurística provém do grego antigo “*heurisko*”, que significa “eu encontro”, “eu acho”. De maneira geral, a heurística é um procedimento que, em face de questões difíceis, envolve a substituição de respostas por outras de resolução mais fáceis; a fim de encontrar respostas viáveis (ainda que imperfeitas), para problemas concretos. A **análise heurística** consiste em uma avaliação que ignora parte da informação, com objetivo de obter uma solução mais fácil, rápida, economicamente viável e prática de um produto, serviço ou artefatos de qualquer natureza (ULRICH, 1987). Tal aplicação teve por objetivo avaliar o desempenho dos livros da amostra do ponto de vista dos princípios do Infodesign; sendo avaliados segundo 23 princípios, categorizados em seis blocos (PETTERSSON, 2012b; REDIG, 2004). A avaliação permitiu uma análise diagnóstica e prescritiva, apontando a existências de problemas específicos em cada um dos princípios ou bloco de princípios. Utilizou-se uma Escala *Likert*³ (ALBAUM, 1997), avaliando-se desempenhos dos livros a partir de notas de um a cinco. Foram selecionados três especialistas em Infodesign, mestres e doutorandos em Design (UFPE), investigadores cuja formação acadêmica e profissional garantem a experiência necessária para avaliação – ambos com experiências em Educação e Editorial. Nielsen e Molich (1990) explicam que, em testes de usabilidade, 5 especialistas conseguem detectar cerca de 80% dos problemas. De fato, um aumento na quantidade de especialistas selecionados para uma análise heurística não acarreta em um aumento significativo na quantidade de problemas detectados. Tendo em vista uma limitação de recursos e tempo, optou-se por selecionar apenas 3 especialistas (cobrindo cerca de 70% dos problemas, segundo Nielsen e Molich). Para realização da análise, foram entregues os livros e fichas de avaliação, conforme detalhamento no APÊNDICE E, informando se tratar do público 5º ano – escolas públicas.

Procurou-se discutir os seguintes aspectos: (1) *scores* médios gerais dos livros paradidáticos: (A) média geral total, (B) média por bloco de princípios, (C) média por princípio, (D) média por eixo temático; (2) médias específicas da avaliação de desempenho de cada livro. A partir das notas atribuídas e dos comentários escritos (dados qualitativos) foi possível elencar uma sequência dos principais problemas encontrados. Para tal, foram elaboradas listas apresentando diferentes níveis de gravidade (escala de 1 a 5). A ideia geral foi produzir um quadro comparativo analítico dos livros paradidáticos de Ciências da amostra, construindo dendrogramas⁴ para proporcionar uma melhor visualização dos tipos de problemas agrupados por grau de gravidade em diferentes níveis hierárquicos.

³ Escala de resposta psicométrica utilizada para medição de atitudes, opiniões ou preferências sobre um determinado tema ou situação.

⁴ Tipo de diagrama que organiza variáveis ou categorias em grupos, criando ordenação hierárquica ascendente.

5.3.3.5 Perfil dos *Kits* Experimentais Paradidáticos – Ciências Naturais (5º Ano)

O perfil dos *kits* foi examinando com relação às seguintes categorias, a saber: fabricantes, eixo temático, assunto, preços, tipos de materiais, presença de manuais/livros e presença de experimentos. Os dados foram coletados e tratados apresentando as informações a partir de representações gráficas como gráficos de barras e de *pizza*. Em relação aos preços, especificamente, foi construído um modelo para preços de *kits* usando regressão linear, identificando diferentes faixas de preços praticadas no mercado. Este estudo permitiu identificar características relacionadas às possíveis compatibilidades ou incompatibilidades em relação ao contexto das escolas públicas (exigência de baixo custo).

5.3.3.6 Comparação dos *Kits* Experimentais – Ciências Naturais (5º Ano)

Dos 30 *kits* levantados na pesquisa, observou-se que 80% deles estavam concentrados entre três fabricantes apenas. Desta forma, o critério utilizado para amostragem foi, além da ordem de 10% (3 *kits*), a seleção intencional de cada um dos fabricantes, de modo que fosse o mais representativo possível. Além disso, para produzir uma análise comparativa mais assertiva, foram identificados temas em comuns entre os fabricantes. Um destes foi dentro do eixo: “Sociedade e Tecnologia” » temática: “Matéria e Energia” » conteúdo: “Energia Eólica”. Para realização da **análise comparativa qualitativa** foram observadas três partes: (1) projeto de embalagem; (2) componentes do *kit* experimental; (3) manual/ livro paradidático incluso. Para a primeira parte procedeu-se uma análise similar àquela realizada nas capas dos livros paradidáticos. Na segunda parte foram comparadas características dos componentes, tais como quantidade de peças, modelos, experimentos. O manual/livro foi avaliado do ponto de vista dos Princípios do Design da Informação pela pesquisadora.

5.3.4 FASE 04: Pesquisa de Campo

5.3.4.1 Contexto das Escolas Públicas do Recife (5º Ano)

Para levantar o contexto do 5º ano das escolas públicas do Recife, foi utilizada a base da plataforma QEdú, disponível em <<http://qedu.org.br>>, que apresenta uma série de dados do Censo Escolar e do INPE do Brasil inteiro. A partir do uso de diversos filtros considerados importantes para a pesquisa – como cidade, ano, escolas, equipamentos e tecnologias, infraestrutura, perfil dos professores, etc. – foi possível realizar um mapeamento do contexto e comparar escolas estaduais x municipais do Recife com base nos elementos da Teoria da Atividade. Os dados foram agrupados para entender melhor sujeitos, ferramentas, regras, objeto e comunidade.

5.3.4.2 Critérios para Seleção das Escolas Públicas (Cálculo da Amostra)

Os dados de desempenho das escolas públicas da RMR foram baseados no Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (Ideb)⁵. Leva em consideração o rendimento escolar no Sistema Nacional da Educação Básica (Saeb) e na Prova Brasil. Ao todo, na busca dos dados na base do Inep (2017), foram encontradas 184 municipais e 23 estaduais. A amostra foi estratificada, criando-se 14 e 5 classes, respectivamente. A partir do cálculo amostral e da definição das escolas na classe de mediana, foram selecionadas duas escolas: uma estadual (Padre Donino) e uma municipal (Engenho do Meio). Os critérios utilizados foram operacionais (facilidade de acesso, localização).

5.3.4.3 Observação das Aulas de Ciências – Escolas Públicas (5º Ano)

A observação constitui um elemento fundamental nas pesquisas desde a coleta e a análise até a interpretação dos dados obtidos (GIL, 1989): “desempenha papel importante nos processos observacionais, no contexto da descoberta e obriga o investigador a um contato mais direto com a realidade” (MARCONI & LAKATOS, 2003, p. 191). Marconi e Lakatos (1991) explicam sua vantagem: (a) possibilita meio diretos e satisfatórios para estudar uma ampla variedade de fenômenos; (b) exige menos do observador do que outras técnicas; (c) permite coleta de dados sobre um conjunto de atitudes comportamentais típicas; (d) depende menos da introspecção e da reflexão; e (e) permite a evidência de dados não constantes em roteiros de entrevistas e/ou questionários.

Conforme já abordado, foi aplicada uma **observação sistemática não participante**, onde o pesquisador sabe quais aspectos da comunidade ou grupo que são significativos para alcançar os objetivos traçados e elabora previamente um plano de observação. Assim, implica-se em estabelecer categorias necessárias para análise da situação (GIL, 1989). As categorias utilizadas foram levantamento dos elementos do Modelo Sistema de Atividade de Engeström e das contradições primárias e secundárias entre os elementos do sistema. Além disso, não houve interferência da pesquisadora nas atividades, por isso não participante.

Esta observação aconteceu na vida real, ou seja, no ambiente das salas de aula. Foram acompanhadas as aulas de Ciências Naturais de 2 turmas de 5º ano da Escola Municipal Engenho do Meio (manhã e tarde) e 2 turmas da Escola Estadual Padre Donino (manhã e tarde), totalizando como sujeitos 4 professoras e aproximadamente 115 alunos. O acompanhamento foi realizado durante um semestre (2018.2), sendo observadas em torno

⁵ Indicador criado pelo Governo Federal para avaliar a qualidade do ensino no território nacional Disponível no portal do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP).

de 6 a 9 aulas de duração de 2h aproximadamente de cada professora (≈ 50 horas totais). O registro foi efetuado a partir de diários de bordo e fichas de observação (APÊNDICE F).

5.3.4.4 Entrevistas com Professores de Ciências – Escolas Públicas (5º Ano)

Marconi e Lakatos (2003, p. 196) afirmam que a entrevista: é um encontro entre pessoas, a fim de que “uma delas obtenha informações a respeito de determinado assunto, mediante uma conversação de natureza profissional”. Explicam ainda que se trata de uma técnica utilizada especialmente na investigação social, tornando-se possível a coleta de dados para diagnóstico ou tratamento de problemas sociais. As principais vantagens são: (a) possibilita a obtenção de dados referentes aos mais diversos aspectos da vida social; (b) é uma técnica muito eficiente para obtenção de dados em profundidade acerca do comportamento humano; (c) os dados obtidos são suscetíveis de classificação e de quantificação.

O tipo aplicado foi a **entrevista semiestruturada individual**, onde o pesquisador tem um roteiro previamente estabelecido, fazendo questionamento de tópicos que deseja investigar, mas o com liberdade de realizar outras perguntas que desejar e considere relevantes para a pesquisa. Estes tópicos foram levantados segundo a referida Teoria da Atividade, produzindo um *checklist* com base nos elementos da Teoria da Atividade e possíveis contradições entre eles. Assim, foi possível sondar razões e motivos sem obedecer a uma estrutura formal, sendo um tipo de técnica mais indicado em estudos exploratórios. Foram entrevistadas as quatro professoras das escolas selecionadas, checando os dados observados e as contradições identificadas nas observações, buscando ainda novos dados e requisitos para a produção de materiais paradidáticos de apoio ao ensino da matéria. Para tabulação e tratamento de dados foi utilizada a técnica de análise de conteúdo Hermenêutica Dialética (MINAYO, 1999) nos discursos transcritos das entrevistas gravadas. Na última etapa, foi estruturada uma análise com base no mapeamento das contradições dos elementos do sistema da atividade de ensino.

5.3.5 FASE 05: Pesquisa Analítica

5.3.5.1 Sistemas de Atividades Ensino de Ciências – Escolas Públicas (5º Ano)

O Sistema de Atividades de ensino de Ciências Naturais foi levantado a partir das observações e entrevistas, produzindo com os dados uma **análise qualitativa**. Prodanov e Freitas (2013) explicam que a pesquisa qualitativa é aquela em que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito; com um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que dificilmente é traduzida através dados numéricos.

Em primeiro lugar, a abordagem utilizada foi qualitativa, onde o pesquisador faz uma abstração além dos dados obtidos: busca possíveis explicações (implícitas nos discursos ou documentos) para estabelecer configurações e fluxos de causa e efeito. Isso irá exigir constante retomada às anotações de campo, ao campo, à literatura e até mesmo à coleta de dados adicionais (Ibdem). Em geral, a forma de representação das interpretações da coleta de dados nas pesquisas qualitativas são nos formatos de textos narrativos, descritivos, esquemas, matrizes, diagramas, entre outros (LAKATOS; MARCONI, 2003).

Na pesquisa, os dados coletados foram analisados em cima das categorias analíticas traçadas utilizando os pressupostos teóricos e as ferramentas analíticas da Teoria da Atividade para realização da discussão e dos sistemas de atividades de ensino da matéria. Foram apresentadas em formatos esquemáticos e tabelas. A categorização consiste na organização dos dados para que o pesquisador possa tomar e tirar conclusões na pesquisa, requerendo a construção de um conjunto de categorias analíticas (PRODANOV; FREITAS, 2013). Estes autores explicam que para seu estabelecimento adequado é conveniente a realização de estudos exploratórios ou estudos dirigidos à construção de instrumentos para registro de dados; além disso, elas podem ser fundamentadas no referencial teórico da pesquisa. Nas pesquisas qualitativas, geralmente, o seu conjunto inicial estabelecido é “reexaminado e modificado sucessivamente, com vistas a obter ideais mais abrangentes e significativos” (Ibdem, 2013, p. 114). O tratamento dos dados, neste caso, foi feito em cima da análise de conteúdo dos dados coletados. A partir de então, pôde-se identificar as contradições primárias e secundárias, podendo realizar, em um segundo momento, uma lista de requisitos projetuais para o desenvolvimento do *kit*.

5.3.5.2 Requisitos Projetuais para Produção do *Kit* Paradidático

Os requisitos projetuais para produção do *kit* paradidático para o ensino de Ciências Naturais nos anos iniciais (5º ano) foi concebida baseada nos seguintes aspectos:

- (1) Adequação aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (BRASIL, 1997); Parâmetros Curriculares da Educação Básica de Pernambuco (PERNAMBUCO, 2013) e Política de Ensino da Rede Municipal do Recife (RECIFE, 2014);
- (2) Adequação aos Princípios do Infodesign (PETTERSSON, 2012; REDIG, 2004);
- (3) Lista de Contradições Identificadas no Sistema de Atividades (ENGSTRÖM, 1999);
- (4) Critérios de Seleção de Conteúdo de Ciências Naturais nos anos iniciais do Ensino Fundamental (BRASIL, 1997; RECIFE, 2015).

5.3.6 FASE 06: Pesquisa-ação (Projeto do *Kit* Paradidático)

Nesta fase, adotou-se a **pesquisa-ação**, modalidade que é concebida e realizada com uma estreita associação com uma ação ou como a resolução de um problema coletivo; onde os pesquisadores participantes da situação ou problema estão envolvidos de modo cooperativo e participativo, interagindo em função de um resultado esperado (PRODANOV; FREITAS, 2013). Neste caso, o pesquisador desempenha um papel ativo na própria realidade dos fatos observados. As principais características são elencadas por Thiollent (1998), a saber: (a) ampla e explícita interação entre pesquisadores e pessoas implicadas na situação investigada; (b) dessa interação se resulta uma ordem de prioridade dos problemas a serem resolvidos sob forma de ação concreta; (c) o objeto de investigação não é constituído pelas pessoas somente, mas sim pela situação social e pelas características da situação-problema; (d) o objetivo consiste em resolver ou pelo menos esclarecer os problemas da situação observada. Nesta pesquisa, o projeto do *kit* paradidático foi desenvolvido com colaboração das professoras, através de um processo participativo consultivo. Com base no quadro da página 76, foram agrupados os passos das diferentes metodologias de Infodesign (Redish (2000), Boswood (2002), Sless (2005), Simlinger (2007), Frascara (2011) e definidas 6 fases com características em comum para execução do projeto do *kit* de materiais paradidáticos de “matéria e energia” (tema selecionado):

- (1) Planejamento: definição do problema e objetivos, levantamento das necessidades e recursos, identificação do contexto sociocultural e regulamentações legais;
- (2) Coleta de informações: cronograma, equipe, definição de ferramentas de coleta de dados e busca de informações sobre escolas, professores e alunos;
- (3) Seleção de conteúdo: definição, seleção, planejamento e modelagem de conteúdos, organização do material, preparação da estrutura da informação, plano de layout;
- (4) Esboços e testes: esboço do projeto, produção do protótipo, realização de testes;
- (5) Produção: revisão/ajustes do protótipo, fechamento do projeto, envio para produção;
- (6) Implementação: implementação, monitoramento, avaliação (retroalimentação e revisão).

Em cada uma das fases, a elaboração do projeto foi realizada pela pesquisadora (designer) consultando as professoras do 5º ano para solicitar *feedback*. Além disso, o conteúdo em si de Matéria e Energia foi produzido com auxílio de um estudante de Gestão Ambiental e um professor de Engenharia Elétrica (UFPE) – que apresentaram sugestões e correções do material produzido.

6 RESULTADOS

Este capítulo é organizado da seguinte forma: (1) pesquisa documental dos livros paradidáticos de ciências naturais, realizando levantamento e identificação do perfil daqueles disponíveis no mercado; (2) pesquisa comparativa dos livros paradidáticos, realizando: (a) análise das capas dos livros, (b) avaliação heurística segundo princípios do Infodesign, (c) análise de gravidade dos problemas identificados; (3) pesquisa comparativa dos *kits* experimentais, identificando: (a) perfil comparativo dos *kits*/modelos, (b) análise comparativa das embalagens, (c) análise comparativa dos manuais paradidáticos inclusos nos *kits*; (4) pesquisa de campo (analítica), identificando os elementos dos sistemas de atividades no ensino de ciências naturais nas escolas públicas do Recife, realizando amostragem para seleção de escolas e mapeamento das contradições primárias e secundárias nestes contextos; (5) pesquisa-ação para o desenvolvimento do *kit* paradidático de matéria e energia.

6.1 PESQUISA DOCUMENTAL

6.1.1 Perfil dos Livros Paradidáticos de Ciências Naturais

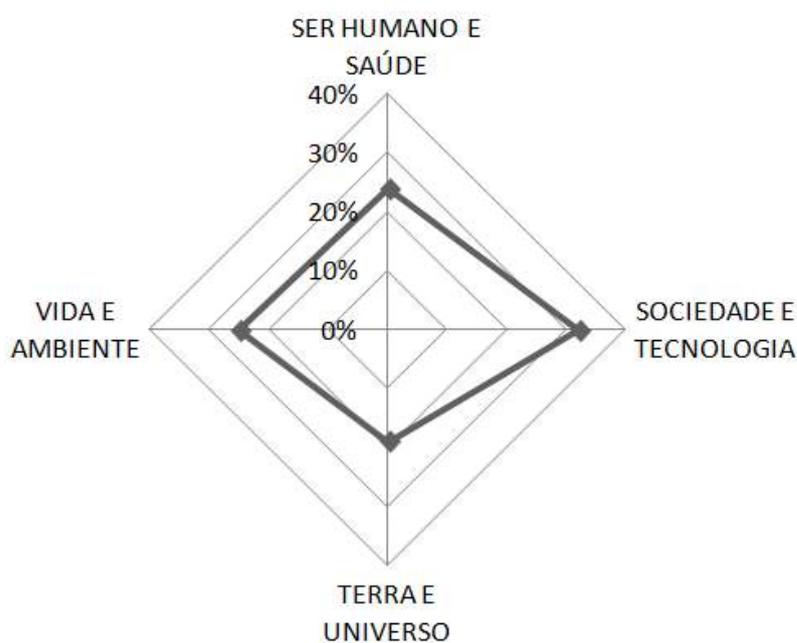
Após realização das buscas utilizando as palavras-chave elencadas (vide capítulo de metodologia, p. 112), foram encontrados um total de 121 livros publicados com os assuntos de Ciências Naturais para o 5º ano do Ensino Fundamental. Através de uma observação macro, realizando uma classificação dos assuntos abordados em relação ao eixo temático, constatou-se que a distribuição da quantidade de livros por eixo ficou relativamente equilibrada. Entretanto, o eixo “Sociedade e Tecnologia” teve um maior destaque, *cf.* pode ser apreciado na Tabela 31. Identificou-se, contudo, que determinados livros apresentavam conhecimentos transversais, apresentando conteúdos que poderiam ser enquadrados em mais de um eixo ao mesmo tempo; gerando uma superposição. Em busca de uma melhor representação, foi realizada esta nova classificação. Os resultados se mantiveram próximos, mas o eixo “Sociedade e Tecnologia” continuou em destaque, conforme se vê no gráfico radar ilustrado na Figura 33.

Tabela 31 – Número de publicações de livros paradidáticos de Ciências.

EIXO	LIVROS	%
SER HUMANO E SAÚDE	28	23%
SOCIEDADE E TECNOLOGIA	44	36%
TERRA E UNIVERSO	24	20%
VIDA E AMBIENTE	25	21%
TOTAL	121	100%

Fonte: própria autora. Período de referência: 1996-2018.

Figura 33 – Gráfico radar de publicações de livros paradidáticos de Ciências.



Fonte: própria autora.

Efetuando-se uma análise a um nível micro, pôde-se observar que, apesar de certo equilíbrio entre os eixos (24%, 19%, 32%, 25%) (Tabela 32), alguns assuntos são evidenciadamente mais abordados que outros. O que chamou atenção foi que os conteúdos mais contemplados nos livros paradidáticos elencados foram: Sustentabilidade (24,4%), Biodiversidade/seres vivos (14,1%), Universo (12,6%) e Corpo Humano (8,9%). Entretanto, alguns assuntos de ligação direta com saúde, sociedade e tecnologia tiveram uma baixa cobertura: alimentação/nutrição (3%), solo (3%) e biotecnologia (0,7%). Ou seja, quando quase ¼ dos livros focam em sustentabilidade, assuntos como biotecnologia (células tronco, inseminação artificial, fertilização *in vitro*, genética/hereditariedade, transgênicos, etc.) e alimentação/nutrição praticamente não são produzidos. Observa-se tendências de conteúdos mais comuns e lacunas com demandas emergentes para novas publicações.

Tabela 32 – Percentual de livros paradidáticos de Ciências por eixo temático.

SER HUMANO E SAÚDE	PUBLICAÇÕES	%
CORPO HUMANO	12	8,9%
SEXUALIDADE	7	5,2%
SAÚDE	9	6,7%
ALIMENTAÇÃO/NUTRIÇÃO	4	3,0%
TOTAL	32	24%

TERRA E UNIVERSO	PUBLICAÇÕES	%
TERRA	9	6,7%
UNIVERSO	17	12,6%
TOTAL	26	19%

TECNOLOGIA E SOCIEDADE	PUBLICAÇÕES	%
SUSTENTABILIDADE	33	24,4%
MATÉRIA E ENERGIA	9	6,7%
BIOTECNOLOGIA	1	0,7%
TOTAL	43	32%

VIDA E AMBIENTE	PUBLICAÇÕES	%
BIODIVERSIDADE/SERES VIVOS	19	14,1%
ECOLOGIA	5	3,7%
ÁGUA	6	4,4%
SOLO	4	3,0%
TOTAL	34	25%

Fonte: própria autora.

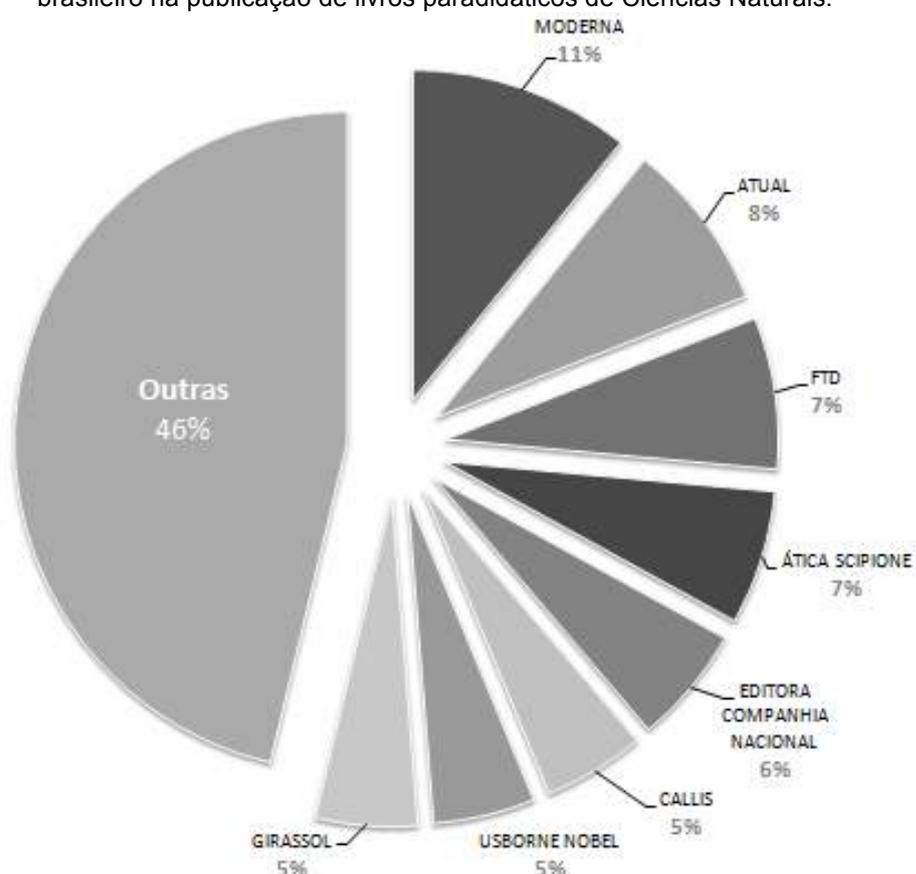
Em relação às editoras, das 121 publicações levantadas, foram identificadas um total de 43. Dentre estas, observa-se que poucas delas já representam uma grande fatia de mercado em relação à publicação de livros paradidáticos para ensino de Ciências Naturais. Somente duas editoras já representam quase 20% de todos os livros encontrados (Tabela 33). Além disso, oito editoras, que representam cerca de 20% do total, já abocanham mais da metade do mercado (54%). São elas: Moderna (11%), Atual (8%), FTD (7%), Ática Scipione (7%), Editora Companhia Nacional (6%), Callis (5%), Usborne Nobel (5%) e Girassol (5%) (Figura 34).

Tabela 33 – Número de editoras × número de publicações realizadas.

N. de editoras	% de editoras	N. de publicações	% de publicações
2	5%	23	19%
5	12%	47	39%
8	19%	65	54%
13	30%	86	71,10%
18	42%	96	79,30%
43	100%	121	100%

Fonte: própria autora.

Figura 34 – Gráfico pizza da participação das principais editoras no mercado brasileiro na publicação de livros paradidáticos de Ciências Naturais.

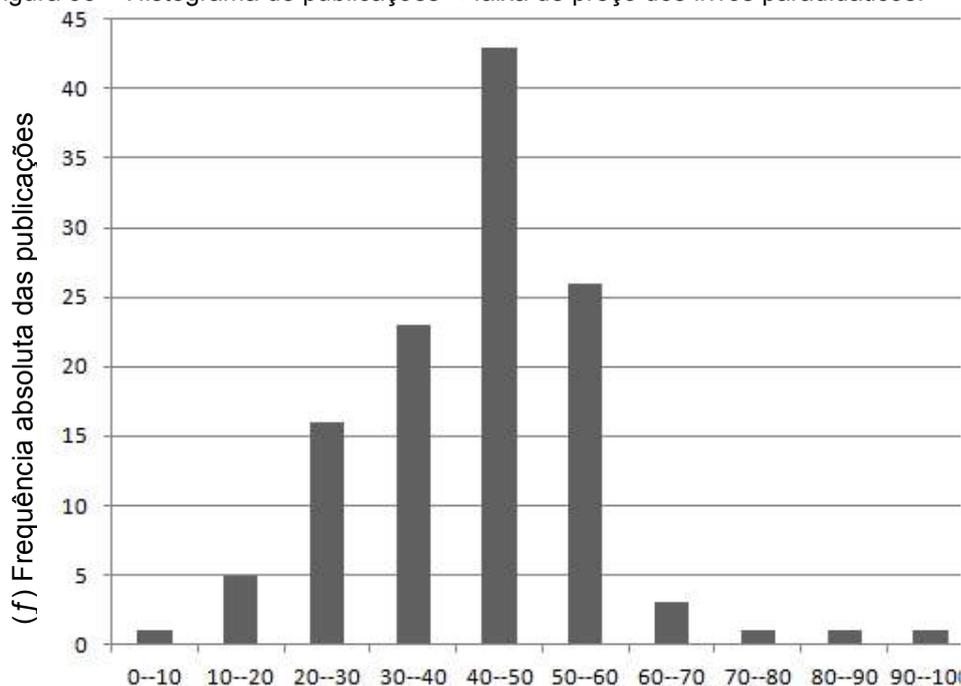


Fonte: própria autora. Período de referência: 1996-2018.

Outro fator observado foi a faixa de preços dos livros paradidáticos. Com auxílio da ferramenta Excel, foi elaborado um rol dos preços das publicações, tendo o menor valor encontrado de R\$ 6,00 (livro/revista estilo HQ) e o maior de R\$ 99,00 (livro contendo peças quebra-cabeça para montar e mover). Entretanto, esses dois valores tiveram uma baixa frequência, apenas um livro de cada, considerados pontos fora da curva (*outliers*). Para melhor análise e tratamento dos dados, foi utilizada a estatística descritiva para preparar uma tabela com 10 classes de intervalos de 10 (R\$ 0,00 a R\$ 9,99; R\$ 10,00 a R\$ 19,99,

etc.). O número de classes foi escolhido aplicando a regra empírica que sugere uma partição em aproximadamente $\sqrt{n} \approx 10,9$ – sendo n o número de amostras disponíveis. Em seguida, foi contabilizada a frequência de preços em cada faixa. A partir de então, pôde-se traçar um gráfico estilo histograma para melhor visualização do comportamento dos preços desses livros paradidáticos (Figura 35).

Figura 35 – Histograma de publicações × faixa de preço dos livros paradidáticos.



(Δ) Classes de Faixas de Preços em R\$ (intervalo de 10)

Fonte: própria autora.

Os dados são denotados por x_i com $i = 1, 2, \dots, 120$ e os dados classificados em ordem crescente por $x_{(i)}$. Pode-se observar, a partir do histograma, que a maior frequência de preços encontra-se na faixa de R\$ 40,00 a R\$ 49,99. Para ter dados mais precisos, foi calculada a média, a moda, a mediana e o desvio padrão com base nos dados anotados.

$$\text{Média: } \bar{X} = \frac{1}{120} \sum_{i=1}^{120} x_i$$

$$\text{Mediana: } X_{med} = \frac{x_{(60)} + x_{(61)}}{2}$$

$$\text{Desvio Padrão: } \sigma = \sqrt{\frac{1}{119} \sum_{i=1}^{120} (x_i - \bar{X})^2}$$

Os resultados destes parâmetros encontram-se compilados na Tabela 34. Veja que a média (\bar{X}) corresponde à média aritmética dos preços listados, enquanto a mediana (X_{med}) é calculada a partir da média entre os elementos centrais no rol de preços classificados. Já a

moda diz respeito ao preço de maior frequência relativa. O desvio padrão (σ) fornece uma indicação do grau de flutuação dos preços com relação ao valor médio. Grosso modo, isto significa que o intervalo entre R\$ 27,87 e R\$ 57,23 ($42,55-14,68 = 27,87$ e $42,55+14,68=57,23$) contém, aproximadamente, 68% dos livros pesquisados.

Tabela 34 – Estatística descritiva dos preços dos livros paradidáticos.

	PREÇO (R\$)
Média	42,55
Moda	42,00
Mediana	44,00
Desvio	14,68

Fonte: própria autora.

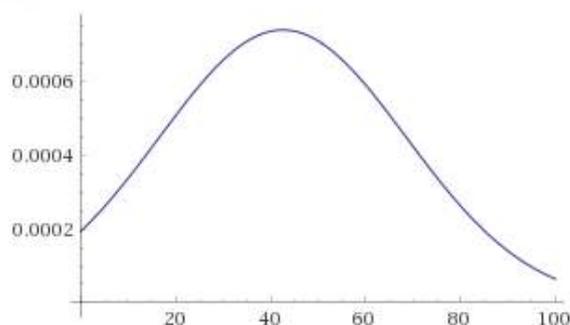
Do ponto de vista probabilístico, a partir dos dados levantados, pôde-observar que o comportamento dos preços está próximo de uma distribuição normal padrão (curva *gaussiana*), a distribuição de probabilidade mais utilizada para modelar fenômenos naturais (CAMPOS *et al.*, 2017). A curva foi traçada com auxílio do *software online* WolframAlpha (Disponível gratuitamente em <http://www.wolframalpha.com/>) e pode ser observada na Figura 36. A fórmula já é disponível no software, sendo preciso apenas fornecer o valor da média e do desvio (neste caso, 42,55 e 14,68 respectivamente).

Figura 36 – Curva gaussiana da distribuição dos preços dos livros paradidáticos.

Input interpretation:

plot	$\frac{1}{2\pi \times 14.68^2} \exp\left(-\frac{(x - 42.55)^2}{2\pi \times 14.68^2}\right)$	$x = 0 \text{ to } 100$
------	---	-------------------------

Plot:



Fonte: Wolframalpha

A partir desta aproximação, é possível calcular a proporção de livros paradidáticos de Ciências Naturais disponíveis no mercado nacional com preços mais baixos. Para tal, foram considerados os preços inferiores a R\$ 25,00 (matematicamente $X < 25$). Para calcular, apenas digite na barra do Wolframalpha o seguinte comando `X~normal(42.55,14.68), P(X<25)`. O resultado demonstra que é da ordem de 10%. Ou seja, 90% dos livros possuem preços acima deste valor. Os preços praticados podem ser considerados elevados para uma família típica que possua filhos estudantes na escola pública. Já para compra pelas próprias escolas, o valor também pode ser considerado alto, já que ainda precisariam ser comprados livros para contemplar outras matérias (matemática, português, geografia, história, etc.). Tais preços serão comparados com aqueles estimados para os *kits* produzidos.

Um dos aspectos interessantes da análise consistiu também em investigar a dinâmica no espaço temporal de publicações de livros paradidáticos nos últimos anos, em função dos eixos temáticos. *A priori*, não se tem uma ideia concreta da produção e disponibilidade destes livros por área temática. A amostra (121 livros anotados) foi separada por eixo temático e pode ser observada na Tabela 35. A partir da pesquisa, constatou-se que o livro mais antigo teve sua primeira edição em 1996. Observa-se, desta forma, que a publicação de livros paradidáticos com enfoque em Ciências Naturais é uma preocupação muito recente, visto que só faz pouco mais de 20 anos. Fazendo uma relação com o estudo histórico do ensino desta matéria no país, observou-se que o PCN de Ciências Naturais foi elaborado em 1997. Provavelmente, a partir destas reformulações, surgiu uma maior demanda e interesse das editoras em desenvolver e publicar livros com tais abordagens.

Tabela 35 – Evolução temporal das publicações dos livros paradidáticos.

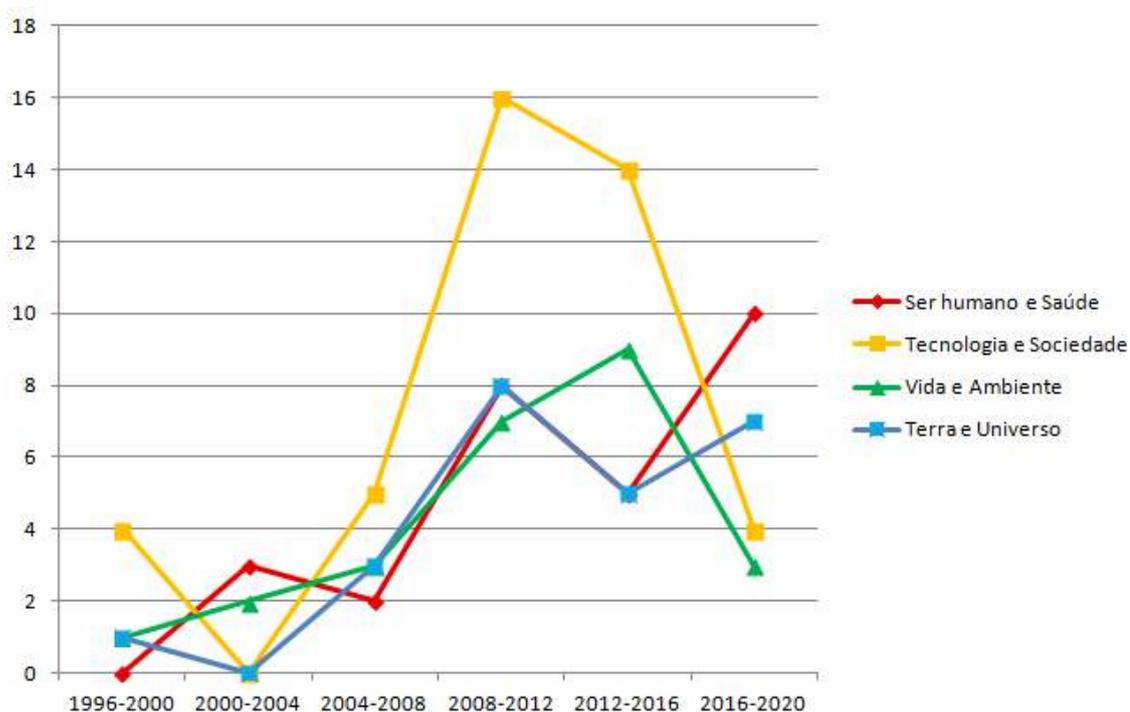
ANOS / EIXOS	SER HUMANO E SAÚDE	TECNOLOGIA E SOCIEDADE	VIDA E AMBIENTE	TERRA E UNIVERSO	TOTAL
1996-2000	0	4	1	1	6
2000-2004	3	0	2	0	5
2004-2008	2	5	3	3	13
2008-2012	8	16	7	8	39
2012-2016	5	14	9	5	33
2016-2020	10	4	3	7	24
TOTAL	28	43	25	24	

Fonte: própria autora. Período de referência: 1996-2018.

Estes dados foram traçados também em um gráfico (Figura 37) (apesar da redundância), na qual se permite uma melhor visualização imagética dos dados tratados.

Observa-se uma nítida oferta crescente, especialmente em “Tecnologia e Sociedade”, a partir de 2006, com relação aos demais eixos temáticos. Isto pode ser provavelmente atribuído ao interesse crescente da população por temas ligados à sustentabilidade; além de uma maior contextualização da ciência com a sociedade, como prega a abordagem CTS. Fazendo um paralelo em relação à academia, o estado da arte da produção de pesquisas científicas em relação ao ensino de Ciências Naturais com abordagem CTS (principalmente para os primeiros anos do Ensino Fundamental) surge a partir de 2009, ano no qual se observou um aumento acentuado de estudos, tendo seu pico em 2013 (PINTO; VERMELHO, 2017; FERST, 2013). Observa-se, desta forma, que os estudos da academia têm acompanhado diretamente a demanda da sociedade e as próprias tendências de mercado em relação ao desenvolvimento de livros paradidáticos.

Figura 37 – Curvas de evolução dos livros paradidáticos por eixo temático.



Fonte: própria autora. Período de referência: 1996-2018.

Ainda observando o gráfico, em relação ao comportamento e as tendências esperadas, apesar dessa análise ter sido finalizada em julho de 2018, observa-se que há uma clara predisposição para uma diminuição de publicações de livros em relação aos eixos “Tecnologia e Sociedade” e “Vida e Ambiente” e uma crescente de produções em relação aos eixos “Ser humano e Saúde” e “Terra e Universo”. Nestes últimos, os assuntos mais abordados têm sido, especialmente, corpo humano e universo (Tabela 35).

6.2 PESQUISA COMPARATIVA (LIVROS)

6.2.1 Análise Comparativa das Capas dos Livros Paradidáticos

Para realização da análise comparativa das capas da amostra dos livros paradidáticos de Ciências Naturais, do ponto de vista das informações, foram definidas cinco categorias, a saber: (a) informações verbais; (b) hierarquia da informação; (c) tipo de linguagem gráfica; (d) características tipográficas; e (e) paleta de cores. Tais categorias foram elencadas com base nas principais informações observáveis disponíveis nas capas e contracapas dos respectivos livros. As quatro primeiras foram ainda divididas em subcategorias, as quais podem ser vistas no quadro comparativo disponível na Tabela 37.

6.2.1.1 Informações Verbais

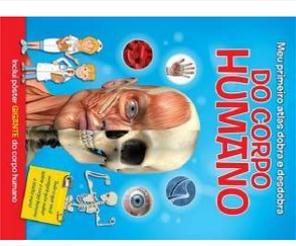
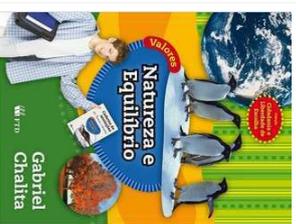
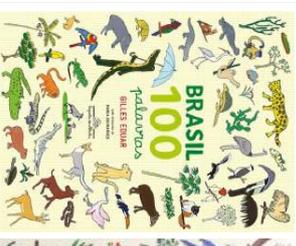
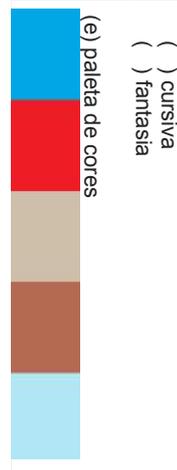
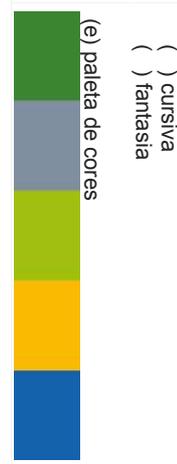
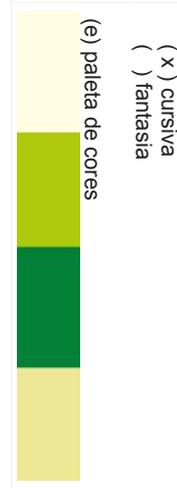
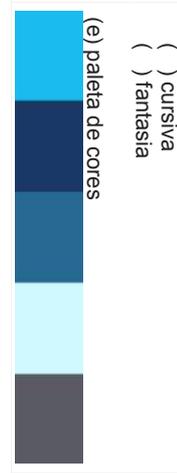
Com relação às informações verbais, foram levantadas de forma separada para capa e contracapa. A respeito das capas, as informações que apareceram foram cinco itens: título; subtítulo; autor; editora; e extras (nome da coleção, bônus do encarte, etc.). Entretanto, nem todos os livros apresentaram todos esses cinco níveis de informação. Foram preenchidos entre 2 a 5 destes itens, sendo as quantidades respectivas em cada livro CAPAS = {3,5,4,2,2,3,4,3}, com a média aproximada de três itens preenchidos. As informações que aparecem na maior parte dos livros foram título, subtítulo e autor. Metade dos livros selecionados não apresentou a editora na capa e menos de 40% possuiu alguma informação verbal além das já citadas. Em relação à contracapa, as informações foram: título, sinopse, editora e ficha catalográfica. No preenchimento dos itens da contracapa, o resultado obtido foi CONTRACAPA = {4,2,1,4,2,3,4,3}, com média de preenchimento de apenas 2,5 itens, arredondando-se para 3. As três informações que mais apareceram nas contracapas foram: sinopse (100% dos livros), editora (88%), título (63%). A ficha catalográfica apareceu em uma menor parte, apenas 38% (Tabela 36).

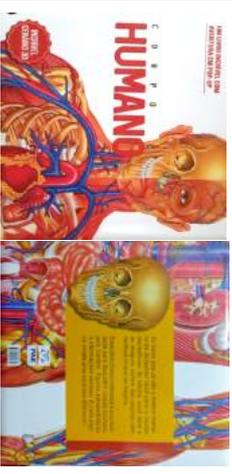
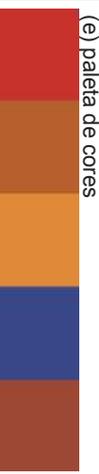
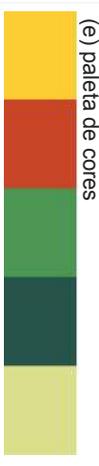
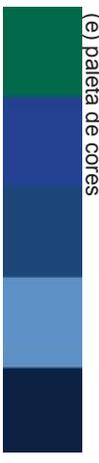
Tabela 36 – Frequência das informações nas capas/contracapas dos livros.

(A) INFORMAÇÕES VERBAIS			
CAPA		CONTRACAPA	
100%	Título	100%	Sinopse
75%	Subtítulo	88%	Editora
63%	Autor	63%	Título
50%	Editora	38%	Ficha Catalográfica
38%	Extras		

Fonte: própria autora.

Tabela 37 – Quadro Comparativo: capas dos Livros Paradidáticos de Ciências.

SER HUMANO E SAÚDE	TECNOLOGIA E SOCIEDADE	VIDA E AMBIENTE	TERRA E UNIVERSO
 	 	 	 
<p>(a) informações verbais</p> <p>CAPA <input checked="" type="checkbox"/> título <input checked="" type="checkbox"/> subtítulo <input type="checkbox"/> autor <input type="checkbox"/> editora <input checked="" type="checkbox"/> extras</p> <p>CONTRACAPA <input checked="" type="checkbox"/> título <input checked="" type="checkbox"/> sinopse <input checked="" type="checkbox"/> editora <input checked="" type="checkbox"/> ficha <input checked="" type="checkbox"/> extras</p>	<p>(a) informações verbais</p> <p>CAPA <input checked="" type="checkbox"/> título <input checked="" type="checkbox"/> subtítulo <input checked="" type="checkbox"/> autor <input checked="" type="checkbox"/> editora <input checked="" type="checkbox"/> extras</p> <p>CONTRACAPA <input type="checkbox"/> título <input checked="" type="checkbox"/> sinopse <input checked="" type="checkbox"/> editora <input type="checkbox"/> ficha <input checked="" type="checkbox"/> extras</p>	<p>(a) informações verbais</p> <p>CAPA <input checked="" type="checkbox"/> título <input checked="" type="checkbox"/> subtítulo <input checked="" type="checkbox"/> autor <input checked="" type="checkbox"/> editora <input type="checkbox"/> extras</p> <p>CONTRACAPA <input type="checkbox"/> título <input checked="" type="checkbox"/> sinopse <input type="checkbox"/> editora <input type="checkbox"/> ficha catalográfica</p>	<p>(a) informações verbais</p> <p>CAPA <input checked="" type="checkbox"/> título <input checked="" type="checkbox"/> subtítulo <input type="checkbox"/> autor <input type="checkbox"/> editora <input type="checkbox"/> extras</p> <p>CONTRACAPA <input checked="" type="checkbox"/> título <input checked="" type="checkbox"/> sinopse <input checked="" type="checkbox"/> editora <input checked="" type="checkbox"/> ficha <input type="checkbox"/> extras</p>
<p>(b) hierarquia da informação</p> <p>CAPA (3) título (1) subtítulo (-) autor (-) editora (2) extras</p> <p>CONTRACAPA (1) título/subtítulo (2) sinopse (3) editora (4) ficha (2) extras</p>	<p>(b) hierarquia da informação</p> <p>CAPA (1) título (-) subtítulo (2) autor (4) editora (3) extras</p> <p>CONTRACAPA (-) título/subtítulo (1) sinopse (2) editora (-) ficha (3) extras</p>	<p>(b) hierarquia da informação</p> <p>CAPA (1) título (-) subtítulo (2) autor (3) editora (-) extras</p> <p>CONTRACAPA (-) título/subtítulo (1) sinopse (-) editora (-) ficha (-) extras</p>	<p>(b) hierarquia da informação</p> <p>CAPA (2) título (1) subtítulo (-) autor (-) editora (-) extras</p> <p>CONTRACAPA (1) título/subtítulo (2) sinopse (3) editora (4) ficha (-) extras</p>
<p>(c) tipo de linguagem gráfica</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> fotografia <input checked="" type="checkbox"/> ilustração <input checked="" type="checkbox"/> desenho realista <input type="checkbox"/> iconografia</p>	<p>(c) tipo de linguagem gráfica</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> fotografia <input type="checkbox"/> ilustração <input type="checkbox"/> desenho realista <input type="checkbox"/> iconografia</p>	<p>(c) tipo de linguagem gráfica</p> <p><input type="checkbox"/> fotografia <input checked="" type="checkbox"/> ilustração <input type="checkbox"/> desenho realista <input type="checkbox"/> iconografia</p>	<p>(c) tipo de linguagem gráfica</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> fotografia <input checked="" type="checkbox"/> ilustração <input type="checkbox"/> desenho realista <input type="checkbox"/> iconografia</p>
<p>(d) características da tipografia</p> <p><input type="checkbox"/> com serifa <input checked="" type="checkbox"/> sem serifa <input type="checkbox"/> cursiva <input type="checkbox"/> fantasia</p> <p><input type="checkbox"/> caixa alta <input type="checkbox"/> caixa baixa</p>	<p>(d) características da tipografia</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> com serifa <input type="checkbox"/> sem serifa <input type="checkbox"/> cursiva <input type="checkbox"/> fantasia</p> <p><input type="checkbox"/> caixa alta <input checked="" type="checkbox"/> caixa baixa</p>	<p>(d) características da tipografia</p> <p><input type="checkbox"/> com serifa <input checked="" type="checkbox"/> sem serifa <input checked="" type="checkbox"/> cursiva <input type="checkbox"/> fantasia</p> <p><input type="checkbox"/> caixa alta <input type="checkbox"/> caixa baixa</p>	<p>(d) características da tipografia</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> com serifa <input type="checkbox"/> sem serifa <input type="checkbox"/> cursiva <input type="checkbox"/> fantasia</p> <p><input type="checkbox"/> caixa alta <input type="checkbox"/> caixa baixa</p>
<p>(e) paleta de cores</p> 	<p>(e) paleta de cores</p> 	<p>(e) paleta de cores</p> 	<p>(e) paleta de cores</p> 

SER HUMANO E SAÚDE	TECNOLOGIA E SOCIEDADE	VIDA E AMBIENTE	TERRA E UNIVERSO
			
<p>(a) informações verbais</p> <p>CAPA</p> <p><input checked="" type="checkbox"/>) título <input type="checkbox"/>) subtítulo <input type="checkbox"/>) autor <input type="checkbox"/>) editora <input checked="" type="checkbox"/>) extras</p> <p>CONTRACAPA</p> <p><input type="checkbox"/>) título <input checked="" type="checkbox"/>) sinopse <input checked="" type="checkbox"/>) editora <input type="checkbox"/>) ficha <input type="checkbox"/>) extras</p>	<p>(a) informações verbais</p> <p>CAPA</p> <p><input checked="" type="checkbox"/>) título <input type="checkbox"/>) subtítulo <input checked="" type="checkbox"/>) autor <input checked="" type="checkbox"/>) editora <input type="checkbox"/>) extras</p> <p>CONTRACAPA</p> <p><input checked="" type="checkbox"/>) título <input checked="" type="checkbox"/>) sinopse <input checked="" type="checkbox"/>) editora <input type="checkbox"/>) ficha <input type="checkbox"/>) extras</p>	<p>(a) informações verbais</p> <p>CAPA</p> <p><input checked="" type="checkbox"/>) título <input checked="" type="checkbox"/>) subtítulo <input checked="" type="checkbox"/>) autor <input checked="" type="checkbox"/>) editora <input type="checkbox"/>) extras</p> <p>CONTRACAPA</p> <p><input checked="" type="checkbox"/>) título <input checked="" type="checkbox"/>) sinopse <input checked="" type="checkbox"/>) editora <input checked="" type="checkbox"/>) ficha catalográfica</p>	<p>(a) informações verbais</p> <p>CAPA</p> <p><input checked="" type="checkbox"/>) título <input checked="" type="checkbox"/>) subtítulo <input checked="" type="checkbox"/>) autor <input type="checkbox"/>) editora <input type="checkbox"/>) extras</p> <p>CONTRACAPA</p> <p><input checked="" type="checkbox"/>) título <input checked="" type="checkbox"/>) sinopse <input checked="" type="checkbox"/>) editora <input type="checkbox"/>) ficha <input type="checkbox"/>) extras</p>
<p>(b) hierarquia da informação</p> <p>CAPA</p> <p>(1) título <input type="checkbox"/>) subtítulo <input type="checkbox"/>) autor <input type="checkbox"/>) editora <input type="checkbox"/>) extras</p> <p>CONTRACAPA</p> <p><input type="checkbox"/>) título/subtítulo <input type="checkbox"/>) sinopse <input type="checkbox"/>) editora <input type="checkbox"/>) ficha <input type="checkbox"/>) extras</p>	<p>(b) hierarquia da informação</p> <p>CAPA</p> <p>(1) título <input type="checkbox"/>) subtítulo <input type="checkbox"/>) autor <input type="checkbox"/>) editora <input type="checkbox"/>) extras</p> <p>CONTRACAPA</p> <p>(1) título/subtítulo <input type="checkbox"/>) sinopse <input type="checkbox"/>) editora <input type="checkbox"/>) ficha <input type="checkbox"/>) extras</p>	<p>(b) hierarquia da informação</p> <p>CAPA</p> <p>(1) título <input type="checkbox"/>) subtítulo <input type="checkbox"/>) autor <input type="checkbox"/>) editora <input type="checkbox"/>) extras</p> <p>CONTRACAPA</p> <p>(1) título/subtítulo <input type="checkbox"/>) sinopse <input type="checkbox"/>) editora <input type="checkbox"/>) ficha <input type="checkbox"/>) extras</p>	<p>(b) hierarquia da informação</p> <p>CAPA</p> <p>(1) título <input type="checkbox"/>) subtítulo <input type="checkbox"/>) autor <input type="checkbox"/>) editora <input type="checkbox"/>) extras</p> <p>CONTRACAPA</p> <p>(1) título/subtítulo <input type="checkbox"/>) sinopse <input type="checkbox"/>) editora <input type="checkbox"/>) ficha <input type="checkbox"/>) extras</p>
<p>(c) tipo de linguagem gráfica</p> <p><input type="checkbox"/>) fotografia <input type="checkbox"/>) ilustração <input checked="" type="checkbox"/>) desenho realista <input type="checkbox"/>) iconografia</p>	<p>(c) tipo de linguagem gráfica</p> <p><input type="checkbox"/>) fotografia <input checked="" type="checkbox"/>) ilustração <input type="checkbox"/>) desenho realista <input type="checkbox"/>) iconografia</p>	<p>(c) tipo de linguagem gráfica</p> <p><input type="checkbox"/>) fotografia <input checked="" type="checkbox"/>) ilustração <input type="checkbox"/>) desenho realista <input type="checkbox"/>) iconografia</p>	<p>(c) tipo de linguagem gráfica</p> <p><input type="checkbox"/>) fotografia <input type="checkbox"/>) ilustração <input type="checkbox"/>) desenho realista <input checked="" type="checkbox"/>) iconografia</p>
<p>(d) características da tipografia</p> <p><input type="checkbox"/>) com serifa <input checked="" type="checkbox"/>) sem serifa <input type="checkbox"/>) cursiva <input type="checkbox"/>) fantasia</p> <p><input type="checkbox"/>) caixa alta <input type="checkbox"/>) caixa baixa</p>	<p>(d) características da tipografia</p> <p><input checked="" type="checkbox"/>) com serifa <input type="checkbox"/>) sem serifa <input type="checkbox"/>) cursiva <input type="checkbox"/>) fantasia</p> <p><input type="checkbox"/>) caixa alta <input checked="" type="checkbox"/>) caixa baixa</p>	<p>(d) características da tipografia</p> <p><input type="checkbox"/>) com serifa <input checked="" type="checkbox"/>) sem serifa <input type="checkbox"/>) cursiva <input type="checkbox"/>) fantasia</p> <p><input type="checkbox"/>) caixa alta <input checked="" type="checkbox"/>) caixa baixa</p>	<p>(d) características da tipografia</p> <p><input type="checkbox"/>) com serifa <input checked="" type="checkbox"/>) sem serifa <input type="checkbox"/>) cursiva <input type="checkbox"/>) fantasia</p> <p><input type="checkbox"/>) caixa alta <input checked="" type="checkbox"/>) caixa baixa</p>
<p>(e) paleta de cores</p> 	<p>(e) paleta de cores</p> 	<p>(e) paleta de cores</p> 	<p>(e) paleta de cores</p> 

Fonte: própria autora.

6.2.1.2 Hierarquia da Informação

Em relação à segunda categoria, hierarquia da informação, foi identificada a sequência hierárquica atribuída às informações verbais. Isto foi possível através da observação do destaque das informações a partir do uso de recursos visuais como sequência, peso visual, proporção, tamanho, cor, entre outros. Para a capa, foram considerados os seguintes **itens**: (A) título, (B) subtítulo, (C) autor, (D) editora, (E) extras; já para contracapa: (F) título/subtítulo, (G) sinopse, (H) editora, (I) ficha catalográfica. Foi criado um **índice** a partir de valores numéricos atribuídos seguindo uma sequência crescente hierárquica, sendo o número 1 designado para a informação mais importante. Quando o item não se aplicava naquele livro, atribuiu-se o valor zero. Por exemplo, para o livro 03, o índice (1,0,2,3,0) da capa significa que o item mais relevante na ordem hierárquica foi o título (A), seguido de autor (C) e finalmente editora (D). Os demais itens, atribuídos zero, não constaram na capa.

Já para identificar a “moda”, foram observadas as colunas de cada item, identificando o valor atribuído para o nível de prioridade que aparece em maior frequência. Pode-se observar tais sequências compiladas na Tabela 38, com seus respectivos resultados obtidos para a “moda”. Observando a moda obtida para a capa sendo 1,0,2,0,0, verificou-se que o item título foi aquele de maior prioridade, seguido do item autor. Para os demais dados, o zero teve maior aparição, trazendo a reflexão que tais itens não foram considerados prioritários no projeto da capa. No caso da contracapa, a ordem ficou iniciando com título, seguido da sinopse e da editora (logotipo/marca).

Tabela 38 – Índices hierárquicos das informações nas capas/contracapas.

LIVRO	(B) HIERARQUIA DA INFORMAÇÃO								
	ITENS DA CAPA					ITENS DA CONTRACAPA			
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Livro 01	3	1	0	0	2	1	2	3	4
Livro 02	1	0	2	4	3	0	1	2	0
Livro 03	1	0	2	3	0	0	1	0	0
Livro 04	2	1	0	0	0	1	2	3	4
Livro 05	1	0	0	0	2	0	1	2	0
Livro 06	1	0	2	3	0	1	2	3	0
Livro 07	1	2	3	4	0	1	2	4	3
Livro 08	1	3	2	0	0	1	2	3	0
MODA	1	0	2	0	0	1	2	3	0

Fonte: própria autora.

Entretanto, esta forma de avaliar desconsidera a sequência votada na lista de prioridades, uma vez que não segue a ordem atribuída, apenas contabiliza a quantidade de votos por item. Foi realizada uma nova análise, na qual foi construída uma matriz contendo as listas das sequências de hierarquia da informação para os livros examinados. A matriz obtida para a capa é de ordem 8×5 , total de 8 livros (8 linhas, ou seja, 1 linha para cada livro) e 5 níveis de prioridade (5 colunas, 1 coluna para cada nível, informando o item considerado). Para livros que não contemplavam todos os itens, a sequência hierárquica foi completada com o símbolo “_”, indicando a ausência do nível. Tal matriz pode ser observada na Tabela 39. Um processo idêntico também foi efetuado para a contracapa.

Tabela 39 – Matrizes dos níveis hierárquicos das informações das capas.

1º PASSO						2º PASSO						
ITENS POR LIVRO		NÍVEL DE PRIORIDADE					ITENS POR LIVRO		NÍVEL DE PRIORIDADE			
		1º	2º	3º	4º	5º			2º	3º	4º	5º
	Livro 01	B	E	A	_	_			B	E	_	_
	Livro 02	A	C	E	D	_			C	E	D	_
	Livro 03	A	C	D	_	_			C	D	_	_
	Livro 04	B	A	_	_	_			B	_	_	_
	Livro 05	A	E	_	_	_			E	_	_	_
	Livro 06	A	C	D	_	_			C	D	_	_
	Livro 07	A	B	C	D	_			B	C	D	_
	Livro 08	A	C	B	_	_			C	B	_	_

Fonte: própria autora.

Na primeira coluna, constata-se que a votação majoritária dos livros analisados indicou que o item A era o mais relevante, aparecendo com 6 votos dos 8 para a primeira posição. Isto significa que o item de maior prioridade é o título (item A). Para prosseguir a análise, apagam-se todas as posições na matriz original que contem o item A (pois já foi considerado), mantendo-se os demais. Constrói-se uma nova matriz reduzida, cujas dimensões correspondem a 8×4 no segundo passo, conforme pode ser visto na tabela. Neste segundo passo, o item C foi o mais relevante, aparecendo com 5 votos dos 8 para a segunda posição. Este procedimento foi iterado reduzindo a dimensão da matriz em cada novo passo, até a ordem 8×1 no passo final. O resultado sumarizado de cada passo é apresentado na Tabela 40. Em resumo, a hierarquia encontrada na capa da amostra dos livros foi a seguinte: 1º título, 2º autor, 3º subtítulo, 4º editora/extras (empatados). Já na contracapa, a sequência foi 1º título, 2º sinopse e 3º editora.

Tabela 40 – Sequência dos níveis hierárquicos das informações das capas.

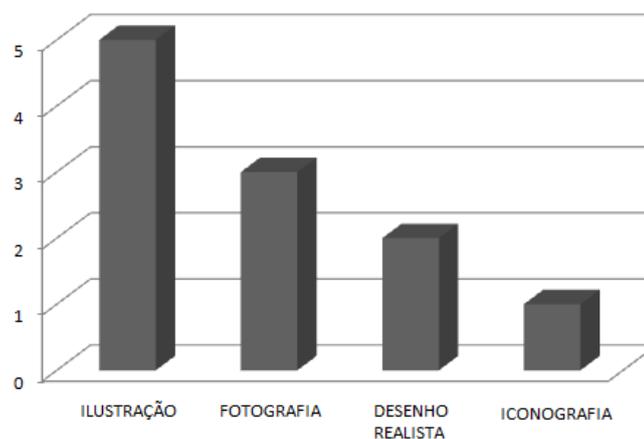
LIVRO	HIERARQUIA DA CAPA				HIERARQUIA DA CONTRACAPA			
	1º	2º	3º	4º	1º	2º	3º	4º
Livro 01	B	B	B	E	F	G	H	I
Livro 02	A	C	E	E	F	G	–	–
Livro 03	A	C	D	D	F	–	–	–
Livro 04	B	B	B	–	F	G	H	I
Livro 05	A	E	E	E	F	G	–	–
Livro 06	A	C	D	D	F	G	H	–
Livro 07	A	B	B	D	F	G	I	H
Livro 08	A	C	B	–	F	G	H	–
HIERARQUIA	A	C	B	D/E	F	G	H	–

Fonte: própria autora.

6.2.1.3 Tipo de Linguagem Gráfica

Quatro diferentes tipos de linguagens gráficas (representações pictóricas) foram encontradas nos livros da amostra, foram elas: ilustração, fotografia, desenho realista e iconografia. Observou-se que um livro poderia utilizar mais de um destes recursos, então, foi calculada a frequência cumulativa dos dados. Por exemplo, o livro 01 apresentou três linguagens gráficas diferentes na capa e o livro 04 apresentou duas. Já o restante utilizou apenas uma das quatro. Calculando a média do uso da quantidade de linguagens pictóricas nos livros da amostra, temos o valor de 1,25, arredondando para 1. Nota-se, nesta amostra, haver uma predisposição por parte dos designers editoriais/editoras a optar apenas por um tipo de linguagem pictórica preferencial na capa. A linguagem mais utilizada foi a ilustração (46%), seguido de fotografia (27%), tendo o desenho realista e a iconografia apresentado menores proporções (18%, 9% respectivamente) (Figura 38).

Figura 38 – Linguagens visuais utilizadas nas capas dos livros.

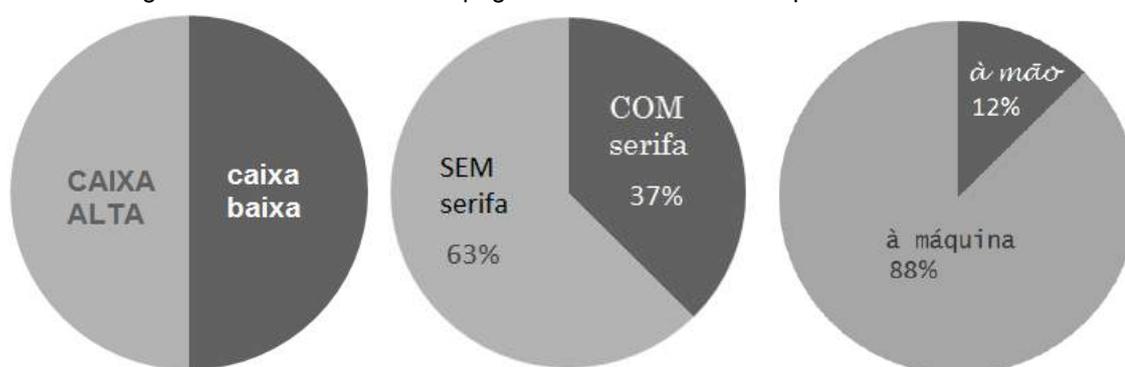


Fonte: própria autora.

6.2.1.4 Características Tipográficas

Sobre as tipografias, dos oito livros analisados, observou-se um empate entre o uso de caixa alta e caixa baixa nos títulos. Em relação ao uso de serifas, a maior parte não as utilizou (63%). Das que utilizaram serifas, duas foram egipcianas e 1 moderna; enquanto as sem serifa, todas foram humanistas. A preferência também foi pelo uso de letras com formato de máquina em maiores proporções (88%), contra apenas 12% de letras cursivas (formato à mão). Os gráficos em pizza apresentam o resumo (Figura 39).

Figura 39 – Características Tipográficas dos títulos das capas dos livros.



Fonte: própria autora.

6.2.1.5 Paleta de Cores

Em se tratando da paleta de cores utilizadas nas capas dos livros, realizou-se uma comparação por eixo, com objetivo de identificar as cores predominantes. Notou-se que, no eixo “Ser Humano e Saúde”, o uso das cores provavelmente está associado ao corpo humano, considerando tons de pele (pastéis amarronzados) e o sistema circulatório (vermelho – venoso; azul – arterial). No eixo “Tecnologia e Sociedade” as cores dominantes foram verde e amarelo; no eixo “Vida e Ambiente” foram tons de verdes (ambiente, plantas) e para “Terra e Universo” tons de azul (cor da Terra, do céu, do universo) (Figura 40).

Figura 40 – Paletas de cores das capas dos livros por eixo temático.



Fonte: própria autora.

6.2.2 Avaliação Heurística dos Livros Paradidáticos

Este método teve por objetivo avaliar o desempenho do ponto de vista dos princípios e diretrizes do Design da Informação na amostra de livros paradidáticos de editoras, linguagens e eixos temáticos diferentes. Os especialistas realizaram avaliação através de uma escala *Likert* contendo notas variando entre um a cinco, sendo: “1” ruim, “2” fraco, “3” regular, “4” bom, “5” excelente. Entretanto, após avaliação, como as médias somaram casas decimais, optou-se por realizar uma nova classificação, criando-se uma tabela de equivalência de notas (Tabela 41). Outro aspecto é que foram atribuídas cores para facilitar leitura (visual) em tabelas e gráficos.

Tabela 41 – Categorias para análise do desempenho da avaliação heurística.

CONCEITO	AVALIAÇÃO	EQUIVALÊNCIA	COR
Excelente	5,0 – 4,5	10,0 – 9,0	
Bom	4,4 – 4,0	8,9 – 8,0	
Regular	3,9 – 3,5	7,9 – 7,0	
Fraco	3,4 – 3,0	6,9 – 6,0	
Ruim	2,9 – 0,0	5,9 – 0,0	

Fonte: própria autora.

Os livros foram avaliados segundo um total de 23 princípios, categorizados em seis blocos (funcionais, estéticos, administrativos, cognitivos, tempo da mensagem e forma da mensagem). A Tabela 42 apresenta um resumo a partir do cálculo das médias aritméticas entre as notas dadas pelos avaliadores. Nas linhas (horizontais) são apresentados os princípios, enquanto que nas colunas (verticais) estão cada um dos livros paradidáticos avaliados. Assim, por exemplo, o livro 3 obteve uma avaliação “ruim” (2,0) no princípio “simplicidade”. A última linha demonstra as médias gerais de desempenho de cada livro, enquanto que a última coluna apresenta o resultado das médias de todos os livros naquele determinado princípio. Além disso, há a média por blocos (média aritmética dos princípios daquele bloco). Neste caso, como exemplo, podemos dizer que o livro 6 teve avaliação média “excelente” (4,6) para os princípios do bloco “cognitivo”. Também foram atribuídas cores às células da tabela, apresentando de maneira visual os resultados obtidos. Além disso, foi criada uma tabela apenas com os resultados finais das notas (Tabela 43).

Nos próximos subtópicos são discutidos os seguintes aspectos: (1) médias gerais dos livros paradidáticos: (A) média geral total, (B) média por bloco, (C) média por princípio, (D) média por eixo; (2) médias específicas da avaliação de desempenho de cada livro.

Tabela 42 – Resumo geral das notas da avaliação heurística.

		LIVROS								
PRINCÍPIOS		1	2	3	4	5	6	7	8	MÉDIA
FUNCIONAIS	1. Problema	3,3	4,7	3,7	4,7	4,3	4,3	4,7	4,7	4,3
	2. Estrutura	3,3	4,0	2,3	4,0	3,7	5,0	4,3	4,3	3,9
	3. Clareza	2,7	4,3	2,3	3,3	4,0	4,7	4,3	4,7	3,8
	4. Simplicidade	2,0	4,7	2,0	4,0	3,0	4,7	3,7	4,3	3,6
	5. Ênfase	3,7	4,7	2,7	3,3	3,3	4,0	4,0	4,0	3,7
	6. Unidade	4,0	4,7	2,3	4,7	4,3	5,0	4,3	4,0	4,2
MÉDIA		3,2	4,5	2,6	4,0	3,8	4,6	4,2	4,3	3,9
ESTÉTICOS	7. Harmonia	4,0	3,0	3,0	4,7	3,7	5,0	4,0	4,0	3,9
	8. Proporção	2,7	3,7	3,0	3,7	3,7	3,7	4,3	4,0	3,6
	9. Analogia	3,3	4,3	4,3	5,0	4,3	4,0	4,3	4,7	4,3
	10. Consistência	3,3	4,0	4,0	4,7	4,0	5,0	4,0	4,0	4,1
MÉDIA		3,3	3,8	3,6	4,5	3,9	4,4	4,2	4,2	4,0
ADMINIST.	11. Acesso	4,3	4,0	4,3	4,3	4,0	4,3	4,0	4,0	4,2
	12. Custo	4,7	4,3	4,7	3,3	3,3	4,0	3,3	3,7	3,9
	13. Ética	4,0	4,3	5,0	3,3	4,3	5,0	3,7	3,7	4,2
	14. Qualidade	4,3	5,0	4,3	4,7	5,0	5,0	4,7	4,7	4,7
MÉDIA		4,3	4,4	4,6	3,9	4,2	4,6	3,9	4,0	4,2
COGNITIVOS	15. Atenção	2,0	4,3	3,3	4,0	3,7	5,0	4,0	4,7	3,9
	16. Percepção	3,0	4,3	2,3	4,0	3,7	4,7	4,7	4,3	3,9
	17. Carga Mental	3,0	3,7	3,0	4,7	3,7	4,7	4,0	4,3	3,9
	18. Memória	3,0	3,7	2,3	4,3	3,0	4,0	3,7	4,0	3,5
MÉDIA		2,8	4,0	2,7	4,3	3,5	4,6	4,1	4,3	3,8
TEMPO	19. Oportunidade	3,0	4,7	3,0	4,7	4,3	4,7	4,3	4,7	4,2
	20. Estabilidade	3,0	4,7	2,7	4,7	4,0	5,0	4,0	4,7	4,1
MÉDIA		3,0	4,7	2,9	4,7	4,2	4,9	4,2	4,7	4,1
FORMA	21. Concisão	2,3	5,0	2,0	4,3	2,3	4,7	3,7	4,0	3,5
	22. Coloquialidade	3,7	4,3	4,3	5,0	3,7	5,0	4,3	5,0	4,4
	23. Cordialidade	4,7	5,0	4,7	5,0	4,7	5,0	5,0	5,0	4,9
MÉDIA		3,6	4,8	3,7	4,8	3,6	4,9	4,3	4,7	4,3
MÉDIA GERAL		3,4	4,4	3,3	4,4	3,8	4,7	4,1	4,4	4,1

Fonte: própria autora.

Tabela 43 – Resumo das avaliações de desempenho na avaliação heurística.

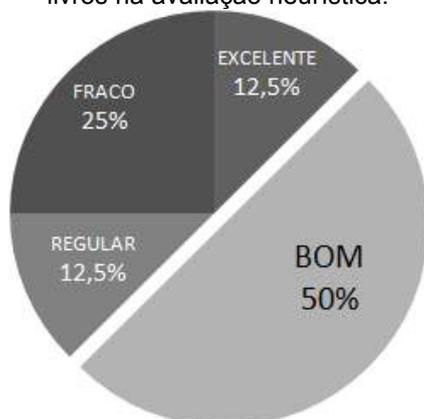
	LIVRO	EQUIVALÊNCIA	AVALIAÇÃO
1	Eu produzo menos lixo	6,8	FRACO
2	O mundo em infográficos	8,8	BOM
3	Natureza e Equilíbrio	6,6	FRACO
4	Corpo humano	8,8	BOM
5	O genial mundo das Ciências	7,6	REGULAR
6	Brasil 100 palavras	9,4	EXCELENTE
7	Meu primeiro do corpo humano	8,2	BOM
8	Meu livro gigante do mundo e do universo	8,8	BOM

Fonte: própria autora.

6.2.2.1 Média Geral do desempenho dos Livros Paradidáticos

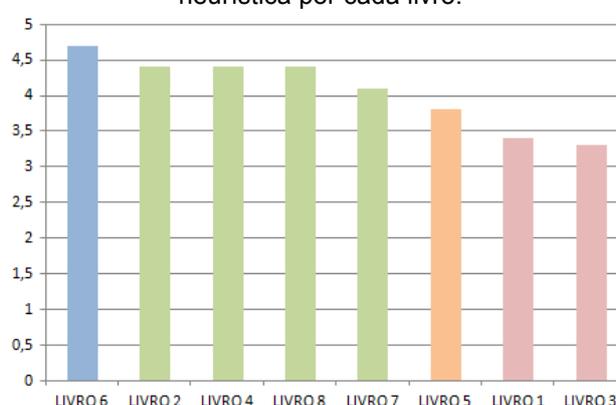
Dos oito livros avaliados na amostra, a média geral obtida em todos os princípios, identificando um desempenho geral total do ponto de vista do Infodesign, ficou em 4,1, equivalente a uma nota 8,2, classificada como “boa”. Metade dos livros foram avaliados como “bons”, um quarto deles como “fracos” e apenas um livro “excelente” e um livro “regular” (Figura 41). Fazendo um balanço, 75% dos livros “passariam por média”, sendo avaliados no geral com notas iguais ou superiores equivalentes a 7,0 (pensando em uma escala de 0 a 10). O livro que apresentou melhor avaliação, com média geral 4,7 (equivalente a 9,4) foi o livro “Brasil 100 Palavras”. Já os livros com avaliação geral mais baixa foram “Natureza e Equilíbrio” (6,6) e “Eu produzo menos lixo” (6,8), tendo ambos os livros do eixo Tecnologia e Sociedade sido classificados como fracos. O gráfico em colunas apresentado na Figura 42 demonstra as médias gerais obtidas por cada um dos livros.

Figura 41 – Gráfico do desempenho dos livros na avaliação heurística.



Fonte: própria autora.

Figura 42 – Média do desempenho da avaliação heurística por cada livro.



Fonte: própria autora.

6.2.2.2 Média Geral dos livros por bloco de princípios

Na avaliação geral dos livros por bloco, quatro destes (67%) tiveram médias boas, enquanto os blocos “funcionais” e “cognitivos” apresentaram avaliações regulares. Neste quesito, os resultados apontam para avaliação média satisfatória da amostra (Tabela 44). Vale ressaltar, entretanto, que dessas médias regulares, nos livros com avaliações mais baixas os resultados chegam a ser fracos e ruins, tendo o livro 3 média de 5,2 e 5,4 e o livro 1 média de 6,4 e 5,6 para os blocos “funcionais” e “cognitivos”, respectivamente. O bloco com melhor avaliação foi o “forma da mensagem”, cujos princípios coloquialidade e cordialidade contribuíram significativamente para elevação da média deste bloco.

Tabela 44 – Médias gerais dos livros por bloco na avaliação heurística.

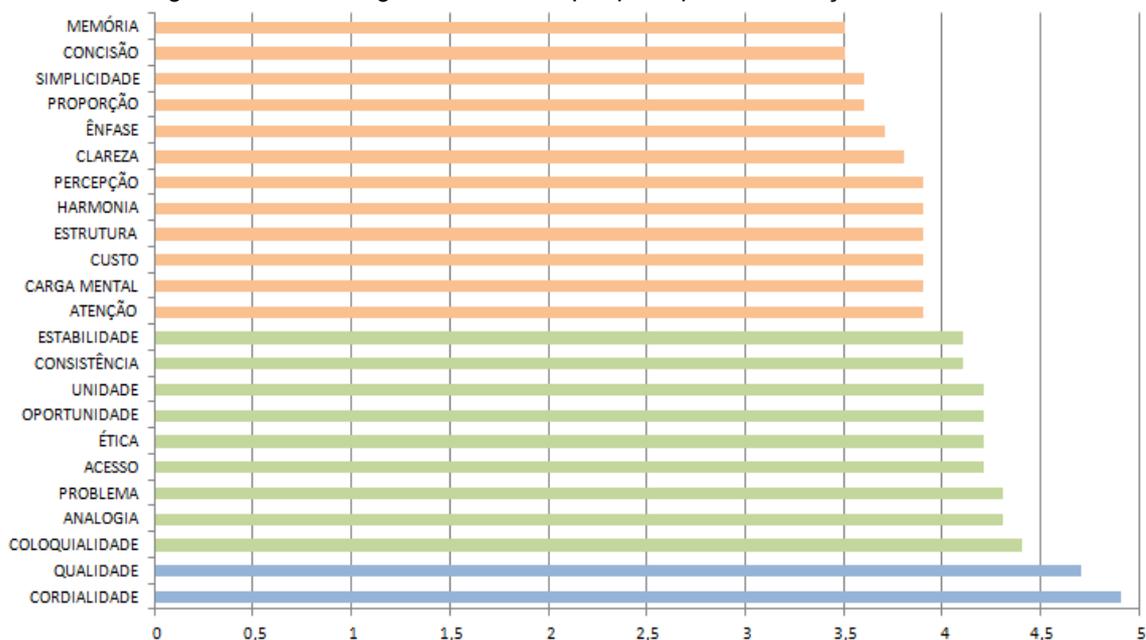
BLOCO	MÉDIA GERAL	EQUIVALÊNCIA	AValiação
FORMA DA MENSAGEM	4,3	8,6	BOM
ADMINISTRATIVOS	4,2	8,4	BOM
TEMPO DA MENSAGEM	4,1	8,2	BOM
ESTÉTICO	4,0	8,0	BOM
FUNCIONAL	3,9	7,8	REGULAR
COGNITIVO	3,8	7,6	REGULAR

Fonte: própria autora.

6.2.2.3 Média Geral dos livros por princípio

Quando se realiza um recorte para identificar as médias gerais dos livros em cada um dos 23 princípios, apenas dois destes (9% do total) – “Cordialidade” e “Qualidade” – foram avaliados como “excelentes”, enquanto 39% foram avaliados como “bons”; e mais da metade (52%) ficaram com notas “regulares”. Os dois princípios com avaliações mais fracas foram “Memória” e “Concisão”, seguidos de “Simplicidade” e “Proporção”. Um aspecto positivo, é que nenhum dos princípios avaliados ficou com notas médias gerais fracas ou ruins. Tais valores podem ser observados a partir do gráfico em barras abaixo (Figura 43). Seguindo pela mesma linha do tópico anterior, é importante destacar que o livro 3, por exemplo, teve avaliação do princípio “memória” o equivalente a 4,6 e “concisão” a 4,0, resultados bem abaixo da média. De acordo com esta amostra, os resultados apontam para uma maior preocupação com a qualidade dos livros (materiais, durabilidade, acabamento, etc.) e com a cordialidade das informações (linguagem mais lúdica, convidativa, estimulante, etc.); entretanto, com dificuldade de apresentar o conteúdo de forma objetiva e concisa, causando possível excesso de informação e sobrecarga na memória das crianças.

Figura 43 – Médias gerais dos livros por princípio na avaliação heurística.



Fonte: própria autora.

6.2.2.4 Média Geral dos livros por eixo temático

Realizando um balanço das médias por eixos, observa-se bons resultados para todos eles com exceção de “Tecnologia e Sociedade”, tendo os livros 1 e 3 os resultados de notas mais baixas da amostra, contabilizando uma média equivalente de 6,7, avaliada como fraca (Tabela 45). Sabe-se, porém, que estes dados não necessariamente representam com assertividade o comportamento dos livros em relação ao universo total, visto que seria possível, ao acaso, ter selecionado dois livros mais fracos para este eixo. Ainda assim, faz-se uma suposição hipotética que os eixos “corpo humano”, “vida e ambiente” e “terra e universo” apresentam informações e conteúdos mais estruturados, organizados e solidificados nos livros, enquanto o eixo “tecnologia e sociedade” pode apresentar uma maior abstração e desorganização dos conteúdos por se tratar de uma área mais recente no campo das Ciências Naturais. Seria preciso investigar mais a fundo estes dados.

Tabela 45 – Médias gerais dos livros por eixo temático na avaliação heurística.

LIVRO	EIXO	EQUIVALÊNCIA	AVALIAÇÃO
LIVROS 4 e 7	CORPO HUMANO	8,5	BOM
LIVROS 1 e 3	TECNOL. E SOCIEDADE	6,7	FRACO
LIVROS 5 e 6	VIDA E AMBIENTE	8,5	BOM
LIVROS 2 e 8	TERRA E UNIVERSO	8,8	BOM

Fonte: própria autora.

6.2.2.5 Médias específicas da avaliação de desempenho de cada livro

LIVRO 01: *Eu produzo menos lixo!*

Tal livro obteve uma avaliação geral correspondente a uma média de 6,8, classificado como “fraco”. O aspecto estético foi o mais prejudicado, tendo uma avaliação de 5,6, bem abaixo das médias gerais. Outros blocos a desejar, avaliados como fracos, foram: “Forma da mensagem”, “Administrativos” e “Funcionais” (Tabela 46). Alguns dos aspectos identificados como negativos são discutidos pelos especialistas da avaliação heurística a seguir, acompanhados de imagens ilustrativas das páginas do livro (Figura 44).

Tabela 46 – Médias gerais do Livro 1: “Eu produzo menos lixo!”.

LIVRO 01	MÉDIA	EQUIVALÊNCIA	AValiação
FORMA DA MENSAGEM	3,2	6,4	FRACO
ADMINISTRATIVOS	3,3	6,6	FRACO
TEMPO DA MENSAGEM	4,3	8,6	BOM
ESTÉTICO	2,8	5,6	RUIM
FUNCIONAL	3,0	6,0	FRACO
COGNITIVO	3,6	7,2	REGULAR

Fonte: própria autora.

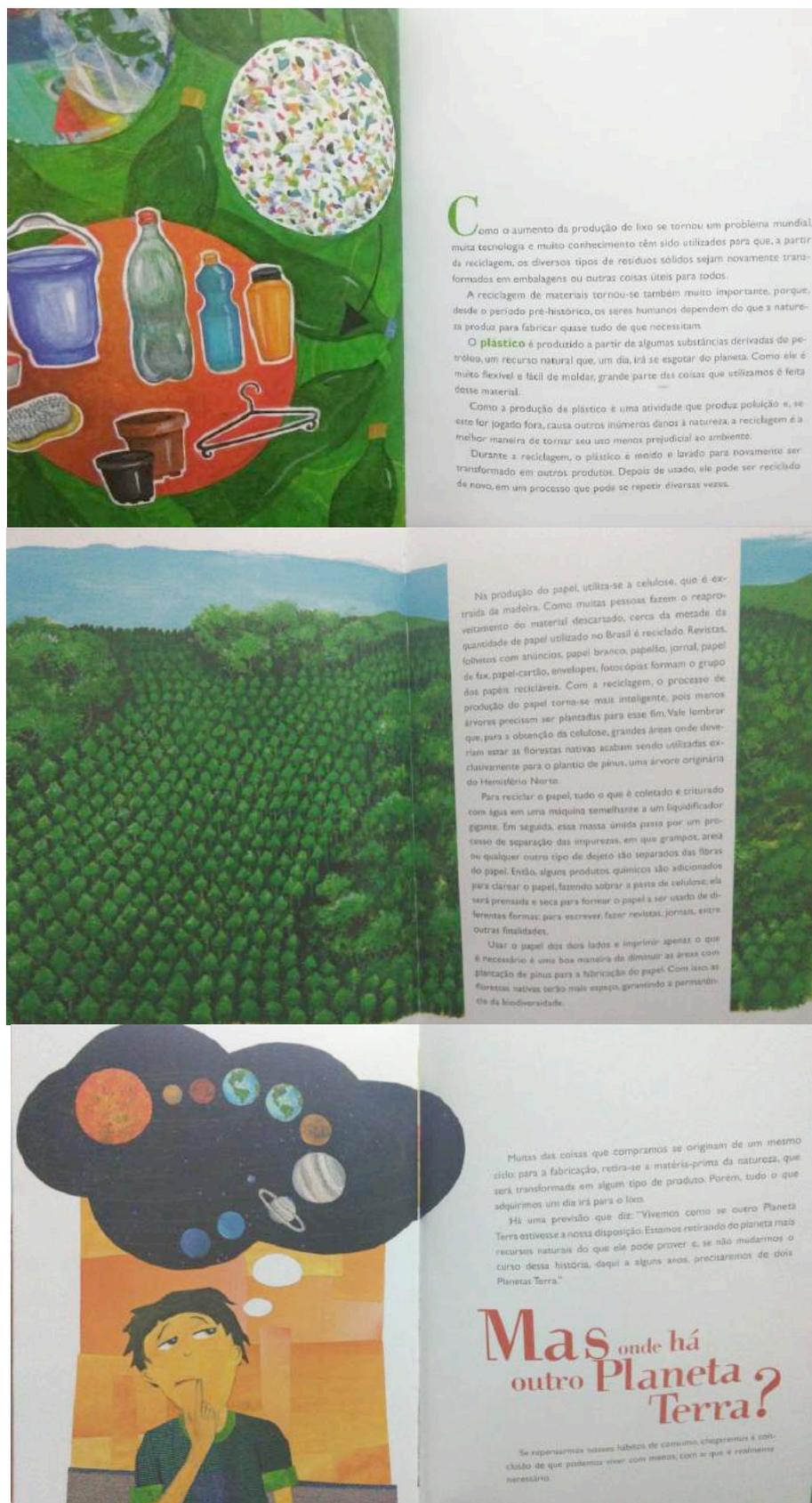
DISCURSOS DOS AVALIADORES

AVALIADOR 01: *“Poderia usar melhor a clareza nas imagens e simplificar algumas disposições de palavras e acrescentar títulos, uma vez que se trata de uma leitura infantil (...). O livro apresenta uma falta de fontes sobre informações utilizadas, não há clareza de onde foram retiradas. A última página poderia ser melhor descrita, utilizando título das fontes nos sites (...).”*

AVALIADOR 02: *“Dar ênfase usando fonte diferente, maior e de outra cor entre o texto corrido para realçar a informação importante e garante dinamismo no texto; além disso, melhor organiza e hierarquiza outras informações importantes (...). Acredito não ser adequada a técnica de colagens como proposta estética para este livro, levando em conta a natureza do conteúdo. Além disso, do ponto de vista cognitivo, não auxilia na compreensão e percepção do conteúdo: faria mais sentido esta técnica se fosse um texto lúdico ou narrativo (...).”*

AVALIADOR 03: *“Não há trabalho de organização ou hierarquização do conteúdo do livro, apesar de interessante e rico. Há uma sensação que apenas houve uma preocupação em fazer o texto “caber” nas páginas e ilustrar com algumas imagens. Seria interessante esta técnica se fosse uma estória/narração, o que não se enquadra a este caso. A texto é fortemente de cunho instrucional e educativo: o problema central está claro, mas os específicos estão dispersos – a criança não sabe o que está aprendendo exatamente. Não há clareza, coesão ou estruturação do texto do ponto de vista de linha de raciocínio; tampouco hierarquização do conteúdo. Carece de intertítulos e uso de recursos que deem ênfase ao que de fato é importante (...).”*

Figura 44 – Livro “Eu produzo menos lixo!”: págs. 18, 19, 20, 21, 38, 39.



Fonte: Santos (2015).

LIVRO 02: O mundo em infográficos

A média geral deste livro foi de 8,8, classificado como “Bom”. Entre os blocos de princípio, apenas um foi avaliado como regular: o “Administrativo”. No geral, o desempenho foi bastante positivo e satisfatório, apresentando boas avaliações para “Tempo da Mensagem” e “Estético” e resultados excelentes para os demais (Tabela 47). Alguns pontos importantes de melhoria são levantados pelos especialistas na avaliação, seguidos de imagens ilustrativas de páginas internas do livro (Figura 45).

Tabela 47 – Médias gerais do Livro 2: “O mundo em Infográficos”.

LIVRO 02	MÉDIA	EQUIVALÊNCIA	AValiação
FORMA DA MENSAGEM	4,5	9,0	EXCELENTE
ADMINISTRATIVOS	3,8	7,6	REGULAR
TEMPO DA MENSAGEM	4,4	8,8	BOM
ESTÉTICO	4,0	8,0	BOM
FUNCIONAL	4,7	9,4	EXCELENTE
COGNITIVO	4,8	9,6	EXCELENTE

Fonte: própria autora.

DISCURSOS DOS AVALIADORES

AVALIADOR 01: *“O livro apresenta infográficos simples que são fáceis de serem compreendidos. Entretanto, as cores saturadas e o contraste utilizado em algumas páginas prejudicam a legibilidade. (...) Apesar do papel ser de alta qualidade, o acabamento brilhoso do papel couché ao invés de fosco atrapalha leitura com reflexos da luz”.*

AVALIADOR 02: *“O livro é esteticamente bonito e possui bons infográficos. Porém o menu está um pouco confuso quanto às seções e subseções do livro. Como os infográficos já reúnem muitas informações, uso cores e títulos específicos nas seções poderiam ajudar na organização do conteúdo. Além disso, as cores utilizadas não refletem àquelas usadas nas divisões do livro. (...) Em geral, os infográficos foram bem projetados, porém as informações ficaram poluídas e excessivas em algumas páginas, faltando utilizar recursos como negrito, alteração de cor, etc. para auxiliar na compreensão e diminuir sobrecarga de memória”.*

AVALIADOR 03: *“O livro, além de rico em conteúdo, é uma verdadeira obra de arte. Apresenta uma vasta gama de informações, bem como glossário, índice remissivo e outros recursos interessantes. Apesar de usar bem a iconografia e as cores, a quantidade de conteúdo é excessiva. A divisão e organização dos assuntos nas seções poderia ser melhor trabalhada – neste aspecto deixa a desejar. (...) A navegação no livro é confusa: vários recursos poderiam ter ajudado na sua utilização, tais como abas, marcador de páginas, cores diferentes, entre outros. A sobrecarga da memória é muito alta. (...) Vejo o livro mais como uma espécie de enciclopédia a ser consultado em assunto específico que queira o leitor entender, do que um livro para ser “lido” ou apreciado”.*

Figura 45 – Livro “O mundo em infográficos”: págs. 52, 53, 70, 71, 168, 169.



Fonte: Richards; Simskins (2013).

LIVRO 03: Natureza em Equilíbrio

A média geral do livro foi de 6,6, obtendo o pior desempenho entre os livros selecionados da amostra e sendo classificado como “Fraco”. Entre os blocos de princípios, apenas o bloco “Tempo da Mensagem” obteve avaliação excelente. O restante ficou dividido entre dois blocos com notas regulares e três blocos com avaliação ruim (Tabela 48). As ilustrações das páginas podem ser vistas na Figura 46.

Tabela 48 – Médias gerais do Livro 3: “Natureza em Equilíbrio”.

LIVRO 02	MÉDIA	EQUIVALÊNCIA	AValiação
FORMA DA MENSAGEM	2,6	5,2	RUIM
ADMINISTRATIVOS	3,6	7,2	REGULAR
TEMPO DA MENSAGEM	4,6	9,2	EXCELENTE
ESTÉTICO	2,7	5,4	RUIM
FUNCIONAL	2,9	5,8	RUIM
COGNITIVO	3,7	7,4	REGULAR

Fonte: própria autora.

DISCURSOS DOS AVALIADORES

AVALIADOR 01: “O livro não apresenta unidade na sua diagramação. É confuso, mistura muitas tipografias e texturas, termina sendo extremamente poluído. (...) Não há um padrão estético definido nem qualquer tipo de estabilidade visual. Poderia usar melhor os princípios da Gestalt...”.

AVALIADOR 02: “Os elementos sem contraste adequado se sobrepõem, deixando o visual poluído. Os dropshadows, mudanças de tipografia, muita cor utilizada de forma aleatória e contornos nas fontes atrapalham legibilidade e deixam o texto muito carregado (...). Falta usar os mesmos elementos gráficos para destacar as seções “fixas” de cada capítulo e os blocos de informação. (...) O livro é composto de várias informações e linguagens diferentes entre si, o que pode prejudicar a atenção e percepção”.

AVALIADOR 03: “Apesar do livro ser bastante rico em termos de linguagens, recursos visuais e tipos de conteúdo, ter um material de fato interessante, a execução do ponto de vista do design da informação apresentou vários pontos a desejar e que prejudicaram de diversas formas o resultado do livro. A estruturação e hierarquia da informação não é bem explorada: parece que tudo está competindo para chamar atenção. Quando se abre uma página não se sabe por onde começar a leitura ou o que de fato é importante. (...) Do ponto de vista de unidade, equilíbrio e harmonia está totalmente confuso. Não há uma diagramação ou uso de recursos visuais (tipografia, cores, ícones, etc.) de forma consistente. Ao contrário: há excesso e caos em tudo – balões, cores, fontes, imagens e ilustrações, texto..Faltou trabalhar a concisão: “o menos é mais”. Vejo que a disposição dos elementos e a solução do projeto encontrada prejudica a atenção, percepção, a memória e o processamento mental da criança”.

LIVRO 04: Corpo Humano

A média geral do livro foi de 8,8, obtendo um bom desempenho entre os livros selecionados da amostra. Entre os blocos de princípios, apenas o bloco “Tempo da Mensagem” obteve avaliação “regular”, ainda assim com nota de 7,8. Dois blocos obtiveram bons desempenhos e três blocos excelentes recomendações (Tabela 49). São apresentados trechos dos discursos dos avaliadores e fotos das páginas do livro (Figura 47).

Tabela 49 – Médias gerais do Livro 4: “Corpo Humano”.

LIVRO 04	MÉDIA	EQUIVALÊNCIA	AVALIAÇÃO
FORMA DA MENSAGEM	4,0	8,0	BOM
ADMINISTRATIVOS	4,5	9,0	EXCELENTE
TEMPO DA MENSAGEM	3,9	7,8	REGULAR
ESTÉTICO	4,3	8,6	BOM
FUNCIONAL	4,7	9,4	EXCELENTE
COGNITIVO	4,8	9,6	EXCELENTE

Fonte: própria autora.

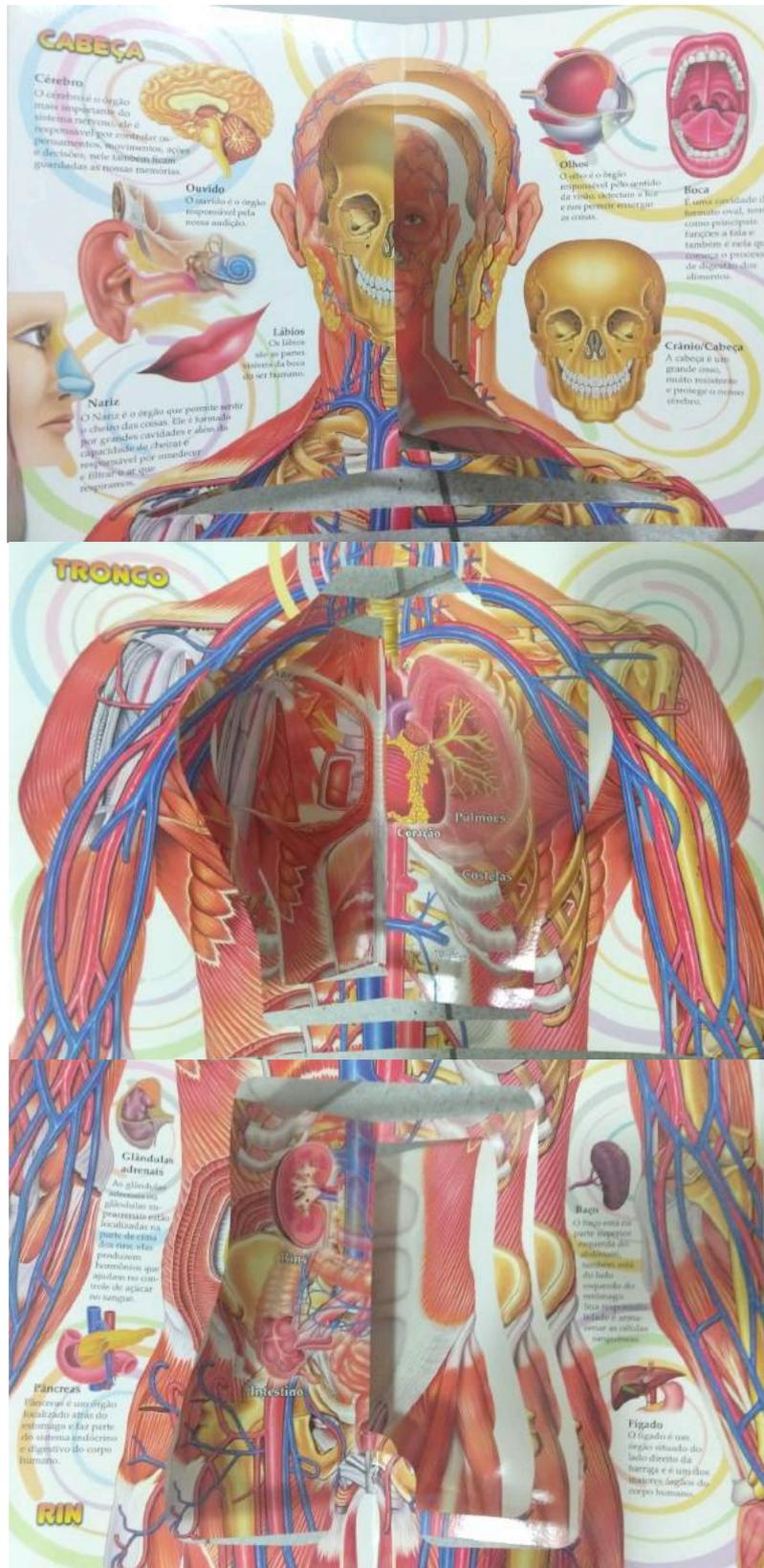
DISCURSOS DOS AVALIADORES

AVALIADOR 01: *“Apesar do livro em pop-up oferecer um manuseio diferenciado, além de facilitar a memorização; provavelmente terá custos de produção mais elevados (...). Os círculos coloridos apresentados no BG (background) poderiam ser retirados. Apesar de ser lúdico, as cores estão fortes e prejudicam a percepção e memorização – são elementos desnecessários”.*

AVALIADOR 02: *“Por falta de espaço, o tronco não possui informações textuais. Seria interessante reposicionar o corpo para acrescentar conteúdo e manter a unidade do projeto. O livro possui um grafismo nas suas páginas que atrapalham a leitura do texto. Apesar disso, a estrutura informacional dos desenhos em 3D estão bons! Conseguimos entender cada parte do corpo humano. (...) Os livros popups costumam ser mais caros, porém esse parece ter explorado bem este aspecto e focado só nisso, pois é um diferencial. (...) Falta apresentar informações sobre os autores, ilustrações, etc.(...) Em algumas páginas há muita informação junta, poderia acrescentar mais alguma página e redistribuir melhor o conteúdo”.*

AVALIADOR 03: *“A posição do texto descrevendo a ilustração dentro das imagens estão equivocadas e podem trazer ambiguidade e confundir a criança. Por exemplo, no caso de “Rim” e “Intestino” – estão distantes do órgão. É preciso pensar na proximidade e utilizar algum recurso como seta ou traço que aponte a posição exata e não confunda no aprendizado. Além disso, outros órgãos poderiam ter sido nomeados (...) A tipografia dos títulos em cada página destoam do projeto gráfico e quebram a consistência (cor, contorno e sombra), poderia ser modificada...Além disso, as sessões foram nomeadas: cabeça, tronco, rim (?) e perna. Não entendo como rim vira uma categoria da parte do corpo. Trocaria por cabeça, tronco, **abdômen** e perna, com certeza faria mais sentido... ”.*

Figura 47 – Livro “Corpo Humano”: págs. 0, 1, 2, 3, 4, 5.



Fonte: Pae Editora (2011).

LIVRO 05: O genial mundo das Ciências: seres vivos

A média geral do livro foi de 7,6, obtendo um desempenho regular entre os livros selecionados da amostra. Entre os blocos de princípios, apenas Tempo da Mensagem e Funcional obtiveram desempenhos bons, o restante seguiu com notas medianas entre 7,0 e 7,8 (Tabela 50). Em seguida, são apresentados trechos dos discursos dos avaliadores e fotos das páginas do livro (Figura 48).

Tabela 50 – Médias gerais do Livro 5: “O genial mundo das Ciências”.

LIVRO 05	MÉDIA	EQUIVALÊNCIA	AValiação
FORMA DA MENSAGEM	3,8	7,6	REGULAR
ADMINISTRATIVOS	3,9	7,8	REGULAR
TEMPO DA MENSAGEM	4,2	8,4	BOM
ESTÉTICO	3,5	7,0	REGULAR
FUNCIONAL	4,2	8,4	BOM
COGNITIVO	3,6	7,2	REGULAR

Fonte: própria autora.

DISCURSOS DOS AVALIADORES

AVALIADOR 01: *“Há muita informação em todas as páginas do livro. A carga de informação sobrecarrega e muito a percepção e a memória. (...) Além disso, a legibilidade é ruim devido relação desequilibrada entre figura e fundo. O fundo colorido atrapalha em muitas vezes a leitura ao longo do texto pela falta de contraste com a cor da tipografia. (...) Por ser um livro com muitos recursos diferentes de pop-up deve elevar e muito o custo do livro. Precisa checar viabilidade e se há necessidade da quantidade de interações apresentadas”.*

AVALIADOR 02: *“Os elementos de engenharia de papel ajudam a destacar a informação mais importante, mas podem encarecer o custo final. (...) Peca um pouco em “affordance”. Às vezes o leitor não identifica que em certos lugares é para abrir ou fechar determinadas janelinhas. Faltam instruções ou indicativos de destaque para melhorar o acesso e interação com o livro. O manuseio também não é tão fácil. Às vezes é necessário passar a unha em várias para ver se abrem”.*

AVALIADOR 03: *“A estrutura pode ser melhor trabalhada, hierarquizando e organizando melhor o conteúdo do livro. Está misturado demais, fala do corpo e movimento, depois de insetos e depois lei de Mendel. (...) Existe uma quantidade de informações muito grande por dupla de páginas. Os textos são longos e poderiam ser mais sucintos, além de serem melhor diagramados. Muitas vezes, há sensação do texto estar espremido dentro de alguma ilustração. Além disso, em algumas páginas o corpo da fonte está muito pequeno, prejudicando a leitura. Essas legendas tamb (...) A borda preta ao redor das páginas também incomoda, um elemento a mais que deixa a página mais pesada. O excesso de linhas e quadros e bordas atrapalham sobrecarregando ainda mais uma página que já possui excesso de conteúdo (...) A interação com o pop-up não está clara, seria interessante também algum mecanismo como setas ou instruções do tipo “abra”, “arraste”, entre outras”.*

Figura 48 – Livro “O genial mundo da Ciência”: págs. 4, 5, 6, 7, 14, 15.



Fonte: Adamns; Flintham (2014).

LIVRO 06: Brasil 100 Palavras

A média geral do livro foi de 9,4, obtendo o melhor desempenho entre os livros selecionados da amostra. Entre os blocos de princípios, apenas o Administrativo teve desempenho bom, tendo o restante atingindo resultados excelentes com notas variando entre 9,2 e 9,8 (Tabela 51). Em seguida, são apresentados trechos dos discursos dos avaliadores e fotos das páginas do livro (Figura 49).

Tabela 51 – Médias gerais do Livro 6: “Brasil 100 palavras”.

LIVRO 05	MÉDIA	EQUIVALÊNCIA	AValiação
FORMA DA MENSAGEM	4,6	9,2	EXCELENTE
ADMINISTRATIVOS	4,4	8,8	BOM
TEMPO DA MENSAGEM	4,6	9,2	EXCELENTE
ESTÉTICO	4,6	9,2	EXCELENTE
FUNCIONAL	4,9	9,8	EXCELENTE
COGNITIVO	4,9	9,8	EXCELENTE

Fonte: própria autora.

DISCURSOS DOS AVALIADORES

AVALIADOR 01: *“As ilustrações dos animais e plantas no livro poderiam ser um pouco mais realistas, facilitando mais na percepção e analogia com o mundo real (...) Um fator que pode ser reavaliado é o tamanho do livro. Possui dimensões maiores que o usual e isso pode encarecer o custo”.*

AVALIADOR 02: *“Há um pequeno problema de legibilidade nas letras de caixa alta nos textos maiores, deixando a mancha gráfica esteticamente pesada. A utilização de versalete auxiliaria a resolver isso. Ou uso de caixa baixa na descrição dos tópicos, o que deixaria a leitura mais suave (...)”.*

AVALIADOR 03: *“Na questão da organização da informação, faria mais sentido trazer o mapa dos biomas para início do livro e não deixá-lo para a última página como foi feito. Assim, antes mesmo de iniciar a leitura, a criança já teria uma noção espacial de onde cada bioma fica localizado dentro do território brasileiro. É preciso pensar no processo de acesso à informação e garantir que seja feita da maneira mais lógica possível. (...) Incomoda o fato do nome dos animais e plantas estarem dispostos de maneira totalmente aleatória na página. Uma organização por ordem alfabética ou tipo de animal (réptil, ave, mamífero), por exemplo, seria muito mais interessante e ajudaria na interação e na localização da informação. Esta maneira está confusa e não facilita na navegação e memorização. (...) Em relação à proporções estéticas, alguns animais e plantas não obedecem uma proporção comparativa com o real, seja por erro na ilustração e também por utilizar uma paisagem em perspectiva, que dificulta a criança no entendimento dos tamanhos e comparações mais próximas do real (...) Sinto muita falta de um índice remissivo. Como se trata de uma espécie de atlas, seria interessante haver uma página final com as 100 palavras em ordem alfabética e suas respectivas páginas: facilitaria e muito o uso pela criança”.*

Figura 49 – Livro “Brasil 100 palavras”: págs. 14, 15, 28, 29, 36, 37.



Fonte: Eduar (2018).

LIVRO 07: Meu primeiro atlas dobra e desdobra do corpo humano

A média geral do livro foi de 8,2, obtendo um bom desempenho entre os livros selecionados da amostra. Entre os blocos de princípios, o “tempo da mensagem” apresentou nota média regular e o restante dos blocos ficaram com notas variando entre 8,2 a 8,6, classificados como bons (Tabela 52). Em seguida, são apresentados trechos dos discursos dos avaliadores e fotos das páginas do livro (Figura 50).

Tabela 52 – Médias gerais do Livro 7: “Meu primeiro atlas do corpo humano”.

LIVRO 05	MÉDIA	EQUIVALÊNCIA	AValiação
FORMA DA MENSAGEM	4,2	8,4	BOM
ADMINISTRATIVOS	4,2	8,4	BOM
TEMPO DA MENSAGEM	3,9	7,8	REGULAR
ESTÉTICO	4,1	8,2	BOM
FUNCIONAL	4,2	8,4	BOM

Fonte: própria autora.

DISCURSOS DOS AVALIADORES

AVALIADOR 01: *“Poderia ser melhor trabalhado o recurso de ênfase. A tipografia no texto corrido não mantém um padrão, assim como a diagramação. (...) Apresenta excesso de capitulares nas páginas, causando poluição visual”.*

AVALIADOR 02: *“O conteúdo é bem organizado, porém se utiliza de fonte serifada em alguns destaques e em outros não, o que não dá uma unidade. (...) Em algumas seções, como “teste seu conhecimento” e “você sabia?” nem sempre se mantém um padrão visual, cores diferentes, sublinhados em um e outros não.. A falta de padrão prejudica na identificação do conteúdo no livro. (...) Não há informações sobre autores e ilustradores, apenas da editora. (...) Muitas informações e de diferentes linguagens visuais em uma única página, inclusive nos pôsteres, que poderia ser mais “clean”. O aspecto poluído prejudica o uso”.*

AVALIADOR 03: *“Uma das coisas que mais incomoda é uso completamente equivocado de capitulares, sendo usadas em praticamente todos os parágrafos! Além de sem sentido, deixa o texto completamente carregado. Outra coisa é que o texto não está bem diagramado, não segue um grid ou padrão específico, parece apenas ter sido colocado para “caber” nos lugares e se adaptarem às fotos/ilustrações. (...) Não Falta um pouco de unidade no uso do recurso visual nos pôsteres: em alguns descritivos aparecem fotografia e em outras ilustrações com traços a características diferentes. Ideal seria manter melhor um padrão: uso de fotos ou ilustrações. Além disso, não há padrão nas cores dos elementos em destaque, falta manter uma unidade (...) Em relação ao acabamento, a resistência do papel é baixa para a quantidade de dobras definidas no projeto gráfico: muitas páginas estão se rasgando nas dobraduras”.*

Figura 50 – Livro “Meu primeiro atlas do corpo humano”: págs. 4, 5, 20, 21, 6, 7.



Fonte: YoYo Books (2016a).

LIVRO 08: Meu livro gigante do mundo e do universo

A média geral foi de 8,8, obtendo um bom desempenho entre os livros selecionados da amostra. Entre os blocos de princípios, “funcional” e “cognitivo” apresentaram desempenhos excelentes, enquanto os demais foram classificados como bons. Não houve nenhuma média regular, fraca ou ruim (Tabela 53). Em seguida, são apresentados trechos dos discursos dos avaliadores e fotos das páginas do livro (Figura 51).

Tabela 53 – Médias gerais do Livro 8: “Livro do mundo e universo”.

LIVRO 05	MÉDIA	EQUIVALÊNCIA	AValiação
FORMA DA MENSAGEM	4,3	8,6	BOM
ADMINISTRATIVOS	4,2	8,4	BOM
TEMPO DA MENSAGEM	4,0	8,0	BOM
ESTÉTICO	4,3	8,6	BOM
FUNCIONAL	4,7	9,4	EXCELENTE
COGNITIVO	4,7	9,4	BOM

Fonte: própria autora.

DISCURSOS DOS AVALIADORES

AVALIADOR 01: *“A tipografia selecionada não boa para legibilidade e leiturabilidade especificamente nos textos longos. Poderia ser substituída para facilitar leitura das crianças (...) São muitas cores usadas, cada página com uma cor sem um padrão específico”.*

AVALIADOR 02: *“Acho a tipografia escolhida ruim para legibilidade, especialmente nos textos longos. (...) Algumas ilustrações usadas não fazem analogia direta ao conteúdo, apenas a algum trecho comentado”.*

AVALIADOR 03: *“Em relação à estrutura do livro, com três seções, não há hierarquia ou organização de forma clara. O início das seções são muito similares às páginas, não fazendo com que seja clara a divisão das partes mundo (“o princípio”, “flora e fauna” e “nosso mundo”) e universo (“sistema solar”, “além do sistema solar” e “tecnologia no espaço”). (...) A organização dos conteúdos está muito confusa.. poderia haver subdivisões dentro das seções, ao invés de ter em uma página vazante e enchente, na seguinte falando sobre países e depois bandeiras! (...) Do ponto de vista estético, não há uso consistente de cores, deveria se manter as cores definidas para cada seção ao invés de utilizar de forma totalmente aleatória em cada página, trazendo excesso de informação, falta de clareza, consistência e unidade. (...) O uso da tipografia escolhida é interessante apenas para os títulos e subtítulos, sendo inadequada para o corpo do texto – dificulta leitura, polui o texto e prejudica a legibilidade (excesso de peso visual). (...) Os índices das seções fazem mais sentido no final do livro, no meio do livro estão perdidos e não facilitam em nada encontrar aquilo que se busca; já que se trata de um atlas/enciclopédia!”.*

Figura 51 – Livro “Livro do mundo e universo”: págs. 30, 31, 64, 65, 74, 75.



Fonte: YoYo Books (2016b).

6.2.3 Lista de problemas identificados nos livros da amostra

Com a avaliação heurística, seja tanto a partir das notas atribuídas como através dos comentários descritos pelos especialistas, foi possível elencar uma sequência dos principais problemas identificados do ponto de vista do Design da Informação nos livros da amostra. Para tais problemas, em função das notas, foi atribuído um nível de gravidade em uma escala de 1 (+) a 5 (+ + + + +), sendo 1 para menor gravidade e 5 para maior gravidade. Além disso, a escala de gravidade está diretamente associada à nota recebida pelo princípio, sendo notas excelentes gravidade mínima (1), notas ruins gravidade máxima (5). Desta forma, também se observa uma priorização na resolução dos problemas, bem como verificação daqueles têm um maior peso negativo na avaliação. A partir do conteúdo no discurso dos especialistas, foi possível criar uma sequência de tabelas (Tabelas 54-61) informando os problemas identificados, o bloco de princípios do Infodesign ao qual fazem parte e seus respectivos níveis de gravidade/prioridade.

Tabela 54 – Principais problemas de Infodesign: Livro 1.

LIVRO 1	PROBLEMAS IDENTIFICADOS	GRAVIDADE
FUNCIONAL	1. Falta de estruturação e hierarquização do conteúdo: carência de títulos e subtítulos 2. Uso do recurso de ênfase de maneira equivocada: destaca partes não importantes, não destaca a hierarquia 3. Recursos desnecessários: uso de capitulares?	+ + + +
ESTÉTICO	4. Técnica de colagem inadequada para tipo de conteúdo 5. Falta de uso de proporções estéticas do ponto de vista de tamanho nas ilustrações 6. Falta de uso de <i>grid</i> /padrões nos <i>templates</i> : mal aproveitamento do espaço em algumas páginas	+ + + + +
ADMINISTRATIVO	7. Falta de citação de fontes de dados utilizados	+ + + +
COGNITIVO	8. As ilustrações utilizadas não auxiliam na percepção e memória do conteúdo do livro 9. Há sobrecarga de memória em páginas com texto corrido e sem ênfase no que é importante	+ + +
FORMA DA MENSAGEM	10. Não há clareza na estruturação do texto, falta coesão e coerência em uma linha de raciocínio mais elaborada (texto parece solto e recortado)	+ + + +
TEMPO DA MENSAGEM	11. A mensagem não aparece de forma oportuna: carece de índice remissivo, sumário ou recurso que possibilite encontrar cada assunto.	+ +

Fonte: própria autora.

Tabela 55 – Principais problemas de Infodesign: Livro 2.

LIVRO 02	PROBLEMAS IDENTIFICADOS	GRAVIDADE
FUNCIONAL	1. A hierarquia da informação do próprio livro pode ser melhor trabalhada: carece de estrutura e organização hierárquica	+
ESTÉTICO	2. Potencializar equilíbrio e contraste entre tipografias e cores: legibilidade maior	++
ADMINISTRATIVO	3. Falta de fontes e referências dos dados utilizados, não há nenhuma citação sequer no livro inteiro	+++
COGNITIVO	4. Excesso de informações em algumas páginas: sobrecarga do processamento mental	+
FORMA DA MENSAGEM	5. Enfatizar divisão das seções/subseções para facilitar uso e consistência do conteúdo	+

Fonte: própria autora.

Tabela 56 – Principais problemas de Infodesign: Livro 3.

LIVRO 03	PROBLEMAS IDENTIFICADOS	GRAVIDADE
FUNCIONAL	1. Estrutura da hierarquia da informação mal trabalhada – falta melhor divisão dos capítulos, assuntos e conteúdo de uma forma geral	+++++
ESTÉTICO	2. Falta simplicidade e há excesso de ênfase: muita informação chamando atenção no mesmo nível	
ESTÉTICO	3. Tamanhos e recursos estéticos desproporcionais	
ESTÉTICO	4. Carência na unidade: inconsistência com muitas tipografias diferentes, excesso de recursos (sombra, contorno, etc.), muitas cores, ícones,...	
ESTÉTICO	5. Desarmonia entre elementos: fontes, ilustrações, fotografias, cores, sombras e outros recursos com características distintas: não conversam entre si	+++++
ESTÉTICO	6. Excesso de parágrafos, hífen e texto mal ajustado/diagramado	
ADMINISTRATIVO	7. Do ponto de vista de acesso, as informações poderiam ser melhor distribuídas no livro	+++
COGNITIVO	8. Utilizou atenção de forma equivocada, exagerada e excessiva, prejudicando também a percepção	
COGNITIVO	9. Excesso de conteúdo e recursos (textos, balões, ícones, cores, etc.) sobrecarrega o processamento mental da criança	+++
FORMA DA MENSAGEM	10. Trabalhar melhor concisão, retirar elementos supérfluos no conteúdo	
FORMA DA MENSAGEM	11. Elementos visuais inconsistentes: paleta de cores, fontes, ícones muito mesclados e inconsistentes	+++++

Fonte: própria autora.

Tabela 57 – Principais problemas de Infodesign: Livro 4.

LIVRO 04	PROBLEMAS IDENTIFICADOS	GRAVIDADE
ESTÉTICO	1. Os grafismos utilizados no <i>background</i> causam poluição visual e dificultam legibilidade 2. A tipografia utilizada para os títulos destoam do projeto gráfico, podem ser mais harmônicas	++
ADMINISTRATIVO	3. Faltam informações básicas no livro como: autores, ilustradores, ano de publicação. O livro não apresenta ficha catalográfica	+
COGNITIVO	4. Distribuir melhor o conteúdo, páginas em excesso e página com falta de informações para mais equilíbrio na percepção/memória	+
FORMA DA MENSAGEM	5. A posição do texto nas ilustrações para identificar os órgãos estão mal posicionadas, gerando ambiguidade e falta de clareza	++
TEMPO DA MENSAGEM	6. Reposicionar alguns conteúdos e mostrar a informação que é apresentada no texto também na ilustração, para que seja entendido melhor a posição dos órgãos no corpo humano	+++

Fonte: própria autora.

Tabela 58 – Principais problemas de Infodesign: Livro 5.

LIVRO 05	PROBLEMAS IDENTIFICADOS	GRAVIDADE
FUNCIONAL	1. Melhorar estrutura, hierarquização da informação: títulos das páginas e dos conteúdos são inadequados e não facilitam aprendizado	++
ESTÉTICO	2. Adequar proporções: algumas fontes possuem corpo muito pequeno e dificultam a leitura 3. Legibilidade prejudicada: contraste de alguns textos com fundos está baixo	+++
ADMINISTRATIVO	4. Avaliar viabilidade do projeto frente à quantidade e complexidade da engenharia do papel 5. Facilitar o acesso ao conteúdo instruindo melhor em relação às interações com os pop-ups	+++
COGNITIVO	6. Excesso de informação apresentada ao mesmo tempo - sobrecarrega o processamento mental e atrapalham na memória	+++
FORMA DA MENSAGEM	7. Excesso de informação: diminuir quantidade de texto e informações supérfluas 8. Ênfase pode ser melhor trabalhada, a importância do conteúdo só difere em tamanho de tipografia	+++
TEMPO DA MENSAGEM	9. Não se sabe onde encontrar algum determinado conteúdo no livro, está desordenado	++

Fonte: própria autora.

Tabela 59 – Principais problemas de Infodesign: Livro 6.

LIVRO 06	PROBLEMAS IDENTIFICADOS	GRAVIDADE
FUNCIONAL	1. Página do “mapa dos biomas” ser apresentada no início e não no final – auxiliar na <i>localização</i> geográfica espacial	+
ESTÉTICO	2. Tipografia do texto descritivo em caixa alta cria mancha gráfica pesada, usar caixa baixa ou <i>light</i> 3. Apresentar animais e plantas através de proporção que obedeça melhor os tamanhos reais	+
ADMINISTRATIVO	4. Tamanho do livro e uso de papel <i>couché</i> podem encarecer o custo	++
COGNITIVO	5. Apresentação dos animais e plantas de forma estruturada e planejada (ex. ordem alfabética, classificação do tipo de animal – réptil, mamífero, ave, ...) – auxiliar na percepção e memória	+
FORMA DA MENSAGEM	6. Facilitar a analogia através de alguns desenhos mais realistas e sem usar elementos irreais (jacaré com guarda-chuva, onça pescando com bota, etc.)	+
TEMPO DA MENSAGEM	7. Produzir uma página final com índice remissivo em ordem alfabética, apresentando as 100 palavras – facilita no uso, dá oportunidade para que a criança encontre a página	+

Fonte: própria autora.

Tabela 60 – Principais problemas de Infodesign: Livro 7.

LIVRO 07	PROBLEMAS IDENTIFICADOS	GRAVIDADE
FUNCIONAL	1. Falta simplicidade e há excesso de informação e linguagens visuais, melhorar concisão	++
ESTÉTICO	2. Retirar capitulares presentes no início de cada parágrafo (poluição visual) 3. Manter unidade em tipografia, cor e elementos visuais nos boxes de destaque	++
ADMINISTRATIVO	4. Faltam informações sobre autores e ilustradores, bem como não há fonte referente a nenhuma das imagens utilizadas no livro 5. Acabamento e qualidade do material: papel não resistente para quantidade de dobras efetuadas	+++
COGNITIVO	6. São utilizadas algumas fotografias abstratas e descontextualizadas que não auxiliam na compreensão: utilizar melhores representações	++
FORMA DA MENSAGEM	7. Trabalhar ênfase ao longo do texto, utilizando recursos como negrito, cores, etc. para destaque	++

Fonte: própria autora.

Tabela 61 – Principais problemas de Infodesign: Livro 8.

LIVRO 08	PROBLEMAS IDENTIFICADOS	GRAVIDADE
FUNCIONAL	1. Melhorar estrutura, hierarquização da informação: produzir subcategorizações do conteúdo que está muito disperso e desordenado 2. Criar consistência no uso das cores das seções, mantendo as cores nas páginas que fazem parte da mesma seção	+ +
ESTÉTICO	3. Alterar tipografia utilizada no corpo do texto, usando algo mais “ <i>clean</i> ” que facilite leitura	+ +
ADMINISTRATIVO	4. Não há informações no livro sobre ano de publicação, autores, ilustradores. Também não há informação da fonte das fotografias e política de <i>copyright</i>	+ +
FORMA DA MENSAGEM	5. Algumas ilustrações são associadas às fotografias de maneira equivocada, por exemplo, urso polar em um gêiser, etc. Cuidado nas representações visuais e na analogia dos conteúdos	+ +
TEMPO DA MENSAGEM	6. Os índices estão perdidos ao longo do livro, dificultando encontrar a informação de maneira rápida. Sugestão: colocar no final do livro	+ +

Fonte: própria autora.

6.2.4 Quadro comparativo do grau de gravidade dos problemas

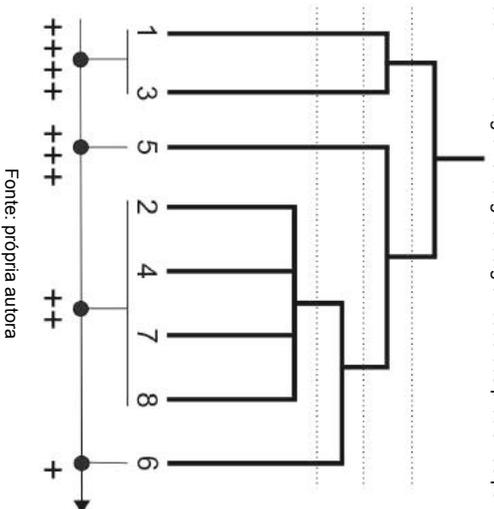
A partir das tabelas criadas dos estudos dos problemas identificados, foi possível construir um quadro comparativo geral dos livros paradidáticos de Ciências da amostra (Tabela 62). O quadro tem divisão dos blocos de princípios em função dos livros, demonstrando a quantidade de problemas identificados e seus graus de gravidade, calculando-se as respectivas médias aritméticas. Em uma primeira etapa, foi observado isoladamente apenas o grau de gravidade. Na média por livros, tem-se como resultados o livro 6 tendo a menor gravidade (apenas 1 +) e os livros 1 e 3 a maior gravidade (média 4 ++++). Para facilitar a visualização e compreensão, foi montando um dendrograma aglutinando os resultados em grupos, conforme pode ser verificado na Figura 52. Já realizando uma análise isolada do grau de gravidade média por blocos de princípios, identifica-se que o estético e administrativo obtiveram média de gravidade 3 (+++), enquanto o restante média 2 (++) (Figura 53). O número na tabela ao lado dos símbolos + diz respeito à quantidade de problemas identificados.

Tabela 62 – Quadro comparativo do grau de gravidade dos problemas.

	LIVRO 1	LIVRO 2	LIVRO 3	LIVRO 4	LIVRO 5	LIVRO 6	LIVRO 7	LIVRO 8	MÉDIA	SCORE
FUNCIONAL (Fun)	3 +++++	1 +	2 +++++		1 ++	1 +	1 ++	2 ++	1 ++	2,90
ESTÉTICO (Est)	3 +++++	1 ++	4 +++++	2 ++	2 +++	2 +	2 ++	1 ++	2 +++	3,24
ADMINISTRATIVO (Adm)	1 ++++	1 +++	1 +++	1 +	2 +++	1 ++	2 +++	1 ++	1 +++	2,70
COGNITIVO (Cog)	2 +++	1 +	2 +++	1 +	1 +++	1 +	1 ++		1 ++	2,22
FORMA DA MENSAGEM (For)	1 ++++	1 +	2 +++++	1 ++	2 +++	1 +	1 +	1 ++	1 ++	2,70
TEMPO DA MENSAGEM (Tem)	1 ++			1 +++	1 ++	1 +		1 ++	1 ++	2,0
MEDIA	2 +++++	1 ++	2 +++++	1 ++	2 +++	1 +	1 ++	1 ++	1 +++	
SCORE	3,91	1,6	4,45	1,83	2,78	1,14	2,14	2,00		

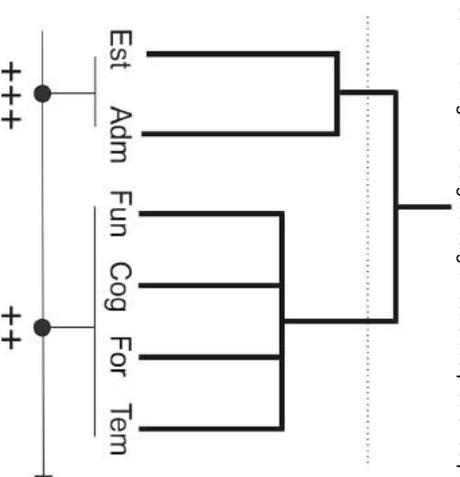
Fonte: própria autora.

Figura 52 – Dendrograma do grau de gravidade dos problemas por livro.



Fonte: própria autora.

Figura 53 – Dendrograma do grau de gravidade dos problemas por bloco.



Fonte: própria autora.

Na Figura 52, por exemplo, do dendrograma do grau de gravidade dos problemas nos livros da amostra, podem ser considerados diferentes tipos de agrupamentos hierárquicos a partir das linhas pontilhadas. Para a linha pontilhada mais elevada há uma divisão em dois grandes grupos de livros: $1' = \{1,3\}$ e $\{2,4,5,6,7,8\}$. Neste caso, o primeiro grupo representa os livros com maior gravidade e quantidade de problemas, enquanto que o segundo grupo define os livros com menor gravidade e quantidade de problemas. Na segunda linha pontilhada abaixo, existem três grupos, a saber: $1'' = \{1,3\}$, $\{5\}$ e $\{2,4,6,7,8\}$. Na terceira, são definidos quatro agrupamentos: $1''' = \{1,3\}$, $\{5\}$, $\{2,4,7,8\}$ e $\{6\}$. Este último agrupamento representa uma ordem decrescente de grau de gravidade dos problemas identificados, sendo respectivamente variando de 4 a 1. Assim, temos que:

Livros $\{1,3\}$ = gravidade 4 (++++)
 Livro $\{5\}$ = gravidade 3 (+++)
 Livros $\{2,4,7,8\}$ = gravidade 2 (++)
 Livro $\{6\}$ = gravidade 1 (+)

O dendrograma da Figura 53, sobre os blocos de princípios, segue a mesma ideia, porém apenas com dois grupos, sendo:

Estético e Administrativo = gravidade 3 (+++)
 Funcional, Cognitivo, Forma da Mensagem, Tempo da Mensagem = gravidade 2 (++)

Apesar dessa primeira análise, notou-se que não estava sendo levada em consideração a quantidade de problemas identificados, gerando resultados mais superficiais. Optou-se por adicionar estes dados na tabela para calcular uma nova média. Esta nova média leva em consideração a quantidade x gravidade dos problemas identificados, gerando *scores*. Neste sentido, quanto maior o *score*, maior o grau de gravidade dos problemas e vice-versa. Para calcular um *score* gera-se uma média ponderada recolocando valores numéricos ao grau de gravidade (+=1; ++=2; +++=3, ++++=4; +++++=5). Para se calcular o *score* de cada livro, utilizou-se a seguinte fórmula:

$$\text{Gravidade por Livro} = \frac{(n_{fun} \times g_{fun}) + (n_{est} \times g_{est}) + (n_{adm} \times g_{adm}) + (n_{cog} \times g_{cog}) + (n_{for} \times g_{for}) + (n_{tem} \times g_{tem})}{n_{fun} + n_{est} + n_{adm} + n_{cog} + n_{for} + n_{tem}}$$

em que:

$n = \text{quantidade de problemas identificados}$

$g = \text{grau de gravidade do problema}$

Por exemplo, vamos identificar como calcular o *score* do livro 1:

$$\text{Gravidade Livro 1} = \frac{(3 \times 4) + (3 \times 5) + (1 \times 4) + (2 \times 3) + (1 \times 4) + (1 \times 2)}{3 + 3 + 1 + 2 + 1 + 1}$$

$$\text{Gravidade Livro 1} = \frac{(12) + (15) + (4) + (6) + (4) + (2)}{11} = \frac{43}{11} = 3,91$$

Já no cálculo do *score* por bloco de princípio, tem-se a fórmula a seguir:

$$\text{Gravidade por bloco de princípio} = \frac{\sum_{i=1}^8 (n_i \times g_i)}{\sum_{i=1}^8 n_i}$$

em que:

$n_i = \text{quantidade de problemas identificados no bloco para o } i - \text{ésimo livro}$

$g_i = \text{grau de gravidade do problema no bloco para o } i - \text{ésimo livro}$

Por exemplo, vamos calcular o *score* no bloco de princípio estético:

Gravidade Bloco Estético

$$= \frac{(3 \times 5) + (1 \times 2) + (4 \times 5) + (2 \times 2) + (2 \times 3) + (2 \times 1) + (2 \times 2) + (1 \times 2)}{3 + 1 + 4 + 2 + 2 + 2 + 2 + 1}$$

$$\text{Gravidade Bloco Estético} = \frac{(15) + (2) + (20) + (4) + (6) + (2) + (4) + (2)}{3 + 1 + 4 + 2 + 2 + 2 + 2 + 1} = \frac{55}{17} = 3,24$$

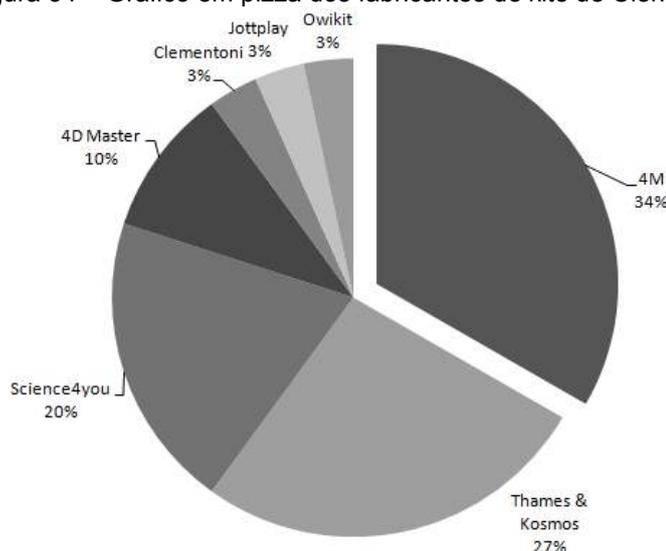
Neste caso, o bloco de princípio estético obteve maior gravidade geral, com *score* 3,24, enquanto o tempo da mensagem obteve menor gravidade com 2,0. Um aspecto interessante é que, por exemplo, administrativo e forma da mensagem, apesar de terem resultados médios diferentes, quando avaliados a partir do *score* (considerando quantidade de problemas e grau de gravidade), obtiveram resultados equivalentes (2,70). Este fator mostra a importância de se avaliar de maneira mais profunda uma avaliação heurística. Já no caso dos livros, aquele com maior gravidade foi do livro 3 (*score* 4,45) (não coincidentemente aquele com pior resultado) e o livro com menor gravidade foi o 6 (*score* 1,14), como pode ser observado no quadro comparativo.

6.3 PESQUISA COMPARATIVA (KITS/MODELOS)

6.3.1 Perfil dos kits/modelos paradidáticos

No total foram levantados 30 kits abordando os assuntos definidos nos eixos temáticos. Da amostra, foram encontrados sete fabricantes, sendo os mais representativos as empresas: 4M (Hong Kong, China), Thames & Kosmos (Stuttgart, Alemanha) e Science4you (Loures, Portugal), correspondendo a 81% dos *kits* (Figura 54). Desta maneira, observa-se que a maior parte é importada – a produção nacional se restringe às empresas 4D Master (São Paulo) e Jottplay (Paraná), que somam apenas 13% do total de *kits*. Os menores percentuais, com apenas 3% cada, são representados pela Clementoni (italiana) e Owikit (americana). Por este fator, uma parte dos *kits* não apresenta manuais / livros traduzidos para português-brasil, sendo disponíveis em versão inglês e/ou espanhol.

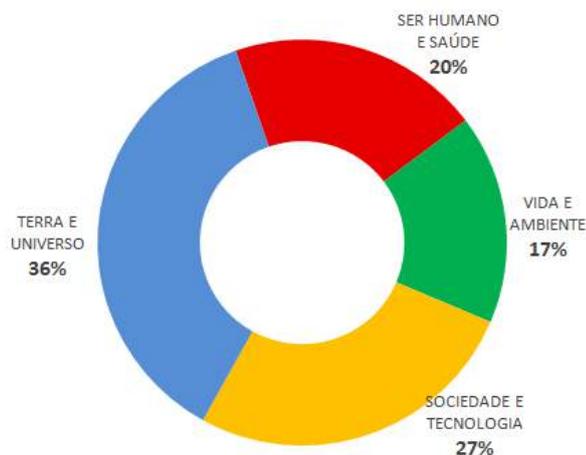
Figura 54 – Gráfico em pizza dos fabricantes de *kits* de Ciências.



Fonte: própria autora.

Outro fator observado foi que apesar dos fornecedores internacionais distribuírem seus produtos no Brasil – quando pesquisada a oferta de *kits* disponíveis em suas próprias plataformas comerciais internacionais *online* –, identificou-se que a quantidade e variedade ofertada no exterior são muito maiores que as encontradas no país. Ou seja, os distribuidores como Livraria Cultura, Americanas, HomeLab, Mini Cientista, WSKits, entre outros, importam apenas uma parcela do que é produzido lá fora. Em relação aos eixos temáticos, identificou-se que na amostra houve uma tendência maior nas áreas “Terra e Universo” (36%) e “Sociedade e Tecnologia” (27%), seguidos de “Ser Humano e Saúde” (20%) e “Vida e Ambiente” (17%) (Figura 55).

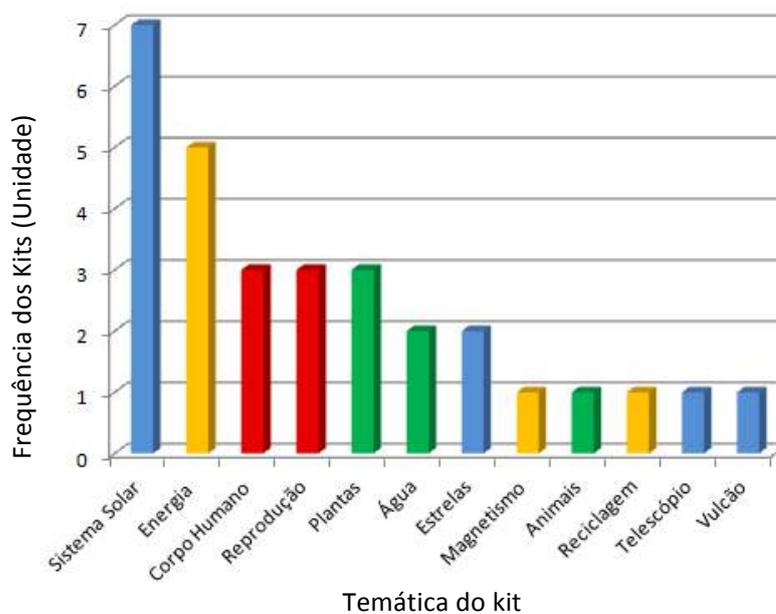
Figura 55 – Gráfico de rosca dos kits de Ciências Naturais por eixo temático.



Fonte: própria autora.

Foram encontrados muitos kits com conteúdo de Sistema Solar, contendo planetas de plástico (na maioria deles) ou isopor para formar uma espécie de planetário. Já no exterior, observando as próprias plataformas dos fabricantes, vê-se um destaque maior na divulgação de produtos no eixo Sociedade e Tecnologia, especialmente com temáticas a respeito de energias renováveis e robótica. Entretanto, são kits com produção recente e menos acessíveis do ponto de vista de preço, já que trabalham com componentes mais complexos e caros. Foram também observadas na amostra as temáticas tratadas em cada eixo, destacando-se a maior quantidade sobre: Sistema Solar (23%); Energia (17%), Corpo Humano (10%); Reprodução (10%); Plantas (10%) (Figura 56).

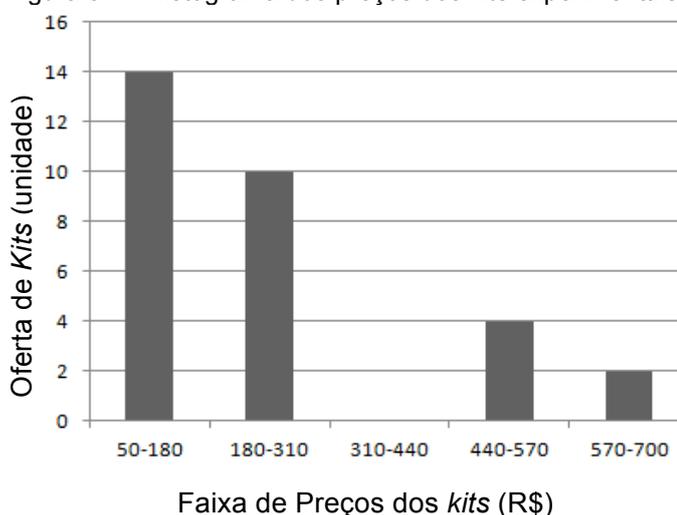
Figura 56 – Quantidade de kits experimentais por temática.



Fonte: própria autora.

Em relação ao preço dos *kits*/modelos, observam-se valores mais elevados que os livros paradidáticos, variando de R\$ 59,90 até R\$ 677,00. Aqueles com preços superiores a R\$ 900,00 foram desconsiderados nesta pesquisa, tendo em vista a distância da realidade das escolas públicas. A média estatística dos preços calculada ficou em **R\$ 232,21**. As frequências dos valores foram contabilizadas em cinco classes para traçar um histograma (Figura 57). É possível observar uma tendência de mercado na produção em maior escala de *kits* com preços “mais acessíveis” entre R\$ 50,00 a 310,00, sendo estes correspondentes a 80% do total desta amostra; e uma menor oferta variando entre R\$ 440,00 a 700,00 (20% dos dados levantados). Da amostra coletada, não foi encontrado nenhum *kit* com valores intermediários (R\$ 310,00 – 440,00).

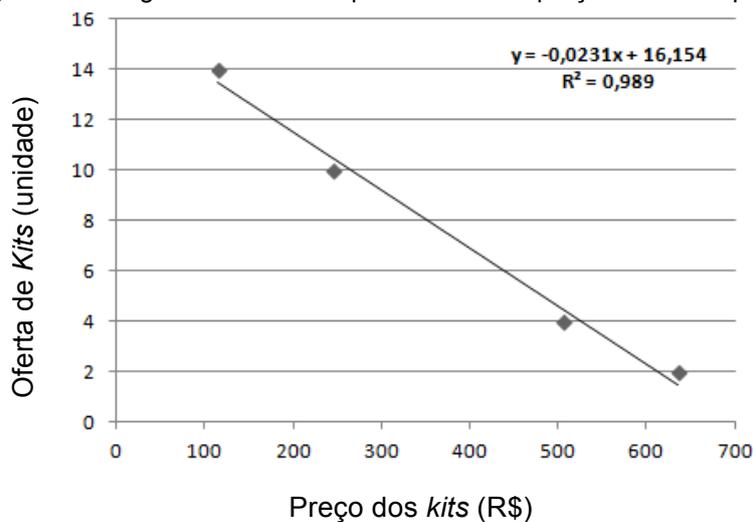
Figura 57 – Histograma dos preços dos *kits* experimentais.



Fonte: própria autora.

Contrariamente aos livros paradidáticos, os dados apontam para um comportamento diferente da curva normal padrão. Há claramente duas categorias distintas de kits: a primeira para contemplar uma faixa de menor preço e outra visando atender a demanda de kits mais elaborados e, conseqüentemente, com valores mais altos. Na realidade, trata-se de uma curva de oferta com comportamento linear decrescente em função do preço. A partir de uma regressão linear (RODRIGUES *et al.*, 2013) foi traçada uma reta cuja equação é apresentada na Figura 58. Observou-se um coeficiente de determinação de $R^2=0,989$, *i.e.*, indica que 98,7% da variância no número de *kits* de Ciências em oferta no mercado que é previsível pelo conhecimento da faixa de preços. Assim sendo, o número de kits oferecidos é variável praticamente dependente apenas dos preços praticados. Vale salientar que a fórmula $[\#_kits = -0.0231 \times Preço + 16,154]$ é válida apenas para preços enquadrados nas categorias 1 (R\$ 50,00-310,00) e 2 (R\$440,00-700,00).

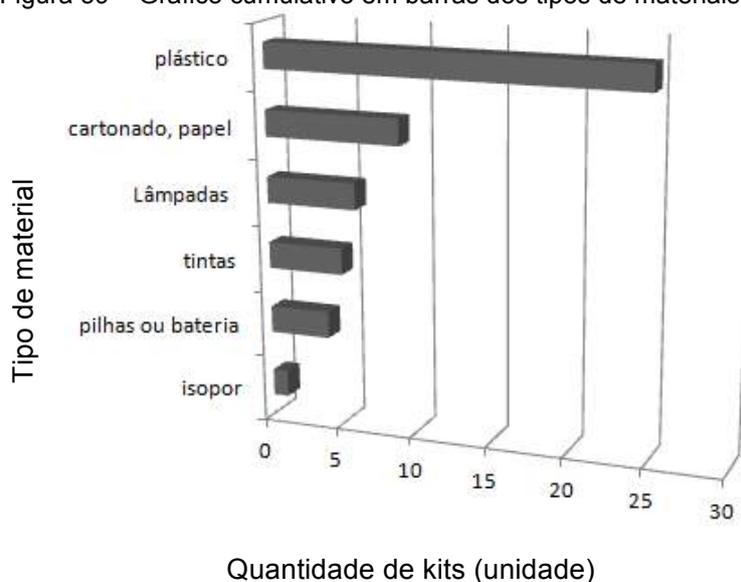
Figura 58 – Regressão linear simples da oferta x preço dos *kits* experimentais.



Fonte: própria autora.

Foram também observadas as especificações técnicas disponíveis nos *sites*, identificando-se modelos e componentes dos *kits* (materiais, tipos, características, etc.). Da amostra coletada, constatou-se que 83% apresenta plástico na composição de suas peças, seja de maneira total ou parcial. Acredita-se que o material plástico permite uma maior durabilidade, resistência e variedade, além da possibilidade de escalabilidade e oferecimento de preços acessíveis. Além disso, 30% apresentou papel ou cartonado mais resistente, seja em fichas, mapas, modelos, etc. Ainda sobre materiais, 17% dos *kits* oferece tintas (guache, brilhantes, acrílica, etc.) para pintar os modelos (Figura 59).

Figura 59 – Gráfico cumulativo em barras dos tipos de materiais dos *kits*.



Fonte: própria autora.

Apenas um kit apresentou isopor na composição (3%). Já outros materiais como resina, acrílico, madeira e vidro não apareceram. Do ponto de vista de recursos elétricos, 20% apresentou lâmpadas e 13% pilhas ou baterias. Alguns outros elementos que apareceram: lente de aumento, termômetro, motor, painel solar, fios de nylon, fita adesiva, canudo, sementes, bússola, ímã, entre outros. A lista completa é observada na Tabela 63.

Tabela 63 – Componentes e materiais dos *kits* experimentais.

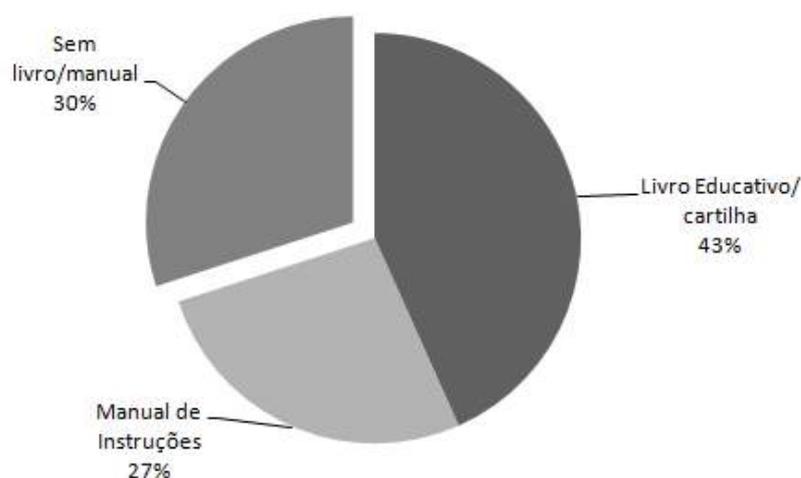
MODELO DIDÁTICO	COMPONENTES DO KIT
Esqueleto + órgãos	Peças de plástico, quebra-cabeça, modelo cartonado
Corpo + esqueleto + órgãos	41 peças de plástico
Corpo + órgãos	Maleta, peças de plástico, lente de aumento
Sistema reprodutor feminino	19 peças de plástico para montar
Sistema reprodutor (gravidez)	27 peças de plástico para montar
Sistema reprodutor masculino	25 peças de plástico para montar
-	Cartelas, tabuleiro de cartonado
Vasos + sementes	Placa de petri, pipeta, vareta, placas de identificação
Vaso + sementes	Lente de aumento, pipeta, sementes, vasos de plástico
Estufa + vasos + sementes	Termômetro, cartelas, sementes, estufa e vasos de plástico
Kit de experimentos	Bomba, termômetro, papel indicador de pH, balão, peças de plástico
Filtro de água	Filtro e funil de plástico, pedrinhas, carvão, areia
Casa + moinho de vento	peças de plástico, pilhas, lâmpadas de LED
Robôs solares + transportes	Motor, painel solar, peças de plástico
Turbina eólica + LED	Engrenagens, turbinas, pilhas, peças de plástico, lâmpada de LED
Hidrelétrica	Peças de plástico, lâmpadas de LED, mini motor
Motor+gerador	Motor, gerador, peças de plástico
Tela de reciclagem de papel	Bandeja de plástico, rede, papel, lã, fita, pincel, tinta, envelopes
Ímã, bússola, pêndulo	Ímã, bússola, pêndulo
Cúpula de estrelas - planetário	Projetor, cúpula, filme de projeção, lâmpada, baterias, caneta de feltro
Cúpula de estrelas - planetário	Mapa cartonado, cúpula, lâmpada, interruptor, fita adesiva, pilhas
Planetas plástico	Planetas plásticos, tinta brilhante, lixa, braços metálicos
Planetas isopor	Planetas isopor, tintas, pincéis, fios de nylon, ganchos de plástico
Telescópio+foguete+planetas	Mapa de estrelas, peças de plástico, cartonado, canudos, varetas, etc.
Planetas plástico	Motor, painel solar, planetas de plástico, tintas
Móvil Sistema Solar	Placas de plástico, planetas cartonados, móvil, fios e canudos
Telescópio	Lente objetiva, tubo, tripé, oculares, tubo focagem, espelho, bússola
Planetário	Base de madeira, lâmpada, fiação, cúpula de plástico, painel solar
Vulcão	Peças de plástico, tinta, folha de gráficos

Fonte: própria autora.

Outro fator observado foi quanto à presença ou ausência de livros, cartilhas ou manuais paradidáticos acompanhando o *kit*, oferecendo informações em termos de conteúdo e instruções para utilização e experimentação dos modelos, objetos e componentes do kit. Apenas 43% da amostra coletada, menos da metade, apresentou um livro educativo anexado. Calculando o número de páginas (média aritmética), estes

livros/cartilhas apresentam cerca de 36 páginas. Outros 27% continham manual de instruções, porém sem cunho educacional, apenas informações do ponto de vista de manuseio, montagem e utilização dos modelos. Os outros 30% dos kits não apresentaram nenhum material de apoio didático, instrucional – cartilha, livro, manual (Figura 60).

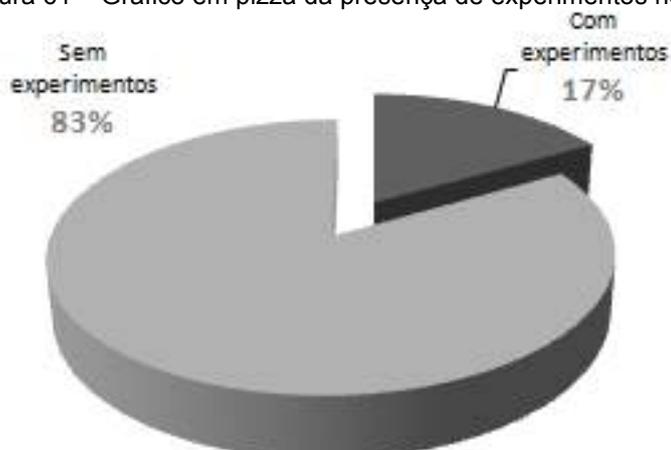
Figura 60 – Gráfico em pizza da presença de livros educativos nos *kits*.



Fonte: própria autora.

Último ponto observado foi em relação às informações instrucionais sobre práticas experimentais (Figura 61), se os *kits* apresentavam ou não indicação de experimentos usando os modelos e componentes. Observando as especificações técnicas disponíveis nos *sites* de compra, apenas 17% dos kits da amostra ofereceriam experimentos para seus usuários. A quantidade de experimentos proposta variou de 10 a 30, tendo uma média aproximada de 20 experimentos propostos.

Figura 61 – Gráfico em pizza da presença de experimentos nos *kits*.



Fonte: própria autora.

6.3.2 Quadro comparativo de kits paradidáticos de Ciências Naturais

Considerando que cerca de 80% dos kits da amostra coletada estão concentrados entre três fabricantes, optou-se por realizar uma análise comparativa entre estes. Para tal, foi selecionada uma temática em comum, justamente para verificar como as diferentes empresas costumam abordar um mesmo conteúdo de Ciências Naturais. Desta maneira, escolheu-se o assunto de “energia eólica” (tema em comum), cujas informações dos kits são apresentadas na Tabela 64. Foram observadas três partes: (1) projeto de embalagem; (2) componentes do kit experimental; (3) manual/ livro paradidático incluso. Este último foi analisado do ponto de vista dos Princípios do Design da Informação pela pesquisadora.

Tabela 64 – Lista dos kits experimentais de energia eólica.

	KIT EXPERIMENTAL	FABRICANTE	MARCA	ORIGEM
1	<i>Build your own Wind Turbine – Green Science</i>	4M		China
2	<i>Wind Power 2.0: Electricity Generating Turbines</i>	Thames & Kosmos		Alemanha
3	Energia Eólica: Kit Científico de Energias Renováveis	Science4you		Portugal

Fonte: própria autora.

6.3.2.1 Projeto de Embalagem kits experimentais de energia eólica

Em relação ao idioma, os dois primeiros não tiveram tradução; apesar de já serem vendidos no Brasil, estão disponíveis ainda em língua inglesa. Já o terceiro kit está em português-PT. Sobre a média de preço, ficou em R\$ 403,00, sendo os kits dos fabricantes 4M e Thames & Kosmos mais caros; enquanto a Science4you menos da metade do preço dos demais. Sobre as informações visuais, nas três embalagens há imagem do modelo (torre eólica), sendo que em duas delas há um fundo de paisagem com gramas e céu (representando a paisagem típica onde turbinas eólicas são instaladas). Sobre a paleta de cores, são bem similares, utilizando tons verdes e azuis. Apenas o terceiro kit optou por utilizar uma cor e enérgica para chamar atenção, usando um laranja. Já nas informações verbais, o conteúdo em comum nos três kits foram: título/subtítulo, fabricante e idade mínima. O segundo e terceiro kit continuam alguns diferenciais como selos ecológicos, experimentos, livro didático, opção de recarregar pilhas AA. Todos eles usam tipografia humanista, sem serifa. Entretanto, os dois primeiros em caixa alta, enquanto o terceiro kit utilizou fonte em caixa baixa. A Tabela 65 mostra uma comparação das embalagens.

Tabela 65 – Quadro comparativo das embalagens dos kits de energia eólica.

4M	THAMES & KOSMOS	SCIENCE4YOU
		
<p>PREÇO: R\$ 439,00</p>	<p>PREÇO: R\$ 570,00</p>	<p>PREÇO: R\$ 200,00</p>
<p>(a) informações da tampa</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> (x) título <input checked="" type="checkbox"/> (x) subtítulo <input checked="" type="checkbox"/> (x) descrição <input checked="" type="checkbox"/> (x) imagem do modelo <input checked="" type="checkbox"/> (x) fabricante <input checked="" type="checkbox"/> (x) idade mínima <input checked="" type="checkbox"/> (x) advertência <p>(b) informações das laterais</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> (x) título/subtítulo <input checked="" type="checkbox"/> (x) fabricante <input checked="" type="checkbox"/> (x) descrição <input checked="" type="checkbox"/> (x) imagem do modelo <p>(c) características da tipografia</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> () com serifa <input checked="" type="checkbox"/> (x) sem serifa <p>(d) paleta de cores</p> 	<p>(a) informações da tampa</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> (x) título <input checked="" type="checkbox"/> (x) subtítulo <input checked="" type="checkbox"/> () descrição <input checked="" type="checkbox"/> (x) imagem do modelo <input checked="" type="checkbox"/> (x) fabricante <input checked="" type="checkbox"/> (x) idade mínima <input checked="" type="checkbox"/> () advertência <p>(b) informações das laterais</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> (x) título/subtítulo <input checked="" type="checkbox"/> (x) fabricante <input checked="" type="checkbox"/> () descrição <input checked="" type="checkbox"/> (x) imagem do modelo <p>(c) características da tipografia</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> () com serifa <input checked="" type="checkbox"/> (x) sem serifa <p>(d) paleta de cores</p> 	<p>(a) informações da tampa</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> (x) título <input checked="" type="checkbox"/> (x) subtítulo <input checked="" type="checkbox"/> () descrição <input checked="" type="checkbox"/> (x) imagem do modelo <input checked="" type="checkbox"/> (x) fabricante <input checked="" type="checkbox"/> (x) idade mínima <input checked="" type="checkbox"/> () advertência <p>(b) informações das laterais</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> (x) título/subtítulo <input checked="" type="checkbox"/> (x) fabricante <input checked="" type="checkbox"/> () descrição <input checked="" type="checkbox"/> () imagem do modelo <p>(c) características da tipografia</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> () com serifa <input checked="" type="checkbox"/> (x) sem serifa <p>(d) paleta de cores</p> 

Fonte: própria autora, baseado em 4M, Thames & Kosmos e Science4you

6.3.2.2 Componentes dos Kits Experimentais de Energia Eólica

Sobre os componentes nos *kits* experimentais, o primeiro apresenta apenas 18 peças, enquanto os outros dois mais de 100. A maior parte dos componentes são peças pequenas de plástico para montagem, além de luz de LED e um gerador. Apenas o segundo *kit* possibilita montar oito modelos diferentes a partir das peças, enquanto o restante apenas um. Em relação aos experimentos possíveis, o número é bem variável, sendo 1, 8 e 20 experimentos possíveis propostos nos manuais. O primeiro vem apenas com uma folha de instrução de 3 páginas em preto e branco, enquanto os demais são acompanhados de manuais/livros paradidáticos com mais de 40 páginas coloridas, contendo instruções, experimentos e conteúdo. As informações podem ser visualizadas Tabela 66.

Tabela 66 – Quadro comparativo dos componentes dos *kits* de energia eólica.

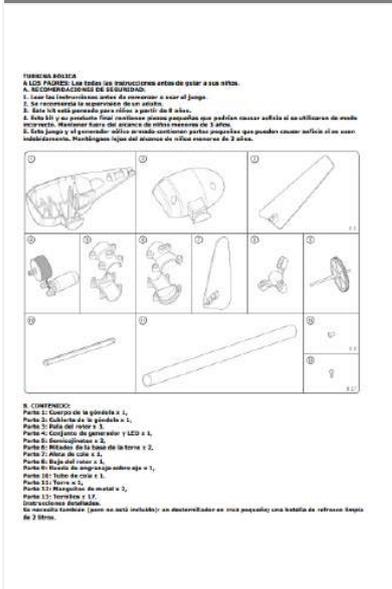
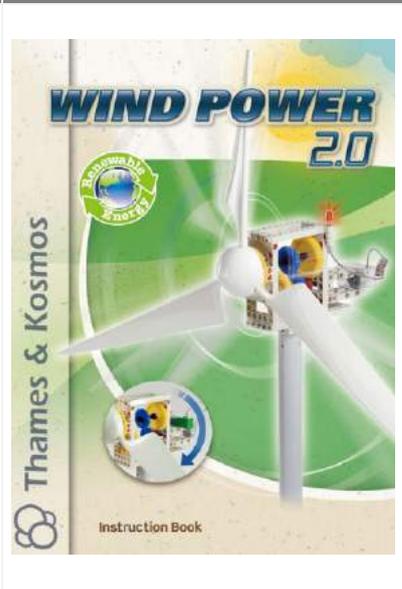
4M	THAMES & KOSMOS	SCIENCE4YOU
		
18 peças	133 peças	123 peças
1 modelo	8 modelos	1 modelo
1 experimento	8 experimentos	20 experimentos
Folha de instrução	Manual de instrução	Livro paradidático

Fonte: *Websites* da 4M, Thames & Kosmos e Science4you.

6.3.2.3 Comparação dos Manuais e/ou Livros inclusos no Kit de Energia Eólica

Além da versão impressa, todos os manuais/livros didáticos são disponibilizados na Internet nos respectivos *sites* dos seus fabricantes. Entretanto, os *kits* da Thames & Kosmos disponibilizam parte do conteúdo, apresentando apenas uma prévia das páginas. Sobre as línguas, a 4M disponibiliza em inglês e espanhol, a Thames & Kosmos em inglês e a Science4you em português-PT. As informações das capas podem ser comparadas na Tabela 67. O miolo é analisado a partir dos princípios do Infodesign.

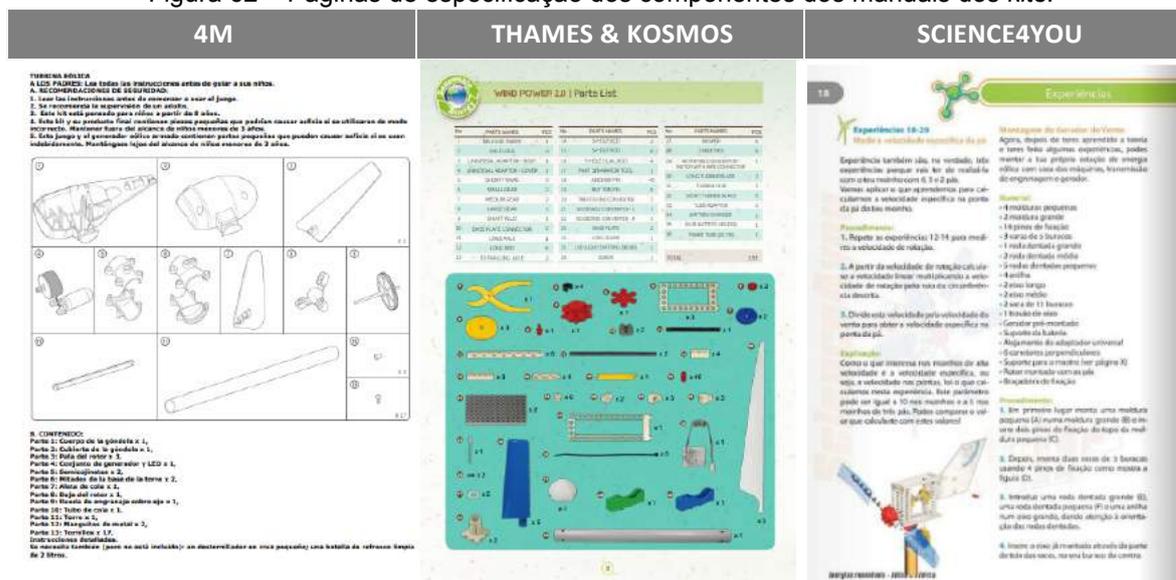
Tabela 67 – Quadro comparativo dos manuais dos kits de energia eólica.

4M	THAMES & KOSMOS	SCIENCE4YOU
 <p> THAMES & KOSMOS WIND POWER 2.0 Renovable Energy Instruction Book </p>	 <p> Science4you EcoScience Conteúdo Online Energias Renováveis Eólica e Hídrica 8+ </p>	
<p>(a) páginas: 03</p> <p>(b) cor: preto e branco</p> <p>(c) línguas: inglês e espanhol</p> <p>(d) Informações verbais capa</p> <p>(x) título</p> <p>() subtítulo</p> <p>() fabricante</p> <p>() selo ecológico</p> <p>() experimentos</p> <p>(e) linguagem visual capa</p> <p>() fotografia</p> <p>() ilustração</p> <p>(x) desenho técnico</p> <p>() iconografia</p> <p>(f) linguagem visual miolo</p> <p>() fotografia</p> <p>() ilustração</p> <p>(x) desenho técnico</p> <p>() iconografia</p> <p>(g) tipografia títulos/subtítulos</p> <p>() com serifa</p> <p>(x) sem serifa</p> <p>(x) caixa alta</p> <p>() caixa baixa</p> <p>(h) tipografia texto</p> <p>() com serifa</p> <p>(x) sem serifa</p> <p>() caixa alta</p> <p>(x) caixa baixa</p>	<p>(a) páginas: 40</p> <p>(b) cor: colorido</p> <p>(c) línguas: inglês</p> <p>(d) Informações verbais capa</p> <p>(x) título</p> <p>() subtítulo</p> <p>(x) fabricante</p> <p>(x) selo ecológico</p> <p>() experimentos</p> <p>(e) linguagem visual capa</p> <p>(x) fotografia</p> <p>() ilustração</p> <p>() desenho técnico</p> <p>() iconografia</p> <p>(f) linguagem visual miolo</p> <p>() fotografia</p> <p>(x) ilustração</p> <p>(x) desenho técnico</p> <p>() iconografia</p> <p>(g) tipografia títulos/subtítulos</p> <p>() com serifa</p> <p>(x) sem serifa</p> <p>(x) caixa alta</p> <p>() caixa baixa</p> <p>(h) tipografia texto</p> <p>() com serifa</p> <p>(x) sem serifa</p> <p>() caixa alta</p> <p>(x) caixa baixa</p>	<p>(a) páginas: 56</p> <p>(b) cor: colorido</p> <p>(c) línguas: português</p> <p>(d) Informações verbais capa</p> <p>(x) título</p> <p>(x) subtítulo</p> <p>(x) fabricante</p> <p>(x) selo ecológico</p> <p>() experimentos</p> <p>(e) linguagem visual capa</p> <p>(x) fotografia</p> <p>() ilustração</p> <p>() desenho técnico</p> <p>() iconografia</p> <p>(f) linguagem visual miolo</p> <p>(x) fotografia</p> <p>(x) ilustração</p> <p>() desenho técnico</p> <p>() iconografia</p> <p>(g) tipografia títulos/subtítulos</p> <p>() com serifa</p> <p>(x) sem serifa</p> <p>() caixa alta</p> <p>(x) caixa baixa</p> <p>(h) tipografia texto</p> <p>() com serifa</p> <p>(x) sem serifa</p> <p>() caixa alta</p> <p>(x) caixa baixa</p>

Fonte: Websites da 4M, Thames & Kosmos e Science4you.

Do ponto de vista da descrição dos componentes, nota-se diferentes formas de linguagem (Figura 62). A primeira enumera e apresenta cada peça através de um desenho técnico preto e branco; a segunda demonstra uma lista organizada em formato de tabela acompanhada de ilustrações realistas coloridas; enquanto a terceira apenas faz uma lista com os nomes dos componentes, porém sem referência visual nenhuma a qual cada tipo de peça. Neste caso, vemos que a melhor forma de apresentação seria combinação verbal e visual, com listas enumeradas e organizadas e produzindo associações diretas com ilustração realista ou desenho técnico. Neste quesito, Thames & Kosmos entrega uma melhor solução, enquanto a Science4you não possui clareza na apresentação dos componentes. Além disso, utilização de recursos de ênfase, como tipografia e cores diferentes para facilitar na compreensão são interessantes.

Figura 62 – Páginas de especificação dos componentes dos manuais dos kits.

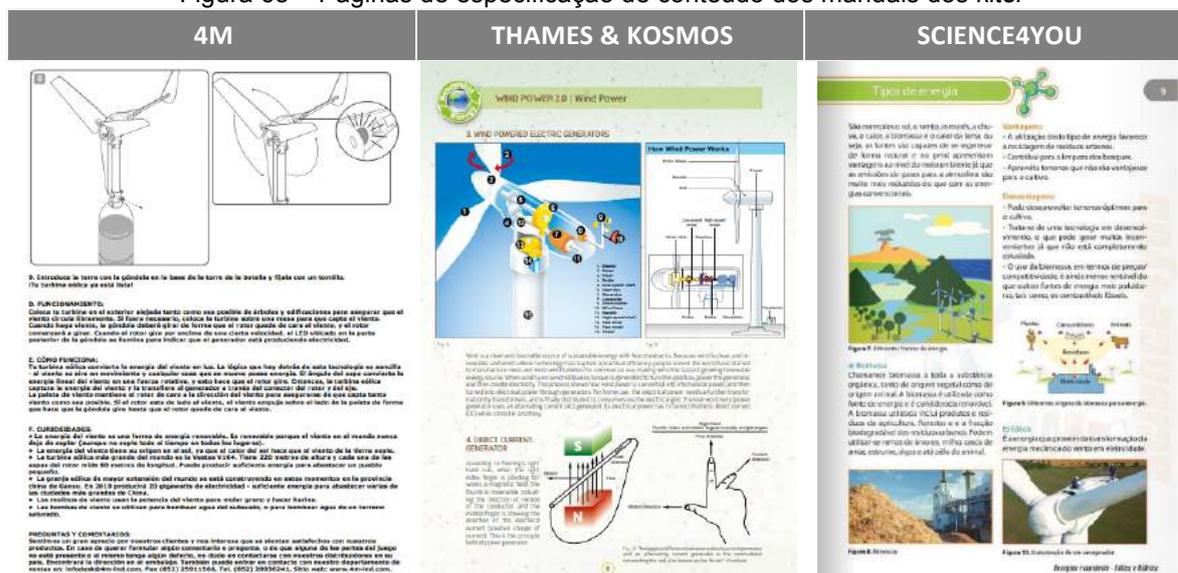


Fonte: *Websites* da 4M, Thames & Kosmos e Science4you.

Em relação à explicação de assuntos relacionados com o kit experimental (ou seja, conteúdo de energia eólica e/ou outras formas de energia), também há grande diferença. A primeira apresenta apenas uma lista de curiosidade com seis tópicos, sem aprofundar, de maneira rasa e superficial (Figura 63). Vê-se claramente que se trata de um simples manual de instruções. A segunda já traz um conteúdo mais denso e técnico, específico sobre energia eólica. Por exemplo, apresenta uma ilustração técnica (complexa) de como é por dentro de uma turbina eólica, explica sobre a geração de energia falando sobre campo de força, etc. Entretanto, o tipo de linguagem e conteúdo, apresenta uma adequação maior para alunos de ensino fundamental II. Neste caso, tem um caráter mais formal e técnico, além de descontextualizado do ponto de vista da abordagem CTS. O foco desta cartilha

paradidática foi na energia eólica. A terceira já apresenta ilustrações mais simples e fotos, além de linguagem mais convidativa e adequada para os primeiros anos. Além disso, contextualiza aspectos sociais e tecnológicos importantes do eixo temático, como vantagens e desvantagens, impactos ambientais, entre outros. Neste aspecto, apresenta uma linguagem mais próxima dos livros paradidáticos, além de apresentar um conteúdo mais completo (falar sobre energia, descrever cada tipo, etc.). Neste quesito, a 4M entrega solução insatisfatória e a Science4You entrega conteúdo mais completo para o público.

Figura 63 – Páginas de especificação de conteúdo dos manuais dos kits.

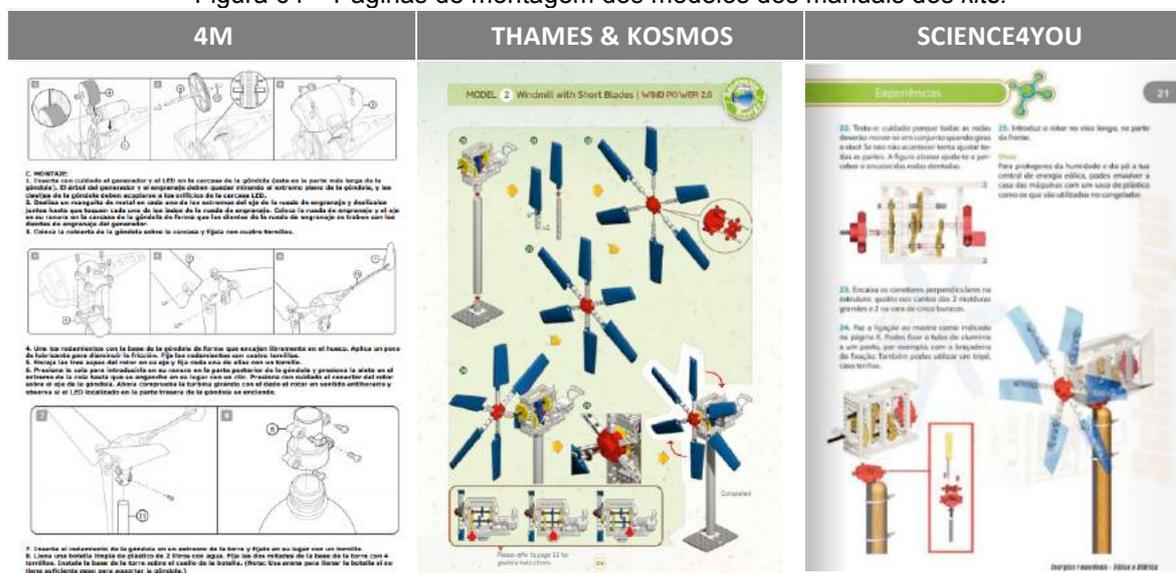


Fonte: Websites da 4M, Thames & Kosmos e Science4you

Em relação à montagem dos modelos de turbina eólica, as três empresas também apresentam de forma distinta. A primeira apresenta linguagem muito parecida com manuais técnicos de montagem de equipamentos. Divide a montagem em 8 etapas, cada qual ilustrada com um desenho técnico (Figura 64). O desenho apresenta numerações e indicações de montagem através de linhas pontilhadas. Para cada numeração no desenho há uma descrição da montagem. A sequência é demonstrada da esquerda para direita e de cima para baixo, como na comunicação ocidental. Já a segunda apresenta uma ilustração colorida realista enumerada em 25 passos e indicada por setas amarelas e vermelhas, sem descrição verbal da montagem. A sequência é um pouco confusa e o excesso da mesma ilustração de forma desestruturada atrapalha um pouco a compreensão. A terceira também apresenta 25 passos, mas são descritos verbalmente e depois acompanhados de fotografias dos componentes. Entretanto, as peças não são numeradas ou descritas. Outro aspecto é que a diagramação foi feita em duas colunas, diferentemente das outras. Neste quesito, a 4M apresenta melhor estrutura de descrição do processo de montagem do modelo,

enquanto que a Thames & Kosmos apresentou a mais confusa. Ainda assim, seria preferível utilizar ilustrações e fotografias: são mais convidativas para os anos iniciais.

Figura 64 – Páginas de montagem dos modelos dos manuais dos kits.



Fonte: *Websites* da 4M, Thames & Kosmos e Science4you.

6.3.3 Análise Comparativa dos Manuais dos Kits de Energia Eólica

6.3.3.1 Princípios Funcionais

Percebe-se que o (1) **problema** central em cada kit foi definido de maneiras diferentes. Enquanto a 4M teve foco na instrução e montagem da turbina eólica, as demais se preocuparam em apresentar conteúdo relativo ao assunto matéria e energia, além de propor experimentos diversos. Também há uma diferença na (2) **estrutura** da informação em ambos (Tabela 68). Do ponto de vista de (3) **clareza**, apenas alguns pontos não estavam claros nos manuais: a necessidade de vários recursos não inclusos para montar os modelos e realizar os experimentos e a sequência das instruções de montagem dos modelos (confusas e complexas). No princípio da (4) **simplicidade** todos os fabricantes apresentaram problemas, tais como: linguagem rebuscada, vocabulário avançado, ilustrações redundantes, excesso de elementos visuais supérfluos (bordas coloridas, marca d'água, etc.). Na (5) **ênfase** a 4M não utilizou bem o recurso. Não houve diferenciação com uso de recursos como negrito, cores, tamanho da tipografia, espaçamento, etc. No quesito da (6) unidade todos os fabricantes conseguiram trazer boas soluções, porém diferentes.

Tabela 68 – Tabela comparativa dos princípios funcionais nos manuais.

	4M	THAMES & KOSMOS	SCIENCE4YOU
1. PROBLEMA	<ul style="list-style-type: none"> Instruir para montar a torre eólica 	<ul style="list-style-type: none"> Ensinar conteúdo técnico do funcionamento de uma torre/turbina eólica Instruir para montar a torre eólica + 8 modelos Realizar 8 experimentos 	<ul style="list-style-type: none"> Ensinar conteúdo contextualizado dos tipos de energia (incluindo eólica) Instruir para montar a torre eólica Realizar 20 experimentos
2. ESTRUTURA	<ul style="list-style-type: none"> A. Informações aos pais B. Componentes C. Montagem D. Funcionamento E. Como funciona F. Curiosidades 	<ol style="list-style-type: none"> Diretrizes de recomendação e segurança O que é o vento? Energia eólica Gerador de energia Dicas e truques para montar os modelos Como ajustar a caixa do gerador Experimentos Referência avançada Modelos 	<p>1. Introdução</p> <ol style="list-style-type: none"> Definição da energia História da energia <p>2. Tipos de energia</p> <ol style="list-style-type: none"> Energias renováveis Energias não renováveis Energias renováveis x alternativas <p>3. Experiências</p> <p>Glossário</p>
3. CLAREZA	<ul style="list-style-type: none"> Não foi dito no <i>kit</i> que precisava de garrafa de 2L e chave de fenda estrela (não incluso) 	<ul style="list-style-type: none"> Falta de clareza na montagem dos modelos (excesso de informação visual, sem texto e sequência confusa) 	<ul style="list-style-type: none"> Não foi dito no <i>kit</i> que os experimentos precisariam de vários materiais (secador de cabelo, corda, cola, etc.)
4. SIMPLICIDADE	<ul style="list-style-type: none"> Linguagem e instruções complexas - não adaptadas para crianças (apesar de informar ser próprio para crianças a partir de 8 anos) 	<ul style="list-style-type: none"> Excesso de informação, retirar o que é supérfluo (muitas ilustrações redundantes) Montagem dos modelos complexas 	<ul style="list-style-type: none"> Excesso de conteúdo textual Fotografias redundantes Excesso de elementos visuais (borda nas figuras, marca d'água, etc.)
5. ÊNFASE	<ul style="list-style-type: none"> Fonte caixa alta (título) e baixa (descrição) Não há uso de recursos de ênfase como tamanho, negrito, cores, espaçamento, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> Fontes: caixa baixa e alta e tamanhos diferentes Espaçamento e agrupamento visual Cor verde nos cabeçalhos Numeração e setas 	<ul style="list-style-type: none"> Fontes: negrito, cores e tamanhos diferentes Espaçamento e agrupamento visual Cor verde nos cabeçalhos Numeração e letras
6. UNIDADE	<ul style="list-style-type: none"> Desenhos técnicos, preto e branco, mesma tipografia, <i>layout</i> padrão, diagramação em uma coluna 	<ul style="list-style-type: none"> Unidade na tipografia e nas cores <i>Layout</i> sem padrão (colunas sem formatação e desalinhas) 	<ul style="list-style-type: none"> Unidade na tipografia, nas cores e no <i>layout</i>

Fonte: própria autora.

6.3.3.2 Princípios Estéticos

No que diz respeito à (7) **harmonia**, a Science4you teve um melhor resultado no uso de tipografia, cores e combinações harmônicas. Já o primeiro fabricante dá um peso visual desnecessário com o texto todo em negrito, além ter um desequilíbrio no ritmo entre quantidade de conteúdo verbal e visual. A Thames & Kosmos teve dificuldade de criar um projeto com harmonia textual, tendo ora colunas extremamente largas ora muito estreitas. Todos os fabricantes apresentaram cuidado nas (8) **proporções**, respeitando tamanhos das peças dos modelos e proporções entre tamanhos dos objetos com referência ao homem. No entanto, os dois primeiros fabricantes utilizaram tipografias com o corpo demasiadamente pequeno, dificultando a leitura para as crianças. Na (9) **analogia**, todos apresentaram linguagens visuais com relação direta ao texto, auxiliando na contextualização do conteúdo. Entretanto, apenas a Science4you explorou fotografias, permitindo uma analogia mais assertiva ao mundo real dos fenômenos naturais. Na (10) **consistência**, a Thames & Kosmos apresentou problemas com *grid* no layout e alinhamento (Tabela 69).

Tabela 69 – Tabela comparativa dos princípios estéticos nos manuais.

	4M	THAMES & KOSMOS	SCIENCE4YOU
7. HARMONIA	<ul style="list-style-type: none"> • Fonte toda em negrito (<i>bold</i>) dá um peso visual em excesso • Desequilíbrio no ritmo das páginas: conteúdo verbal x visual 	<ul style="list-style-type: none"> • Tipografias harmônicas, cores com combinações análogas • Desequilíbrio nos tamanhos das colunas (textos ora longos x muito curtos) 	<ul style="list-style-type: none"> • Tipografias, cores e ilustrações harmônicas e em proporções estéticas equilibradas
8. PROPORÇÃO	<ul style="list-style-type: none"> • Proporção no tamanho das peças mantida • Tamanho da tipografia muito pequena, dificulta leitura 	<ul style="list-style-type: none"> • Proporção no tamanho das peças e nas relações entre tamanho do homem e tamanho dos objetos • Tamanho da tipografia muito pequena, dificulta leitura 	<ul style="list-style-type: none"> • Proporção no tamanho das peças e nas relações entre tamanho do homem e tamanho dos objetos
9. ANALOGIA	<ul style="list-style-type: none"> • Desenhos bem detalhados com o passo a passo descrito fazendo analogia 	<ul style="list-style-type: none"> • Ilustrações e esquemas - analogia direta com texto 	<ul style="list-style-type: none"> • Ilustrações com analogia direta - texto • Fotos contextualizam com a realidade
10. CONSISTÊNCIA	<ul style="list-style-type: none"> • Consistência no uso de signos (textos e ilustrações) 	<ul style="list-style-type: none"> • Consistência no uso de signos (textos, cores e ilustrações) • Mesmo ícone/selo em todas as páginas <i>Grid</i> inconsistente, elementos textuais e visuais desalinhados 	<ul style="list-style-type: none"> • Consistência no uso de signos (textos, cores e ilustrações) • Mesmo símbolo da marca em todas as páginas • Consistência no <i>layout</i>

Fonte: própria autora.

6.3.3.3 Princípios Administrativos

Em relação ao (11) **acesso**, apenas o último *kit* tem disponibilidade na língua portuguesa, porém não segue normas internacionais e padrões. Tanto a 4M como a Thames e Kosmos apresentam informações de segurança e uso logo no início, já a Science4you apresenta algumas poucas informações somente na página 23, podendo comprometer a segurança da criança. Em relação ao (12) **custo**, o mais baixo e acessível seria o primeiro, enquanto os outros teriam mais elevados (acabamento, papel, quantidade de páginas, etc.). Entretanto, é preciso levar em consideração à (14) **qualidade** e durabilidade do material/manual, levando em consideração à manipulação e uso. A Thames e Kosmos e a Science4you apresentam as melhores qualidades (impressão colorida, papéis especiais, encadernação). Sobre a questão (13) **ética**, foram encontradas divergências. O primeiro fabricante utiliza ilustrações e conteúdos próprios, enquanto o segundo usa conteúdo de outros, porém devidamente referenciados e respeitando a política de copyright. Já a Science4you apresenta problemas graves nesse quesito: utiliza ilustrações, fotografias e conteúdos retirados da internet sem realizar nenhum tipo de citação ou referência, violando as políticas de copyright e este princípio administrativo (Tabela 70).

Tabela 70 – Tabela comparativa dos princípios administrativos nos manuais.

	4M	THAMES & KOSMOS	SCIENCE4YOU
11. ACESSO	<ul style="list-style-type: none"> • Línguas: inglês e espanhol • Segue normas internacionais • Apresenta informações de segurança 	<ul style="list-style-type: none"> • Língua: inglês • Segue normas internacionais • Apresenta informações de segurança 	<ul style="list-style-type: none"> • Língua: português • Não segue normas internacionais • Normas de segurança apenas na página 23 sem indicação
12. CUSTO	<ul style="list-style-type: none"> • Baixo custo de produção do manual 	<ul style="list-style-type: none"> • Custo médio de produção do manual 	<ul style="list-style-type: none"> • Custo médio/alto de produção do manual
13. ÉTICA	<ul style="list-style-type: none"> • Ilustrações e conteúdo do próprio fabricante • Respeita política de <i>copyright</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Ilustrações e conteúdo de outros, porém referenciados • Respeita política de <i>copyright</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Conteúdo, ilustrações e fotografias sem referência ou citação (retiradas da internet) • Não respeita política de <i>copyright</i>
14. QUALIDADE	<ul style="list-style-type: none"> • Baixa qualidade • 3 páginas • Impressão P&B • papel <i>offset</i> • 1 dobra 	<ul style="list-style-type: none"> • Alta qualidade • 40 páginas • Impressão colorida • papel reciclado (?) • encadernação: canoa 	<ul style="list-style-type: none"> • Alta qualidade • 56 páginas • Impressão colorida • papel couché/LWC (?) • encadernação: canoa

Fonte: própria autora.

6.3.3.4 Princípios Cognitivos

Na (15) **atenção**, a 4M não apresenta resultado satisfatório, enquanto as demais usam recursos como diferentes cores, tamanhos, formas, ilustrações e outros. Essa situação também repete também com relação aos princípios da Gestalt na (16) **percepção**, que a primeira não utiliza enquanto as demais usam proximidade, similaridade, contraste e semelhança para facilitar a legibilidade. No (17) **processamento mental**, as duas primeiras apresentaram um conteúdo mais técnico e descontextualizado; enquanto que a Science4You usa mais recursos que facilitam a (18) **memória** (Tabela 71).

Tabela 71 – Tabela comparativa dos princípios cognitivos nos manuais.

	4M	THAMES & KOSMOS	SCIENCE4YOU
15. ATENÇÃO	<ul style="list-style-type: none"> Conteúdo textual não facilita atenção (sem cor, símbolos, ícones, setas, etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> Uso de vários artifícios como: diferentes cores, recursos visuais, tamanhos de fontes, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> Uso de vários artifícios como: diferentes cores, recursos visuais, tamanhos de fontes, etc.
16. PERCEPÇÃO	<ul style="list-style-type: none"> Sem uso dos princípios da Gestalt 	<ul style="list-style-type: none"> Uso de princípios da Gestalt como: proximidade, similaridade, contraste e semelhança 	<ul style="list-style-type: none"> Uso de princípios da Gestalt como: proximidade, similaridade, contraste, semelhança Uso de marca d'água nas páginas atrapalha percepção
17. PROCESSAMENTO MENTAL	<ul style="list-style-type: none"> Representação das ilustrações e palavras não adequado para crianças 	<ul style="list-style-type: none"> Conteúdo demasiado técnico e descontextualizado, dificulta compreensão Repetição na montagem dos modelos com muitas imagens e sem texto 	<ul style="list-style-type: none"> Conteúdo e linguagem mais acessível ao público e contextualizado, facilita compreensão
18. MEMÓRIA	<ul style="list-style-type: none"> O conteúdo é instrucional, sem foco na memória Curiosidades não facilita memorização (sem ilustração, ícones ou outros elementos) 	<ul style="list-style-type: none"> Uso de fotografias e ilustrações, esquemas, fotografias que facilitam na memorização 	<ul style="list-style-type: none"> Conteúdo em excesso por página que oferece sobrecarga à memória Uso de fotografias e ilustrações, esquemas e mapas mentais que facilitam memorização

Fonte: própria autora.

6.3.3.5 Princípios Forma da Mensagem

Em relação à (19) **cordialidade**, os fabricantes usam linguagens bem diferentes. Enquanto a primeira tem abordagem imperativa/instrucional, a segunda usa linguagem pessoal/informativa, enquanto a terceira faz uso de uma linguagem informativa mais

convidativa, se dirigindo diretamente ao público. Isso faz com que a linguagem seja mais convidativa e cordial para as crianças, estimulando a leitura e interação no livro. Já sobre a (20) **coloquialidade**, também houve diversas diferenças. A primeira e a segunda utilizaram uma linguagem mais descritiva, formal e técnica, não adequada para crianças dos anos iniciais. Apesar da 4M informar que o kit foi desenvolvido para crianças a partir de 8 anos, está claro que as instruções e montagem foi voltada para os pais. Já a Thames e Kosmos também utiliza um vocabulário e conteúdo mais avançado, ideal para os anos finais do ensino fundamental II e para o ensino médio (Tabela 72).

Tabela 72 – Tabela comparativa dos princípios da forma nos manuais.

	4M	THAMES & KOSMOS	SCIENCE4YOU
19. CORDIALIDADE	<ul style="list-style-type: none"> Linguagem sintética, porém imperativa (instrutiva – faça, coloque, encaixe, etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> Linguagem sintética e respeitosa, porém impessoal (informativa), não dialoga com o público 	<ul style="list-style-type: none"> Linguagem sintética e respeitosa, informativa e convidativa ao mesmo tempo (fala direto com o público)
20. COLOQUIALIDADE	<ul style="list-style-type: none"> Linguagem descritiva, técnica e instrutiva – voltada para os pais das crianças Vocabulário avançado 	<ul style="list-style-type: none"> Linguagem formal e técnica – para crianças do anos finais e adolescentes (a partir dos 13 anos) Vocabulário avançado 	<ul style="list-style-type: none"> Linguagem informal/ coloquial – a partir de 10 anos Vocabulário intermediário

Fonte: própria autora.

6.3.3.6 Princípios Tempo da Mensagem

Do ponto de vista de (21) **oportunidade**, o manual/livro da Science4you apresenta a melhor solução. Além de utilizar índice e paginação, oferece um glossário com termos dos assuntos trabalhados, facilitando a “navegação” e uso da informação. Em relação à (22) **estabilidade**, nenhum dos materiais deixou a desejar, todos mantiveram consistência no uso de informações verbais e visuais; evitando novos códigos para a mesma mensagem. Neste bloco de princípios, os resultados foram satisfatórios (Tabela 73).

Tabela 73 – Tabela comparativa dos princípios do tempo nos manuais.

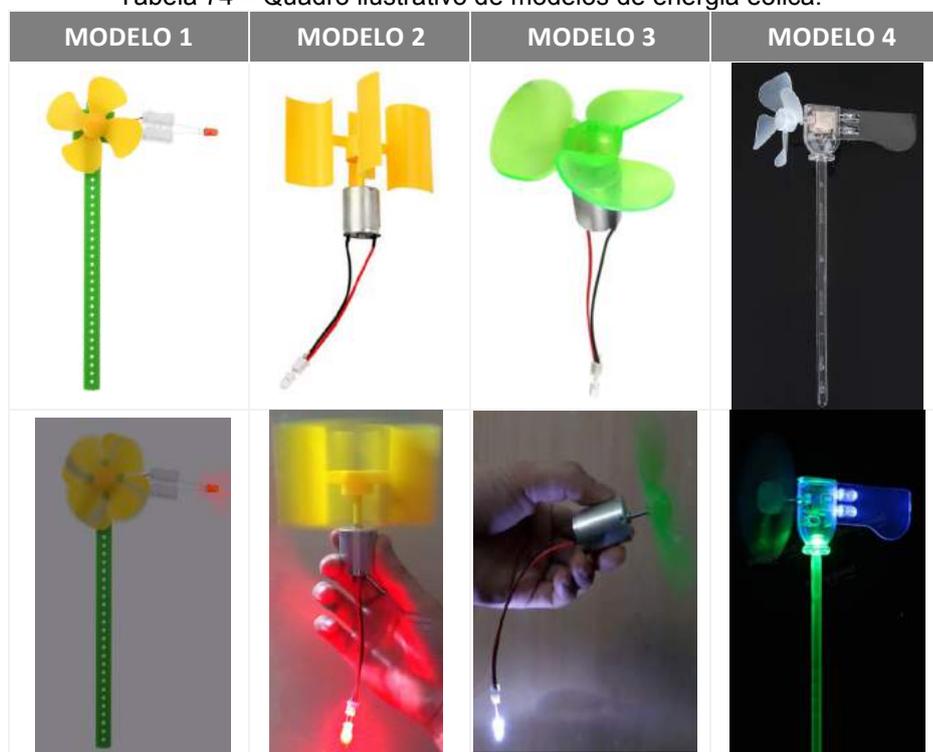
	4M	THAMES & KOSMOS	SCIENCE4YOU
21. OPORTUNIDADE	<ul style="list-style-type: none"> Sem índice/paginação 	<ul style="list-style-type: none"> Índice/paginação 	<ul style="list-style-type: none"> Índice/paginação Glossário
22. ESTABILIDADE	<ul style="list-style-type: none"> Consistência nos códigos (palavras e informações com mesmo significado) 	<ul style="list-style-type: none"> Consistência nos códigos (palavras e informações com mesmo significado) 	<ul style="list-style-type: none"> Consistência nos códigos (palavras e informações com mesmo significado)

Fonte: própria autora.

6.3.4 Análise Comparativa dos Modelos de Energia Eólica

Foram pesquisados modelos paradigmáticos de ciências, uma possível alternativa mais acessível de distribuição. Além daqueles produzidos pelos próprios professores e alunos, foram encontradas algumas opções prontas no mercado para venda. Em relação aos fabricantes, não foi encontrado nenhum relevante na produção específica de modelos: a maior parte são produções independentes do tipo “faça você mesmo” (*do-it-yourself*) em *sites* estrangeiros com materiais mais simples e acessíveis. Em relação aos distribuidores, foi encontrado o chinês Bang Good <disponível em: www.banggood.com> e o americano e-Bay <disponível em: www.ebay.com>. Foi realizada uma busca inicial dentro dos conteúdos dos eixos temáticos. Foram encontrados apenas alguns modelos referentes aos seguintes assuntos, a saber: (a) Corpo Humano (torso do corpo humano, órgãos, partes do corpo, desenvolvimento do feto); (b) Terra e Universo (planetário, globo terrestre); e (c) Matéria e Energia (mini motor, turbina eólica, relógio de batata). Para se proceder à análise comparativa, visando-se manter uma uniformidade, continuou-se no tema de energia eólica, buscando-se por torres/turbinas eólicas para realizar a comparação. As fotos dos modelos encontrados são ilustradas abaixo na Tabela 74, tanto parados como em funcionamento (com luzes ligadas). Já a análise comparativa é demonstrada na Tabela 75.

Tabela 74 – Quadro ilustrativo de modelos de energia eólica.



Fonte: BangGood e e-Bay

Tabela 75 – Quadro Comparativo dos modelos paradigmáticos de torres eólicas.

	MODELO 1	MODELO 2	MODELO 3	MODELO 4
DISTRIBUIDOR	BangGood	e-Bay/ BangGood	e-Bay	BangGood
PREÇO	R\$ 17,54	R\$ 12,17	R\$ 35,88	R\$ 28,09
PESO	21g	Não disponível	Não disponível	Não disponível
DIMENSÕES	5,5 cm x 4 cm x 17 cm	10 x 6 cm	9 cm	0,4 cm x 6,3 cm
CORES	Amarelo + verde	Amarelo	Verde	Transparente
COMPONENTES	Plástico + componentes elétricos	Plástico + componentes elétricos	Plástico + componentes elétricos	Plástico + componentes elétricos
MOTOR	Não disponível	Tensão de saída: DC 0.01v - 5.5v Corrente de saída: 0.01 - 100mA	Tensão de saída: DC 0.1v - 18V Corrente de saída: 0.01 – 0.3 A	Não disponível
LUZES	1 luz de LED vermelha	1 luz de LED vermelha	1 luz de LED branca	2 luzes de LED azuis 1 luz de LED verde
DESCRIÇÃO	Este kit é uma versão simplificada do kit experimental do gerador de energia eólica, ideal para demonstrar e facilitar no ensino. Pode converter energia eólica em eletricidade e acender uma lâmpada vermelha.	Mini design, grande efeito de demonstração, prático e durável. É uma demonstração muito boa de ferramentas de ensino de energia eólica. Também pode ser usado para fazer uma variedade de pequena produção de tecnologia.	Mini turbina eólica que você mesmo monta a parte do gerador de vento e desfruta desse momento de diversão. Baixo consumo de energia de LED, você pode soprar com sua boca ou colocar em um ventilador. Pode ser usado para experimentos no ensino de energia eólica, com capacidade de motivar estudantes e crianças.	Algumas das turbinas menores do mundo podem girar 360 graus, sendo direcionadas em função do vento. Pela geração de energia eólica, dá para acender dois LEDs azuis e verdes. É um ventilador de sopro brilhante, servindo como princípio de interpretação de energia eólica para facilitar na compreensão e educação.

Fonte: própria autora, baseado nos sites do e-Bay e Bang Good.

6.4 PESQUISA DE CAMPO

6.4.1 Critérios para seleção das Escolas Públicas

Os dados de desempenho das escolas públicas do Recife foram baseados no Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (Ideb). Leva em consideração o rendimento escolar no Sistema Nacional da Educação Básica (Saeb) e na Prova Brasil. Ao todo, na busca dos dados na base do Inep (2017), foram encontradas 184 municipais e 23 estaduais. Para as escolas municipais do Recife, foi realizado um cálculo empírico do número de classes (n) para estratificação da amostra (MORETIN; BUSSAB, 2017), contendo $N=184$. Assumiu-se, desta forma, como número de classes (faixa de valores) sendo igual a **14**, pois $n = \sqrt{N} = 13,5$. Para cálculo da amplitude (A) das notas atribuídas pelo Ideb no Ensino das Ciências Naturais nestas escolas, teve-se $A = 6,1 - 3,1 = 3$, sendo 6,1 a maior nota e 3,1 a menor delas. Admitindo-se classes com amplitudes idênticas, a amplitude de cada classe, cuja fórmula para cálculo corresponde a $\Delta = \frac{A}{n}$, ou seja, $\Delta = \frac{3}{14}$, admitiu-se como $\Delta = 0,2143$ de variação. Por exemplo, a primeira classe (1º) teve a menor nota 3,1, somando-se a variação de 0,21..., ou seja, contabilizando até 3,31. Na segunda classe (2º), o 3,31 mais 0,21..., ou seja, até 3,53 e assim por diante até finalizar a 14º classe, arredondando-se alguns para baixo e outros para cima, conforme representado na Classes da Tabela 76. A notar que numa dada classe, por exemplo, na primeira, (3,10 |- 3,31) a nota 3,10 é incluída, enquanto a nota 3,31 não é, passando para a classe posterior, ou seja 2º.

Para cada uma destas classes, foi calculado o ponto médio (X_i), ou seja, aquele que divide a classe em duas partes iguais. Somam-se os valores do limite inferior e do limite superior de cada classe, dividindo-se por dois. Por exemplo, para cálculo de X_1 , ou seja, calcular o ponto médio da 1º classe, temos $X_1 = \frac{\text{inf} + \text{sup}}{2} = \frac{3,10 + 3,31}{2} = 3,21$. Este mesmo cálculo foi feito para todas as 14 classes. Em seguida, foi observado a frequência (F_i) do número de escolas que apresentaram a média em cada uma das classes, informando suas respectivas quantidades. Por exemplo, 13 escolas das 184 obtiveram média do Ideb na 5º classe, ou seja, com notas variando entre 3,95 e 4,16. Já o $F_i\%$ apresenta o valor percentual da quantidade de escolas em cada uma das classes. Por exemplo, foram observadas 31 escolas na 7º classe, calculando-se o percentual da seguinte forma: $F_7\% = \frac{F_7}{N} \times 100 = \frac{31}{184} \times 100 = 17\%$. O “ F_i Acum” apresenta o valor acumulado em percentuais da primeira até a i -ésima classe, calculado da seguinte forma $F_i = \sum_{k=1}^i F_k$. Por exemplo, o F_i acumulado até a 4º classe é $F_4 \text{ Acum} = F_1\% + F_2\% + F_3\% + F_4\% = 2\% + 2\% + 1\% + 5\% = 10\%$.

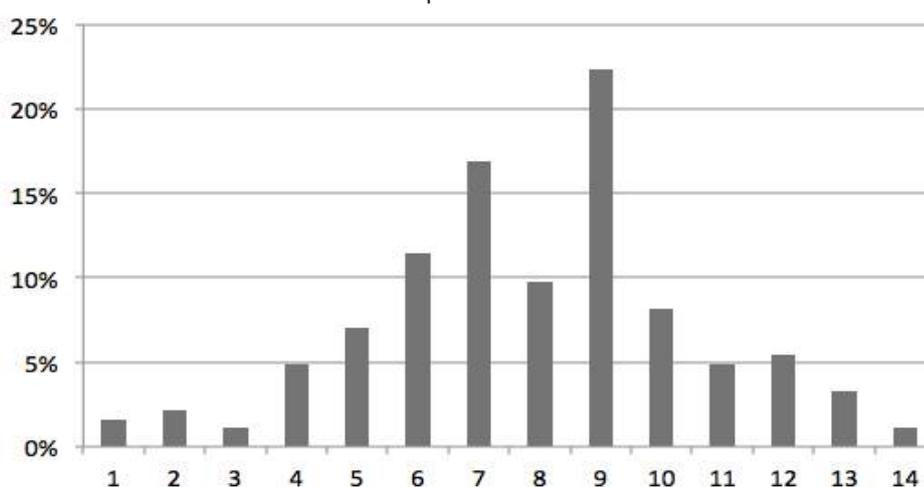
Tabela 76 – Estratificação em classes das notas das escolas municipais.

I	CLASSES	XI	FI	FI%	FI ACUM	XI * FI	(XI^2 * FI)
1º	3,10 - 3,31	3,21	3	2%	2%	9,62	30,82
2º	3,31 - 3,53	3,42	4	2%	4%	13,68	46,79
3º	3,53 - 3,74	3,64	2	1%	5%	7,27	26,43
4º	3,74 - 3,95	3,85	9	5%	10%	34,61	133,06
5º	3,95 - 4,16	4,06	13	7%	17%	52,72	213,76
6º	4,16 - 4,38	4,27	21	11%	28%	89,67	382,89
7º	4,38 - 4,59	4,49	31	17%	45%	139,04	623,57
8º	4,59 - 4,80	4,70	18	10%	55%	84,51	396,77
9º	4,80 - 5,02	4,91	41	22%	77%	201,31	988,43
10º	5,02 - 5,23	5,13	15	8%	85%	76,88	393,98
11º	5,23 - 5,45	5,34	9	5%	90%	48,06	256,64
12º	5,45 - 5,66	11,11	10	5%	96%	111,10	1234,32
13º	5,66 - 5,88	5,77	6	3%	99%	34,62	199,76
14º	5,88 -6,10	5,99	2	1%	100%	11,98	71,76
		69,86	184	100%		915,05	4998,98

Fonte: própria autora.

Com base nos dados, foi esboçado o diagrama de frequências relativas (histograma), conforme Figura 65. Vale a pena salientar que o perfil apresentado neste universo tem uma distribuição próxima da distribuição normal, o que seria esperado, tendo em vista o teorema central do limite (CAMPOS *et al.*, 2017). Este gráfico exibe a frequência relativa em função do número da classe correspondente (percentual de escolas com notas dentro da faixa de cada uma das classes).

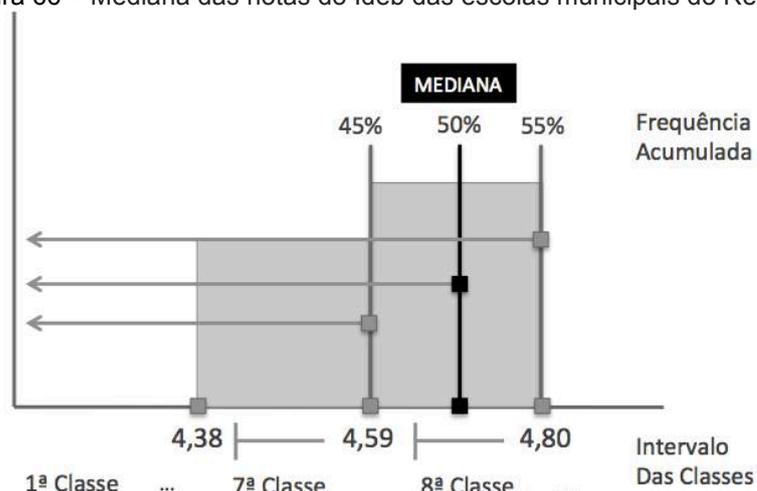
Figura 65 – Histograma de Frequências relativas em função das classes de notas das escolas municipais do Recife.



Fonte: própria autora.

Todos estes dados auxiliam no cálculo de cinco variáveis importantes da estatística descritiva básica, sendo elas: (1) a média, (2) a moda, (3) a mediana, (4) a variância e (5) o desvio padrão (MORETIN; BUSSAB, 2017). Para calcular a **média** geral (\bar{X}) das notas das escolas, utiliza-se a seguinte fórmula $\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$, teve-se como resultado $\bar{X} = \frac{915,05}{184} = 4,97$. Este poderia ser um dos critérios para seleção e escolha das escolas na amostragem, porém não é tão representativo, levando em conta a distribuição da quantidade de escolas e suas possíveis assimetrias. A **moda** refere-se a classe de maior frequência relativa, *i.e.*, a 9^o classe, com frequência de 22% (classe modal). Claramente pode ser observado no gráfico da Figura 6.33, que demonstra a 9^o classe como o pico da distribuição. Assim, o valor da moda seria o ponto médio (X_i) desta classe, ou seja, moda = **4,91**. Pode-se afirmar que esta seria a nota mais comum (mais frequente) entre todas as escolas municipais analisadas. Já a **mediana** diz respeito ao valor que divide o conjunto dos dados ordenados em dois subgrupos de mesmo tamanho, ou seja, entre os dados obtidos, 50% estão abaixo e 50% estão acima da mediana. Observando-se a Tabela 6.46, na coluna de frequência acumulada (F_i Acum), vê-se que a mediana está situada entre as classes 7^a (45%) e 8^a (55%). Para realização do seu cálculo, construiu-se a Figura 66 a qual contém informações relativas apenas a estas duas classes e suas respectivas frequências acumuladas. A mediana, desta maneira, pode ser calculada com uma simples regra de três (usando as médias e as frequências), resultando em Med = 4,695 \cong 4,7.

Figura 66 – Mediana das notas do Ideb das escolas municipais do Recife.



Fonte: própria autora.

Como indicador da flutuação (dispersão) dos dados em torno do valor da média, tem-se a **variância** amostral, dada por $S^2 = \frac{\sum_{i=1}^N F_i X_i^2}{N-1} - \left(\frac{\sum_{i=1}^N F_i X_i}{N-1} \right)^2$. Assim, tem-se $S^2 = \frac{4998,98}{183} -$

$\left(\frac{915,05}{183}\right)^2 = 2,3141$. O valor mais usado para indicar esta dispersão é o **desvio padrão**, dado pela raiz quadrada da variância, ou seja, $S = \sqrt{S^2} = 1,5212$. Para saber se esta variação é alta ou baixa, costuma-se utilizar o coeficiente de variação (CV), dado por: $CV = \frac{S}{\bar{X}} = 0,3060$. De acordo com a regra de Algibeira (MONTGOMERY; RUNGER, 2009), esta dispersão é considerada como alta, o que demonstra uma realidade bastante heterogênea. Já que existe esta variação, um critério adequado e interessante para seleção de uma única escola representativa neste universo de 184 escolas municipais, poderia ser baseado na mediana.

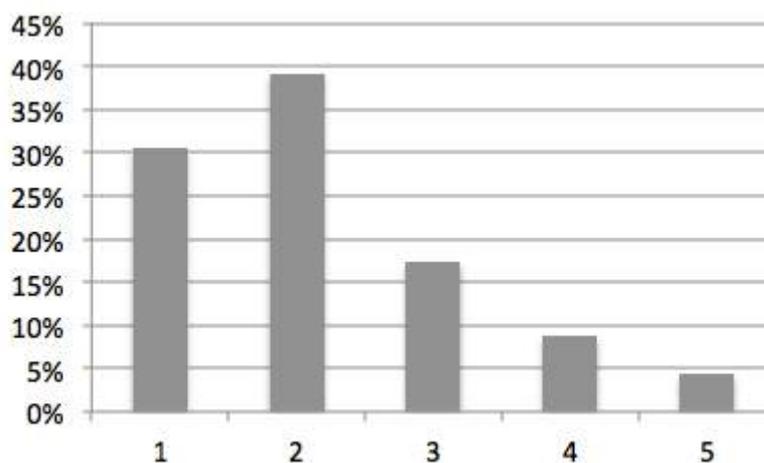
Para as escolas estaduais do Recife, o número de classes (n) para estratificação da amostra, contendo $N=23$ (número de escolas totais com dados disponíveis), $n = \sqrt{N} = 4,8$, assumindo-se 5 classes no total. Já amplitude das notas $A = 7 - 3,2 = 3,8$ e $\Delta = 0,76$. Com base nos dados e mesma linha de raciocínio de cálculos, foi elaborada a Tabela 77. Já o gráfico do histograma correspondente é mostrado na Figura 67. Note que, como o número de escolas avaliadas é baixo (somente 23), a distribuição apresenta uma curva menos próxima à distribuição normal, o que poderia ser esperado.

Tabela 77 – Estratificação em classes das notas das escolas estaduais.

i	Classes	Xi	Fi	Fi%	Fi Acumulado	Xi * Fi	(Xi ² * Fi)
1	3,20 - 3,96	3,58	7	30%	30%	25,06	89,71
2	3,96 - 4,72	4,34	9	39%	70%	39,06	169,52
3	4,72 - 5,48	5,1	4	17%	87%	20,4	104,04
4	5,48 - 6,24	5,86	2	9%	96%	11,72	68,68
5	6,24 - 7,00	6,62	1	4%	100%	6,62	43,82
		25,5	23	100%		102,86	475,78

Fonte: própria autora.

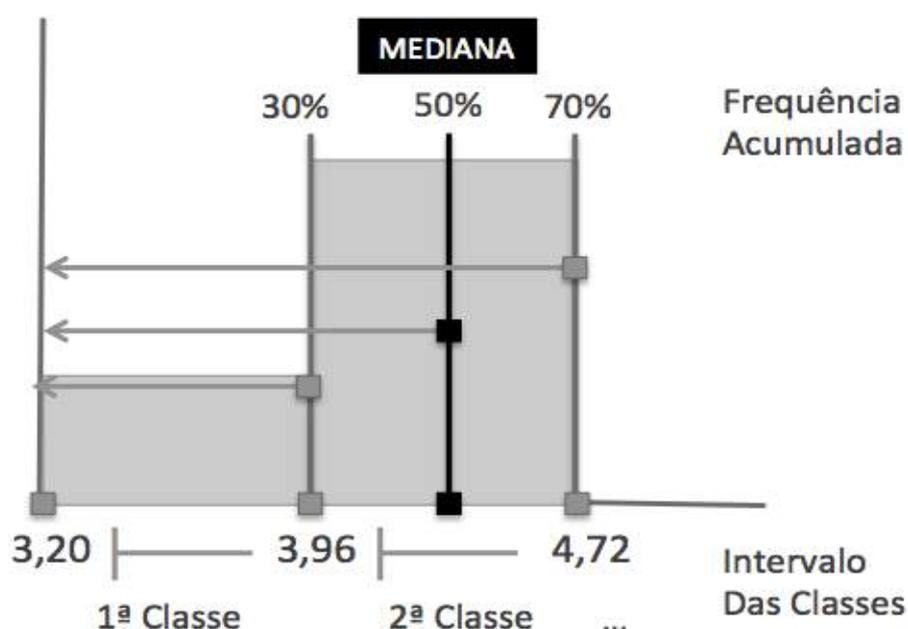
Figura 67 – Histograma de Frequências relativas em função das classes de notas das escolas estaduais do Recife.



Fonte: própria autora.

Em relação aos parâmetros estatísticos, foram encontrados os seguintes valores: (a) média: 4,47 (classe 2); (b) moda: 4,34 (classe 2); (c) mediana: 4,34 (classe 2), estimada a partir da regra de três observando a Figura 68; (d) variância: 1,626 e; (e) desvio padrão: 1,275. O Coeficiente de variação, neste caso, foi de 0,285, considerado uma grau de dispersão médio (segundo mesma classificação). Há menos flutuação na qualidade das escolas estaduais que as municipais, apresentando um grau de homogeneidade maior. Para cálculo da mediana, construiu-se um gráfico com base na Frequência acumulada da Tabela 77, observando-se que está entre a 1ª (30%) e a 2ª (70%) classe.

Figura 68 – Mediana das notas do Ideb das escolas estaduais do Recife.



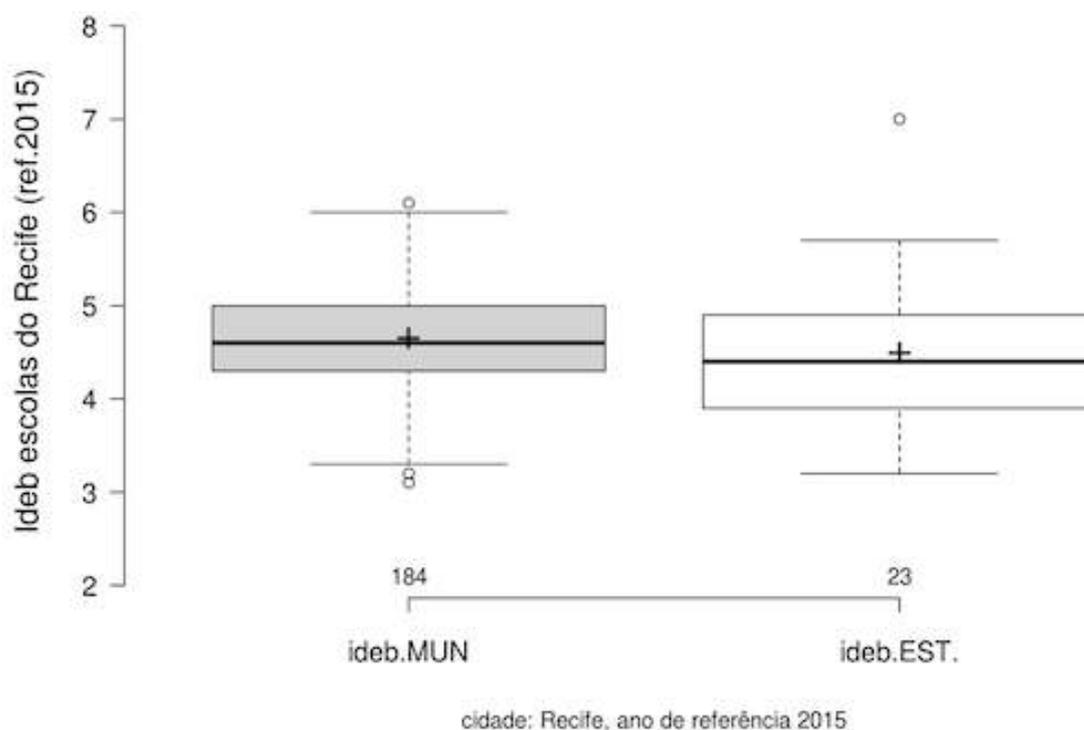
Fonte: própria autora.

A fim de comparar o comportamento (desempenho) e distribuição das médias e valores do Ideb no Ensino das Ciências Naturais, foi traçado um diagrama de caixas-e-bigodes (*boxplot* de Tukey)¹ (CAMPOS *et al.*, 2017), apresentado na Figura 69. Das 184 escolas municipais, foram 8 as escolas do Recife que obtiveram exatamente esta nota (4,7). Foram elas (nome e bairro): Escola Municipal do Alto da Bela Vista (Totó), Escola Municipal Ana Maurícia Wanderley (Água Fria), Escola Municipal do Pantanal (Cohab), Escola municipal do Engenho do Meio (Engenho do Meio), Escola Municipal Novo Mangue (Joana Bezerra), Escola Municipal Professor Moacyr de Albuquerque (Nova Descoberta), Escola Municipal Renato Accioly Carneiro Campos (Brejo do Beberibe) e Escola Municipal Vila Sésamo (Ibura/UR-5). Das 23 escolas estaduais, foram verificadas 5 com valores próximos

¹ Utilizou-se como ferramenta de apoio, o aplicativo online BoxPlotR, disponível em <<http://shiny.chemgrid.org>>.

à mediana, foram elas: Escola Othon Bezerra de Melo (Ipsep), Escola Cônego Rochael de Medeiros (Santo Amaro), Escola Mon Man Leonardo de Barros Barreto (Joana Bezerra), Escola de Referência em Ensino Médio Apolonio Sales (Ibura) e Escola Padre Donino (Casa Forte). Das escolas levantadas, escolheu-se a de Engenho do Meio e a Padre Donino, por critério de maior facilidade de acesso geográfico aos locais.

Figura 69 – Comparação do Ideb das escolas municipais x estaduais usando diagrama de caixas-e-bigodes (*boxplot*).



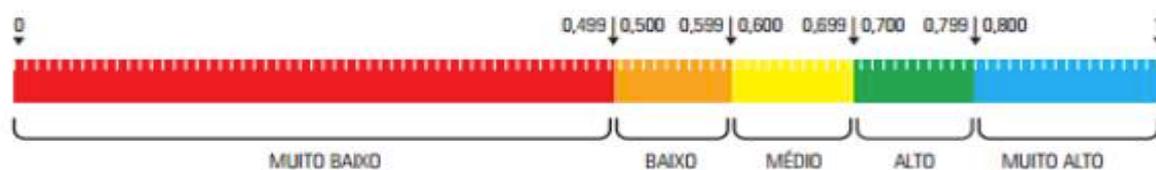
6.4.2 Mapeamento dos Elementos do Sistema de Atividades

Para identificação dos elementos do Sistema de Atividades do Ensino de Ciências Naturais nas escolas públicas do Recife (municipal x estadual), uma pesquisa documental foi realizada na plataforma QEdU, disponível em <<http://qedu.org.br>> (dados do Censo Escolar e INPE); selecionando os devidos filtros relevantes para coleta de dados em relação aos equipamentos e tecnologias, infraestrutura, informações sobre professores, alunos, entre outros. Além disso, foram utilizados dados da pesquisa “Raio X das Escolas Públicas do Recife” (CARVALHO, *et al.*, 2012) e índices diversos. Os elementos básicos identificados foram, a saber: contexto, sujeito, ferramentas, regras, objeto e comunidade.

6.4.2.1 Contexto: Escolas Públicas 5º ano – Recife

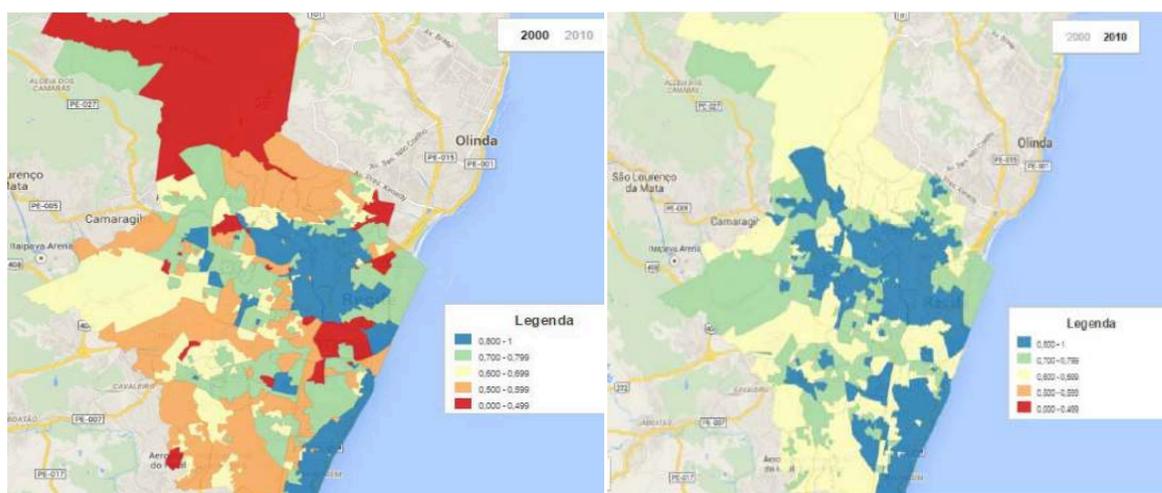
Um dos dados importantes para se entender o contexto das escolas públicas do Recife é o valor do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM); cuja medida é composta de indicadores que levam em consideração três dimensões do desenvolvimento humano: longevidade, educação e renda. O índice varia de 0 a 1, onde quanto mais alto, maior o desenvolvimento (Figura 70). Através dos mapas da cidade do Recife (Figura 6.39(a-b)) é possível observar a evolução e melhoria nos índices, bem como uma disparidade e concentração heterogênea de resultados em função de áreas administrativas e bairros específicos. No aspecto regional, a cidade é dividida em seis regiões administrativas: RPA1 (Centro), RPA2 (Norte), RPA3 (Noroeste), RPA4 (Oeste), RPA5 (Sudoeste) e RPA6 (Sul). As regiões Sul (bairros como Boa Viagem, Pina, Imbiribeira, Ipsep) e Noroeste (bairros como Graças, Aflitos, Jaqueira, Tamarineira, Casa Amarela) são aquelas que apresentam os melhores resultados (áreas azuis do mapa) (Figura 71).

Figura 70 – Faixa do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM).



Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil (PNUD, 2013)

Figura 71 – Distribuição de IDHM na cidade do Recife 2000 x 2010.



Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil (PNUD, 2013)

Estão ativas no total, em 2018, 209 escolas da rede municipal contra apenas 11 escolas da rede estadual no ensino do 5º ano no Recife. Tal discrepância deve-se ao fato dos anos iniciais terem sido repassados como responsabilidade dos municípios, fazendo com que os anos iniciais fossem descontinuados de muitas escolas da rede estadual. Deste

universo, observa-se também diferentes contextos entre as escolas. Em relação à disponibilidade de bibliotecas e acesso a livros paradidáticos, apenas 61% das escolas municipais possuem, enquanto a realidade nas escolas estaduais é bem diferente: 95% têm acesso. Em relação aos laboratórios de informática, mais uma vez a rede municipal sai atrás, são apenas 27% contra 94% da rede estadual. Especificamente sobre acesso a laboratórios de Ciências (materiais, recursos e infraestrutura), nota-se a maior carência e defasagem, são apenas 4% das municipais e 24% das estaduais com acesso (Tabela 78). Na pesquisa do Censo Escolar, 66% dos professores do 5º ano da rede pública afirmam haver possíveis problemas de aprendizagem devido à carência de infraestrutura física.

Tabela 78 – Contexto das escolas públicas do Recife: municipais x estaduais.

ESCOLAS MUNICIPAIS	ESCOLAS ESTADUAIS
<ul style="list-style-type: none"> • 209 escolas (5º ano) • Biblioteca disponível (61%) • Laboratório de informática (27%) • Laboratório de Ciências (4%) 	<ul style="list-style-type: none"> • 11 escolas (5º ano) • Biblioteca disponível (95%) • Laboratório de informática (94%) • Laboratório de Ciências (24%)

Fonte: própria autora baseado no Censo Escolar (INEP, 2017)

6.4.2.2 Sujeito: Professores de Ciências das Escolas Públicas

Na rede pública são contratados, aproximadamente, 400 professores do 5º ano nas escolas municipais, enquanto são apenas 11 na rede estadual. Em ambos os contextos há uma predominância de mulheres, sendo mais de 80% do sexo feminino. A faixa etária é variada, mas o perfil geral possui mais de 70% entre 30 a 50 anos. Além disso, mais de 73% possuem nível de titulação com especialização (lato sensu). Entretanto, apenas as escolas municipais apresentaram corpo docente com mestres (4%) e doutores (1%); enquanto não houve tal capacitação nas escolas estaduais.

Outro aspecto é que os professores são polivalentes, ensinando praticamente todos os componentes curriculares. Entretanto, há uma carência de formação específica para o ensino da matéria, no que diz respeito às metodologias, didáticas, uso de recursos, apropriação dos conteúdos, etc. Nas escolas municipais do Recife, 66% têm formação em pedagogia e apenas 26% em licenciaturas (abarcam matemática, geografia, letras, física, química, ciências biológicas, história); diferente das estaduais onde 25% têm formação em pedagogia e 57% são licenciados. Sobre o tempo de experiência e faixa salarial, baseada em quantidade de salários-mínimos (SM), há grande diferença entre as redes. Enquanto que mais da metade dos professores das escolas públicas recebem apenas até 1 salário mínimo, mais da metade daqueles da rede municipal recebem no mínimo 3 salários mínimos. Os dados podem ser observados comparativamente na Tabela 79.

Tabela 79 – Perfil dos professores do 5º ano do Recife: municipais x estaduais.

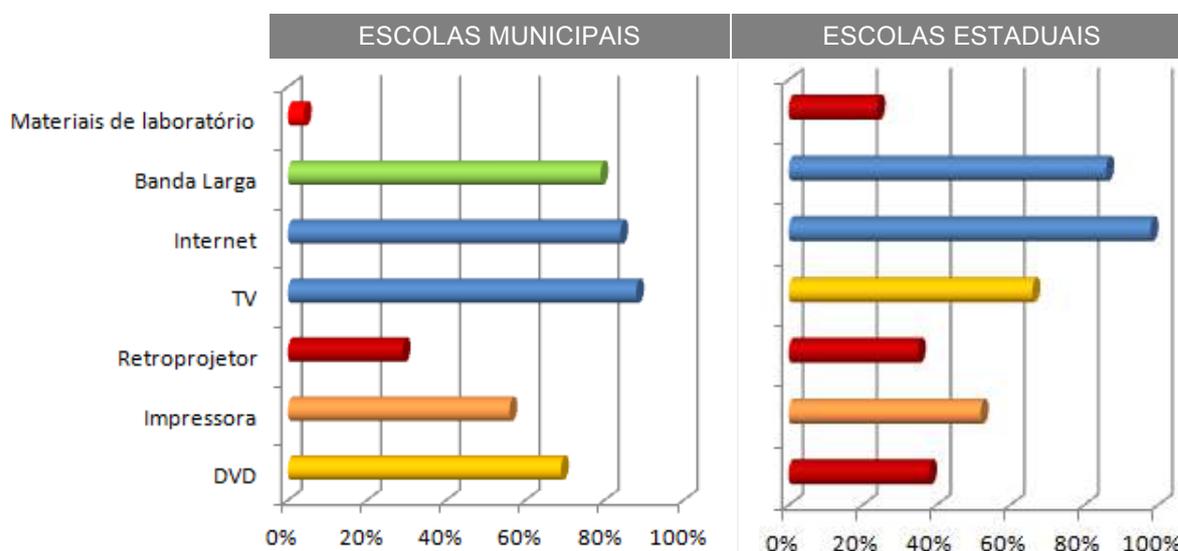
	ESCOLAS MUNICIPAIS	ESCOLAS ESTADUAIS
PERFIL GERAL PROF.	<ul style="list-style-type: none"> ≈ 400 professores (5º ano) Sexo: feminino (93%); masculino (7%) Faixa etária: <ul style="list-style-type: none"> - 18-30 anos (4%) - 30-40 anos (26%) - 40-50 anos (45%) - 50 anos ou + (15%) Titulação: <ul style="list-style-type: none"> - sem especialização (22%) - especialização (lato sensu) (73%) - mestres (4%) e doutores (1%) 	<ul style="list-style-type: none"> ≈ 11 professores (5º ano) Sexo: feminino (81%); masculino (19%) Faixa etária: <ul style="list-style-type: none"> - 18-30 anos (0%) - 40-50 anos (31%) - 50-55 anos (69%) - 50 anos ou + (0%) Titulação: <ul style="list-style-type: none"> - sem especialização (6%) - especialização (lato sensu) (94%) - mestres e doutores (0%)
FORMAÇÃO	<p>Superior outros 4% Magistério 4% Licenciaturas 26% Pedagogia 66%</p>	<p>Superior outros 6% Magistério 12% Licenciaturas 57% Pedagogia 25%</p>
TEMPO DE EXPERIÊNCIA	<p>0-5 anos 7% 15 anos ou mais 57% 5-15 anos 36%</p>	<p>15 anos ou mais 31% 5-15 anos 69%</p>
MÉDIA SALARIAL	<p>até 1 SM: ~2 1 a 2 SM: ~3 2 a 3 SM: ~42 3 a 4 SM: ~22 4 a 5 SM: ~17 5 ou + SM: ~17</p>	<p>até 1 SM: ~56 1 a 2 SM: ~19 2 a 3 SM: ~0 3 a 4 SM: ~6 4 a 5 SM: ~0 5 ou + SM: ~19</p>

Fonte: própria autora baseado no Censo Escolar (INEP, 2017)

6.4.2.3 Ferramentas e Recursos – Ensino de Ciências

Além da lousa e do livro didático, as escolas contam com outras ferramentas para apoio ao processo de ensino-aprendizagem de Ciências. Entretanto, a quantidade é extremamente limitada e defasada. Dentre eles estão disponibilidade de “aparelhos de DVD” – 69% (municipal) e 38% (estadual) e “retroprojedor/datashow” – 29% (municipal) e 35% (estadual). Em relação à disponibilidade de materiais de laboratório, os dados são alarmantes: nas escolas municipais apenas 4% tem acesso e nas estaduais 24%. O número de computadores por alunos só é adequado na rede estadual ($\approx 1:1$), na rede municipal a proporção é de 1 computador a cada 11 alunos. Os números só melhoram com acesso à televisão (mais de 60%) e à internet (mais de 80%) na rede pública (Figura 72).

Figura 72 – Ferramentas 5º ano das escolas públicas do Recife.



Fonte: própria autora baseado no Censo Escolar (INEP, 2017)

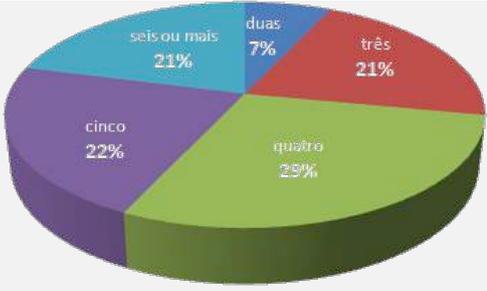
6.4.2.4 Regras no Ensino de Ciências nas Escolas Públicas

Todas as escolas da rede pública de ensino seguem recomendações dos Parâmetros Curriculares Nacionais de Ciências Naturais nos anos iniciais (BRASIL, 1997). Entretanto, estados e municípios têm autonomia para adaptar conteúdos, objetivos e estratégias em função de suas realidades e seus contextos socioculturais. Desta forma, como regras explícitas, as escolas municipais seguem a Política de Ensino da Rede Municipal do Recife – Ensino Fundamental (RECIFE, 2015) e a Política de Ensino da Rede Municipal – Fundamentos Teórico-Methodológicos (RECIFE, 2014). Enquanto isso, as escolas estaduais seguem as metas e estratégias do Plano Estadual de Educação de Pernambuco (PERNAMBUCO, 2015) e os Parâmetros para Educação Básica do Estado de Pernambuco (PERNAMBUCO, 2013) (Figura 73).

6.4.2.6 Comunidade do Ensino de Ciências nas Escolas Públicas

No total, foram 11.118 alunos matriculados no 5º ano das escolas da rede pública no Recife. Deste total, quase 98% são da rede municipal. O número máximo de alunos por turma nas escolas municipais é de 24, enquanto nas estaduais é de 33 (baseado no Parecer CEDD 1.400/2002). As escolas municipais apresentam ainda maior taxa de divergência de idades no 5º ano, apesar da taxa de reprovação ser menor que a das estaduais. A taxa de abandono em ambos os contextos é extremamente baixa, apenas 0,5%. Em relação às notas da Prova Brasil, levando em consideração o fluxo escolar (taxa de reprovação), as escolas municipais têm um desempenho superior às estaduais (Tabela 81).

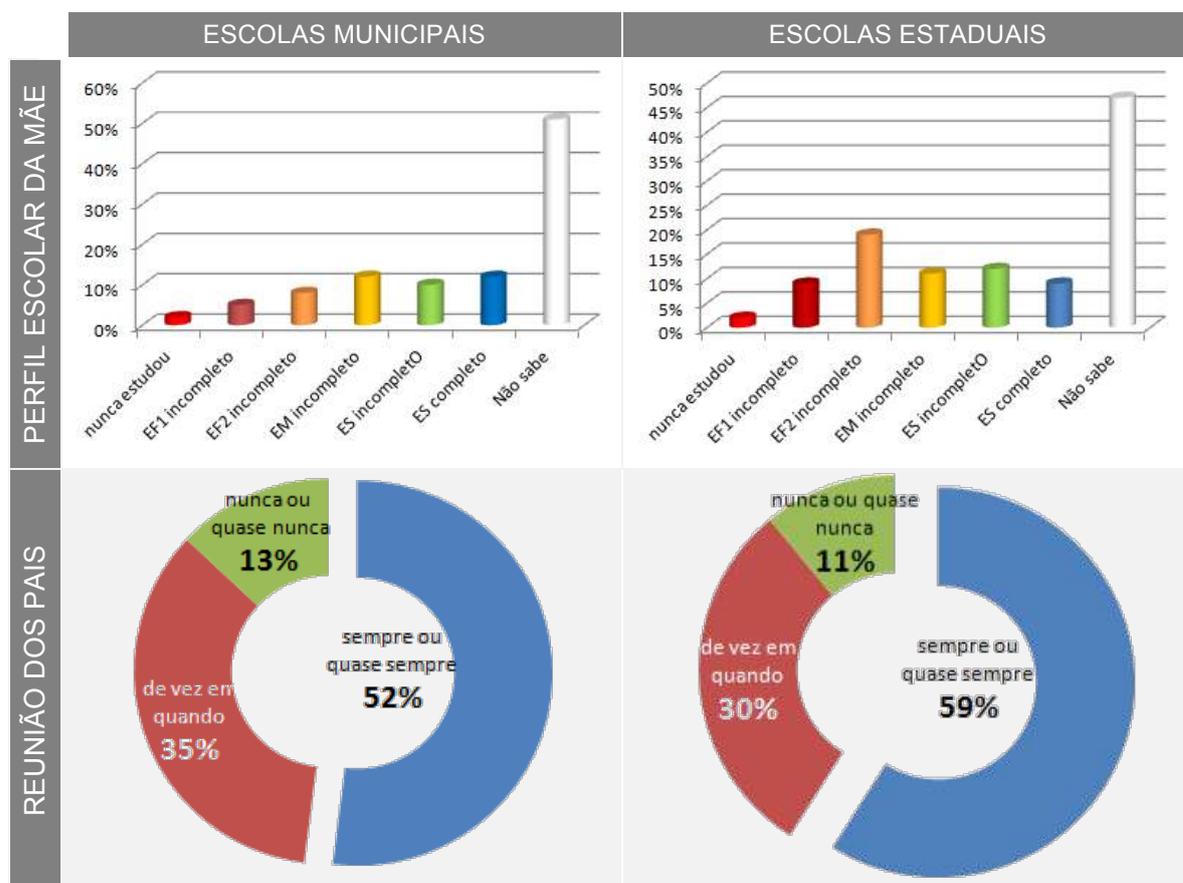
Tabela 81 – Perfil dos alunos do 5º ano escolas públicas do Recife.

	ESCOLAS MUNICIPAIS	ESCOLAS ESTADUAIS																								
PERFIL GERAL ALUNOS	<ul style="list-style-type: none"> • 10.883 alunos matriculados (5º ano) • ≈ 24 alunos por sala • Idade <ul style="list-style-type: none"> - 9 anos (1%) - 10 anos (30%) - 11 anos (48%) - 12 anos (13%) - 13 anos (5%) • Taxa de reprovação (7,4%) • Taxa de abandono (0,5%) Ideb (Prova Brasil + Fluxo Escolar): nota 5,9 (3% de reprovação) 	<ul style="list-style-type: none"> • 235 alunos matriculados (5º ano) • ≈ 33 alunos por sala • Idade <ul style="list-style-type: none"> - 9 anos (2%) - 10 anos (36%) - 11 anos (49%) - 12 anos (8%) - 13 anos (3%) • Taxa de reprovação (10,7%) • Taxa de abandono (0,5%) Ideb (Prova Brasil + Fluxo Escolar): nota 5,0 (11% de reprovação) 																								
PESSOAS NA CASA	 <table border="1"> <caption>Dados do Gráfico de Pessoas na Casa (Municipal)</caption> <thead> <tr> <th>Número de Pessoas</th> <th>Porcentagem</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>seis ou mais</td> <td>23%</td> </tr> <tr> <td>cinco</td> <td>22%</td> </tr> <tr> <td>quatro</td> <td>25%</td> </tr> <tr> <td>três</td> <td>20%</td> </tr> <tr> <td>duas</td> <td>7%</td> </tr> </tbody> </table>	Número de Pessoas	Porcentagem	seis ou mais	23%	cinco	22%	quatro	25%	três	20%	duas	7%	 <table border="1"> <caption>Dados do Gráfico de Pessoas na Casa (Estadual)</caption> <thead> <tr> <th>Número de Pessoas</th> <th>Porcentagem</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>seis ou mais</td> <td>21%</td> </tr> <tr> <td>cinco</td> <td>22%</td> </tr> <tr> <td>quatro</td> <td>25%</td> </tr> <tr> <td>três</td> <td>21%</td> </tr> <tr> <td>duas</td> <td>7%</td> </tr> </tbody> </table>	Número de Pessoas	Porcentagem	seis ou mais	21%	cinco	22%	quatro	25%	três	21%	duas	7%
Número de Pessoas	Porcentagem																									
seis ou mais	23%																									
cinco	22%																									
quatro	25%																									
três	20%																									
duas	7%																									
Número de Pessoas	Porcentagem																									
seis ou mais	21%																									
cinco	22%																									
quatro	25%																									
três	21%																									
duas	7%																									

Fonte: própria autora baseado no Censo Escolar (INEP, 2017)

Do ponto de vista do número de pessoas habitantes na residência, contando com o próprio aluno, mais da metade em ambos os contextos apresentam de 4 a 5 pessoas (famílias numerosas). Outro dado é que nas escolas municipais, quase metade dos alunos (43%) afirmam não morar com o pai, enquanto que nas escolas estaduais o percentual é de 30%. Em relação à mãe, representante mais importante neste contexto, em ambos os casos metade dos alunos não sabe informar qual grau de escolaridade. Já na participação ativa (sempre ou quase sempre) nas reuniões de pais nas escolas o valor também é reduzido: 52% (municipal) e 59% (estadual) (Tabela 82).

Tabela 82 – Perfil das mães dos alunos do 5º ano escolas públicas do Recife.



Fonte: própria autora baseado no Censo Escolar (INEP, 2017)

6.4.3 Mapeamento Contradições Primárias nos Sistemas de Atividades

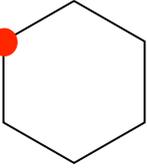
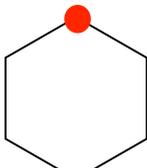
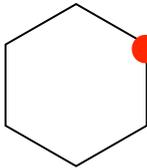
Nesta fase, as duas escolas selecionadas da amostra – Escola Municipal do Engenho do Meio e Escola Estadual Padre Donino – foram observadas durante 2º semestre de 2018, especificamente nas aulas de Ciências Naturais do 5º ano. Ao todo, quatro turmas (duas de cada escola) foram acompanhadas. O porte das escolas é diferente: a estrutura da primeira é três vezes maior que a segunda em função da quantidade de salas de aula e do número de funcionários. Todavia, ambas possuem bibliotecas e recursos paradidáticos similares (Tabela 83). Foram mapeadas as contradições primárias (nos elementos do sistema) e secundárias (entre os elementos do sistema) nas aulas de Ciências Naturais das escolas a partir das observações sistemáticas não participantes e das entrevistas semiestruturadas focalizadas. Para tal, foram utilizados *checklists* (roteiros de perguntas – questões-problema), que podem ser visualizadas no APÊNDICE F. O foco na identificação das contradições foram problemas do ponto de vista do ensino das Ciências Naturais usando materiais paradidáticos. Algumas contradições foram similares nos contextos de ambas as escolas, outras divergiram, conforme dados apresentados nas Tabela 84 e 85.

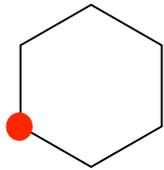
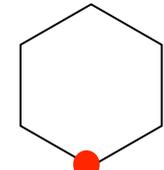
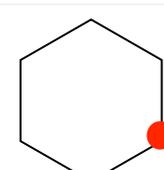
Tabela 83 – Quadro comparativo das escolas Engenho do Meio e Padre Donino.

ESCOLA MUNICIPAL Engenho do Meio	ESCOLA ESTADUAL Padre Donino
	
<ul style="list-style-type: none"> • Localização: Engenho do Meio • Salas de aula: 12 • 5º ano: 4 turmas • 90 funcionários • Laboratório de Informática (desativado) • Biblioteca • Recursos: TV, DVD, <i>datashow</i>, retroprojeter, som e câmera fotográfica 	<ul style="list-style-type: none"> • Localização: Casa Forte • Salas de aula: 4 • 5º ano: 2 turmas • 27 funcionários • Laboratório de Informática • Biblioteca • Recursos: TV, DVD, videocassete, <i>datashow</i>, retroprojeter, som, câmera

Fonte: própria autora.

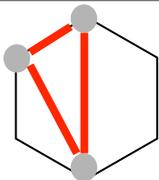
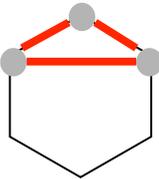
Tabela 84 – Análise comparativa das contradições primárias das escolas.

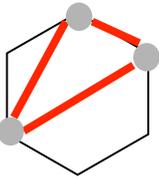
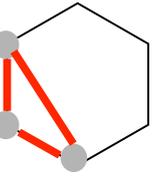
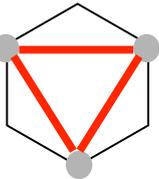
	CONTRADIÇÃO PRIMÁRIA	ESCOLA MUNICIPAL (Engenho do Meio)	ESCOLA ESTADUAL (Padre Donino)
SUJEITO		<ul style="list-style-type: none"> • Professoras alegam se sentir sobrecarregadas com demanda de atividades (dificuldade de planejar e preparar as aulas de Ciências) • Nenhuma das professoras tem formação específica em Ciências (seja educação formal ou capacitação continuada) 	<ul style="list-style-type: none"> • Não detectada contradição nesse nível diferente da outra escola. • As duas professoras do 5º ano estavam com processo de aposentadoria aberta; ambas alegaram desestímulo com a carreira docente
FERRAMENTA		<ul style="list-style-type: none"> • Não há livros paradidáticos de Ciências Naturais nas bibliotecas • Não há laboratórios ou materiais de laboratório nas escolas • Internet não funciona em determinadas salas de aula (alcance e sinal baixos) • Laboratório de informática foi desativado da escola • Pragas de cupins deterioraram recursos e objetos de papel e madeira da escola 	<ul style="list-style-type: none"> • Laboratório de informática com infraestrutura precária (espaço pequeno e número reduzido de computadores por alunos)
OBJETO		<ul style="list-style-type: none"> • Objetos e expectativas de aprendizagem nas Ciências Naturais são trabalhados e atingidos de forma regular e/ou insatisfatória (avaliações e conceitos baixos na matéria) 	

REGRAS		<ul style="list-style-type: none"> Inconsistências entre os conteúdos programáticos da política de ensino municipal/estadual x PCNs Quadro de horários para o 5º ano define apenas 1 aula de Ciências por semana (carga horária deficitária e insuficiente)
COMUNIDADE		<ul style="list-style-type: none"> Baixo grau de escolaridade e nível cultural dos familiares não permite assistência adequada para o ensino de Ciências fora da sala de aula Baixa integração dos pais nas atividades educacionais (reunião de pais e mestres, apoio nas tarefas de casa, etc.) Baixa nível de integração dos membros da comunidade (contexto local) com a escola em atividades envolvendo Ciência, Tecnologia e Sociedade.
DIV. TRAB.		<ul style="list-style-type: none"> Os alunos têm dificuldade de desenvolver competências de autonomia nas atividades de Ciências em sala de aula, parcialmente devido à forte relação hierárquica aluno-professor Atribuições e demandas do professor na divisão do trabalho são excessivas (atividades operacionais, pedagógicas, burocráticas, etc.)

Fonte: própria autora.

Tabela 85 – Análise comparativa das contradições secundárias das escolas.

	CONTRADIÇÕES SECUNDÁRIAS	ESCOLA MUNICIPAL (Engenho do Meio)	ESCOLA ESTADUAL (Padre Donino)
S-F-C		<ul style="list-style-type: none"> Falta de funcionários na escola para auxiliar na manipulação e locomoção dos recursos (retroprojetor, televisão, etc.) prejudicam atividades – professoras alegam demorar muito tempo para resolver questões técnicas e por isso decidem fazer pouco uso destes recursos Cerca de 40% dos alunos não têm acesso à internet ou computadores em casa, dificultando realização de atividades de pesquisa fora da aula 	
S-F-O		<ul style="list-style-type: none"> Os livros didáticos adotados apresentam assuntos mais abstratos e complexos com abordagem focada em conceitos e conteúdos, mais descontextualizados da realidade do aluno Foram aplicadas poucas ou praticamente nenhuma atividades experimentais e investigativas de fenômenos/fatos (carência no uso de kits, modelos paradigmáticos, jogos educativos, roteiros de observação/entrevistas, falta equipamentos conectados à internet, ausência de materiais de laboratório, etc.) Temas transversais, em geral, não são trabalhados pelas professoras com perspectiva integrada e transdisciplinar (envolvendo matemática, geografia, história e português) Trabalhos em grupo são pouco explorados, dificultando a construção de competências nos alunos relacionadas à coletividade, cooperatividade, ética, cidadania, sendo de coletividade, etc. Poucas ou praticamente nenhuma atividade para identificar questões-problema do cotidiano, levantar hipóteses e propor soluções criativas foram aplicadas em sala de aula; bem como visitas técnicas (dificuldade de logística, falta de transporte para alunos, etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> Professoras não utilizaram <i>datashow</i> (alegaram dar trabalho e não terem tempo suficiente para preparar aulas em PowerPoint)
		<ul style="list-style-type: none"> Professoras não utilizaram <i>tablets</i> disponíveis (falta de capacitação, sem auxílio para carregar bateria e baixar <i>apps</i>) e falta de acesso à internet nas salas de aula 	

		<ul style="list-style-type: none"> • Uma das professoras sente necessidade de completar o assunto não abordado no livro didático (produz fichas de exercícios e materiais complementares) • Professoras levam materiais da própria casa para contextualizar aulas (ímã, pilhas, etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> • Professoras alegam não usar laboratório de informática nas aulas por conta da infraestrutura precária • Bibliotecária informou que apesar de ter alguns materiais disponíveis (planetário, esqueleto, etc.), professoras não usavam nas aulas • Professoras praticamente não selecionam materiais paradidáticos para as aulas (fichas, textos de jornais/revistas, documentários, etc.)
R-F-O		<ul style="list-style-type: none"> • Em datas comemorativas (dia do índio, da árvore, da consciência negra, etc.) não houve aulas de Ciências, mas sim atividades lúdicas relacionadas, prejudicando o cumprimento do conteúdo programático • Os livros devem permanecer na sala de aula, os alunos só levam para casa em alguns casos (provas e tarefas) • Os diferentes livros didáticos adotados não cobrem todos os conteúdos programáticos dos PCNs e respectivos planos 	<ul style="list-style-type: none"> • Necessidade de preencher formulários do sistema <i>online</i> diariamente desestimula professoras (dificuldade maior por internet não funcionar em algumas salas) • Greve e reforma da escola atrasaram o conteúdo – professoras não conseguiram cumprir com o programa
S-R-C		<ul style="list-style-type: none"> • Boa parte dos alunos em todas as turmas não realizam muitas das tarefas e atividades solicitadas pelos professores para casa • Parte das professoras, quando interrogadas, não tinha conhecimento profundo nos PCNs e planos/políticas de ensino da matéria • Professoras não apresentam aos alunos de forma explícita seus objetos e expectativas de aprendizagem (conceitos, atitudes, procedimentos e valores) que se espera desenvolver/aprender 	<ul style="list-style-type: none"> • Apesar de existir um programa de incentivo à capacitação continuada para os professores da rede municipal, nenhum dos cursos disponíveis tem foco em Ciências (apenas Português e Matemática)
S-C-O		<ul style="list-style-type: none"> • Em pelo menos uma das turmas, mais da metade dos alunos não demonstraram interesse, curiosidade e engajamento na matéria (muita conversa, alta dispersão, baixa participação e interatividade nas aulas); • Houve poucas ou praticamente nenhuma aula com foco no ensino em coleta de dados – tratar, interpretar, classificar, sistematizar, descrever, comunicar e argumentar informações a partir de diferentes linguagens científicas (elaboração de tabelas, gráficos, diagramas, relatórios, etc.); 	

Fonte: própria autora.

6.5 PESQUISA-AÇÃO

6.5.1 ETAPA 01: Planejamento do *Kit* Paradidático

Nesta fase, foi realizado o planejamento inicial do *kit* paradidático (Tabela 86), identificando e respondendo questões como: (a) qual o problema enfrentado na situação?; (b) quais são os principais objetivos com o projeto?; (c) quem vai utilizar o material?; (d) como e onde será utilizado?; (e) existem restrições legais ou regulamentações para o projeto?; (f) que recursos serão necessários para elaboração?.

Tabela 86 – Planejamento do *Kit* Paradidático de Ciências do 5º ano.

PLANEJAMENTO – KIT PARADIDÁTICO (5º ano)	
PROBLEMA-CENTRAL	Carência de recursos e acesso a materiais paradidáticos para apoio ao processo de ensino-aprendizagem de Ciências Naturais nas escolas da rede pública.
OBJETIVOS	<p>OBJETIVO GERAL</p> <ul style="list-style-type: none"> • Confeccionar um <i>kit</i> paradidático de Ciências Naturais para ser aplicado nas escolas de rede pública. <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Selecionar temática complexa e abstrata – Matéria e Energia • Ser acessível, escalonável e de baixo custo • Servir de roteiro para elaboração de outros <i>kits</i>
PÚBLICO-ALVO	Professores e alunos da rede pública de ensino do Recife
CONTEXTO DE USO	Salas de aula das escolas da rede pública (municipal e estadual) do Recife – turmas de 5º ano.
REGULAMENTAÇÃO	<ul style="list-style-type: none"> • Parâmetros Curriculares Nacionais (MEC) (BRASIL, 1997) • Política de Ensino da Rede Municipal do Recife – Ensino Fundamental (RECIFE, 2015) • Parâmetros Curriculares de Ciências Naturais (PERNAMBUCO, 2013) • Políticas de Direito Autoral e Copyright
RECURSOS NECESSÁRIOS	<ul style="list-style-type: none"> • Computadores para projeto do <i>kit</i> • Adquirir geradores e LEDs, confeccionar modelo • CDs para gravação do material • Outros: papel, impressão, encadernação • Equipe: 1 professor/engenheiro eletricitista, 1 estudante de engenharia mecânica, 1 estudante de gestão ambiental, 2 professoras de 5º ano, 1 infodesigner (própria pesquisadora)

Fonte: própria autora.

6.5.2 ETAPA 02: Coleta de Informações para o Kit Paradidático

A coleta de informações necessárias para projetar o *kit* foi dividida em duas partes, fontes de pesquisa de conteúdo verbal e conteúdo não verbal. Os primeiros foram obtidos a partir de: (1) livros didáticos adotados pelas professoras nas escolas (NIGRO, 2015; IMENES; LELLIS, 2013); (2) *sites* de instituições na área de “matéria e energia” (Celpe, Eletrobras, Aneel, etc.) (Tabela 87); (3) busca em plataformas educacionais como Infoescola (<<https://www.infoescola.com>>), EscolaKids (<<https://escolakids.uol.com.br>>). Para as informações de conteúdo visual (cor, tipografia, ilustração e fotografia), as fontes são apresentadas na Tabela 88.

Tabela 87 – Fontes de pesquisa do conteúdo verbal para o *Kit* Paradidático.

FONTE DE PESQUISA DO CONTEÚDO VERBAL		ENDEREÇO ELETRÔNICO
	Companhia Energética de Pernambuco (CELPE)	www.celpe.com.br
	Centrais Elétricas Brasileiras S.A. (Eletrobras)	www.eletrobras.com
	Ministério de Minas e Energia (MME)	www.mme.gov.br
	Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel)	www.aneel.gov.br
	Empresa de Pesquisa Energética (EPE)	www.epe.gov.br
	EDP Energias do Brasil S.A.	www.edp.com.br
	Centro de Estratégias em Recursos Naturais & Energia (Cerne)	www.cerne.org.br
	Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE)	www.ccee.org.br
	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel)	www.procelinfo.com.br
	Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia (Abesco)	www.abesco.com.br
	Instituto Brasileiro de Petróleo, Gás e Biocombustíveis (IBP)	www.ibp.gov.br
	Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade (Abracopel)	www.abracopel.org

Fonte: própria autora.

Tabela 88 – Fontes de pesquisa do conteúdo visual para o *Kit Paradidático*.

FONTE DE PESQUISA CONTEÚDO VISUAL		DESCRIÇÃO	
COR		AdobeColor http://color.adobe.com	Ferramenta <i>online</i> utilizada para identificar paletas de cores e harmonias para projeto do <i>kit</i>
TIPOGRAFIA		Dafont http://www.dafont.com	Ferramenta <i>online</i> utilizada para identificar e selecionar tipografias mais adequadas ao projeto gráfico
ILUSTRAÇÕES		Flaticon http://flaticon.com	Ferramenta <i>online</i> utilizada para pesquisar vetores de ilustrações e ícones para compor o <i>kit</i>
FOTOGRAFIA		Wikipedia https://pt.m.wikipedia.org Wikimedia Commons https://commons.m.wikimedia.org	Domínio público e <i>Creative Commons</i> - comerciais (CC BY, CC BY-ND) e não comerciais (ICC BY-SA/NC-SA). Foram também utilizadas foto divulgações, retiradas de sites governamentais.

Fonte: própria autora.

6.5.3 ETAPA 03: Seleção de Conteúdos para o *Kit Paradidático*

A seleção, definição e o planejamento dos conteúdos foram realizados a partir do “V do Conhecimento” (NIGRO, 2015). Os **principais conceitos** (Tabela 89) foram definidos com auxílio das professoras, levando em consideração os Critérios para Seleção de Conteúdos (BRASIL, 1997; RECIFE, 2015; BORGES, 2012).

Tabela 89 – Principais conceitos de energia para o *Kit Paradidático*.

(1) PRINCIPAIS CONCEITOS - “Matéria e Energia”	
ENERGIA ELÉTRICA	<ul style="list-style-type: none"> • O que quer dizer energia? • Quais são os tipos de energia? • O que é a energia elétrica (eletricidade)? • Quem descobriu a eletricidade? • Qual importância da energia elétrica para nós? • Quais os maiores riscos da energia elétrica? • Quais cuidados devemos ter com o uso da eletricidade?
FONTES DE ENERGIA	<ul style="list-style-type: none"> • De onde vem a energia? • O que são fontes de energia? • Como são classificadas as fontes de energia? • Quais as principais fontes de energia que existem? • Quais os prós e contras de cada fonte de energia?
GERAÇÃO DE ENERGIA	<ul style="list-style-type: none"> • Quais as fontes de geração de energia no Brasil? • Onde a energia é produzida no país? • Como é transmitida e distribuída? • Como a energia chega até nas nossas casas?
CONSUMO E ECONOMIA	<ul style="list-style-type: none"> • Como é consumida a energia no Brasil? • Quais os equipamentos que mais consomem em casa? • Como saber quanto um equipamento gasta de energia? • Como calcular a conta de energia da nossa casa? • Como evitar o desperdício de energia?

Fonte: própria autora.

Os **objetos de aprendizagem** (Tabela 90), tanto os gerais do eixo “Tecnologia e Sociedade” como os específicos do assunto “Matéria e Energia” foram levantados nos documentos do PCN (BRASIL, 1997) e nos planos pedagógicos estaduais e municipais (PERNAMBUCO, 2015; RECIFE 2013).

Tabela 90 – Principais objetos de aprendizagem para o *Kit Paradidático*.

(2) OBJETOS DE APRENDIZAGEM DO EIXO - “Tecnologia e Sociedade”	
	<ul style="list-style-type: none"> • Permitir que os alunos ampliem as noções acerca das técnicas que medeiam a relação do ser humano com o meio, verificando também aspectos relacionados às consequências do seu uso e ao alcance social (BRASIL, 1997) • Propiciar aos estudantes, por meio de situações que mobilizem as expectativas de aprendizagem propostas, a compreensão da tecnologia como instrumento de interferência humana no meio ambiente e na qualidade de vida (PERNAMBUCO, 2013). • Desenvolver posição crítica com o objetivo de identificar benefícios e malefícios provenientes de inovações científicas e tecnológicas, e seus impactos sobre o meio ambiente, utilizando-as no processo de construção do conhecimento para suprir necessidades humanas (RECIFE, 2015)
OBJETOS DE APRENDIZAGEM DO CONTEÚDO - “Matéria e Energia”	
CONCEITOS	<ul style="list-style-type: none"> • Reconhecimento e nomeação das fontes de energia que são utilizadas por equipamentos ou que são produto de suas transformações • Descrever situações cotidianas que utilizem a energia e maneiras de economia; conhecer conceitos de matéria e energia; aplicar os conceitos de matéria e energia a situações cotidianas e científicas.
ATITUDES	<ul style="list-style-type: none"> • Permitir que os alunos compreendam, questionem, interajam, tomem decisões e transformem o mundo em que vivem; • Construir conhecimentos individuais e sociais necessários para administrarem sua vida cotidiana e integrar-se de maneira crítica e autônoma na sociedade; • Despertar interesse pelas áreas científicas e receber incentivos para formação de recursos humanos capacitados nessas áreas.
PROCEDIMENTOS	<ul style="list-style-type: none"> • Saber combinar leituras, observações, experimentações, registros, etc., para coleta, organização, comunicação e discussão de fatos e informações; • Saber comparar e classificar equipamentos, utensílios, ferramentas, relacionando seu funcionamento à utilização de energia, para se aproximar da noção de energia como capacidade de realizar trabalho; • Identificar relações entre o conhecimento científico, produção de tecnologia e condições de vida, no mundo de hoje e em sua evolução histórica; • Formular questões, diagnosticar e propor soluções para problemas reais a partir de elementos das Ciências Naturais, colocando em prática conceitos, procedimentos e atitudes desenvolvidos no aprendizado escolar.
VALORES	<ul style="list-style-type: none"> • Promover cidadania e valores socioculturais de uma sociedade pacífica, solidária, participativa e democrática; • Valorizar o trabalho em grupo, sendo capaz de ação crítica e cooperativa para a construção coletiva do conhecimento; • Compreender a tecnologia como meio para suprir as necessidades humanas, distinguindo usos adequados dos prejudiciais ao equilíbrio da natureza ao homem.

Fonte: própria autora.

Os **problemas e necessidades** (Tabela 91) foram levantados a partir do mapeamento das contradições primárias e secundárias, através das entrevistas com as professoras.

Tabela 91 – Requisitos projetuais para o *Kit Paradidático*.

(3) PROBLEMAS E NECESSIDADES	REQUISITOS PROJETUAIS
1. Não há livro paradidático de Ciências Naturais na biblioteca das escolas	1. Produzir um livro paradidático de Matéria e Energia para o 5º ano;
2. Os diferentes livros didáticos adotados não cobrem todos os conteúdos programáticos dos PCNs e respectivos planos	2. Cobrir os conteúdos não abordados no livro didático;
3. Os livros didáticos adotados apresentam assuntos mais abstratos e complexos com abordagem focada em conceitos e conteúdos, mais descontextualizados da realidade do aluno	3. Apresentar o conteúdo mais próximo da realidade do aluno e seu cotidiano;
4. Houve poucas ou praticamente nenhuma aula com foco no ensino em coleta de dados e argumentar informações com diferentes linguagens científicas	4. Apresentar conteúdo que permita os alunos tratar, interpretar, classificar, sistematizar, descrever, comunicar e argumentar informações a partir de diferentes linguagens científicas;
5. Professoras praticamente não selecionam materiais paradidáticos para as aulas (fichas, textos de jornais/revistas, documentários, etc.)	5. Apresentar linguagens de diversas fontes: jornais, revistas, campanhas publicitárias, poesia, etc.;
6. Poucas ou praticamente nenhuma atividade para identificar questões-problema do cotidiano, levantar hipóteses e propor soluções criativas foram aplicadas em sala de aula;	6. Apresentar listas com questões-problema/hipóteses, promovendo debates em sala de aula;
7. Professoras sentem necessidade de completar o assunto não abordado no livro didático (produz fichas de exercícios e materiais complementares)	7. Produzir um caderno de exercícios para que a professora selecione as questões que deseja trabalhar;
8. Boa parte dos alunos em todas as turmas não realizam muitas das tarefas e atividades solicitadas pelos professores para casa	8. Desenvolver atividades para casa mais estimulantes e lúdicas, com uso de recursos como cruzadinha, caça-palavras, entre outros;
9. Os livros permanecem na sala de aula, os alunos só levam para casa em casos de provas/tarefas	9. O aluno poderá ficar sempre com seu caderno de exercícios para estudar e realizar atividades;
10. Professoras não utilizaram <i>datashow</i> (alegaram dar trabalho e não terem tempo suficiente para preparar aulas em PowerPoint)	10. Desenvolver aula em slides no kit como modelo para que a professora adapte e use na aula;
11. Não há laboratórios nas escolas	11. Oferecer um modelo paradidático para realização de experimentos
12. Foram aplicadas poucas ou nenhuma atividades experimentais e investigativas de fenômenos/fatos (carência no uso de <i>kits</i> , modelos paradidáticos, observação, etc.)	12. Desenvolver um guia com atividade experimental, oferecendo modelo paradidático com roteiro para investigação - observação, etc.
13. Temas transversais, em geral, não são trabalhados pelas professoras com perspectiva integrada e transdisciplinar	13. Utilizar abordagem interdisciplinar, permitindo que os alunos usem conhecimentos de outras matérias;
14. Falta de interesse, curiosidade e engajamento na matéria (muita conversa, alta dispersão, baixa participação e interatividade nas aulas);	14. Criar recursos interativos e motivadores que despertem interesse e curiosidade nas crianças;
15. Inconsistências entre os conteúdos programáticos (federal, municipal, estadual)	15. Adaptar e criar unidade no conteúdo das diferentes esferas

Fonte: própria autora.

Em relação às **estratégias didáticas** (Tabela 92), foram elencadas a partir das atividades listadas como papel do professor de Ciências Naturais (BRASIL, 1997; MODERNA, 2014; NIGRO, 2015; RECIFE, 2015), apresentadas na tese.

Tabela 92 – Estratégias didáticas para o *Kit Paradidático*.

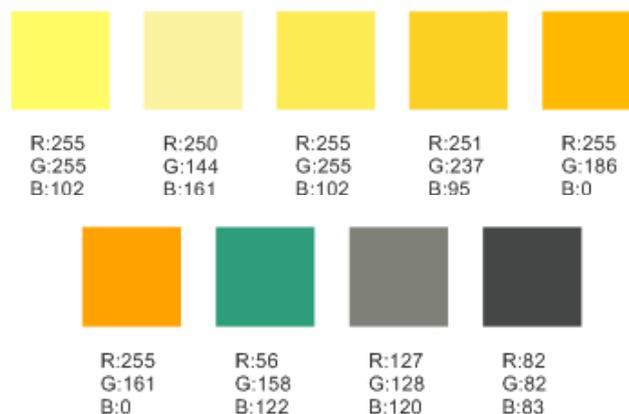
(4) ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS - "Matéria e Energia"	
CONCEITOS INTEGRADOS TEORIA X PRÁTICA	Integração da teoria com a prática. Entender a inter-relação dos fenômenos naturais e objetos de tecnologia, através do homem como agente de transformação. Exemplo: como é feita a distribuição da energia na sociedade, produção de tecnologias para gerar energia.
INTERDISCIPLINARIDADE	Trabalhar o conteúdo de forma interdisciplinar com outras matérias do currículo escolar. Exemplo: usar conceitos de matemática (cálculos como soma, subtração, porcentagem, fração), física (eletricidade, potência), português (interpretação textual, leitura de gráficos e tabelas), etc.
CONTEXTUALIZAÇÃO COM A REALIDADE	Contextualização com a realidade do aluno, promovendo aprendizagem significativa e aplicada. Exemplo: riscos e cuidados com a manipulação da energia, entender como calcular uma conta de energia.
PROBLEMATIZAÇÃO E INVESTIGAÇÃO	Realizar perguntas, questionamentos e hipóteses para promover debates em sala mediados pelo professor, desenvolvendo capacidade racional, argumentativa, construção de senso crítico, autonomia do aluno. Exemplo: "tem alguma ideia de como a energia é produzida e chega até nossas casas?"
ATIVIDADES E PROCEDIMENTOS	Oferecer atividades que permitam que o aluno pesquisa, compreenda, relacione, compare, analise e teste conhecimentos – questionários, experimentos, análises comparativas, etc. Exemplo: observe as etiquetas energéticas dos equipamentos, compare e identifique qual deles consome mais energia e porquê.
COLETA E TRATAMENTO DE DADOS	Auxiliar os alunos a coletar, tratar, interpretar, analisar, sintetizar, classificar, sistematizar, descrever, argumentar e comunicar conhecimentos com linguagens próprias do conhecimento científico (verbais, visuais ou mistas). Exemplo: uso de tabelas com a geração de energia, gráfico em <i>pizza</i> do consumo de energia, mapas da distribuição de energia no país, esquema com fluxo de transmissão de energia no país, etc.
DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS	Estimular os alunos a desenvolverem curiosidade, criatividade, capacidade de resolução de problemas e tomada de decisão (uso de recursos interativos, abordagens desafiadoras, etc.). Exemplo: modelo de energia eólica (torre/turbina eólica) para realização de experimento.
CONSTRUÇÃO DE VALORES	Dar oportunidade para construção de valores como sustentabilidade, ética, cidadania, senso de coletividade, participação e democracia para melhoria em questões sociais, ambientais e tecnológicas. Exemplo: discutir sobre desperdício de energia e ações para economizar energia em casa.

Fonte: própria autora.

6.5.4 ETAPA 04: Plano de Informação/layout para o Kit Paradidático

A estrutura das informações foi concebida com base nos principais conceitos levantados, organizando o material em quatro partes (capítulos): O mundo da energia elétrica; Fontes de energia – principais tipos; Geração de energia no Brasil; Consumo e economia de energia. Antes da elaboração do layout, foram definidas as características estéticas do material: cor, tipografia, ilustração, iconografia e fotografia. A escolha projetual foi possível a partir das informações coletadas na análise das capas dos livros, identificando características. Em relação às **cores** selecionadas, optou-se por utilizar tons de amarelo e laranja como predominantes (Figura 74), uma vez que fazem alusão direta ao conteúdo: “matéria e energia”. A ideia também é manter a consistência no uso de cores predominantes por eixo temático (vermelho – Ser Humano e Saúde; verde – Vida e Ambiente; amarelo – Tecnologia e Sociedade; azul – Terra e Universo).

Figura 74 – Paleta de cores selecionada para o Kit Paradidático.



Fonte: própria autora.

A **tipografia** utilizada (Figura 75) para os tópicos foi a “DK LEMON YELLOW SUN REGULAR” (David Kerkhoff), por apresentar características lúdicas e realizar uma aproximação maior com o perfil dos alunos. Trata-se de uma fonte em caixa alta e sem serifa (chamar atenção), que não segue as linhas de eixo (altura das ascendentes, descendentes) e com tipos apresentando diferentes graus de inclinação. Em contrapartida, para os textos de parágrafo, foi escolhida uma fonte mais convencional, com objetivo de auxiliar na leitura, legibilidade e não deixar o texto cansativo. Desta forma, optou-se por utilizar a “Verdana” (Matthew Carter). Como os textos selecionados são curtos, preferiu-se evitar o uso de serifa. Além disso, conforme observado na análise dos livros, optou-se por manter caixa alta para títulos e baixa para corpo parágrafo, bem como escrita à máquina (imprensa), para facilitar legibilidade e leiturabilidade das crianças nessa faixa etária.

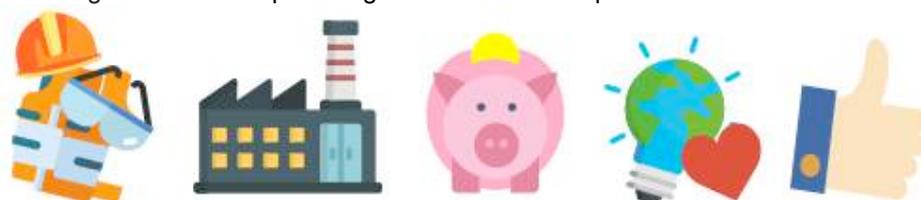
Figura 75 – Tipografias selecionadas para o *Kit Paradidático*.

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ. 1234567890
 ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ. 123
 abcdefghijklmnopqrstuvwxyz. 123
 abcdefghijklmnopqrstuvwxyz

Fonte: DK LEMON YELLOW SUN REGULAR e Verdana regular.

Sobre as **ilustrações** (Figura 76), como não havia um ilustrador na equipe, optou-se por utilizar desenhos vetorizados simplificados (Flaticon), criando consistência e padronização. Os desenhos foram pesquisados para contextualizar conteúdos verbais, aumentando a analogia e reforçando o que está sendo trabalhado. Por exemplo, quando se comenta sobre os riscos que devemos ter com a energia, demonstrar equipamentos de segurança; quando se fala de economia de energia, apresentar um porquinho com moeda e assim por diante. Os desenhos utilizados foram sempre coloridos e lúdicos, para chamar atenção da criança e entreter enquanto aprendem. Além disso, foram também utilizados **ícones** (Figura 77) no material, com objetivo de trazer recursos que facilitem legendas e leituras de mapas, gráficos e outros. Para também manter padrão, foram utilizados desenhos pretos simplificados e selecionadas cores com relação ao conteúdo, por exemplo, hidrelétrica com cor azul (água), energia de biomassa com cor verde (plantas) e assim sucessivamente. As ilustrações não foram considerados recursos suficientes para representação da realidade, selecionando-se também **fotografias** (Figura 78).

Figura 76 – Exemplo de figuras selecionadas para o *Kit Paradidático*.



Fonte: Flaticon.

Figura 77 – Exemplo de ícones selecionados para o *kit paradidático*.



Fonte: Flaticon.

Figura 78 – Exemplo de fotografias selecionadas para o *Kit Paradidático*.



Fonte: divulgação ENEL (2017) e SECOM (2017).

6.5.5 ETAPA 05: Produção do *Kit Paradidático*

6.5.5.1 Livro do *Kit Paradidático* Matéria e Energia

O primeiro material desenvolvido o livro paradidático, cujo projeto serviria de base para execução dos outros materiais componentes do *kit*. Além de todos os aspectos supracitados, os materiais paradidáticos foram projetados levando em consideração os Princípios do Infodesign. No bloco (A) **funcional**, buscou-se desenvolver uma estrutura com hierarquia clara, usando recursos de ênfase (tamanho, cor e tipo de tipografia) para atrair, dirigir e reter a atenção. Além disso, utilização de informações com linguagem clara, acessível e sem ambiguidade. Do ponto de vista (B) **estético**, criou-se uma unidade e harmonia na combinação das informações, mantendo coerência e consistência através de características visuais semelhantes (paleta de cores, características tipográficas, etc.). Em relação aos aspectos (C) **administrativos**, as maiores preocupações foram com a ética (políticas de direito autoral e copyright), qualidade do material e custo acessível e compatível com a realidade das escolas públicas. Em se tratando dos princípios (D) **cognitivos**, o projeto foi efetuado para facilitar a percepção e memória, utilizando princípios da Gestalt (proximidade, continuidade, etc.). A (E) **forma da mensagem** se apresentou de maneira concisa, buscando-se reduzir e simplificar principalmente as informações textuais ao máximo. Adotou-se um cuidado com a coloquialidade e cordialidade da mensagem: houve preocupação em usar uma linguagem convidativa e adequada à faixa etária, com o uso de vocabulário pertinente e compatível ao grau de escolaridade dos alunos. Outro aspecto foi o uso de analogia para facilitar a compreensão, usando ilustrações para reforçar o conteúdo textual. No quesito (F) **tempo da mensagem**, utilizou-se recursos como sumário e glossário para facilitar o uso no momento oportuno.

Além disso, buscou-se utilizar o máximo possível de recursos informacionais para apresentação do conteúdo, completando os textos com ícones, esquemas, diagramas, ilustrações, fotografias, gráficos, tabelas e mapas; construídos a partir das fontes pesquisadas. Foram preparados esboços das informações do livro paradidático, tanto em relação ao conteúdo, como forma e mensagem, apresentando protótipo (impresso em casa) para as 4 professoras do 5º ano das escolas. Ambas passaram *feedback*, deram sugestões, realizaram avaliação e devidas correções. Após etapa de revisão e ajustes, iniciou-se a produção do material em gráfica de pequeno porte para baratear os custos, sendo financiada pela bolsa de pesquisa de doutorado da Facepe da própria pesquisadora. Ao todo, foram 30 páginas impressas (contando com capa e contracapa) com encadernação espiral. A Tabela 93 apresenta a capa do livro paradidático e o sumário com o conteúdo detalhado. A Figura 79 ilustra algumas páginas internas do livro.

Tabela 93 – Capa e conteúdo do *kit* paradidático: “Matéria e Energia”.

LIVRO PARADIDÁTICO	
CAPA	CONTEÚDO
	<p>1. O MUNDO DA ENERGIA</p> <p>1.1 O que quer dizer energia? 1.2 Quais os tipos de energia? 1.3 E o que é energia elétrica? 1.4 Quem descobriu a eletricidade? 1.5 Qual a importância da energia? 1.6 Atenção! Risco de choques! 1.7 Cuidados com a eletricidade</p> <p>2. FONTES DE ENERGIA</p> <p>2.1 O que são fontes de energia 2.2 Como são classificadas? 2.3 Quais são as principais? 2.4 Quais os prós e contras?</p> <p>3. GERAÇÃO DE ENERGIA</p> <p>3.1 Fontes de energia no Brasil 3.2 Produção de energia no Brasil 3.3 Transmissão de energia no Brasil</p> <p>4. CONSUMO E ECONOMIA DE ENERGIA</p> <p>4.1 Consumo de energia no Brasil 4.2 Consumo de energia em casa 4.3 Equipamentos e consumo de energia 4.4 Calculando a conta de energia 4.5 Desperdício e ações de economia 4.6 Selo Procel e etiqueta energética</p>

Fonte: própria autora.

Figura 79 – Páginas 4 e 7 do kit paradidático: “Matéria e Energia”.



Fonte: própria autora.

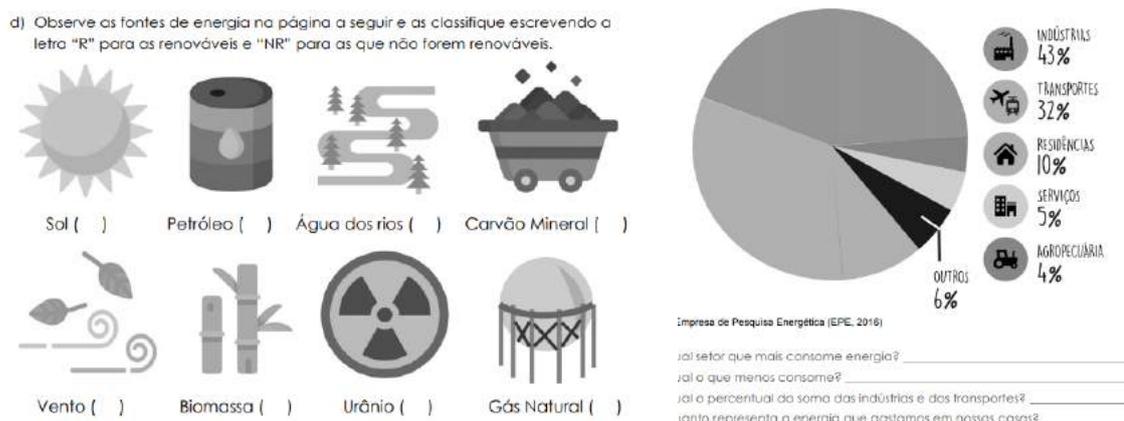
6.5.5.2 Caderno de Exercício do Kit Paradidático de Matéria e Energia

Com base no conteúdo projetado para o livro, foram definidos 12 problemas centrais e elaboradas ao todo 40 questões para o caderno paradidático. Ao todo, foram 21 páginas impressas (contando com a capa) e encadernadas em espiral. O caderno é entregue na versão impressa e na versão editável no formato Word (inclusive no CD-ROM). Isso permite que as professoras selecionem, incluam, excluam e editem questões com base no conteúdo que desejam trabalhar e nas competências que desejam desenvolver. Como o conteúdo é interdisciplinar, algumas das questões podem ser usadas nas disciplinas de geografia, matemática e português; em sala de aula, para casa e em provas. A Tabela 6.64 apresenta algumas especificações: (a) conteúdos trabalhados; (b) competências para se desenvolver; (c) modalidades de questões. A Figura 6.48 apresenta alguns exemplos das questões.

Tabela 94 – Especificações do caderno de exercícios do *Kit Paradidático*.

CADERNO DE EXERCÍCIOS		
CONTEÚDOS TRABALHADOS	COMPETÊNCIAS	TIPO DE QUESTÃO
1. Energia elétrica: história e conceitos básicos 2. Riscos e cuidados com a energia 3. Fontes de energia: renováveis e não renováveis 4. Tipos de energia elétrica 5. Hidrelétrica: como funciona? 6. Geração de energia elétrica 7. Transmissão de energia elétrica no Brasil 8. Consumo de energia elétrica 9. Conta de energia 10. Sistema de Bandeiras Tarifárias 11. Economia de energia elétrica 12. Programa Procel	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecimento de história • Classificação de conceitos • Leitura de gráficos, esquemas, modelos e tabelas • Sequenciamento de processos • Interpretação textual e combinações de diferentes linguagens • Capacidade argumentativa • Análise, avaliação e tomada de decisão • Construção de senso crítico • Discussões sobre ética, sustentabilidade e cidadania 	<ul style="list-style-type: none"> • Questões V ou F • Palavras-cruzadas • Caça-palavras • Preencher lacunas • Associação • Argumentação • Classificação • Enumeração/sequenciamento • Interpretação • Cálculo • Avaliação • Comparação • Sistematização

Fonte: própria autora.

Figura 80 – Exemplos de questões do caderno de exercícios do *Kit Paradidático*.

Fonte: própria autora.

6.5.5.3 Slides de Aulas Expositivas do *Kit Paradidático* de Matéria e Energia

Os *slides* para as aulas expositivas foram formulados usando o livro paradidático como base, apresentando o mesmo conteúdo trabalhado, realizando apenas adaptações em função do diferente formato. Além disso, foi modificada a tipografia, uma vez que seria necessário ter o arquivo de fonte para que fosse aberta. Desta maneira, optou-se por utilizar uma tipografia padrão – Arial. Os textos foram digitados, permitindo que as professoras possam editar (suprimindo, recortando, adicionando) de acordo com o que deseja trabalhar. Ao todo, foram desenvolvidos 53 slides no formato editável do PowerPoint. O conteúdo é para ser trabalhado em 4 aulas, tendo média de 13 slides por aula. Exemplos na Figura 81.

Figura 81 – Slides 8 e 15 da aula expositiva do *Kit Paradidático*.

Fonte: própria autora.

6.5.5.4 Cartazes do *Kit Paradidático* de Matéria e Energia

Foram projetados dois cartazes formato A2, papel couché 200g/m² para serem afixados nas salas de aula. Desta forma, servem para que os alunos tenham maior facilidade de acesso ao conteúdo no dia a dia, sendo apresentados de forma resumida e objetiva. Assim, optou-se por apresentar o conteúdo estilo infográfico. O cartaz 01 (Figura 82) produz um resumo das principais fontes de energia, fazendo uma distinção entre as renováveis e não renováveis, além de discutir sobre os prós e contras de cada tipo. Faz uma síntese dos conteúdos do capítulo 02 do livro paradidático. O cartaz 02 (Figura 83) apresenta a energia no Brasil, mostrando: a distribuição e uso das fontes de energia no país, a quantidade de indústrias responsáveis pela geração de energia e seus percentuais de capacidade de energia produzida, a transmissão de energia no Brasil até chegada nas residências, o consumo de energia no Brasil em cada setor e os equipamentos que mais consomem energia. Faz um resumo dos assuntos abordados nos capítulos 03 e 04 do livro.

6.5.5.5 Modelo Experimental do *Kit* Paradidático de Matéria e Energia

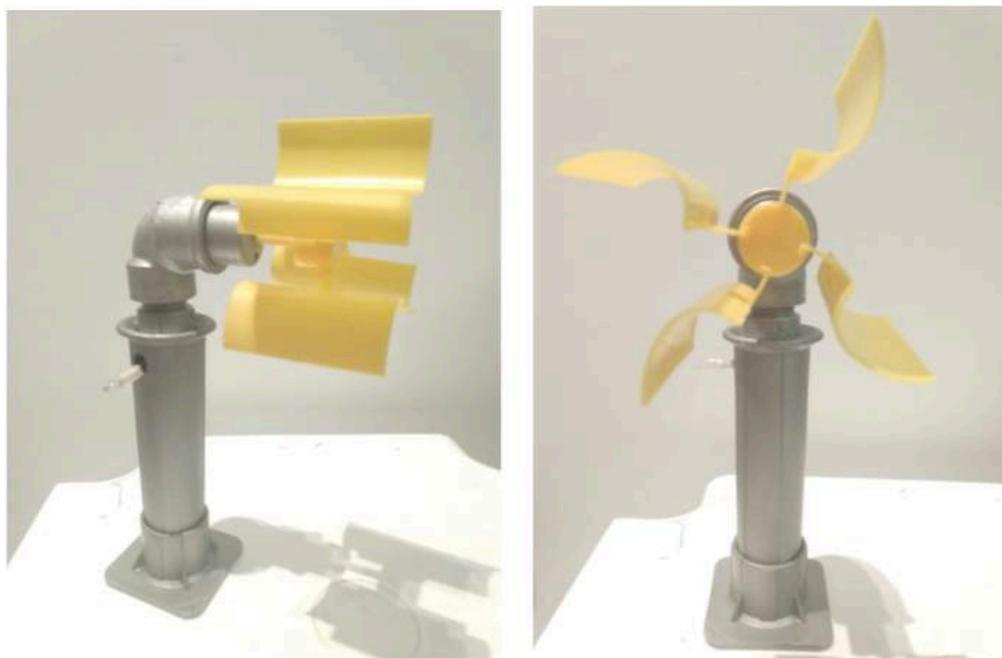
Foram utilizados três tipos de conexões e tubos de PVC (custo total de R\$ 3,50) para produzir uma base para a turbina eólica, usando o modelo 2 apresentado na Tabela 74. Tal modelo foi escolhido por ser o de menor custo e já contar com o gerador, hélice e luz de LED. O modelo experimental é acompanhado de um pequeno manual de instruções/experimentos de 2 páginas apresentando: (i) os componentes (Figura 84), (ii) a turbina eólica (Figura 85), (iii) um roteiro para execução do experimento, (iv) questões e exercícios, e (v) conteúdo de aprofundamento (o funcionamento interno de uma turbina eólica) (Figura 86). O experimento tem como principais objetivos: levantamento de questões e hipóteses, integrar teoria à prática, realizar testes e registros, promover debates, despertar curiosidade, desenvolver capacidade de resolução de problemas, entre outros.

Figura 84 – Componentes do modelo experimental do *Kit* Paradidático.



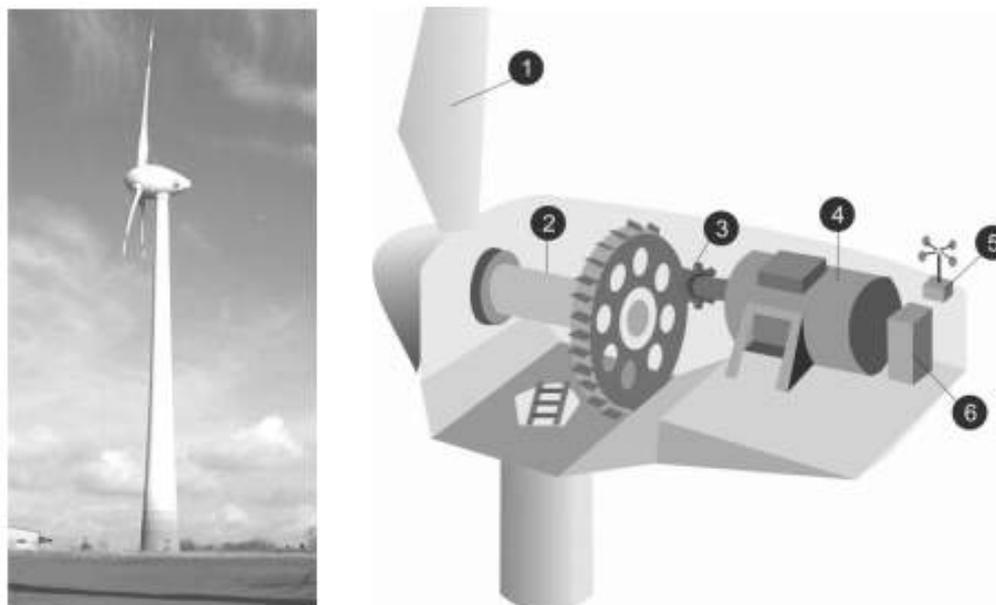
Fonte: própria autora.

Figura 85 – Modelo experimental montando do *Kit* Paradidático.



Fonte: própria autora.

Figura 86 – Conteúdo do manual de instruções do *Kit Paradidático*.



1. GIRA-GIRA: as pás possuem em geral de 3 até 40 metros de altura (um prédio de 13 andares!). São ocas e bem leves. Na sua base existe um mecanismo que permite girar a pá para melhor aproveitar o vento.
2. EIXO: entre a hélice e o gerador existem dois eixos interligando. O primeiro gira mais devagar, o segundo gira em uma velocidade muito mais rápida.
3. MULTIPLICADOR: é um conjunto de engrenagens que faz com que o do giro do segundo eixo seja mais rápido, girando de 1000 a 1500 vezes por minuto!
4. GERADOR: o gerador transforma a energia mecânica (o giro do eixo) em energia elétrica. Existe dentro do gerador uma bobina de metal em contato com um ímã e isso faz produzir eletricidade.
5. ANEMÔMETRO: é um equipamento que mede a velocidade do vento, que fica junto com um sensor de direção do vento e eles ficam ligados a um controlador.
6. CONTROLADOR: ajusta de forma automática a posição das pás e das turbinas para que a torre eólica possa aproveitar melhor o vento.

Fonte: própria autora.

6.5.5.6 CD-ROM do *Kit Paradidático* de Matéria e Energia

A embalagem foi feita de papel, para reduzir custos. O CD-ROM incluso no *kit* contém:

- Arquivo PDF do Livro Paradidático de Matéria e Energia;
- Arquivo PDF dos 2 Cartazes de Matéria e energia;
- Arquivo WORD editável do Caderno de Exercícios de Matéria e Energia;
- Arquivo PPT editável dos slides para aulas expositivas;
- Capa do CD-ROM (Figura 87).

Figura 87 – Capa do CD-ROM do Kit Paradidático.



Fonte: própria autora.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo são apresentadas, de forma sucinta, as conclusões desta tese, dissertando sobre as contribuições gerais e as considerações finais tanto do ponto de vista de Design de materiais paradidáticos de Ciências Naturais, como na identificação dos sistemas de atividades de ensino da matéria no contexto das escolas públicas do Recife. Finalizando, apresentam-se algumas possíveis linhas para investigações futuras.

7.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

7.1.1 Design de Materiais Paradidáticos de Ciências Naturais

O Ensino de Ciências Naturais nos anos iniciais no Brasil, como discutido, possui enormes lacunas, apresentando péssimos resultados escolares na matéria. O uso de materiais paradidáticos, para fugir da abordagem passiva, livresca e “conteudista”, torna-se uma alternativa relevante; uma vez que permitem uma abordagem mais lúdica, natural, espontânea, autônoma e criativa na construção do conhecimento científico. Permite ainda despertar maior nível de curiosidade e interação com o conteúdo, facilitando o aprendizado de conceitos, atitudes, procedimentos e valores próprios da abordagem CTS. No entanto, há uma enorme carência no acesso a tais materiais no contexto das escolas públicas (esferas municipal e estadual). Além disso, a última aquisição de livros paradidáticos para as escolas foi realizada em 2014, com foco em Literatura, não incluindo modalidade de Ciências.

Nesta pesquisa, pôde-se realizar uma análise de materiais paradidáticos disponíveis no mercado para o ensino da matéria, identificando importantes aspectos para o desenvolvimento de projetos dessa natureza. Em relação aos **livros paradidáticos**, somente para o 5º ano, foi encontrada (período de 1996 até 2018) uma quantidade de 121 livros com temas relacionados aos conteúdos abordados, fato que demonstra que existe uma oferta destes recursos no país. Em contrapartida, a média de preços é bastante elevada: R\$ 42,50. Na última aquisição, o Programa Nacional Biblioteca da Escola (PNBE) adquiriu 230 milhões de exemplares a custo médio de R\$ 3,80. Evidentemente o valor é reduzido pela demanda elevada (que barateia os custos), mesmo assim, há uma discrepância muito alta que dificultará seleção em próximas aquisições. Além disso, apenas oito editoras são responsáveis por mais da metade dos livros disponíveis no mercado. Há falta de incentivo para que outras editoras de pequeno porte produzam livros dessa natureza e forcem o mercado a oferecer preços mais competitivos. Além disso, não são todos os conteúdos que apresentam um volume aceitável de livros, por exemplo: (i) no eixo

“Tecnologia e Sociedade” há muito publicado sobre sustentabilidade e temas relacionados (reciclagem, poluição, etc.); e (ii) no eixo “Ser Humano e Saúde” o foco está em ensinar o funcionamento do corpo humano. Assuntos como alimentação, solo e biotecnologia têm pouquíssimos exemplares.

Além de identificar o perfil da oferta dos livros desta modalidade, foi de suma importância analisar suas características e avaliar sua qualidade, principalmente no que diz respeito às informações neles contidas (forma, conteúdo e mensagem). Isto porque com informações bem projetadas, os alunos poderão interagir com o conteúdo de forma mais assertiva, através de informações: acessíveis, apropriadas, atrativas, confiáveis, completas, oportunas, compreensíveis, apreciadas, seguras e valiosas. Percebeu-se que há: (a) uma carência de estudos acadêmicos sobre tais materiais do ponto de vista do Design da Informação; (b) os livros avaliados apresentaram diversos problemas informacionais. A partir de uma amostra de 8 livros (sendo 2 de cada eixo temático), pôde-se analisar melhor como foram projetados. Observou-se que os blocos com desempenho mais baixos – aqueles que apresentaram mais problemas – foram os cognitivos e funcionais. Em relação aos cognitivos, muitos livros apresentaram falhas nos princípios carga mental, memória e percepção; e no caso dos funcionais foram carência em quesitos como estrutura, ênfase e simplicidade da informação.

Em relação aos **kits experimentais**, o cenário foi um pouco diferente. Nota-se, no mercado brasileiro, uma alta carência de materiais interativos com uso de modelos que permitam aos alunos uma maior aproximação com a prática científica, através de observação e vivência mais concreta e direta com aquilo que é aprendido. Além disso, permitem que os alunos: levantem questionamentos, formulem hipóteses e realizem experimentos; adotando procedimentos do conhecimento científico como observação, testes comparativos, registros, entre outros. Para o 5º ano, por exemplo, foram encontrados apenas 30 *kits* no mercado, sendo parte deles ainda nem traduzida para o português. Observou-se ainda que 80% estão concentrados em apenas três fabricantes internacionais (China, Alemanha e Portugal). A produção nacional se restringiu apenas a 13% do total dos *kits* encontrados na amostra. Além disso, os preços praticados foram ainda mais elevados e incompatíveis com a realidade das escolas públicas: a média foi de R\$ 232,21. Deles: a maior parte não vem com roteiro de experimentos, menos da metade vem com livros educativos inclusos, quase um terço não vem sequer com manual de instruções e a maior parte usa materiais de plástico como matéria-prima principal. Além disso, foram poucos os assuntos abordados: a maior parte se concentrou em tratar sobre sistema solar, energia, corpo humano e plantas. Foram selecionados três *kits* (dos três fabricantes mais representativos) com uma mesma temática – energia eólica – para realizar uma comparação do ponto de vista da informação. Foram identificados aspectos como: (a) projeto de

embalagem; (b) componentes dos kits; e (c) manuais / livros educativos inclusos. Estes últimos ainda foram avaliados pelos princípios do Infodesign, identificando que os três apresentaram diversos problemas em todos os blocos de princípios, sendo funcionais e estéticos os blocos mais afetados.

Em relação aos **modelos paradidáticos**, não foram encontrados fabricantes suficientemente representativos para análise, uma vez que há carência geral no mercado na produção de modelos com assuntos de Ciências Naturais; com exceção de temas relacionados ao corpo humano. Neste caso, são fabricantes especializados na área médica/odontológica, com valores incompatíveis com as escolas públicas (um torso humano custa por volta de R\$ 1.5000,00). Por isso, foram descartados da pesquisa. Através de revisão de literatura, identificou-se que, quando aplicados em sala de aula, são produzidos: pelos próprios professores e/ou pesquisadores (confeccionados por grupos pesquisa e feitos de materiais como resina, gesso, biscuit); ou pelos próprios alunos (orientados pelos professores e usando materiais como grãos, frutas, sementes, massinha de modelar, isopor, etc.). Vale ressaltar que tais modelos são altamente recomendados pelo MEC, uma vez que permitem que os alunos manipulem, experimentem, montem, encaixem, brinquem, melhorem a visualização e associação com os conteúdos tratados em sala de aula. Uma possível alternativa encontrada foram modelos importados fabricados de forma artesanal independente, do estilo *do-it-yourself* (DYI), ou seja, faça-você-mesmo. Neste caso, por exemplo, foram selecionados quatro modelos de energia eólica (disponíveis no e-Bay/EUA e BangGood/CHN), cujo preço médio foi de R\$ 23,87. Seria uma oportunidade para fabricantes investirem, produzindo modelos e materiais didáticos acessíveis e de baixo custo. Maior problema é não serem vendidos em escala.

7.1.2 Ensino de Ciências Naturais nos Anos Iniciais

Esta pesquisa também auxiliou a entender o contexto do sistema de atividades de ensino das Ciências Naturais nos anos iniciais, identificando a realidade das escolas públicas do Recife. A pesquisa de campo foi uma etapa importante para entender melhor os problemas e necessidades dos sujeitos (professores e alunos), bem como ao contexto em que estão inseridos. Os dados utilizados para diagnosticar a realidade global foram obtidos a partir de fontes como Censo Escolar, INEP e Secretaria da Educação (municipal e estadual). Neste quesito, foram encontradas ao todo 220 escolas ativas com 5º ano, das quais 95% correspondiam à esfera municipal, contra apenas 5% para estaduais. Isto porque os anos iniciais passaram a ser de maior responsabilidade dos municípios, já os anos finais do estado. Identificando-se os sistemas de atividades nas **escolas municipais do Recife**, no 5º ano, é possível observar que (dados de 2018):

- **Contexto:** apenas 61% possuem biblioteca, 27% têm laboratório de informática e apenas 4% possuem laboratórios de ciências.
- **Sujeitos:** ao todo são 400 professores no 5º ano, cuja maior parte é do sexo feminino (93%) e mais da metade com faixa etária acima de 40 anos e com mais de 15 anos de experiência em sala de aula. Em relação às áreas de formação, maior parte é formada em Pedagogia e apenas 1/4 em licenciaturas.
- **Comunidade:** são mais de 10 mil alunos matriculados no 5º ano, com taxa de reprovação de 7,4% e nota na Prova Escolar (Ideb) de 5,9. A metade mora com mais pelo menos 3 pessoas na casa e não sabe informar qual grau de escolaridade dos pais.
- **Ferramentas:** 4% têm materiais de laboratório, 29% possuem retroprojektor/ *datashow*, 69% aparelho de DVD. Os dados só melhoram com TV e Internet, com mais de 80%.
- **Regras:** Política de Ensino da Rede Municipal do Recife – Ensino Fundamental (RECIFE, 2015) e os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1997).
- **Objetos:** “O ensino de Ciências da Natureza é um componente fundamental para a formação do cidadão, uma vez que a ciência é parte de nossa vida e do nosso contexto sociocultural. O conhecimento científico, trabalhado de forma articulada com a realidade social dos estudantes, irá contribuir, para que compreendam o mundo em que vivem e possam tomar atitudes críticas e fundamentadas diante de situações do cotidiano. O ensino de Ciências poderá promover a compreensão acerca dos conhecimentos científicos e das tecnologias deles decorrentes e de como esses interferem em nosso cotidiano. Essa compreensão é extremamente importante para o exercício da cidadania, uma vez que a maioria das inovações científicas e tecnológicas, e os benefícios e problemas que elas geram, envolvem questões éticas e sociais que requerem decisões e/ou soluções com vistas ao benefício coletivo” (RECIFE, 2015).

Para se entender o contexto de forma mais aprofundada, é relevante a aplicação de um estudo de caso. Assim, foram escolhidas duas escolas para uma pesquisa de campo de cunho analítico, adotando como critério a seleção daquelas cujos resultados do Ideb estivessem na classe de mediana. Percebe-se a importância da adoção de critérios científicos para realização de amostragem, buscando uma maior representatividade em relação ao universo. Nas escolas, foram mapeadas as contradições primárias e secundárias nas salas de aula, acompanhando 2 turmas em cada escola (4 professoras, 110 alunos aproximadamente). Os dados foram levantados a partir de observações sistemáticas não participantes e de entrevistas semiestruturadas. A partir das contradições, foi possível identificar problemas e necessidades, levantando requisitos projetuais informacionais para concepção e confecção de materiais paradidáticos. O que ficou claro foi:

- (1) Carência do acesso a materiais paradidáticos nas escolas. Há uma demanda latente para produção de: livros paradidáticos, modelos, *kits* experimentais, cadernos de exercícios, aulas em *slides*, cartazes, entre outros;
- (2) Dificuldade em cobrir todos os conteúdos do programa, uma vez que os livros didáticos disponíveis no mercado não abordam todas as temáticas. Isto caracteriza uma grande necessidade em produzir materiais complementares;
- (3) Os conteúdos trabalhados em sala têm uma tendência em focar excessivamente em conceitos e valores, deixando procedimentos e atitudes em segundo plano. Há necessidade de desenvolver materiais que auxiliem os alunos a desenvolver postura e raciocínio científico (ex: interpretar, classificar, analisar, sistematizar, comunicar e argumentar informações);
- (4) Os conteúdos são apresentados aos alunos, na maior parte das vezes, de maneira compartimentada e sem explorar a interdisciplinaridade do conhecimento. Há necessidade de desenvolver materiais que integrem as matérias do currículo escolar ao conteúdo tratado, abordando, por exemplo: matemática, geografia e português;
- (5) O conhecimento é tratado, muitas vezes, de forma descontextualizada, com baixa integração da teoria com a prática. É relevante a produção de conteúdos de forma indissociada da sua realidade, abordando questões do seu entorno (ex. desenvolvimento tecnológico, produção cultural da sociedade, etc.);
- (6) Os alunos possuem baixo nível de proficiência e apropriação das linguagens do conhecimento científico. É relevante a produção de materiais que auxiliem os alunos compreenderem e argumentarem informações a partir de habilidades como: leitura e interpretação de gráficos, esquemas e tabelas, sequenciamento de processos, combinação e comparação de diferentes linguagens, etc.;
- (7) Constatou-se pouco envolvimento, participação e interesse dos alunos nas aulas de Ciências. Há demanda por produzir materiais, recursos e abordagens estimulantes e lúdicas, especialmente para auxiliar a desenvolverem curiosidade, criatividade, capacidade de resolução de problemas e tomada de decisão;
- (8) As atividades experimentais são praticamente inexistentes em sala de aula, especialmente pela falta de recursos. Torna-se relevante produzir materiais e kits com práticas experimentais, especialmente para desenvolver habilidades como: observação, levantamento de hipóteses, etc.

7.2 PRINCIPAIS CONTRIBUIÇÕES

Uma das principais contribuições deste trabalho foi o desenvolvimento de procedimentos para analisar e avaliar materiais paradidáticos do ponto de vista do Design da Informação. Em geral, as avaliações de tais materiais neste campo de estudo têm sido feitas tratando – sobretudo através de abordagem qualitativa e específica – de assuntos como análise gráfica, esquemática, tipográfica, entre outras. Neste trabalho, utilizando os princípios do Infodesign proposto por Pettersson (2012b) e as diretrizes apresentadas por Redig (2004) foi possível construir uma matriz para avaliação heurística de livros paradidáticos de Ciências Naturais. Tais materiais foram analisados individual e comparativamente de maneira quanti e qualitativa e de forma geral, abrangente e cruzada. O desempenho de tais materiais foram avaliados em várias questões, em um total de 23 princípios categorizados em 6 blocos (funcionais, estéticos, administrativos, cognitivos, tempo da mensagem e forma da mensagem). Utilizando-se 3 especialistas, mostrou-se possível identificar uma série de problemas ou defasagem nos livros da amostra do ponto de vista do Infodesign, mesmo sendo produzidos pelas maiores e mais importantes editoras do mercado brasileiro.

Além disso, através de uma análise mais aprofundada, outra grande contribuição feita a partir desta avaliação heurística foi o levantamento de uma lista de recomendações e sugestões de melhoria para os livros paradidáticos de Ciências Naturais avaliados. Tais sugestões foram categorizadas a partir da identificação dos tipos e quantidades de problemas encontrados em cada bloco de princípios e de seus respectivos graus de gravidade e níveis de prioridade. Observou-se ainda que os blocos estético e administrativo foram aqueles com maior quantidade e gravidade de problemas encontrados, apontando uma possível tendência de comportamento dos tipos de problemas comuns em materiais paradidáticos. Com tais resultados demonstra-se uma necessidade de maior quantidade de pesquisas e estudos acadêmicos no que diz respeito ao design informacional de tais materiais, além de programas ou cursos de capacitação profissional mercadológica de designers nesta área no ramo editorial.

Outro aspecto, a partir das avaliações e do estudo dos sistemas de atividades de Ensino de Ciências Naturais nas escolas públicas do Recife, foi possível realizar um levantamento de requisitos projetuais para produção de materiais paradidáticos. Muitos dos estudos de tais materiais têm sido feitos com o foco na análise do material em si, entretanto praticamente não levando em consideração aspectos relativos às interações entre os elementos – sujeito, regras, ferramentas, comunidade, objeto, divisão do trabalho – envolvidos na atividade de ensino. Tais interações e suas possíveis contradições primárias e

secundárias oferecem uma série de *insights*, ideias e apontamentos que podem servir para elaboração de requisitos no desenvolvimento de materiais educacionais.

Ademais, outra contribuição da tese foi o desenvolvimento de um protocolo para produção de materiais paradidáticos de Ciências Naturais, levando em considerações os objetivos gerais da matéria propostos pelo MEC (BRASIL, 1997; UNESCO, 2005), o planejamento das unidades didáticas (NIGRO, 2015), a classificação dos conteúdos (NIGRO, 2015), os tipos de atividades didáticas (BRASIL, 1997; RECIFE, 2014), os critérios de seleção de conteúdo (BRASIL, 1997, RECIFE, 2015, BORGES, 2012), os princípios e diretrizes do Infodesign (PETTERSSON, 2012b; REDIG, 2004), o Modelo Sistema de Atividades (ENGESTRÖM, 1999) e as contradições dos sistemas (ENGESTRÖM, 1999; KAPTELININ, 2013).

7.3 TRABALHOS FUTUROS

- a) Analisar outros possíveis problemas no Sistema de Atividades de ensino de Ciências Naturais nos anos iniciais, identificando contradições de níveis terciários e quaternários; bem a Hierarquia dos Artefatos Mediadores (WARTOFSKY, 1979; ENGESTRÖM, 1999) utilizados em sala de aula para apoio ao ensino da matéria;
- b) Validar o *kit* a partir de seleção de escolas piloto, implementando o material completo em sala de aula e buscando avaliação mais representativa dos professores;
- c) Identificar o impacto e a contribuição do emprego dos *kits* na melhoria do rendimento escolar dos alunos e nos níveis de participação e interesse na matéria, realizando pesquisa experimental e realizando medições através de testes de hipótese;
- d) Buscar financiamento para desenvolver novos *kits* para demais conteúdos e eixos temáticos do 5º ano, bem como para as outras séries do Ensino Fundamental I e distribuí-los nas escolas da rede pública do Recife, quiçá em todo Pernambuco.

REFERÊNCIAS

- ABREU, D. MOURA, M. Construção de instrumentos teórico-metodológicos para captar a formação de professores. **Educ. Pesqui.** v. 40, n. 2, São Paulo, abr-jun., 2014.
- ACUNHA, V. H. A. O ensino de Ciências Naturais: novo paradigma. IN: LEHENBAUER, S.; PICAWY, M.; STEYER, V.; WANDSCHEER, M. S. **O Ensino Fundamental no Século XXI: questões e desafios**. Canoas: Editora ULBRA, 2005. p. 273-282.
- ALBAUM, G. The Likert Scale revisited. **Market Research Society Journal**, v. 39, n. 2, 1997, p. 1-21.
- ALQUETE, T.; OLIVEIRA, R.R.S.; BARRETO CAMPELLO, S.; OLIVEIRA, S.B.; MURTA, A.; MARQUES, F. A contribuição da Dimensão Social na Análise da Atividade Mediada por Computador. IN: INTERACTION SOUTH AMERICA DESIGN (ISA), 5, 2013. **Anais eletrônicos...** Recife: 2013. p. 128-137.
- AMBROSE, G. **The fundamentals of Graphic Design**. AVA Publishing SA, 2009.
- AMSTEL, F. **Teoria da Atividade no Design**. Curitiba: 2010. Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/usabilidoido/teoria-da-atividade>>. Acesso em: 20 mar. 2017.
- ANDRADE, G. T. B. Percursos históricos de ensinar ciências através de atividades investigativas. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciência**, v. 13, n.1, p. 121-137, 2011.
- ANTHONY, G.; HAIGH, M.; KANE, R.. The power of the 'object' to influence teacher induction outcomes. **Teaching and Teacher Education**, v. 27, n. 5, p. 861-870, 2011.
- ARCE, A. O jogo e o desenvolvimento infantil na teoria da atividade e no pensamento educacional de Friedrich Froebel. **Cad. CEDES**, v. 24, n. 62, Campinas, abr. 2004.
- ARIEVITCH, I. Exploring the links between External and Internal Activity from a Cultural-Historical Perspective. In: OERS, B.; WARDEKKER, W.; ELBERS, E.; VEER, R. **The Transformation of Learning: Advances in Cultural-Historical Activity Theory**. Cambridge University Press, 2008. p. 38-57.
- ASHBAR, Flávia. A pesquisa sobre a atividade pedagógica: contribuições da Teoria da Atividade. **Revista Brasileira de Educação**, n. 29, Rio de Janeiro, mai-ago., 2005.
- ATKINSON, T. S.; MATUSEVICH, M. N.; HUBER, L. Making Science Trade Book Choices for Elementary Classrooms. **The Reading Teacher**, v. 62, n. 6, p. 484-497, 2009.
- AUGUSTO, T. G. S.; AMARAL, I. A. A formação de professoras para o ensino de ciências nas séries iniciais: análise dos efeitos de uma proposta inovadora. **Ciênc. Educ. (Bauru)**, v. 21, n. 2, pp. 493-509, 2015.
- BARAB, S.; EVANS, M.; BAEK, E-O. Activity Theory as a lens for characterizing the participatory unit. In: **Handbook of research on educational communications and technology**, 2. 2002. p. 199-213.
- BARMA, S. A sociocultural reading of reform in science teaching in a secondary biology class. **Cultural Studies of Science Education**, v. 6, issue 3, pp. 635-661, set. 2011.
- BARRA, V. M.; LORENZ, K. M. Produção de materiais didáticos de ciências no Brasil, período: 1950 a 1980. **Ciência e Cultura**, São Paulo, Brasil: Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, v. 38, n. 12, p. 1970-1983, dez. 1986.
- BARRETO CAMPELLO, S. Aprendizagem mediada por computador. In: SPINILLIO, C. (Org.). **Selected Readings on Information Design: communication, technology, history and education**. 1ed. Curitiba: SBDI, 2009, p. 189-200.

- BASSOLI, F. Atividades práticas e o ensino-aprendizagem de ciência (s): mitos, tendências e distorções, **Ciência & Educação**, v. 20, n. 3, 2014.
- BAYERL, G. S. O ensino de Ciências nos anos iniciais do Ensino Fundamental: uma reflexão histórica das políticas de educação no Brasil. IN: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 4, 2014. **Anais...** Ponta Grossa: UEPG, 2014.
- BELLAMY, R. K. E. Designing educational technology: Computer-mediated change. In: NARDI, B. **Context and Consciousness: Activity Theory and Human-Computer Interaction**. Massachusetts Institute of Technology (MIT), 1996. p. 123-146.
- BERNARDES, M. E.; MOURA, Manuel. Mediações simbólicas na atividade pedagógica. **Educ. Pesqui.** v. 35, n.3, São Paulo, set/dec. 2009.
- BIZZO, N. **Ciências: fácil ou difícil?** 1ª ed. São Paulo: Biruta, 2009.
- BLACK, A.; LUNA, P.; LUND, O.; WALER, S. **Information Design: research and practice**. New York (EUA): Routledge, 2017.
- BOMFIM, G. A. **Metodologia para desenvolvimento de projetos**. João Pessoa: Editora Universitária/UFPB, 1995.
- BONSIEPE, G. **Design, cultura e sociedade**. São Paulo: Editora Bluscher, 2011.
- BORGES, G.L.A. Conteúdos e didáticas das Ciências e Saúde. IN: UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA [UNESP]. **Caderno de Formação: Didáticas dos conteúdos**. São Paulo: Univesp, 2012 (Coleção Caderno de Formação, v.10, b. 2, n.20). 208 p.
- BRASIL, INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (Inep). **Inclusão de Ciências no Saeb: documento básico**. Brasília: INEP, 2013.
- BRASIL, MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (MEC). **Equipamentos e materiais didáticos**. Brasília: Universidade de Brasília (UnB), 2007.
- _____. **Relatório Nacional PISA 2012: resultados brasileiros**. São Paulo: Fundação Santillana, 2012.
- _____. SECRETARIA DE EDUCAÇÃO FUNDAMENTAL (SEF). **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais**. Brasília: MEC/SEF, 1997.
- _____. **Definição de critérios para avaliação dos livros didáticos – 1a a 4a séries**. Brasília: FAE, 1994.
- _____. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE). **Resolução/CD/FNDE nº 14**, de 24 de abril de 2007.
- _____. **Guia de livros didáticos: PNLD 2016. Ciências: ensino fundamental anos iniciais**. Brasília: Ministério da Educação, Secretária de Educação Básica, 2015.
- BRAULE, R. **Estatística Aplicada**. Rio de Janeiro: Campos, 2001.
- BROCK, J, K-U. **Data design: the visual display of qualitative and quantitative information**. California (USA): Zhou Coansulting, 2016.
- BRYCE, N. Meeting the Reading Challenges of Science Textbooks in The Primary Grades. **The Reading Teacher**, v. 64, n. 7, p. 474-485, 2011.
- BUENO, R. S. M.; KOVALICZN, R. A. **O ensino das Ciências e as dificuldades das atividades experimentais**. Portal da Secretaria do Estado da Educação do Paraná, 2012. Disponível em: < <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/23-4.pdf>>. Acesso em: 15 jul. 2016.
- BÜRDEK, B. **Design: história, teoria e prática do design de produtos**. Tradução Freddy Van Camp. São Paulo: Blucher, 2010.

CADENA, R. A.; COUTINHO, S. G.; ANDRADE, B. A linguagem gráfica em artefatos educacionais gerados com ferramentas de TIC. **Infodesign** – Revista Brasileira de Design da Informação, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 33-44, 2012.

CADENA, R. A.; COUTINHO, S. G.; LOPES, M. T. A linguagem gráfica efêmera e o design no ensino fundamental brasileiro. **Infodesign** – Revista Brasileira de Design da Informação, São Paulo, v. 8, n. 3, p. 01-11, 2011.

CADENA, R.; COUTINHO, S. Design da Informação e Design Instrucional: aproximações e distanciamentos. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM DESIGN, 10, 2012. **Anais...** Maranhão: UFMA, 2012. CD-ROM.

CAMILLO, J.; MATTOS, C. Educação em Ciências e a Teoria da Atividade Cultural-Histórica: contribuições para reflexão sobre tensões na prática educativa. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 16, n. 01, Belo Horizonte, jan-abr. 2014.

CAMPOS, M.; RÊGO, L.; MENDONÇA, A. **Métodos Probabilísticos e Estatísticos**. Rio de Janeiro: LTC, 2017.

CARVALHO, A. R.; QUEIROZ, L. V.; LIMA, T. L. D. **Educação pública no Recife: a tragédia que rouba nosso futuro**. Recife: Instituto Teotônio Vilela: 2012.

CASAS, L. L.; AZEVEDO, R. O. M.; SOUZA, C. F.; CALADO, N. V. Utilização de jogos como recurso didático para ensino da embriologia. IN: CONGRESSO NORTE-NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, 5, 2010. **Anais eletrônicos...** Maceió: IFAL, 2010.

CERVETTI, G. N.; BARBER, J.; PEARSON, P. D.; GOLDSCHMIDT, P. The impact of an integrated approach to Science and literacy in elementary school classrooms. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 49, n. 5, p. 631-658, 2012.

COLAÇO, G. A. M.; GIEHL, L. K.; ZARA, R. A. O ensino das Ciências nas seres iniciais: um olhar sobre a ciência, o cotidiano e as tecnologias. **Arquivos do MUDI** – Museu Dinâmico Interdisciplinar da Universidade Estadual do Maringá, v. 21, n. 03, p. 53-65, 2017.

COLEMAN, J. M.; DANTZLER, J. A. The frequency and type of graphical representations in Science trade books for children. **Journal of Visual Literacy**, v. 35, n. 1, p. 24-41, 2016.

COLEMAN, J. M.; MCTIGUE, E. M.; SMOLKING, L. B. Elementary Teachers' Use of Graphical Representations in Science Teaching. **Journal of Science Teacher Education**, v. 22, p. 613-643, 2011.

COLLINS, P.; SHUKLA, S.; REDMILES, D. Activity theory and System design: a view from the trenches. **Computer Supported Cooperative Work**, v. 11, n. 1-2, p. 55-80, 2002.

CORRÊA PIRES, E. A.; MALCARNE, V. A formação do professor de Ciências para os anos iniciais do Ensino Fundamental. **Acta Scientiæ**, v. 18, n. 1, p. 186-203, jan./abr., 2016.

COSTA, E. P. **A cultura visual paralela: o design do Livro Infantil Paradidático**. Dissertação (mestrado em Design) – Universidade Federal de Pernambuco. Recife: 2010.

COSTA, E. P.; COUTINHO, S. G. A cultura visual paralela: o design do livro infantil paradidático. IN: CONGRESSO INTERNACIONAL DE DESIGN DA INFORMAÇÃO, 4, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos...** Rio de Janeiro: SBDI, 2009.

COSTA, L. F. S.; LIMA, K. A.; ANDRA, M. G. S.; BARCELOS, M. W. S.; VIEIRA, T. S. Principais dificuldades para o ensino das ciências na concepção de professores de escolas estaduais na cidade de Araguatins-TO. IN: CONGRESSO NORTE-NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, 7, 2012. **Anais eletrônicos...** Maceió: IFAL, 2012.

COSTA; R.C.; MIRANDA, J.C.; GONZAGA, G.R. Avaliação e validação do jogo didático “Desafio Ciências – sistemas do corpo humano” como ferramenta para o ensino de ciências, **REnCiMa**, v. 9, n.5, p. 56-75, 2018.

COUTINHO, S. G. Design da Informação para Educação. In: **InfoDesign** – Revista Brasileira de Design da Informação, v. 3 – 1/2, p. 49-60, 2006.

COUTINHO, S. G. Linguagem gráfica verbal. In: INFORMATION DESIGN INTERNATIONAL CONFERENCE, 4, 2009. **The proceedings...** Rio de Janeiro: PUC-RJ, 2009.

CRUZ NETO, G.; GOMES, A.; CASTRO, J. SAMPAIO, S. Integrating Activity Theory and Organization Modelling for context of use analysis. **Anais...** In: LATIN AMERICAN CONFERENCE ON HUMAN-COMPUTER INTERACTION. New York: ACM, 2005.

DA COSTA RAMOS, Luciana Bandeira; DA SILVA ROSA, Paulo Ricardo. O ensino de ciências: fatores intrínsecos e extrínsecos que limitam a realização de atividades experimentais pelo professor dos anos iniciais do ensino fundamental. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 3, p. 299-331, 2016.

DALACOSTA, K.; KAMARIOTAKI-PAPARRIGOPOULOU, M.; PALYVOS, J. A.; SPYRELLIS, N. Multimedia application with animated cartoons for teaching Science in elementary education. **Computer & Education**, v. 52, p. 741-748, 2009.

DANIELS, H. Reflections on Points of Departure in the Development of Socialcultural and Activity Theory. In: OERS, B.; WARDEKKER, W.; ELBERS,E.; VEER, R. **The Transformation of Learning: Advances in Cultural-Historical Activity Theory**. Cambridge Press, 2008. p. 59-75.

DE MORAES, T.S.V; DE CARVALHO, A.M.P. Investigação científica para o 1º ano do ensino fundamental: uma articulação entre falas e representações gráficas dos alunos. **Ciência & Educação**, v. 23, n. 4, p. 941-961, 2017.

DE SOUZA, D.A.; DA SILVA, E.M. Educação Ambiental no Ensino Fundamental I: a construção de uma proposta curricular a partir da abordagem CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente). **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, v. 8, n. 1, p. 73-89, mai. 2018.

ENGESTRÖM, Y. Innovative learning in work teams: analysing cycles of knowledge creation in practice. In: ENGESTRÖM, Y. *et al* (Eds.). **Perspectives on Activity Theory**. Cambridge: Cambridge University Press, 1999.

_____. **Mind, Culture and Activity**. University of California, Laboratory of Comparative Human Cognition, 2007. Disponível em: <<http://www.helsinki.fi/cradle/documents/Engestrom%20Publ/Enriching%20expansive%20learning.pdf>>. Acesso em: 17 jul. 2013.

ENGESTRÖM, Y.; SANNINO, A. Studies of expansive learning: foundations, findings and future challenges. **Educational Research Review**, v. 5, n. 1, p. 1-24, 2010.

FABRI, F.; SILVEIRA, R. M. C. F. O ensino de Ciências nos anos iniciais do ensino fundamental sob ótica CTS: uma proposta de trabalho diante dos artefatos tecnológicos que norteiam o cotidiano dos alunos. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 18, n. 01, p. 77-105, 2013.

FERNANDES, R. C. A.; MEGID NETO, J. Modelos educacionais em 30 pesquisas sobre práticas pedagógicas no ensino de Ciências nos anos iniciais da escolarização. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 17, n. 3, p. 641-662, 2012.

FERREIRA, E. A.; MELO, M. G. **Caderno de Formação** – Pedagogia. Acervo digital. São Paulo: UNESP, 2006.

FERST, E. M. A abordagem CTS no Ensino de Ciências Naturais: possibilidades de inserção nos anos iniciais no Ensino Fundamental. **Revista EDUCAmazônia – Educação, Sociedade e Meio Ambiente**, ano 6, v. 6, n. 2, jul./dez., 2013, p. 276-299.

FILATRO, A. **Design instrucional na prática**. São Paulo: Pearson Education, 2008. 173p.

- FLORIDI, L. *The philosophy of information*. Oxford: Oxford University Press: 2011.
- FRANCO, P.; LONGAREZI, A. Elementos constituintes e constituidores da formação continuada de professores: contribuições da Teoria da Atividade. **Educação & Filosofia**, v. 25, n. 50, jul-dez., 2011.
- FRASCARA, J. **Que es el diseño de información?**. Buenos Aires: Infinito, 2011.
- FREITAS, D. A perspectiva curricular Ciência, Tecnologia e Sociedade – CTS – no ensino de ciências. IN: PAVÃO, A.C.; FREITAS, D. (Org.). **Quanta Ciência há no ensino de ciências**. São Carlos: EdUFSCar, 2008. p. 229-237.
- FREITAS, R. F.; COUTINHO, S. G.; WAECHTER, H. N. Análise de Metodologias em Design: a informação tratada por diferentes olhares. **Revista Estudos em Design** (online). Rio de Janeiro, v. 21, n. 1, p.1-15, 2013.
- FRISON, M.D.; VIANNA, J.; CHAVES, J.M; BERNARDINI, F.N. Livro didático como instrumento de apoio para construção de propostas de ensino de Ciências Naturais. IN: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7, 2009. **Anais eletrônicos...** Florianópolis: 2009. Disponível em: <<http://www.fep.if.usp.br/~profis/arquivos/viiienpec/VII%20ENPEC%20-%202009/www.foc.fae.ufmg.br/cd/pdfs/425.pdf>>. Acesso em: 10 set.2018.
- GASPAR, A. **Museus e Centros de Ciências**: conceituação e proposta de um referencial teórico. 1993. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, 1993.
- GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. São Paulo: Atlas, 1987. 1989
- GOMES, C.H.; SPERANDIO, D.G.; BORGES, N.P.; DESSART, R.L. Abordagem das Geociências no Ensino Infantil de Caçapava do Sul, RS: a form[ação] dos vulcões. **Areté - Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, v. 11, n. 24, p. 44-56, dez. 2018
- GÓMEZ, L.; DUARTE, J. A hybrid approach to university subject learning activities. **British Journal of Education Technology**, v. 43, n. 2, p. 259-271, fev. 2012.
- GONZALEZ, M. N. Luciano Floridi e os problemas filosóficos da informação: da representação à modelização. **R. Ci. Inf. e Doc.**, v. 4, n. 1, p. 3-25, 2013.
- GREIMAS, A.; COURTÉS, J. **Dicionário de semiótica**. São Paulo: Contexto, 2008.
- GUSTAFSON, K.; TILLMAN, M. Introduction. In: BRIGGS, L.; GUSTAFSON, K.; TILLMAN, M. (Eds). **Instructional design**: principles and applications. New Jersey: Education Technology Publications Inc., 1991. p. 3-16.
- HOLLIS, R. **Design Gráfico**: uma história concisa. São Paulo: Martins Fontes, 2001.
- HORN, R. Information Design: Emergence of a New Profession. In: JACOBSON, R. **Information Design**. Massachusetts, USA: Massachusetts Institute of Technology – MIT Press, 1999. p. 15-33.
- HUG, W. J. Exploring instructional strategies to develop prospective elementary teachers' children's literature book evaluation skills for Science, ecology and environment education. **Environment Education Research**, v. 16, n.3-4, p. 367-382, jun-ago., 2010.
- HUME, A. Primary Connections: simulating the classroom in Initial Teacher Education. **Research in Science Education**, v. 42, issue 3. June, p. 551-565, 2012.
- ICOGRADA. **International Council of Communication Design**. Disponível em: <<http://www.icograda.org>>. Acesso em: 10 jan. 2018.
- IIID. **International Institute for Information Design**. Disponível em: <<http://www.iiid.net/PDFs/IIID-Brochure.pdf>>. Acesso em: 29 jun. 2014.

IMENES, L. M.; LELLIS, M. **Projeto Buriti Ciências** – Ensino Fundamental I – 5º ano. São Paulo: Moderna, 2013.

JACOBSON, R. **Information Design**. Massachusetts, USA: MIT Press, 1999.

JAHREIE, C. Making sense of conceptual tools in student-generated cases: student teacher's problem-solving processes. **Teaching and Teacher Education**, v. 26, issue 6, pp. 1229-1237, ago. 2010.

KALI, Y.; LINN, M. C. Designing visualizations for elementary school science. **The Elementary School Journal**, v. 109, n. 2, p. 181-198, 2008.

KAPTELININ, V. Activity Theory. In: SOEGAARD, M.; DAM, R. (Eds.). **The Encyclopedia of Human-Computer Interaction**. Aarhus, Denmark: The Interaction Design Foundation, 2013. Disponível em: <http://www.interaction-design.org/encyclopedia/activity_theory.html>. Acesso em 15 jul. 2013.

_____. Activity Theory: Implications for Human-Computer Interaction. In: NARDI, B. **Context and Consciousness: Activity Theory and Human-Computer Interaction**. Massachusetts Institute of Technology (MIT), 1996. p. 45-68.

KAPTELININ, V.; NARDI, B. **Acting with Technology: Activity Theory and Interaction Design**. Massachusetts Institute of Technology (MIT) Press, 2006.

KINDEL, E. A. I. **A docência em Ciências Naturais: construindo um currículo para o aluno e para a vida**. Erechim: Edelbra, 2012.

KRAMER, M. L. **Quando brincar é aprender**. São Paulo: Edições Loyola, 2007.

KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia**. 2 ed. São Paulo: Editora da USP, 2008.

_____. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. **São Paulo Perspec.**, v. 14, n. 1, jan./mar., 2000.

KUUITTI, K. Activity Theory as a Potencial Framework for Human-Computer Interaction. In: NARDI, B. **Context and Consciousness: Activity Theory and Human-Computer Interaction**. Massachusetts Institute of Technology (MIT), 1996. p. 17-44.

LACERDA, M. G.; FARBIARZ, J. L. A formação visual do leitor por meio do Design na Leitura: livros de literatura para Educação Infantil e Ensino Médio. **Estudos em Design**, v. 26, n. 3, p. 1-15, 2018.

LAI, C. Integrating e-books into Science teaching by preservice elementary school teachers. **JESEH - Journal of Education in Science, Environment and Health**, v. 2, n. 1, p. 57-66, 2016.

LAJOLO, M.; ZILBERMAN, R. **Literatura infantil brasileira: história e histórias**. São Paulo: Editora Ática: 2007.

LAPOLLI, M.; VANZIN, T; ULBRICHT, V. R. Organização da informação em narrativas infográficas na web voltadas para o processo de ensino-aprendizagem. **Infodesign** – Revista Brasileira de Design da Informação, São Paulo, v. 11, n. 1, p. 36-49, 2014.

LEFFA, V. Aprendizagem mediada por computador à luz da Teoria da Atividade. **Caleidoscópio**, v. 3, n. 1, São Leopoldo, 2005.

LEONTIEV, A. N. **Activity, consciousness and personality**. Prentice-Hall, 1978.

LIBÂNEO, J.; FREITAS, R. Vygostsky, Leontiev e Davydov – três aportes teóricos para a Teoria Histórico-Cultural e suas contribuições para a didática. IN: CONGRESSO BRASILEIRO DE HISTÓRIA DA EDUCAÇÃO, IV. **Anais...** Goiás: Universidade Católica de Goiás, 2006.

LIMA, K. E. C.; VASCONCELOS, S. D. Análise de metodologia de ensino de ciências nas escolas da rede municipal de Recife. **Ensaio: avaliação e políticas públicas em Educação**, v. 14, n. 52, p. 397-412, 2006.

LIPTON, R. **The Practical Guide to Information Design**. New Jersey, USA: John Wiley & Sons Inc., 2007.

LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D. Alfabetização Científica no Contexto das Séries Iniciais. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 3, n. 1, p. 45-61, 2018.

LUPTON, E. **Pensar com tipos**. 2 ed. São Paulo: Cosac & Naif, 2013.

MAGALHÃES, M. N.; LIMA, A. C. **Noções de probabilidade e estatística**. São Paulo: Edusp, 2015.

MARCONI, M.; LAKATOS, E. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5 ed. São Paulo: Altas, 2003.

_____. **Técnicas de Pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1991.

MARTINS, L.; QUEIROZ, J. Morfologia para setas em livros didáticos: uma abordagem semiótica. **Arcos Design**, v. 5, n.2, p. 1-16, dez. 2010.

MAYER, C. M. K.; SERPA DE PAULA, J.; SANTOS, L. M.; ARAÚJO, J. A. Dificuldades encontradas na disciplina de Ciências Naturais por alunos de Ensino Fundamental de escola pública da cidade de Redenção-PA. **Revista Lugares de Educação**, v. 3, n. 6, p. 230-241, jul/dez. 2013.

MCELHANEY, K. W.; CHANG, H-Y.; CHIU, J. L.; LINN, M. C. Evidence for effective uses of dynamic visualizations in science curriculum materials. **Studies in Science Education**, v. 51, n. 1, p. 49-85, 2015.

MENEGAZZI, D.; DEBUS, E. S. D. O Design da Literatura Infantil: uma investigação do livro ilustrado contemporâneo. **Calidoscópico**, v. 16, n. 2, p. 273-285, mai/ago 2018.

MENEZES, E. T.; SANTOS, T. H. Verbete paradidáticos. **Educabrazil** - Dicionário Interativo da Educação Brasileira. São Paulo: Midiamix, 2001.

MIJKSENAAR, P. **Visual Function: An Introduction to Information Design**. The Netherlands: 010 Publishers, 1997.

MINAYO, M. C. S. **O desafio do conhecimento** – pesquisa qualitativa em saúde. 6. ed. São

MINICK, N. The early story of the Vygotskian school. In: COLE, M.; ENGESTROM, Y.; VASQUEZ, O. **Mind, Culture an Activity: Seminal papers from the Laboratory of Comparative Human Cognition**. Cambridge: Cambridge University Press, 1997. p. 117-146.

MODERNA, Editora. (Org.). **Projeto Buriti: ciências: ensino fundamental: anos iniciais**. Editora responsável Maissa Salah Bakri. 3 ed. São Paulo: Moderna, 2014.

MONTGOMERY, D. C.; RUNGER, G. C. **Estatística Aplicada e Probabilidade par Engenheiros**. 4ª Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

MORAES, T. S. V.; CARVALHO, A. N. P. Investigação científica para o primeiro ano no ensino fundamental: uma articulação entre falas e representações gráficas dos alunos. **Ciência & Educação**, v. 23, n. 4, p. 941-961, 2017.

MOREIRA, K. H. Pesquisa em história da educação com o livro didático: questões sobre fontes, temas e métodos. **Revista da Educação Pública**, v. 26, n. 63, p. 887-903, 2017.

MORETTIN, P. A.; BUSSAB, W. O. **Estatística Base**. São Paulo: Saraiva, 2017.

MORRISON, G.; ROSS, S.; KALMAN, H.; KEMP, J. **Designing effective instruction**. 6ed. John Wiley and Sons, 2011.

MUNAKATA, K. **Produzindo livros didáticos e paradidáticos**. 1997. Tese (Doutorado em Educação) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. São Paulo: PUC, 1997.

NARDI, B. Activity Theory and Human-Computer Interaction. In: NARDI, B. **Context and Consciousness: Activity Theory and Human-Computer Interaction**. Massachusetts Institute of Technology (MIT), 1996. p. 7-16.

_____. **Context and Consciousness: Activity Theory and Human-Computer Interaction**. Massachusetts Institute of Technology (MIT), 1996.

NASCIMENTO, F.; FERNANDES, H. L.; MENDONÇA, V. M. O ensino de Ciências no Brasil: história, formação de professores e desafios atuais. **Revista HISTEDBR On-line**, Campinas, n.39, p. 225-249, set.2010.

NASCIMENTO, M. R.; SOUZA SILVA, D. N. Meio ambiente e educação ambiental: reflexões a partir da expansão urbana em Porto de Galinhas-PE-Brasil. **Revista Brasileira do Ensino Médio**, v. 1, n. 1, p. 89-100, 2018.

NIELSEN, J.; MOLICH, R. Heuristic evaluation of user interfaces. **The proceedigns... Proc. of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems**. ACM, 1990, p. 249-256.

NIGRO, R. **Projeto Ápis: Ciências**. 2 ed. São Paulo: Ática, 2015.

NININ, M. O. Atividade de observação nas práticas de orientação a professores: uma perspectiva crítica. **DELTA**, v. 25, n. 2, São Paulo, 2009.

NÚÑEZ, I. B.; RAMALHO, B. L.; SILVA, I. K. P.; CAMPOS, A. P. N. A seleção dos livros didáticos: um saber necessário ao professor: o caso do ensino das ciências. **Revista Iberoamericana de Educación**, v. 33, n. 1, abr., 2003.

OERS, Bert. Developmental Education: Reflections on a Chat-Research Program in the Netherlands. **Learning, Culture and Social Interaction**, v. 1, p. 57-65, mar. 2012.

OLIVEIRA, M. **Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento: um processo sócio-histórico**. São Paulo: Scipione, 1993.

OLIVEIRA, R. R. S. **O design da Informação em Redes Sociais Educacionais: uma análise a partir da Teoria da Atividade**. Recife, 2014. Dissertação (Mestrado em Design) – Programa de Pós-graduação em Design – PPGD, Universidade Federal de Pernambuco, 2014.

ONKUR, S.; CAKIR, H. Research in online learning environments: priorities and methodologies. **Computer & Education**, v. 57, issue 1, p.1098-1108, ago. 2011.

ORLANDO, T. C.; LIMA, A. R.; SILVA, A. M.; FUZISSAKI, C. N.; RAMOS, C. L.; MACHADO, D. FERNANDES, F. F.; LORENZI, J. C.; LIMA, M. A.; GARDIM, S.; BARBOSA, V. C.; TRÉZ, T. A. Planejamento, montagem e aplicação de modelos didáticos para abordagem de biologia e molecular no Ensino Médio por graduandos de Ciências Biológicas. **Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular**, n. 1, p. A1-A17, fev., 2009.

OVIGLI, D. F.B.; BERTUCCI, M. C. A formação para o ensino de ciências naturais nos currículos de pedagogia das instituições públicas de ensino superior paulistas. **Ciências & Cognição**, v.14 n.2, jul. 2009.

PAIVA, S. C. F.; OLIVEIRA, A. A. A literatura infantil no processo de formação do leitor. **Cadernos de Pedagogia**, v. 4, n. 7, p. 22-36, 2010.

PALO, M. J.; OLIVEIRA, M. R. **Voz da criança**. São Paulo: Ática, 2006.

PANAYOTA, M.; PATRICK, H. Reading Picture Books and Learning Science: Engaging Young Children With Information Text. **Theory Into Practice**, v. 50, n. 4, p. 269-276, 2011.

PASSOS, R.; MOURA, M. Design da informação na hipermídia. **Infodesign – Revista Brasileira de Design da Informação**, v. 2, n. 4. São Paulo: SBDI, 2007. p. 19-27. CD-ROM.

Paulo: Hucitec; Rio de Janeiro: Abrasco, 1999.

PAVÃO, A. C.; FREITAS, D. Manual do professor e a prática docente. In: PAVÃO, A. C.; FREITAS, D. (Org.). **Quanta ciência há no ensino das Ciências**. São Carlos: EdUFSCar, 2008. p. 277-280.

PAZMINO, A.V. **Como se cria**: 40 métodos para design de produtos. São Paulo: Editora Bucher, 2013.

PENTEADO, R. M. G.; KOVALICZN, R. A. **Importância de materiais de laboratório para ensinar ciências**. Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2008. p. 22-34.

PEREIRA, M. G.; ALMEIDA, D. M. Manual do professor do livro didático de ciências naturais: tendências atuais no ensino fundamental. In: PAVÃO, A. C.; FREITAS, D. (Org.). **Quanta ciência há no ensino das Ciências**. São Carlos: EdUFSCar, 2008. p. 281-286.

PÉREZ, L. M.; CARVALHO, W. L. P. Tensões e possibilidades expressadas por professores de Ciências em exercício sobre a abordagem da Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente. IN: BASTOS, F. (Org.). **Ensino de Ciências e Matemática III**: contribuições da pesquisa acadêmica a partir de múltiplas perspectivas. São Paulo: Editora UNESP, 2010. p. 129-146.

PERNAMBUCO, SECRETARIA DE EDUCAÇÃO. **Parâmetros para Educação Básica do Estado de Pernambuco**: Parâmetros Curriculares de Ciências Ensino Fundamental. Recife: 2013.

_____. **Plano Estadual de Educação de Pernambuco 2015-2025**. Recife: Secretaria de Educação de Pernambuco, 2015.

PETTERSSON, R. **Basic ID-concepts**. Tullinge: Institute for Infology, 2012a.

_____. **Information Design Theories**. Journal of Visual Literacy, v. 33, n.1, 2014.

_____. **Information Design**: an Introduction. Tullinge: John Benjamins Publication, 2002.

_____. **It Depends**: Principles and Guidelines. Tullinge: Institute for Infology, 2012b.

PETTERSSON, R.; AVGERINO, M. D. Information Design with teaching and learning in mind. **Journal of Visual Literacy**, v. 35, n. 4, p. 253-267, 2016.

PHILLIPS, L. M.; NORRIS, S. P. Bridging the Gap Between the Language of Science and Language of School Science Through the Use of Adapted Primary Literature. **Res Sci Educ – Research in Science Education**, v. 39, p. 313-319, jan. 2009.

PICCOLO, G. Historicizando a teoria da atividade: do embate ao debate. **Psicol. Soc.**, v. 24, n. 2, Belo Horizonte, mai-ago., 2012.

PIRES, E.A.C.; MALACARNE, V. A formação do professor de Ciências para os anos iniciais do Ensino Fundamental, **Acta Scientiæ**, v. 18, n. 1, p. 186-203, jan./abr., 2016.

PISKURICH, G. **Rapid Instruction Design**: learning ID fast and right. San Francisco, USA: Pfeiffer, 2006.

PIZARRO, M. V.; BARROS, R. C. S. N.; LOPES JUNIOR, J. Os professores nos anos iniciais e o ensino de Ciências: uma relação de empenho e desafios no contexto da implantação de expectativas de aprendizagem para Ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 16, n. 02, p. 421-448, ago. 2016.

PORTUGAL, C. Questões complexas do design da informação e de interação. In: **Infodesign** – Revista Brasileira de Design da Informação, v. 7, n. 2, p. 1-6, 2010.

PRAIA, J.; CACHAPUZ, A. Ciência-Tecnologia-Sociedade: um compromisso ético. **Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad**, n. 6, p. 173-194, 2005.

PRAIN, V.; TYTLER, R. Learning Through Constructing Representations in Science: a framework of representational construction affordances. **International Journal of Science Education**, v. 34, n. 17, p. 2751-2773, 2012.

PRAIN, V.; WALDRIP, B. An exploratory Study of Teachers' and Students' Use of Multi-modal Representations of Concepts in Primary Science. **International Journal of Science Education**, v. 28, n. 15, p. 1843-1866, 2006.

PREECE, J.; ROGERS, Y.; SHARP, H. **Design de Interação**: além da interação homem-computador. Porto Alegre: Artmed Editora, 2013.

RABELLO, R. A Ciência da Informação como objeto: epistemologias como lugares de encontro. In: **Perspectivas em Ciência da Informação**. v. 17, n. 1, p. 2-36, jan/mar. 2012.

RANGEL, E. O. Material adequado, escolha qualificada, uso crítico. In: CARVALHO, M. A. F.; MENDONÇA, R. H.(orgs.). **Práticas de leitura e escrita**. Brasília: Ministério da Educação; Secretaria de Educação a Distância, 2006.

RECIFE, SECRETARIA DE EDUCAÇÃO. **Política de Ensino da Rede Municipal do Recife**: subsídios para atualização da organização curricular. Recife: Secretaria de Educação, 2014.

_____. **Política de Ensino da Rede Municipal do Recife**: ensino fundamental do 1º ao 9º ano. Recife: Secretaria de Educação, 2015.

REDIG, J. Não há cidadania sem informação, nem informação sem design. In: **Infodesign** – Revista Brasileira de Design da Informação, v.1, n.1, p. 58-66, 2004.

REDISH, J. What's Information Design? **Technical Communication Journal**, v. 47, n. 2, p. 163-166, 2000.

REIGELUTH, C. **Instructional-design theory and models**: a new paradigm of Instructional Theory. v. II. Lawrence Erlbaum Associates, 1999.

REMESAL, A.; COLOMINA, Rosa. Social Presence and online collaborative small group work: a socioconstructivist account. **Computer & Education**, v. 60, issue 1, p. 357–367, 2013.

RICHEY, R.; KLEIM, J.; TRACEY, M. **The Instructional Design Knowledge Base**: Theory, Research, and Practice. New York, USA: Routledge, 2011.

RODRIGUES, R. L.; DE MEDEIROS, F. P. A.; GOMES, A.S.; Modelo de Regressão Linear aplicado à previsão de desempenho de estudantes em ambientes de aprendizagem. IN: BRAZILIAN SYMPOSIUM IN COMPUTERS AND EDUCATION, **The proceedings...** 2013, p. 607-616.

RODRIGUES, V. L.; SFORNI, M. S. Análise da apropriação do conceito de volume sob a perspectiva da teoria da atividade. **Ciênc. educ.**, v. 16, n. 3, Bauru, 2010.

RUSSELL, D. Looking beyond the interface: Activity Theory and distributed learning. In: LEA, M.; NICOLL, K. (Eds). **Distributed Learning**: Social and cultural approaches to practice. RoutledgeFalmer, 2002. p. 65-96.

SALLES, G.D.; KOVALICNZ, R.A. O mundo das Ciências no espaço da sala de aula: o ensino como um processo de aproximação. IN: NADAL, B.G. (Org.). **Práticas pedagógicas nos anos iniciais**: concepção e ação. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2007. p. 93-112.

SANNINO, A.; DANIELS, H.; GUTIÉRREZ, K. Activity Theory Between Historical Engagement and Future-Making Practice. IN: SANNINO, A.; DANIELS, H.; GUTIÉRREZ.

(Eds.). **Learning and Expanding with Activity Theory**. New York: Cambridge University Press, 2009.

SANTANA, A. S.; SILVA, I. A. A importância de modelos didáticos no ensino aprendizagem de neurociências. **Revista Acadêmica Saúde & Ambiente**, v. 5, n. 2, 2010.

SANTOS, J. P. J. P.; LIMA, G. H.; MATIAS, K. T. G.; LIMA, K. E. C. Os paradidáticos no ensino contextualizado das Ciências Naturais e da Biologia. IN: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO DE CIÊNCIAS, 10. **Anais eletrônicos...** Águas de Lindóia: 2015.

SANTOS, M. E. Relaciones entre Ciencias, Tecnología y Sociedad. IN: MEMBIELA, P. (Ed.). **Enseñanza de las Ciencias desde la perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad: formación científica para la ciudadanía**. Madrid: Narcea, 2001. p. 61-75.

SANTOS, W. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 52, n. 2, p. 1-23, dez. 2002.

SCALISE, K.; TIMMS, M.; MOORJANI, A.; CLARCK, L.; HOLTERMANN, K.; IRVIN, P. S. Student Learning in Science Simulations: Design Features That Promote Learning Gains. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 48, n. 9, p. 1050-1078, 2011.

SCHROEDER, M.; MCKEOUGH, A.; GRAHAM, S.; STOCK, H.; BISANZ, G. The Contribution of Trade Books to Early Science Literacy: In and Out of School. **Res Sci Educ – Research in Science Education**, v. 39, p. 231-250, 2009.

SCHWARTZMAN, S.; CHRISTOPHE, M. **A Educação em Ciências no Brasil**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira De Ciências (ABC); Instituto do Estudo do Trabalho e Sociedade (IETS), 2009.

SHEDROFF, N. **Information Interaction Design: A Unified Field Theory of Design**. 1994. Disponível em: <<http://www.nathan.com/thoughts/unified/unified.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2012.

SHIRAIWA, J.; LIMA, M.; TRISKA, R. A. Semiótica e o design da informação: uma reflexão. In: SPINILLO, C.; BINDITO, P.; PADOVANI, S. (Eds.). **Selected Readings of the 4th Information Design International Conference**. Curitiba: SBDI, 2009. p. 111-123.

SILVA, J. F. L. **Esquemas gráficos para informar: um estudo sobre a Linguagem Gráfica Esquemática na produção e utilização de livros didáticos infantis na cidade do Recife**. Dissertação (mestrado em Design) – Universidade Federal de Pernambuco. Recife: 2010.

SILVA, M.D.; GONÇALVES, F.P.; MARQUES, C.A. Práticas pedagógicas em Ciências da Natureza nos anos iniciais do ensino fundamental com estudantes cegos, **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 15, n. 3, p. 497-518, 2015.

SILVA, R. C. S.; PEREIRA, E. C. Currículos de ciências: uma abordagem histórico-cultural. Atas do ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8, 2012, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos...** Rio de Janeiro: UFRJ, 2012.

SIMLINGER, P. **Information Design: what information designers know and can do**. IIID, 2007. Disponível em: <<http://www.iiid.net/PDFs/idxPublication.pdf>>. Acesso: 20 mar. 2014.

_____. Las competencias del diseñador de la información. IN: FRASCARA, J. **Que es el diseño de información?**. Buenos Aires: Infinito, 2011. p. 79-89.

SIQUEIRA, O. A. G.; CUNHA, L. S.; PENA, R. S. F.; CORRÊA, M. E. A. Metodologia de Projetos em Design, Design Thinking e Metodologia Ergonômica: convergência metodológica no desenvolvimento de soluções em Design. **Cadernos UniFOA**, v. 9, n. 1, p. 49-66, 2014.

SIYAHHAN, S.; BARAB, S.; DOWNTOWN, M. Using Activity Theory to understand intergeneration play: the case of Family Quest. **Computer-Supported Collaborative Learning**, v. 5, issue 4, p. 415-432, 2010.

SLESS, D. What is information design?. In: PENMAN, R.; SLESS, D. (Eds). **Designing information for people**. Canberra: Communication Research Press, 1992. p. 1-16.

SLOUGH, S. W.; MCTIGUE, E. M.; KIM, S.; JENNINGS, S. K. Science textbooks' use of graphical representation: a descriptive analysis of four sixth grade science text. **Reading Psychology**, v. 31, p. 301-325, 2010.

SMITH, P.; RAGAN, T. **Instructional Design**. Hiboken: John Wiley & Sons, 1999.

SOUZA, E. A.; OLIVEIRA, G. A. F.; MIRANDA, E. R.; COUTINHO, S. G.; PORTO FILHO, G.; WAECHTER, H. N. Alternativas epistemológicas para o design da informação: a forma enquanto conteúdo. **Infodesign** – Revista Brasileira de Design da Informação, São Paulo, v. 13, n. 2, p. 107-118, 2016.

STC. **Society for Technical Communication**. Disponível em: < <http://www.stc.org/>>. Acesso em: 13 out. 2018.

SUSI, T. Tools and artefacts – knowing 'where-from' affects their present use. In: **Annual Conference of Cognitive Science Society in Cooperation**, v.4, 2006.

TEIXEIRA, D. J.; GONÇALVES, B. S. A hipermídia como expressão do conteúdo dramático em narrativa digital interativa: uma análise em livro digital interativo infantil. **Infodesign** – Revista Brasileira de Design da Informação, São Paulo, v. 12, n. 1, p. 1-15, 2015.

TEIXEIRA, D. J.; NUNES, J. V.; GONÇALVES, B. S.; SOUSA, R. P. L. Linguagem visual e princípios de design em ebook interativo infantil. **Palíndromo**, v. 6, n. 12, p. 129-143, 2014.

THIOLLENT, M. J. M. **Metodologia da Pesquisa-ação**. São Paulo: Cortez, 1998.

TWYMAN, M. A schema for the study of graphic language (tutorial paper). In: **Processing Visible language**. Boston: Springer: 1979. p. 117-150.

_____. Using Pictorial Language: A Discussion of the Dimensions of the Problem. In: DUFTY, T.M; WALKER, R. **Designing Usable Texts**. Academic Press. p. 245–312, 1985.

ULRICH, W. Critical heuristics of social systems design. **European Journal of Operational Research**, v. 31, n. 3, 1987, p. 276-283.

UNESCO BRASIL. **Ensino de Ciências: o futuro em risco**. Séries Debate VI. 2005. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001399/139948por.pdf>>. Acesso em: 15 jul. 2018.

VERMELHO, S. C. S. D.; PINTO, S. L. Um panorama do enfoque CTS no ensino de ciências na educação básica no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 11, 2017. **Anais eletrônicos...** Florianópolis (SC): Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), 2017.

VIECHENESKI, J. P.; LORENZETTI, L.; CARLETTO, M. R. Desafios e práticas para o ensino de Ciências e alfabetização científica nos anos iniciais do ensino fundamental. **Atos de Pesquisa em Educação**, v. 7, n.3, p. 853-874, set./dez., 2012.

VIECHENESKI, J., P.; CARLETTO, M. Por que e para quê ensinar ciências para crianças. **R.B.E.C.T.**, v. 6, n. 02, mai-ago., p. 213-227, 2013.

VILLAS-BOAS, A. **O que é [e o que nunca foi] design gráfico**. 6a ed. ampliada. Rio de Janeiro: 2AB, 2007.

VINHOLI JUNIOR, A. J.; PRINCIVAL, G. C. Modelos Didáticos e mapas conceituais: biologia celular e as interfaces com a informática em cursos técnicos do IFMS. **Revista Hollos**, ano 30, v. 2, p. 110-122, 2014.

WASELFISZ, J. J. **O Ensino das Ciências no Brasil e o PISA**. São Paulo: Sangari do Brasil, 2009.

WARTOFSKY, M. **Models: representation and the scientific understanding**. Dordrecht: D. Reidel Publishing Company, 1979.

WELLS, G. **Dialogic Inquiry: toward a Socialcultural Practice and Theory of Education**. Cambridge University Press, 2004.

WILDBUR, P.; BURKE, M. **Information Graphics: Innovative Solutions in Contemporary Design**. Thames and Hudson, 1998.

ZANON, D. A. V.; FREITAS, D. A aula de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental: ações que favorecem a sua aprendizagem. **Ciências & Cognição**, v. 10, 2007.

ZUIN, V. G.; FREITAS, D.; OLIVEIRA, M. R. G.; PRUDÊNCIO, C. A. V. Análise da perspectiva ciência, tecnologia e sociedade em materiais didáticos. **Ciência & Cognição**, v.13, n.1, p. 56- 64, 2008.

REFERÊNCIAS DE IMAGENS

[1] Usborne Children's Book. Disponível em: <<http://www.usborne.com>>. Acesso: 19 jul. 2016.

[2] Usborne Children's Book. Disponível em: <<http://www.usborne.com>>. Acesso: 19 jul. 2016.

[3] Nossa Cultura. Disponível em: <<http://www.nossacultura.com.br>>. Acesso: 19 jul. 2016.

[4] Laboratório de Zoologia da UNIBH (2013). Disponível em: <<https://unibhcienciasbiologicas.wordpress.com/2013/06/>>. Acesso em: 20 jul. 2016.

[5] PIBID de biologia – Universidade Federal do Piauí (UFPI) Disponível em: <<http://pibidparnaiba.blogspot.com.br/>>. Acesso em: 20 jul. 2016.

[6] Univates-RS (2012). Disponível em: <<https://www.univates.br/>>. Acesso em: 20 jul. 2016.

[7] Escola Estadual Adolfo Kepler (2015). Disponível em: <<http://adolfokepler2015.blogspot.com.br/>>. Acesso em: 20 jul. 2016.

[8] Escola Estadual Pe. Luiz Gonzaga (2012). Disponível em: <<http://lelaorca.blogspot.com.br/2012/>>. Acesso em: 20 jul. 2016.

[9] Escola Municipal ? - Rio Grande (RS) (2012). Disponível em: <<https://muraldaescola.wordpress.com/2009/03/23/modelo-anatomico-para-o-ensino-de-ciencias/>>. Acesso em: 20 jul. 2016.

[10] Sofia Guerreiro (2010). Disponível em: <<http://www.sofiaguerreiro.com/produtos/ma/orgaos>>. Acesso em: 20 jul. 2016.

[11] LojaLab (2016). Disponível em: <http://www.lojalab.com.br/produto_arcada-dentaria-com-lingua-e-escova---modelo-anatomico_62>. Acesso em: 20 jul. 2016.

[12] Alibaba.com (2016). Disponível em: <<https://portuguese.alibaba.com/product-gs/85-cm-human-body-anatomy-model-for-medical-and-school-teaching-1148568937.html?s=p>>. Acesso em: 20 jul. 2016.

APÊNDICE A – PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

Materiais e Métodos: Bases de Dados, Seleção e Avaliação

A pesquisa bibliográfica preliminar desenvolvida contou com 20 artigos (*papers*), sendo 10 de origem nacional e 10 internacionais. O levantamento desta amostra se deu apenas para publicações em periódicos e *journals* com alto fator de impacto (FI), sendo avaliados pelo sistema Qualis da Capes como A1 e A2, no caso dos nacionais; e para os internacionais, SJR > 0,5. Esta classificação leva em consideração, além do FI, fatores como: número de bases de dados em que está indexado, número de exemplares circulantes, entre outros. Para esta busca, foram utilizadas quatro engenhos de busca (Tabela 1), a saber: (a) **nacionais**: SciELO e Google Scholar; (b) **internacionais**: Scopus e Portal de Periódicos da Capes. Além deste critério, foram identificados aqueles com maior aproximação da temática, envolvendo a aplicação da Teoria da Atividade na Educação.

Tabela 1: Lista dos Engenhos de Busca

BASE	LOGO	DESCRIÇÃO
Portal de Periódicos da Capes		www.periodicos.capes.gov.br Portal que oferece serviço de busca a periódicos eletrônicos, facilitando e promovendo o acesso à informação de cunho científico e tecnológico nacional e internacional à comunidade acadêmica e de pesquisa do país. Propriedade: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)
Scopus		www.scopus.com Maior base de dados de resumos e citações de <i>peer-reviewed</i> literatura: revistas científicas, livros e anais de congressos. Abrange áreas de Ciência, Tecnologia, Medicina, Ciências Sociais, Artes e Humanidades. Propriedade: Elsevier
SciELO		www.scielo.org <i>Scientific Eletronic Library Online</i> . Trata-se de uma das mais importantes livrarias eletrônicas de seleção dos periódicos científicos brasileiros. Propriedade: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), parceria com <i>Latin American and Caribbean Center on Health Sciences Information</i> (BIREME). Apoio: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)
Google Scholar		www.scholar.google.com Trata-se do maior motor de busca de livre acesso que indexa textos completos e citações da literatura acadêmica, incluindo maioria revistas, jornais e anais de congressos. Propriedade: Google Inc.

Fonte: própria autora, baseado nas informações disponíveis nos respectivos portais.

Os principais periódicos nacionais com publicações envolvendo a temática selecionada foram encontrados nas áreas de “educação”, “letras e linguísticas” e “psicologia”; sendo a maior incidência na primeira delas. Ao todo, foram levantados 9 periódicos, dos quais, 40% com avaliação A1 (máxima) e 60% com avaliação A2 (APÊNDICE B). A maior parte é

indexado nas seguintes bases de dados, além da SciELO e do Periódicos CAPES: Base de Dados de Artigos de Periódicos Nacionais em Educação - Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) (**Edubase**); *La Red de Revistas Científicas de América Latina y El Caribe, España y Portugal* (**RedALyc**); *Sistema regional de información en línea para revistas científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal* (**Latindex**); e *Directory of Open Access Journals* (**DOAJ**).

Já os *journals* (internacionais) foram identificados com auxílio da plataforma Scopus. A maior parte na área de Ciências Sociais e um em Ciência da Computação. Ao todo foram 6 periódicos, com publicações especialmente pela Elsevier e Springer. Todos eles apresentam FI > 0,6 e iniciaram suas publicações entre a década de 70 e os anos 2000. O *SCImago Journal & Country Rank* (SJR) dos periódicos variou entre 0.68 e 2.56. Trata-se de um indicador que utiliza o índice bibliográfico do Scopus para permitir a avaliação e classificação de periódicos a partir de pesos de citações e de um algoritmo semelhante ao Google Pagerank. Com o auxílio das estatísticas disponíveis na plataforma SCImago SJR¹, atualizadas em 2013, observa-se que são bons os indicadores. Isto porque entre os 5.216 *journals* indexados na área de Ciências Sociais, apenas cerca de 11% apresentaram valores do SJR > 1,0. Além disso, apenas cerca de 20% apenas obtiveram H Index > 20 e Total de Cites > 100. O H Index (h_i), proposto em 2005 por J. Hirsh, quantifica a produtividade e o impacto dos investigadores, baseando-se nos artigos mais citados. A lista completa dos períodos selecionados, bem como suas avaliações, pode ser observada no APÊNDICE B.

Pesquisa Bibliográfica, Catalogação e Fichamento

Para pesquisa bibliográfica dos artigos nacionais, uma das bases de dados utilizadas foi a **SciELO**, realizada em janeiro de 2015. Nesta plataforma, foram utilizados os seguintes critérios de pesquisa/filtros: (a) palavras-chave: “activity theory” (no título, no *abstract*, nas palavras-chave); (b) local de busca: Brasil; (c) período: 2005 – até presente; (d) áreas temáticas: Ciências Humanas; Linguística, Letras e Artes. Foram filtrados os periódicos apenas com avaliação QUALIS A1/A2, sendo encontrados 12 artigos no total e selecionados 6 deles de acordo com a relevância do tema. Na Google Scholar, como pesquisa complementar, foi realizada uma busca avançada, contendo: (a) frase exata: “teoria da atividade”; (b) período: 2005 - até o presente. Ao todo, 164 resultados foram observados, dentre artigos em revistas e anais de congressos. Foram identificadas as publicações apenas em periódicos, ligadas à área de educação e com avaliação QUALIS A1/A2.

¹ Disponível em: <http://www.scimagojr.com/journalrank.php?area=3300&category=0&country=all&year=2013&order=sjr&min=0&min_type=cd>. Acesso em: 30 jan. 2015.

Para pesquisa bibliográfica dos artigos em *journals* internacionais, foi utilizada a plataforma Scopus com as seguintes restrições: (a) *keywords*: “*activity theory*” + “*learning*” or “*education*” (*title, abstract or keywords*); (b) período: 2010-até o presente; (c) *subject area*: “*social sciences*”; “*psychology*”; “*arts and humanities*”; (d) *document type*: *paper*; (e) *source type*: *journals*; (f) *language*: *english*. Além disso, foram selecionados apenas os periódicos mais relevantes relacionados com a área de educação, resultando em 88 artigos a busca. Foram selecionados os 10 artigos mais relevantes em função da temática e cujos textos completos estavam disponíveis através da plataforma CAPES. A lista completa dos artigos selecionados foram catalogados e fichados (APÊNDICE C).

APÊNDICE B – AVALIAÇÃO DAS PUBLICAÇÕES

LISTA DE PERÍODICOS NACIONAIS

Área	Título	Pub.	Indexação	FI
Letras e Linguística	DELTA – Doc. de Estudos em Linguística Teórica e Aplicada	PUC-SP desde 1985	Sociological Abstracts; Linguistics and Language Behavior Abstracts; SciELO	A1
Educação	Educ. pesqui. – Educação e Pesquisa (impresso)	USP desde 1975	AERA SIG; CLASE; CSA; DOAJ; EDUBASE; EDUC@; ERA; IRESIE; LATINDEX; PsicoDOC; RedALyc; SciELO; SCOPUS ; DIALNET	A1
Educação	Ciênc. educ. – Ciência e Educação (impresso)	UNESP - Bauru	BBE; BIBLAT; CLASE; Diadorim; DOAJ; EDUBASE; IRESIE; LATINDEX; OEI-CREDI; Open J-Gate; Periódicos Capes; Redalyc; SciELO	A1
Educação	Revista Brasileira de Educação	ANPEd	BBE-MEC/INEP; EDUBASE; LATINDEX; RedALyc; DOAJ; SCOPUS; SciELO	A1
Educação	Educação & Filosofia (online)	UFU desde 1986	EDUBASE; LATINDEX; DOAJ; CLASE; RCAAP; IBCT/SEER; Periódicos Capes; DIALNET; Philosopher's Index	A2
Letras e Linguística	Caleidoscópio	UNISINOS	LATINDEX; SCOPUS; Elsevier; EBSCO	A2
Psicologia	Psicol. Soc. – Psicologia & Sociedade (impresso)	ABRAPSO desde 1986	CLASE; DIALNET; LATINDEX; LILACS; PsyINFO; Psicodoc; RedALyc; SciELO; SCOPUS; Sociological Abstracts	A2
Educação	Cadernos CEDES – Centro de Estudos Educação e Sociedade	UNICAMP desde 1980	SciELO; INEP; Bireme; Periódicos Capes; LILACS	A2
Educação	Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências	UFMG	RedALyc; EDUBASE; LATINDEX	A2

Fonte: Scielo, 2015

LISTA DE PERÍODICOS INTERNACIONAIS

Área	Título	Publication	Since	H Index	T Cites	SJR	FI
Computer Science	Computers and Education	Elsevier Limited	1976	77	3.724	2.56	A1
Social Science	Teaching and Teacher Education	Elsevier Limited	1985	58	1.037	1.79	A1
Social Science	British Journal Educational Technology	Blackwell Publishing	1988	46	802	1.52	A1
Social Science	Educational Research Review	Elsevier Limited	2006	21	267	3.12	A1
Social Science	Research in Science Education	Springer Netherlands	1971	26	216	1.46	A1
Social Science	Cultural Studies of Science Education	Springer Netherlands	2006	13	107	0.68	A1

Fonte: Scopus, 2015

APÊNDICE C – CATALOGAÇÃO DAS PUBLICAÇÕES

PESQUISA BIBLIOGRÁFICA – ARTIGOS NACIONAIS

ANO	TÍTULO	KEYWORDS	AUTOR	PUBLICAÇÃO
2014	Educação em Ciências e a Teoria da Atividade Cultural-Histórica: contribuições para reflexão sobre tensões na prática educativa	Teoria da Atividade; Ensino-aprendizagem; Formação do indivíduo; lógica dialética	CAMILLO, Juliano MATTOS, Cristiano	Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (impresso)
2011	Elementos constituintes e constituidores da formação continuada de professores: contribuições da Teoria da Atividade	Formação continuada de professores; Teoria da Atividade; Significação Social; atividade dominante	FRANCO, Patrícia LONGAREZI, Andrea	Educação & Filosofia (Uberlândia)
2013	Construção de instrumentos teórico-metodológicos para captar a formação de professores	Formação; Escola; Professores; Objeto de Pesquisa; Teoria da Atividade	ABREU, Daniel MOURA, Manuel	Educ. Pesqui. Educação e Pesquisa (USP impresso)
2012	Historicizando a teoria da atividade: do embate ao debate	teoria da atividade; psicologia; psiquismo	PICCOLO, Gustavo	Psicol. Soc. Psicologia & Sociedade (impresso)
2010	Análise da apropriação do conceito de volume sob a perspectiva da teoria da atividade	Teoria da Atividade; Conceitos científicos; Volume; Aprendizagem; Atividade de ensino.	RODRIGUES, Vera Lúcia SFORNI, Marta Sueli	Ciênc. educ. Ciência e Educação (UNESP impresso)
2009	Atividade de observação nas práticas de orientação a professores: uma perspectiva crítica	Observação; Reflexão; Instrumento; Reflexão crítica	NININ, Maria Otilia	DELTA Documentação de Estudos em Linguística Teórica e Aplicada (online)
2009	Mediações simbólicas na atividade pedagógica	Mediação Simbólica Pensamento empírico teórico; Psicologia histórico-cultural.	BERNARDES, Maria Eliza MOURA, Manuel	Educ. Pesqui. Educação e Pesquisa (USP impresso)
2005	O jogo e o desenvolvimento infantil na teoria da atividade e no pensamento educacional de Friedrich Froebel	Jogo; Froebel; Elkonin; Leontiev; Teoria da atividade.	ARCE, Alessandra	Cadernos CEDES Centro de Estudos Educação e Sociedade da UNICAMP(impresso)
2005	A pesquisa sobre a atividade pedagógica: contribuições da Teoria da Atividade	Teoria da atividade; sentido pessoal; atividade pedagógica	ASHBAR, Flávia	Revista Brasileira de Educação (impresso)
2005	Aprendizagem mediada por computador à luz da Teoria da Atividade	EAD; aprendizagem mediada por computador; Teoria da Atividade	LEFFA, Vilson	Caleidoscópio (UNISINOS)

PESQUISA BIBLIOGRÁFICA – ARTIGOS INTERNACIONAIS

ANO	TÍTULO	KEYWORDS	AUTOR	PUBLICAÇÃO
2015	Social Presence and online collaborative small group work: a socioconstructivist account	Socio-cultural theory; Computer-mediated communication; Learning task; Computer supported collaborative learning	REMESAL, Ana COLOMINA, Rosa	Computer & Education
2012	A hybrid approach to university subject learning activities	First year; mathematics support; quantitative skills; science	GÓMEZ, Luz; DUART, Joseph	British Journal of Education Technology

2012	Developmental Education: Reflections on a Chat-Research Program in the Netherlands	Activity; Cultural-historical theory; developmental education; research program; theory-practice relationship	OERS, Bert	Learning, Culture and Social Interaction
2011	Primary Connections: simulating the classroom in Initial Teacher Education	Primary science teacher education; pedagogical content knowledge; Activity theory; simulation as meditational tool	HUME, Ane	Research in Science Education
2011	A sociocultural reading of reform in science teaching in a secondary biology class.	Activity Theory; High school science teaching; teacher's practice; sociocultural perspectives; curricular reform	BARMA, Sylvie	Cultural Studies of Science Education
2011	Research in online learning environments: priorities and methodologies	Distance education and telelearning; cooperative/collaborative learning; teaching/learning strategies; computer-mediated communication	ONCU, Semiral CAKIR, Hasan	Computer & Education
2011	The power of the 'object' to influence teacher induction outcomes	Teacher induction; teacher learning; Activity theory; secondary schools	ANTHONY, Glenda HAIGH, M. KANE, Ruth	Teaching and Teacher Education
2010	Using Activity Theory to understand intergeneration play: the case of Family Quest	Collaborative problem solving; Informal learning environments; Intergeneration play; Parent-child interaction; Video games	SIYAHHAN, Sinem BARAB, Sasha DOWNTON Michael	Computer-Supported Collaborative Learning
2010	Making sense of conceptual tools in student-generated cases: student teacher's problem-solving process	Teacher education; Case method; Problem-solving; Cultural-historical activity theory	JAHREIE, Cecile	Teaching and Teacher Education
2009	Studies of expansive learning: foundations, findings and future challenges	Expansive learning; Activity Theory; Object; Contradiction; Zone of proximal development	ENGESTRÖM, Yrjö; SANINO, Annalisa	Educational Research Review

APÊNDICE D – CONTEÚDO 5º ANO DE CIÊNCIAS NATURAIS

EIXO CORPO HUMANO	
corpo	
sistemas e órgãos	circulatório, respiratório urinário digestório músculos e esqueleto
locomoção e imagem	limites do corpo humano beleza e autoestima diversidade, respeito às diferenças
sexualidade	
puberdade	mudanças no corpo menstruação ejaculação
reprodução	reprodução humana educação afetiva e sexual gravidez, parto métodos de contracepção
saúde	
drogas	drogas lícitas e ilícitas perigos e riscos das drogas higiene e cuidados pessoais
doenças	principais doenças e prevenções DSTs
alimentação	
nutrição	alimentos, nutrição e equilíbrio carboidratos, proteínas, vitaminas e sais minerais

EIXO SOCIEDADE E TECNOLOGIA	
sustentabilidade	
Lixo e reciclagem	Tratamento do lixo e compostagem Coleta seletiva Reciclagem, reutilização
Poluição ambiental	Poluição do solo, água e ar Impactos ambientais Captação, armazenamento e tratamento da água
Saneamento básico	Saneamento básico Qualidade de vida e saúde da população Preservação ambiental
Preservação ambiental	Consumo consciente Cidadania e responsabilidade social
energia	
matéria e energia	fontes de energia energia não renovável e renovável produção e distribuição de energia uso e consumo de eletricidade combustão
recursos tecnológicos	motores elétricos máquinas, equipamentos elétricos magnetismo, ímã, bússola
biotecnologia	
biotecnologia	inseminação artificial, fertilização "in vitro" clonagem, células tronco transplante de órgãos, próteses transgênicos

EIXO TERRA E UNIVERSO	
Terra	
Camadas da Terra	camadas e Crosta Terrestre Placas tectônicas, vulcões, maremotos Geologia, rochas, solo e fósseis Atmosfera
Estrutura da Terra	Litosfera Hidrosfera Biosfera
Geolocalização	Pontos cardeais (rosa dos ventos) Coordenadas geográficas Cartografia, mapas, satélite, GPS
Movimentos terrestres	Rotação (dias e noites) Translação (ano e estações do ano)
Universo	
Lua	Fases da Lua Ciclo das marés eclipse lunar
Sistema Solar	Teorias geocêntrica e heliocêntrica Planetas do Sistema Solar eclipse solar Origem do universo
Universo	Astronomia, mitologia, povos antigos Estrelas, constelações, cometas
Aeroespacial	Foguetes e estações espaciais Telescópios Satélites

EIXO VIDA E AMBIENTE	
Biodiversidade	
Biomassas	Biomassas brasileiras fauna, flora, clima, solo e relevo Preservação ambiental e cidadania vegetações das regiões brasileiras
Plantas	plantas e fotossíntese evolução das espécies
Animais	reprodução dos seres vivos animais vertebrados e invertebrados
Ecologia	
Ecologia	Cadeias e teias alimentares produtores, consumidores e decompositores relações entre os seres vivos
Água	
Água	Mudanças e estados físicos da água ciclo da água água como fonte de vida
Solo	
Solo	tipos e composição dos solos permeabilidade, fertilidade e erosão cultivo de produtos agrícolas

APÊNDICE E – ROTEIRO DA AVALIAÇÃO HEURÍSTICA

Este questionário faz parte de um projeto de pesquisa intitulado “O DESIGN DA INFORMAÇÃO DE MATERIAIS PARADIDÁTICOS PARA ENSINO DAS CIÊNCIAS NATURAIS: um estudo de caso em escolas de base da rede pública do Recife-PE”, tese de doutorado da aluna Raquel Rodrigues Santos de Oliveira, CPF 072.143.944-64, regularmente matriculada no doutorado em Design da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Consiste em uma avaliação heurística segundo os princípios de Design da Informação, cujo objetivo é contribuir para projetar e desenvolver mensagens, conjunto de informações e materiais de aprendizagem de maneira efetiva e eficiente (PETTERSON, 2012). Estes princípios são universais, mas que devem ser adaptados aos contextos sociais para que haja uma representação adequada. São divididos em quatro grupos, a saber: (A) **Funcionais**; (B) **Estéticos**; (C) **Administrativos**; e (D) **Cognitivos** (respectivamente Tabelas 1, 2, 3 e 4), com um total de 16 princípios enquadrados nestes 4 grupos. A estes, foram somadas as diretrizes do Design da Informação classificadas em (a) Forma e (b) Tempo da mensagem (REDIG, 2004).

Tabela 1. Princípios Funcionais do Design da Informação segundo Pettersson

A. Funcionais	Descrição
(1) Problema	Definir adequadamente o problema ou situação para resolução, levantando aspectos dos emissores, dos receptores, das representações e do contexto.
(2) Estrutura	Desenvolver uma clara estrutura do conteúdo, estruturando adequadamente seus níveis e sua hierarquia da informação.
(3) Clareza	Desenvolver materiais informacionais de forma clara, transparente, legível e sem ambiguidade.
(4) Simplicidade	Adaptar as informações adequadamente para os leitores, estando relacionadas à percepção, processamento e memória.
(5) Ênfase	Utilizar específicos elementos dar ênfase à informação, criando contrastes claros para atrair, dirigir e reter a atenção.
(6) Unidade	Desenvolver materiais de forma a combinar as informações, sobretudo com coerência e união. Usar também <i>layouts</i> e tipografias consistentes.

Fonte: adaptado Pettersson (2012); Redig (2004).

Tabela 2. Princípios Estéticos do Design da Informação segundo Pettersson

B. Estéticos	Descrição
(7) Harmonia	Desenvolver normas para <i>templates</i> de design e encontrar equilíbrio entre seus elementos (e.g. tipografias e cores).
(8) Proporção	Encontrar preferências dos usuários pelas mais variadas proporções estéticas.
(9) Analogia	A informação criada pelo designer precisa possuir semelhança visual com o conteúdo.
(10) Consistência	Refere-se ao uso de signos que sempre correspondam aos mesmos significados.

Fonte: adaptado Pettersson (2012); Redig (2004).

Tabela 3. Princípios Administrativos do Design da Informação segundo Pettersson

C. Administrativos	Descrição
(11) Acesso	Fazer com que os materiais informacionais caibam no sistema principal de armazenamento e sejam de fácil acesso, usando normas internacionais e zelando pela sua segurança.
(12) Custo	Considerar custos para o design na produção do material, como também custos futuros de distribuição e armazenamento e revisando o plano de custos constantemente.
(13) Ética	Desenvolver materiais informacionais respeitando regras de ética, direitos autorais e copyright, tendo cuidado na manipulação das informações.
(14) Qualidade	Revisar as informações do material com respeito à credibilidade e ao uso de terminologias, convidando, sempre que possível, usuários para avaliar os materiais.

Fonte: adaptado Pettersson (2012); Redig (2004).

Tabela 4. Princípios Cognitivos do Design da Informação segundo Pettersson

D. Cognitivos	Descrição
(15) Atenção	Facilitar atenção da audiência, orientada através de diretrizes para textos, símbolos, <i>layout</i> e cores.
(16) Percepção	Facilitar e orientar a percepção através dos elementos e princípios da Gestalt, tais como clausura, continuidade, proximidade, similaridade e contraste.
(17) Carga Mental	Facilitar o processamento mental através da adequada correspondência de palavras, frases, parágrafos, textos, figuras, <i>layout</i> e realidade; buscando entender o conceito da representação das palavras e das subculturas da audiência.
(18) Memória	Apresentar somente um número limitado de elementos informacionais ao mesmo tempo, promovendo conteúdos significativos e conectando ilustrações e textos.

Fonte: adaptado Pettersson (2012).

Tabela 5. Diretrizes de Tempo da Mensagem no Design da Informação segundo Redig

2. Tempo da Mensagem	Descrição
(19) Oportunidade	A mensagem precisa aparecer em situação oportuna.
(20) Estabilidade	Utilização de palavras e informações com significados sejam duradouros, evitando novos códigos para mesmas mensagens.

Fonte: adaptado Redig (2004).

Tabela 6. Diretrizes da Forma da Mensagem no Design da Informação segundo Redig

1. Forma da Mensagem	Descrição
(21) Concisão	A mensagem deve ser concisa, evitando o uso de elementos supérfluos.
(22) Coloquialidade	Deve-se empregar palavras de uso comum.
(23) Cordialidade	As mensagens devem ser sintéticas e respeitosas.

Fonte: adaptado Redig (2004).

COMENTÁRIOS SOBRE PRINCÍPIOS FUNCIONAIS

LIVRO 01:

LIVRO 02:

LIVRO 03:

LIVRO 04:

LIVRO 05:

LIVRO 06:

LIVRO 07:

LIVRO 08:

PRINCÍPIOS ESTÉTICOS

PRINCÍPIOS	LIVRO 1	LIVRO 2	LIVRO 3	LIVRO 4	LIVRO 5	LIVRO 6	LIVRO 7	LIVRO 8
(7) HARMONIA								
(8) PROPORÇÃO								
(9) ANALOGIA								
(10) CONSISTÊNCIA								

COMENTÁRIOS SOBRE PRINCÍPIOS ESTÉTICOS

LIVRO 01:

LIVRO 02:

LIVRO 03:

LIVRO 04:

LIVRO 05:

LIVRO 06:

LIVRO 07:

LIVRO 08:

PRINCÍPIOS ADMINISTRATIVOS

PRINCÍPIOS	LIVRO 1	LIVRO 2	LIVRO 3	LIVRO 4	LIVRO 5	LIVRO 6	LIVRO 7	LIVRO 8
(11) ACESSO								
(12) CUSTO								
(13) ÉTICA								
(14) QUALIDADE								

COMENTÁRIOS SOBRE PRINCÍPIOS ADMINISTRATIVOS

LIVRO 01:

LIVRO 02:

LIVRO 03:

LIVRO 04:

LIVRO 05:

LIVRO 06:

LIVRO 07:

LIVRO 08:

PRINCÍPIOS COGNITIVOS

PRINCÍPIOS	LIVRO 1	LIVRO 2	LIVRO 3	LIVRO 4	LIVRO 5	LIVRO 6	LIVRO 7	LIVRO 8
(15) ATENÇÃO								
(16) PERCEPÇÃO								
(17) CARGA MENTAL								
(18) MEMÓRIA								

COMENTÁRIOS SOBRE PRINCÍPIOS COGNITIVOS

LIVRO 01:

LIVRO 02:

LIVRO 03:

LIVRO 04:

LIVRO 05:

LIVRO 06:

LIVRO 07:

LIVRO 08:

PRINCÍPIOS DO TEMPO DA MENSAGEM

PRINCÍPIOS	LIVRO 1	LIVRO 2	LIVRO 3	LIVRO 4	LIVRO 5	LIVRO 6	LIVRO 7	LIVRO 8
(19) OPORTUNIDADE								
(20) ESTABILIDADE								

COMENTÁRIOS SOBRE TEMPO DA MENSAGEM

LIVRO 01:

LIVRO 02:

COMENTÁRIOS SOBRE FORMA DA MENSAGEM

LIVRO 01:

LIVRO 02:

LIVRO 03:

LIVRO 04:

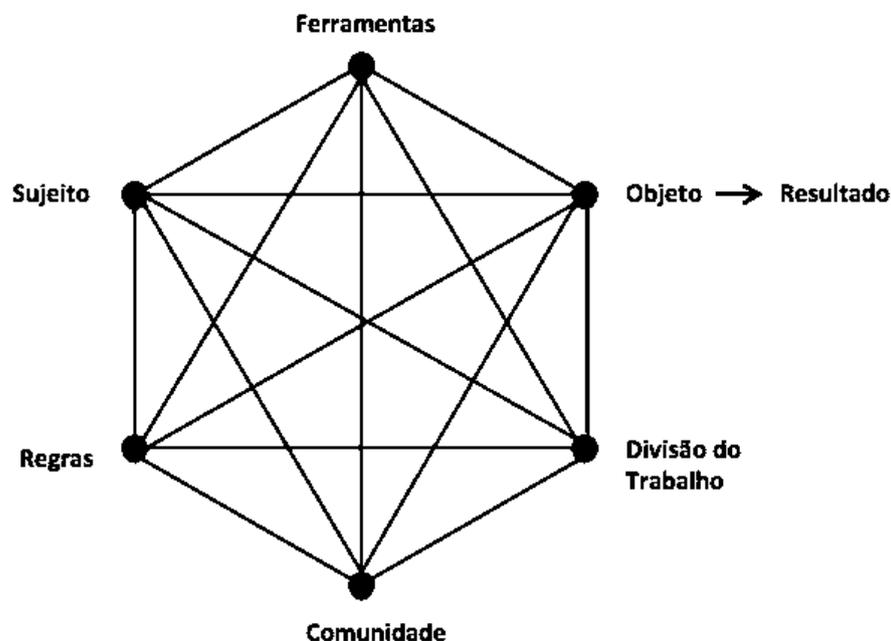
LIVRO 05:

LIVRO 06:

LIVRO 07:

LIVRO 08:

APÊNDICE F – CHECKLIST MAPEAMENTO DAS CONTRADIÇÕES DO SISTEMA DE ATIVIDADES



ELEMENTO	DESCRIÇÃO
CONTEXTO	Contexto histórico-cultural onde o sistema de atividades acontece, relacionado aos aspectos culturais, sociais, econômicos, etc.
SUJEITO	São os atores do processo e estão engajados na atividade, podendo ser indivíduos ou subgrupos dentro de uma comunidade.
FERRAMENTAS	Os artefatos e ferramentas psicológicas são responsáveis pela mediação das interações entre os sujeitos e seus objetos.
OBJETO	É a motivação da realização da atividade, tendo natureza coletiva e de forma consciente; é compartilhado pelos participantes da atividade.
REGRAS	As regras podem ser implícitas e/ou explícitas, sendo estabelecidas por convenções e relações sociais dentro do Sistema de Atividades.
COMUNIDADE	A comunidade é formada por diferentes sujeitos que compartilham de um mesmo objeto em comum, no mesmo sistema.
DIVISÃO DO TRABALHO	Refere-se à forma de organização de uma comunidade, estando relacionada ao processo de transformação de um objeto em resultado.

Elementos do Sistema de Atividades – Engeström (1987)

Fonte: adaptado Engeström (1987); Barreto Campello (2005), Kuutti (1996); Cruz Neto *et al.* (2005); Russel (2002); Kaptelinin e Nardi (2006).

CONTRADIÇÃO PRIMÁRIA	CHECKLIST – questões-problema
CONTEXTO	<ul style="list-style-type: none"> • Qual o contexto sociocultural, político, econômico, tecnológico do local? • Qual o contexto da escola está sendo analisada? • Qual é o contexto da sala de aula? • Qual a evolução histórica destes contextos?
SUJEITO	<ul style="list-style-type: none"> • Quem são os sujeitos principais envolvidos no sistema de atividade? • Quantos são os sujeitos envolvidos na atividade? • Quais as características de seu perfil demográfico (idade, sexo, etc.)? • Quais são suas principais características comportamentais? • Como o sujeito se vê no sistema de atividades (seu papel)?
FERRAMENTAS	<ul style="list-style-type: none"> • Como as ferramentas e recursos utilizados auxiliam os professores no processo de ensino-aprendizagem de Ciências Naturais? • Quais são os recursos disponíveis na sala de aula? • Que ferramentas materiais os professores utilizam na atividade? • Como estas ferramentas são escolhidas ou definidas? • Quais as características dos livros utilizados em sala de aula? • Quais ferramentas simbólicas e psicológicas são envolvidas na atividade de Ensino das Ciências Naturais? • Como o sujeito se relaciona e utiliza estas ferramentas? • Quais as principais dificuldades no uso das ferramentas?
OBJETO	<ul style="list-style-type: none"> • Qual o objetivo principal da atividade de Ensino de Ciências Naturais? • Quais os objetivos secundários da atividade? • Qual o grau de motivação e engajamento do sujeito na realização de seu objeto – na atividade de Ensino de Ciências Naturais? • Todos os sujeitos conhecem o objetivo comum da atividade? • Existe algum conflito de objetivo entre os sujeitos da atividade? • Quais resultados se esperam alcançar com a atividade?
REGRAS	<ul style="list-style-type: none"> • Quais órgãos, leis e programas são base para a atividade de ensino de Ciências Naturais nas escolas? • Quais regras da escola influenciam na atividade de leitura? • Quais as regras explícitas da atividade em sala de aula? • Quais as regras implícitas na atividade em sala de aula? • Existe alguma regra desconhecida ou em conflito?
COMUNIDADE	<ul style="list-style-type: none"> • Quem são os agentes que compartilham o mesmo objeto no sistema de atividade de Ensino de Ciências Naturais? • Quais as características da comunidade no entorno da escola? • Quais as características da comunidade da escola? • Quais as características da comunidade da sala de aula? • Como a família e sociedade se relacionam?
DIVISÃO DO TRABALHO	<ul style="list-style-type: none"> • Como professores e alunos interagem no processo de ensino-aprendizagem e cumprem os seus objetivos? • Quais os papéis de cada sujeito que faz parte da comunidade do sistema de atividade de ensino de Ciências Naturais? • Como se dá a divisão do trabalho na escola em relação ao ensino de Ciências Naturais? • Como se configuram as relações sociais (hierarquia) na atividade? • Como os sujeitos conhecem suas tarefas e seus papéis? • Como o trabalho é organizado dentro da sala de aula?

. Fonte: própria autora

COD.	CONTRADIÇÃO SECUNDÁRIA	CHECKLIST – questão-chave
S-F-C	Sujeito-Ferramenta-Comunidade	<ul style="list-style-type: none"> • Que ferramentas e recursos são utilizados pelos professores para interagirem com os alunos no processo de ensino-aprendizagem de Ciências Naturais?
S-F-O	Sujeito-Ferramenta-Objeto	<ul style="list-style-type: none"> • Como as ferramentas e recursos utilizados auxiliam os professores no processo de ensino-aprendizagem de Ciências Naturais?
S-C-DT	Sujeito-Comunidade-Divisão do Trabalho	<ul style="list-style-type: none"> • Como é feita a divisão do trabalho em sala de aula? Como professor e aluno estabelecem e cumprem seus papéis?
R-F-O	Regras-Ferramentas-Objeto	<ul style="list-style-type: none"> • Quais são as regras implícitas e explícitas na utilização de ferramentas afetam o processo de ensino-aprendizagem de Ciências Naturais?
S-R-C	Sujeito-Regras-Comunidade	<ul style="list-style-type: none"> • Como professores e alunos usam e seguem as regras estabelecidas no sistema de atividades de ensino de Ciências Naturais?
S-C-O	Sujeito-Comunidade-Objeto	<ul style="list-style-type: none"> • Como professores e alunos interagem no processo de ensino-aprendizagem e cumprem os seus objetivos?

Fonte:própria autora

ANEXO A – CRITÉRIOS PARA SELEÇÃO DE LIVROS DIDÁTICOS DE CIÊNCIAS NATURAIS ANOS INICIAIS PELO PNLD

BLOCO 1 – LEGISLAÇÃO E CIDADANIA

Respeito à legislação, às diretrizes e às normas oficiais, relativas ao Ensino Fundamental (Constituição Brasileira; ECA; LDB 1996; DCNEF Resoluções e Pareceres do CNE).

1. Respeita os princípios éticos de justiça, liberdade e autonomia, de respeito à dignidade da pessoa humana e de compromisso com a promoção do bem de todos, contribuindo para combater quaisquer manifestações de preconceito de origem, raça, sexo, cor, idade e quaisquer outras formas de discriminação (DCN/EF – Resolução 7/2010; art. 6º);
2. Respeita os princípios políticos de reconhecimento dos direitos e deveres de cidadania, de respeito ao bem comum e à preservação do regime democrático e dos recursos ambientais (DCN/EF – Resolução 7/2010; art. 6º);
3. Respeita os princípios estéticos do cultivo da sensibilidade juntamente com o da racionalidade, do enriquecimento das formas de expressão e do exercício da criatividade, da valorização das diferentes manifestações culturais, especialmente a da cultura brasileira e da construção de identidades plurais e solidárias (DCN/EF – Resolução 7/2010; art. 6º);
4. Visa, na sua proposta pedagógica: o desenvolvimento da capacidade de aprender, tendo como meios básicos o pleno domínio da leitura, da escrita e do cálculo; a compreensão do ambiente natural e social, do sistema político, das artes, da tecnologia e dos valores em que se fundamenta a sociedade; a aquisição de conhecimentos e habilidades, e a formação de atitudes e valores como instrumentos para uma visão crítica do mundo (DCN/EF – Resolução 7/2010; art. 7º)
5. Traz elementos que incentivam o fortalecimento dos vínculos de família, dos laços de solidariedade humana e de tolerância recíproca em que se assenta a vida social (DCN/EF – Resolução 7/2010; art. 7º);
6. Articula em seus conteúdos, a partir das possibilidades abertas pelos seus referenciais, a abordagem de temas abrangentes e contemporâneos que afetam a vida humana em escala global, regional e local, bem como na esfera individual (DCN/EF – Resolução 7/2010; art. 16);
7. Cria condições propícias à aprendizagem com base na contextualização dos conteúdos, favorecendo uma aprendizagem relevante e socialmente significativa (DCN/EF – Resolução 7/2010; art. 26);
8. A Educação Ambiental é assumida na prática educativa, de forma articulada e interdependente às suas dimensões política e pedagógica, adotando uma abordagem que considere a interface entre a natureza, a sociocultura, a produção, o trabalho e o consumo (DCN/EA – Resolução 2/2012; art. 5º e 6º);
9. A Educação Ambiental é reconhecida como uma atividade não neutra, envolvendo valores, interesses, visões de mundo superando a visão despolitizada, acrítica, ingênua e naturalista (DCN/EA – Resolução 2/2012; art. 5º e 6º);
10. É isenta de ilustrações, fotografias, legendas, crônicas ou anúncios de bebidas alcoólicas, tabaco, armas e munições, e respeita os valores éticos e sociais da pessoa e da família (ECA/1990, art. 79);
11. É isenta de ilustrações e/ou mensagens que veiculam publicidade difundindo marcas, produtos ou serviços comerciais;
12. É isenta de estereótipos e preconceitos de condição socioeconômica, regional, étnico-racial, de gênero, de orientação sexual, de idade ou de linguagem, assim como qualquer outra forma de discriminação ou de violação de direitos;
13. É isenta de doutrinação religiosa, política e/ou ideológica, respeitando o caráter laico e autônomo do ensino público.

BLOCO 2 – ABORDAGEM TEÓRICO-METODOLÓGICA E PROPOSTA DIDÁTICO-PEDAGÓGICA

Coerência e adequação da abordagem teórico-metodológica assumida pela obra, no que diz respeito à proposta didático-pedagógica explicitada e aos objetivos visados. A fim de propiciar ao aluno uma efetiva apropriação do conhecimento a obra deve: (i) escolher uma abordagem metodológica capaz de contribuir para a consecução dos objetivos educacionais em jogo; (ii) ser coerente com a abordagem metodológica assumida, do ponto de vista dos conteúdos de ensino apresentados, bem como dos objetos e recursos propostos; (iii) respeitar a perspectiva interdisciplinar na apresentação e abordagem dos conteúdos.

14. Explicita, no Manual do Professor, os pressupostos teórico-metodológicos que fundamentam sua proposta didático-pedagógica;
15. Apresenta coerência entre a fundamentação teórico-metodológica presente no Manual do Professor e o conjunto de textos, atividades, exercícios que configuram o livro do aluno (no caso de recorrer a mais de um modelo teórico-metodológico de ensino, indica claramente a articulação entre eles);
16. Organiza-se, tanto do ponto de vista dos volumes que compõem a obra, quanto das unidades estruturadoras de cada um desses volumes, de forma a garantir a progressão do processo de ensino e aprendizagem;
17. Favorece o desenvolvimento de capacidades básicas do pensamento autônomo e crítico, evidenciadas na apresentação dos conteúdos e nos objetos de ensino-aprendizagem propostos;
18. Articula os conhecimentos advindos das Ciências com a realidade social e ambiental dos estudantes;
19. Contribui para a apreensão das relações que se estabelecem entre os objetos de ensino e aprendizagem propostos e suas funções socioculturais;
20. Explicita claramente, no Manual do Professor, a perspectiva interdisciplinar explorada pela obra, bem como indica formas individuais e coletivas de planejar, desenvolver e avaliar projetos interdisciplinares;
21. Fornece elementos voltados para uma iniciação às diferentes áreas do conhecimento científico, assegurando a abordagem de aspectos relacionados à física, astronomia, química, geociências;
22. Articula os conteúdos das disciplinas da área de Ciências da Natureza entre si, bem como com conhecimentos das outras áreas, estabelecendo conexões;
23. Incentiva uma postura de respeito ao ambiente, conservação e manejo corretos;
24. Utiliza ilustrações variadas, como desenhos, figuras, gráficos, fotografias, reproduções de pinturas, mapas e tabelas.

BLOCO 3 – CONCEITOS, LINGUAGENS E PROCEDIMENTOS

Correção e atualização de conceitos, informações e procedimentos presentes na obra, respeitando tanto os avanços e as conquistas acadêmico-científicas, quanto os princípios didáticos e pedagógicos pertinentes e adequados à natureza da obra.

25. Apresenta de modo correto, contextualizado e atualizado conceitos, informações e procedimentos;
26. Apresenta terminologia científica fazendo uso de aproximações necessárias, mas adequadas sem, no entanto, ferir o princípio da correção conceitual;
27. Emprega de modo correto, contextualizado e atualizado os conceitos e informações, em exercícios, atividades, ilustrações ou imagens;
28. Apresenta textos e atividades que colaborem com o debate sobre as repercussões, relações e aplicações do conhecimento científico na sociedade, buscando a formação de estudantes aptos para o exercício pleno da cidadania;
29. Propõe atividades que estimulem a investigação científica, por meio da observação, experimentação, interpretação, análise, discussões dos resultados, síntese, registros, comunicação e de outros procedimentos característicos da Ciência;
30. Apresenta sugestões variadas de atividades experimentais, factíveis, com resultados confiáveis e interpretação teórica correta;

31. Oferece orientações claras e precisas sobre os riscos na realização dos experimentos e atividades propostos, visando garantir a integridade física de alunos, professores e demais pessoas envolvidas no processo educacional;
32. Propõe atividades que articulem diferentes disciplinas, aprofundando as possibilidades de abordagem e compreensão de questões relevantes para o alunado do ensino fundamental/anos iniciais;
33. Propõe atividades que estimulem a interação entre os alunos e a participação da comunidade escolar, das famílias e da população em geral no processo de ensino e aprendizagem;
34. Propõe atividades lúdicas, de campo e de visitas a museus, centros de ciências, parques zoo-botânicos, universidades, laboratórios e/ou a outros espaços que favoreçam o processo educacional;
35. Propõe o uso de laboratórios virtuais, simuladores, vídeos, filmes e demais tecnologias da informação e comunicação.

BLOCO 4 – MANUAL DO PROFESSOR

Observância às características e finalidades específicas do Manual do Professor.

36. Explicita os objetivos da proposta didático-pedagógica efetivada pela obra e os pressupostos teórico-metodológicos por ela assumidos;
37. Descreve a organização geral da obra, tanto no conjunto dos volumes quanto na estruturação interna de cada um deles;
38. Apresenta o uso adequado dos livros, inclusive no que se refere às estratégias e aos recursos de ensino a serem empregados;
39. Indica as possibilidades de trabalho interdisciplinar na escola, a partir do componente curricular Ciências;
40. Discute diferentes formas, possibilidades, recursos e instrumentos de avaliação que o professor poderá utilizar ao longo do processo de ensino e aprendizagem;
41. Apresenta propostas de avaliação condizentes com os pressupostos teórico-metodológicos que nortearam a proposição das atividades e seleção dos conteúdos do livro do aluno;
42. Propõe a integração de disciplinas e linguagens;
43. Valoriza o papel do professor como um problematizador, orientando-o para que apresente novas propostas atraentes de investigações científicas;
44. Propicia a reflexão sobre a prática docente, favorecendo sua análise por parte do professor e sua interação com os demais profissionais da escola;
45. Sugere textos de aprofundamento e propostas de atividades complementares às do livro do aluno;
46. Incentiva o professor para o uso de computadores, tablets, telefones celulares, para pesquisa na Internet, utilização de simulações, construções de argumentação e registro;
47. Apresenta referências bibliográficas de qualidade e facilmente acessíveis, estimulando o professor para leituras complementares.

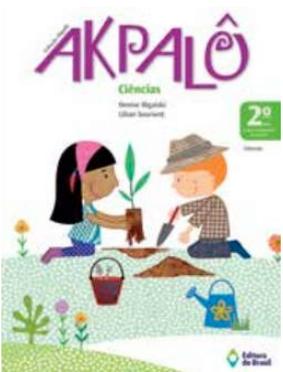
BLOCO 5 – PROJETO EDITORIAL

Adequação da estrutura editorial e do projeto gráfico aos objetivos didático-pedagógicos da obra. A proposta didático-pedagógica de uma obra deve traduzir-se em projeto gráfico-editorial compatível com suas opções teórico-metodológicas, considerando-se, dentre outros aspectos, a faixa etária e o nível de escolaridade a que se destina.

48. Organiza seu projeto editorial de forma clara, coerente e funcional, do ponto de vista da proposta didático-pedagógica;
49. Apresenta legibilidade gráfica adequada para o nível de escolaridade visado, do ponto de vista do desenho e do tamanho das letras; do espaçamento entre letras, palavras e linhas; do formato, dimensões e disposição dos textos na página;

50. Apresenta impressão em preto e branco do texto principal e impressão de títulos e subtítulos claramente hierarquizados por meio de recursos gráficos compatíveis; Apresenta impressão que não prejudique a legibilidade no verso da página;
51. É isenta de erros de revisão e /ou impressão;
52. Traz um sumário que reflete claramente a organização dos conteúdos e atividades propostos, além de permitir a rápida localização das informações;
53. Evita a repetição excessiva de conhecimentos já abordados sem seu devido aprofundamento, gerando ampliação desnecessária no seu total de páginas;
54. Apresenta um número de páginas compatível com as características inerentes ao processo de ensino e de desenvolvimento das crianças dos anos iniciais do ensino fundamental;
55. As ilustrações presentes na obra são claras, precisas e adequadas às finalidades para as quais foram elaboradas;
56. As ilustrações retratam adequadamente a diversidade étnica da população brasileira, a pluralidade social e cultural do país;
57. As ilustrações, quando de caráter científico, respeitam as proporções entre objetos ou seres representados, ou informam quando da sua impossibilidade;
58. As ilustrações estão acompanhadas dos respectivos créditos e da clara identificação da localização das fontes ou acervos de onde foram reproduzidas;
59. Os gráficos e tabelas apresentam títulos e, quando pertinente, fontes e datas;
60. Mapas e outras representações gráficas do espaço apresentam legendas, escalas, coordenadas e orientações em conformidade com as convenções cartográficas.

ANEXO B – LIVROS DIDÁTICOS DE CIÊNCIAS NATURAIS SELECIONADOS PELO PNLD (2015)

CAPA DO LIVRO	DESCRIÇÃO
	<p>Título: A Conquista – Ciências Autores: Leandro Godoy e Marcela Ogo Editora: FTD 2º, 3º, 4º e 5º anos Edição: 1ª edição Ano: 2014 Coleção Tipo 2 Disponível em: www.ftd.com.br/pnld2016/aconquista. Acesso em: 20 out. 2018.</p>
	<p>Título: A Escola é Nossa – Ciências Autores: Karina Pessôa e Leonel Favalli Editora: Scipione 2º, 3º, 4º e 5º anos Edição: 3ª edição Ano: 2014 Coleção Tipo 2 Disponível em: www.scipione.com.br/pnld2016/aescolaenossa/ciencias. Acesso em: 20 out. 2018.</p>
	<p>Título: Akpalô – Ciências Autores: Denise Bigaiski Lilian Sourient Editora: Editora do Brasil 2º, 3º, 4º e 5º anos Edição: 2ª edição Ano: 2014 Coleção Tipo 2 Disponível em: www.editoradobrasil.com.br/pnld2016/akpalociencias. Acesso em: 20 out. 2018.</p>
	<p>Título: Ápis – Ciências Autores: Rogério G. Nigro Editora: Ática 2º, 3º, 4º e 5º anos Edição: 2ª edição Ano: 2014 Coleção Tipo 2 Disponível em: www.atica.com.br/pnld2016/apis/ciencias. Acesso em: 20 out. 2018.</p>



Título: Aprender Juntos – Ciências

Autores: Cristiane Motta Fabíola e Bovo Mendonça

Editora: Edições SM

2º, 3º, 4º e 5º anos

Edição: 4ª edição

Ano: 2014

Coleção Tipo 2

Disponível em:

<www.edicoessm.com.br/pnld2016/aprenderjuntosciencias>.

Acesso em: 20 out. 2018.



Título: Aprender, Muito Prazer!

Autores: Erika Santana

Editora: Base Editorial

2º, 3º, 4º e 5º anos

Edição: 1ª edição

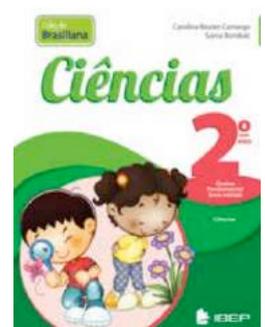
Ano: 2014

Coleção Tipo 2

Disponível em:

<www.baseeditora.com.br/pnld2016/aprendermuitoprazer_ciencias23>

Acesso em: 20 out. 2018.



Título: Coleção Brasileira – Ciências

Autores: Carolina Reuter Camargo e Sonia Bonduki

Editora: IBEP

2º, 3º, 4º e 5º anos

Edição: 3ª edição

Ano: 2014

Coleção Tipo 2

Disponível em:

<www.editoraibep.com.br/pnld2016/brasilianaciencias>.

Acesso em: 20 out. 2018.



Título: Juntos Nessa – Ciências

Autores: Vanessa Michelan

Editora: LeYa

2º, 3º, 4º e 5º anos

Edição: 1ª edição

Ano: 2014

Coleção Tipo 2

Disponível em:

<www.leyaeducacao.com.br/pnld2016/juntosnessa/ciencias>.

Acesso em: 20 out. 2018.



Título: Ligados.com Ciências

Autores: Maíra Rosa Carnevalle

Editora: Saraiva

2º, 3º, 4º e 5º anos

Edição: 1ª edição

Ano: 2014

Coleção Tipo 2

Disponível em:

<www.editorasaraiva.com.br/pnld2016/ligados-com-ciencias-2o-e-3o-ano/>. Acesso em: 20 out. 2018.



Título: Manacá – Ciências

Autores: Wilson Paulino

Editora: Positivo

2º, 3º, 4º e 5º anos

Edição: 1ª edição

Ano: 2014

Coleção Tipo 2

Disponível em:

<www.editorapositivo.com.br/pnld2016/manacaciencias2_3>.

Acesso em: 20 out. 2018.



Título: Pequenos Exploradores – Ciências

Autores: Maria Hilda de Paiva Andrade, Marta Bouissou Morais, Márcia Santos Fonseca

Editora: Positivo

Edição: 1ª edição

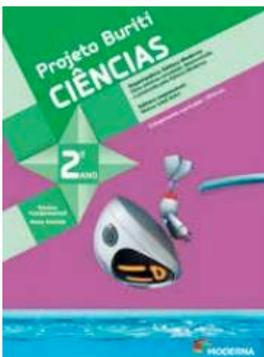
Ano: 2014

Coleção Tipo 2

Disponível em:

<www.editorapositivo.com.br/pnld2016/peqexploradoresciencias2_3>

Acesso em: 20 out. 2018.



Título: Projeto Buriti – Ciências

Autores: Maissa Salah Bakri

Editora: Moderna

2º, 3º, 4º e 5º anos

Edição: 3ª edição

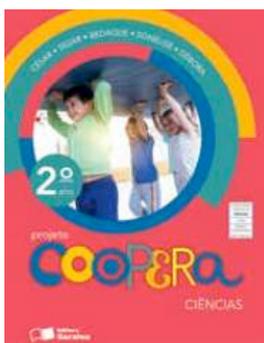
Ano: 2014

Coleção Tipo 2

Disponível em:

<www.moderna.com.br/pnld2016/buriti-ciencias-2-3>.

Acesso em: 20 out. 2018.



Título: Projeto Coopera – Ciências

Autores: César da Silva Júnior, Sezar Sasson, Paulo Sérgio Bedaque Sanches, Sonelise Auxiliadora Cizoto, Débora Cristina de Assis Godoy

Editora: Saraiva

2º, 3º, 4º e 5º anos

Edição: 1ª edição

Ano: 2014

Disponível em:

<www.editorasaraiva.com.br/pnld2016/projeto-coopera-ciencias-2o-e-3o-ano/>.

Acesso em: 20 out. 2018.

ANEXO C – PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS DE CIÊNCIAS NATURAIS (5º ANO)

VIDA E AMBIENTE

- Estabelecimento de relação entre troca de calor e mudanças de estados físicos da água para fundamentar explicações acerca do ciclo da água;
- Comparação de diferentes misturas na natureza identificando a presença da água, para caracterizá-la como solvente;
- Comparação de solos de diferentes ambientes relacionando suas características às condições desses ambientes para se aproximar da noção de solo como componente dos ambientes integrado aos demais;
- Comparação de diferentes tipos de solo para identificar suas características comuns: presença de água, ar, areia, argila e matéria orgânica;
- Estabelecimento de relações entre os solos, a água e os seres vivos nos fenômenos de permeabilidade, fertilidade e erosão;
- Estabelecimento de relações de dependência (cadeia alimentar) entre os seres vivos em diferentes ambientes;
- Estabelecimento de relação de dependência entre a luz e os vegetais (fotossíntese), para compreendê-los como iniciadores das cadeias alimentares;
- Reconhecimento da diversidade de hábitos e comportamentos dos seres vivos relacionados aos períodos do dia e da noite e à disponibilidade de água;
- Elaboração de perguntas e suposições sobre as relações entre os componentes dos ambientes;
- Busca e coleta de informação por meio de observação direta e indireta, experimentação, entrevistas, visitas, leitura de imagens e textos selecionados;
- Organização e registro de informações por intermédio de desenhos, quadros, tabelas, esquemas, listas, textos e maquetes;
- Confrontação das suposições individuais e coletivas com as informações obtidas;
- Interpretação das informações por meio do estabelecimento de relações de causa e efeito, dependência, sincronicidade e seqüência;
- Utilização das informações obtidas para justificar suas idéias;
- Comunicação oral e escrita: de suposições, dados e conclusões.

SER HUMANO E SAÚDE

- Estabelecimento de relações entre os diferentes aparelhos e sistemas que realizam as funções de nutrição para compreender o corpo como um todo integrado: transformações sofridas pelo alimento na digestão e na respiração, transporte de materiais pela circulação e eliminação de resíduos pela urina;
- Estabelecimento de relações entre aspectos biológicos, afetivos, culturais, socioeconômicos e educacionais na preservação da saúde para compreendê-la como bem-estar psíquico, físico e social;
- Identificação de limites e potencialidades de seu próprio corpo, compreendendo-o como semelhante mas não igual aos demais para desenvolver autoestima e cuidado consigo próprio;
- Reconhecimento dos alimentos como fontes de energia e materiais para o crescimento e a manutenção do corpo saudável valorizando a máxima utilização dos recursos disponíveis na reorientação dos hábitos de alimentação;
- Estabelecimento de relações entre a falta de higiene pessoal e ambiental e a aquisição de doenças: contágio por vermes e microrganismos;
- Estabelecimento de relações entre a saúde do corpo e a existência de defesas naturais e estimuladas (vacinas);
- Comparação dos principais órgãos e funções do aparelho reprodutor masculino e feminino, relacionando seu amadurecimento às mudanças no corpo e no comportamento de meninos e meninas durante a puberdade e respeitando as diferenças individuais;
- Estabelecimento de relações entre aspectos biológicos, afetivos e culturais na compreensão da sexualidade e suas manifestações nas diferentes fases da vida;
- Elaboração de perguntas e suposições acerca dos assuntos em estudo;
- Busca e coleta de informação por meio da observação direta e indireta, experimentação, entrevistas, visitas a equipamentos de saúde (postos, hospitais), leitura de imagens e textos selecionados;
- Confronto das suposições individuais e coletivas às informações obtidas;

- Organização e registro de informações por meio de desenhos, quadros, tabelas, esquemas, listas, textos e maquetes;
- Interpretação das informações por intermédio do estabelecimento de relações de dependência, causa e efeito, forma e função, seqüência de eventos;
- Utilização das informações obtidas para justificar suas idéias;
- Comunicação oral e escrita: de suposições, dados e conclusões.

RECURSOS TECNOLÓGICOS

- Comparação das condições do solo, da água, do ar e a diversidade dos seres vivos em diferentes ambientes ocupados pelo homem;
- Caracterização de técnicas de utilização do solo nos ambientes urbano e rural, identificando produtos dos usos e as conseqüências das formas inadequadas de ocupação;
- Reconhecimento do saneamento básico como técnica que contribui para a qualidade de vida e a preservação do meio ambiente;
- Reconhecimento das formas de captação, armazenamento e tratamento de água, de destinação das águas servidas e das formas de tratamento do lixo na região em que se vive, relacionando-as aos problemas de saúde local;
- Reconhecimento das principais formas de poluição e outras agressões ao meio ambiente de sua região, identificando as principais causas e relacionando-as aos problemas de saúde da população local;
- Caracterização de materiais recicláveis e processos de reciclagem do lixo;
- Caracterização dos espaços do planeta possíveis de serem ocupados pelo ser humano;
- Comparação e classificação de equipamentos, utensílios, ferramentas para estabelecer relações entre as características dos objetos (sua forma, material de que é feito); relacionando seu funcionamento à utilização de energia, para se aproximar da noção de energia como capacidade de realizar trabalho;
- Reconhecimento e nomeação das fontes de energia que são utilizadas por equipamentos ou que são produto de suas transformações;
- Elaboração de perguntas e suposições sobre os assuntos em estudo;
- Busca e organização de informação por meio de observação direta e indireta, experimentação, entrevistas, visitas, leitura de imagens e textos selecionados, valorizando a diversidade de fontes;
- Confronto das suposições individuais e coletivas às informações obtidas;
- Organização e registro de informações por meio de desenhos, quadros, tabelas, esquemas, listas, textos, maquetes;
- Interpretação das informações por intermédio do estabelecimento de relações causa e efeito, sincronidade e seqüência;
- Utilização das informações obtidas para justificar suas idéias desenvolvendo flexibilidade para reconsiderá-las mediante fatos e provas;
- Comunicação oral e escrita: de suposições, dados e conclusões;
- Valorização da divulgação dos conhecimentos elaborados na escola para a comunidade;
- Tomar fatos e dados como tais e utilizá-los na elaboração de suas idéias.

ANEXO D – PARÂMETROS CURRICULARES DE PERNAMBUCO DE CIÊNCIAS NATURAIS (5º ANO)

Eixo TERRA E UNIVERSO

CONTEÚDO	EXPECTATIVA DE APRENDIZAGEM
<ul style="list-style-type: none"> Movimento da Terra: 	<ul style="list-style-type: none"> Relacionar o movimento de rotação terrestre à duração dos dias
<ul style="list-style-type: none"> Movimento da Terra: translação 	<ul style="list-style-type: none"> Relacionar o movimento de translação terrestre à duração do ano Compreender as evidências dos movimentos de rotação e translação: o dia e a noite e as estações do ano Compreender o movimento de rotação como determinante para existência - dia e noite.
<ul style="list-style-type: none"> Origem e a constituição do Sistema Solar e da Terra 	<ul style="list-style-type: none"> Compreender a origem e a constituição do Sistema Solar e da Terra
<ul style="list-style-type: none"> As fases da Lua 	<ul style="list-style-type: none"> Compreender a ocorrência e as implicações das fases da Lua Relacionar a influência das fases da Lua ao comportamento de alguns animais e marés.
<ul style="list-style-type: none"> Eclipse lunar e eclipse solar 	<ul style="list-style-type: none"> Compreender o processo de eclipse lunar Reconhecer o eclipse solar como o resultado da ocultação total/parcial do Sol pela Lua.
<ul style="list-style-type: none"> Os conhecimentos astronômicos dos povos antigos 	<ul style="list-style-type: none"> Relacionar os conhecimentos astronômicos dos povos antigos e de outras culturas com as aplicações em diferentes atividades humanas, a partir de informações oferecidas
<ul style="list-style-type: none"> A teoria geocêntrica com a heliocêntrica em relação ao movimento de corpos celestes 	<ul style="list-style-type: none"> Comparar a teoria geocêntrica com a heliocêntrica em relação aos movimentos dos corpos celestes, reconhecendo as diferentes concepções de pensamento sobre a estruturação do Universo
<ul style="list-style-type: none"> Estrutura e constituição do planeta: o campo magnético da Terra 	<ul style="list-style-type: none"> Reconhecer que a Terra é datada de um campo magnético
<ul style="list-style-type: none"> Força gravitacional nos corpos terrestres 	<ul style="list-style-type: none"> Relacionar a queda dos objetos na superfície terrestre à existência de força gravitacional; compreender a ação gravitacional nos corpos terrestres
<ul style="list-style-type: none"> Estrutura e constituição do 	<ul style="list-style-type: none"> Compreender a origem, os constituintes e as características gerais dos subsistemas terrestres (atmosfera, hidrosfera, litosfera e
<ul style="list-style-type: none"> Estrutura e constituição do Planeta: os ciclos bioquímicos (água, nitrogênio, carbono e oxigênio) 	<ul style="list-style-type: none"> Compreender os ciclos biogeoquímicos (água, nitrogênio, carbono e oxigênio)

Eixo VIDA E AMBIENTE

CONTEÚDO	EXPECTATIVA DE APRENDIZAGEM
<ul style="list-style-type: none"> Origem da Vida e Evolução Adaptação da seleção natural das espécies 	<ul style="list-style-type: none"> Associar as características morfofisiológicas a seleção natural dos seres vivos nos diversos ecossistemas mundiais Diferenciar a adaptação da seleção natural das espécies
<ul style="list-style-type: none"> Fenômenos naturais 	<ul style="list-style-type: none"> Compreender a ocorrência dos principais fenômenos naturais, como terremotos, vulcões, ventos, tempestades, raios, trovões, chuva de granizo e neve.

<ul style="list-style-type: none"> Biodiversidade: os reinos biológicos 	<ul style="list-style-type: none"> Classificar os seres vivos, a partir das características dos diferentes reinos biológicos (Monera, Protista, Fungi, Animal e Vegetal).
<ul style="list-style-type: none"> Biodiversidade: Grupos de animais - vertebrados e invertebrados 	<ul style="list-style-type: none"> Diferenciar os animais vertebrados dos invertebrados.
<ul style="list-style-type: none"> Biodiversidade: Vermínos e conservação ambiental 	<ul style="list-style-type: none"> Compreender a importância da conservação ambiental.
<ul style="list-style-type: none"> Biodiversidade: Organização e metabolismo - a fotossíntese 	<ul style="list-style-type: none"> Concluir, por meio de situações práticas, sobre a importância da fotossíntese para os seres vivos que a realizam.
<ul style="list-style-type: none"> Fluxo de Matéria e Energia: cadeias alimentares quanto ao hábito alimentar 	<ul style="list-style-type: none"> Classificar, em textos e imagens, os seres vivos que compõem cadeias e teias alimentares quanto ao hábito alimentar (carnívoro, herbívoro e onívoro). Reconhecer a importância dos seres fotossintetizantes na síntese de alimento para outros seres vivos, para compreendê-los como iniciadores das cadeias alimentares
<ul style="list-style-type: none"> Fluxo de Matéria e Energia: Parasitismo e predatismo 	<ul style="list-style-type: none"> Identificar as relações de parasitismo e predatismo entre os seres vivos presentes nos ecossistemas regionais.
<ul style="list-style-type: none"> Sustentabilidade: o lixo – coleta seletiva, reciclagem, reutilização e redução de objetos produzido pela ação humana 	<ul style="list-style-type: none"> Identificar a produção de lixo como um grande problema que ameaça a vida na Terra, atraindo animais que transmitem doenças e poluindo o solo, a água e o ar. Reconhecer a importância da coleta seletiva e reciclagem para a sociedade e ambiente. Diferenciar reciclagem, reutilização e redução de objetos produzidos pelo homem.
<ul style="list-style-type: none"> Solos: tipos de solo e o cultivo de produtos agrícolas 	<ul style="list-style-type: none"> Associar as características dos tipos de solo com o cultivo de produtos agrícolas
<ul style="list-style-type: none"> Espaços: características físicas de uma região – clima, solo, presença de rios e lagos, relevo 	<ul style="list-style-type: none"> Identificar as características físicas de uma região (clima, solo, presença de rios e lagos, relevo)
<ul style="list-style-type: none"> Espaços: características dos animais e vegetais 	<ul style="list-style-type: none"> Diferenciar as características fundamentais nos animais e vegetais de uma região

Eixo **SER HUMANO E SAÚDE**

CONTEÚDO	EXPECTATIVA DE APRENDIZAGEM
<ul style="list-style-type: none"> Funções sistêmicas gerais: as partes do corpo humano 	<ul style="list-style-type: none"> Identificar as partes do corpo humano, os principais órgãos e suas funções.
<ul style="list-style-type: none"> Sexualidade: Ciclo menstrual 	<ul style="list-style-type: none"> Caracterizar o ciclo menstrual regular, conhecendo sua duração média e os principais eventos durante a ovulação e a menstruação.
<ul style="list-style-type: none"> Sexualidade: As fases da vida do ser humano 	<ul style="list-style-type: none"> Conhecer as diferentes fases de vida do ser humano ao nascer, na infância, na adolescência, na idade adulta e na velhice, para compreender algumas transformações e valorizar as diferenças individuais
<ul style="list-style-type: none"> Sexualidade: Processos relacionados à concepção, 	<ul style="list-style-type: none"> Compreender os processos relacionados à concepção, gravidez e parto, estabelecendo relações com uso de

gravidez e parto	preservativos, contraceptivos e prevenção de doenças sexualmente transmissíveis.
<ul style="list-style-type: none"> Sexualidade: As manifestações da sexualidade nas diferentes fases da vida, nos aspectos biológico, afetivo, cultural e social 	<ul style="list-style-type: none"> Reconhecer as manifestações da sexualidade nas diferentes fases da vida, nos aspectos biológico, afetivo, cultural e social
<ul style="list-style-type: none"> Genética e biotecnologia: hereditariedade – características físicas 	<ul style="list-style-type: none"> Reconhecer que as características física são hereditárias da família
<ul style="list-style-type: none"> Biofísica do corpo humano: locomoção dos seres humanos – aspectos gerais das Leis de Newton Biofísica do corpo humano: As estruturas locomotoras do corpo humano e as situações cotidianas 	<ul style="list-style-type: none"> Associar a locomoção dos seres humanos aos aspectos gerais das Leis de Newton Associar as estruturas locomotoras do corpo humano e outras situações cotidianas aos princípios de força, alavancas e movimento
<ul style="list-style-type: none"> Funções sistêmicas gerais: níveis de estruturação do organismo humano – células, tecidos, órgãos, sistemas e indivíduo 	<ul style="list-style-type: none"> Compreender os níveis de estruturação do organismo humano (células, tecidos, órgãos, sistemas e indivíduo) Compreender a célula como unidade morfofisiológica do ser humano Compreender os processos celulares básicos, como crescimento, divisão celular, respiração, síntese de substâncias, eliminação de excretas e digestão intracelular
<ul style="list-style-type: none"> Funções sistêmicas gerais: Funcionamento integrado do sistema humano (urinário, genital, digestório, cardiovascular, respiratório, locomotor, hormonal, sensorial e nervoso) 	<ul style="list-style-type: none"> Compreender os principais constituintes e o funcionamento geral dos sistemas urinário, genital, digestório, cardiovascular, respiratório, locomotor, hormonal, sensorial e nervoso
<ul style="list-style-type: none"> Funções sistêmicas gerais: A homeostasia (conjunto de fenômenos fisiológicos de auto-regulação, essenciais ao corpo) e a prevenção de doenças 	<ul style="list-style-type: none"> Compreender o organismo humano de forma sistêmica, interpretando diferentes relações e correlações, reconhecendo os fatores internos e externos que ocorrem para homeostasia, as manifestações e os modos de prevenção de doenças comuns e o papel da sociedade na preservação da saúde individual e coletiva
<ul style="list-style-type: none"> Principais biomoléculas que compõem os seres humanos: proteínas, carboidratos, vitaminas, lipídios e ácidos nucleicos 	<ul style="list-style-type: none"> Identificar as principais biomoléculas que compõem os seres humanos: proteínas, carboidratos, vitaminas, lipídios e ácidos nucleicos
<ul style="list-style-type: none"> Nutrição: processos de quebra dos alimentos, absorção e o transporte de nutrientes 	<ul style="list-style-type: none"> Relacionar a nutrição com os processos de quebra dos alimentos, absorção e transporte de nutrientes, pelo sangue, a todas as partes do corpo humano
<ul style="list-style-type: none"> Nutrição: o processo digestório humano na transformação físico-química de alimentos para absorção de nutrientes 	<ul style="list-style-type: none"> Identificar o processo digestório humano como promotor da transformação física e química dos alimentos para absorção dos nutrientes
<ul style="list-style-type: none"> Funções sistêmicas gerais: a pele humana 	<ul style="list-style-type: none"> Identificar as principais funções da pele humana: proteção contra organismos e corpos estranhos, sensibilidade à pressão, ao calor, ao frio e à dor.
<ul style="list-style-type: none"> Funções gerais: drogas que afetam o sistema nervoso 	<ul style="list-style-type: none"> Identificar as drogas que alteram o sistema nervoso e as consequências do uso na saúde e no convívio social.
<ul style="list-style-type: none"> Saúde e doenças: definição de 	<ul style="list-style-type: none"> Compreender a definição de saúde proposta pela OMS,

saúde proposta pela Organização Mundial de Saúde (OMS)	relacionando os aspectos biológicos, afetivos, culturais, socioeconômicos, educacionais e psicológicos com a manutenção de uma vida saudável
<ul style="list-style-type: none"> Saúde e doenças: sintomas, formas de prevenção e tratamento para as principais patologias que acometem os sistemas e órgãos do corpo 	<ul style="list-style-type: none"> Identificar os sintomas, formas de prevenção e tratamento para as principais patologias que acometem os sistemas e órgãos do corpo humano.
<ul style="list-style-type: none"> Saúde e doenças: DST causas e formas de prevenção 	<ul style="list-style-type: none"> Reconhecer as causas e as formas de prevenção das principais DSTs.

Eixo **TECNOLOGIA E SOCIEDADE**

CONTEÚDO	EXPECTATIVA DE APRENDIZAGEM
<ul style="list-style-type: none"> Sustentabilidade: saneamento básico e os fatores econômicos, sociais, políticos, ambientais e de saúde 	<ul style="list-style-type: none"> Associar a ausência de condições de saneamento básico a fatores econômicos, sociais, políticos, ambientais e de saúde
<ul style="list-style-type: none"> Sustentabilidade: Principais agentes: físicos, químicos e biológicos causadores da poluição ambiental (ar, água e solo) no estado de Pernambuco 	<ul style="list-style-type: none"> Reconhecer os principais agentes físicos, químicos e biológicos causadores da poluição ambiental (ar, água e solo) no estado de Pernambuco
<ul style="list-style-type: none"> Instrumentos tecnológicos: funcionamento mecânico e elétrico de alguns brinquedos 	<ul style="list-style-type: none"> Reconhecer o funcionamento mecânico e elétrico de alguns brinquedos, fazendo uso dos princípios da robótica
<ul style="list-style-type: none"> Instrumentos tecnológicos: utilizados na observação do ambiente e dos seres vivos – lupa, microscópio, telescópio, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> Identificar os instrumentos tecnológicos utilizados na observação do ambiente e dos seres vivos – lupa, microscópio, telescópio, etc.
<ul style="list-style-type: none"> Instrumentos tecnológicos: procedimentos de segurança ao manipular objetos 	<ul style="list-style-type: none"> Reconhecer procedimentos de segurança ao manipular objetos
<ul style="list-style-type: none"> Transformações da matéria: etapas de tratamento da água para o consumo humano 	<ul style="list-style-type: none"> Reconhecer as etapas de tratamento da água para o consumo humano
<ul style="list-style-type: none"> Sustentabilidade: principais indicadores para a qualidade de vida 	<ul style="list-style-type: none"> Reconhecer os principais indicadores para a qualidade de vida
<ul style="list-style-type: none"> Instrumentos tecnológicos: tipos de cultivos praticados no estado de Pernambuco 	<ul style="list-style-type: none"> Associar os diversos tipos de cultivo praticados no estado de Pernambuco, relacionando-os às características físicas do meio, matéria-prima produzida, impactos ocasionados e importância para os seres vivos
<ul style="list-style-type: none"> Matéria e energia: situações cotidianas que utilizem a energia e maneiras de economia da mesma 	<ul style="list-style-type: none"> Conhecer conceitos de matéria e energia Aplicar os conceitos de matéria e energia a situações cotidianas e científicas Descrever situações cotidianas que utilizem a energia e maneiras de economia
<ul style="list-style-type: none"> Biotecnologia 	<ul style="list-style-type: none"> Identificar os avanços da tecnologia na saúde humana, quanto aos aspectos da reprodução, inseminação, clonagem, células tronco, transgênicos.

ANEXO E – POLÍTICA DE ENSINO DO RECIFE DE CIÊNCIAS NATURAIS (5º ANO)

Eixo **SER HUMANO E SAÚDE**

DIREITOS	OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM	CONTEÚDOS
Valorizar a vida e a sua qualidade como bens pessoais e coletivos, desenvolvendo atitudes responsáveis com relação à saúde, ao desenvolvimento da sexualidade, aos hábitos de alimentação, de convívio e de lazer e ao uso adequado de materiais, evitando desperdícios e riscos à saúde, ao ambiente e aos espaços em que habita.	<ul style="list-style-type: none"> Reconhecer que o corpo e a intimidade são invioláveis. Reconhecer que as diferenças físicas e biológicas não geram desigualdades de gênero e sexual. Identificar as partes e órgãos do corpo. Relacionar os órgãos dos sentidos às suas funções. 	<ul style="list-style-type: none"> Sistemas do corpo humano: respiratório, circulatório, reprodutor. Desenvolvimento e reprodução. Educação afetiva sexual: gravidez precoce e DST.
	<ul style="list-style-type: none"> Identificar a origem dos alimentos. Reconhecer os alimentos como fonte de energia para o corpo humano. Relacionar hábitos alimentares adequados à preservação da saúde. 	<ul style="list-style-type: none"> Hábitos saudáveis: alimentação balanceada, higiene corporal e atividade física. Drogas lícitas e ilícitas: perigo e prevenção.
	<ul style="list-style-type: none"> Reconhecer que o corpo é sustentado por ossos. 	<ul style="list-style-type: none"> Ossos e músculos.

Eixo **TECNOLOGIA E SOCIEDADE**

DIREITOS	OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM	CONTEÚDOS
Desenvolver posição crítica com o objetivo de identificar benefícios e malefícios provenientes de inovações científicas e tecnológicas e seus impactos sobre o meio ambiente, utilizando-as no processo de construção do conhecimento para suprir necessidades humanas.	<ul style="list-style-type: none"> Reconhecer o papel da tecnologia aplicada ao trânsito como semáforos, radares, entre outras. 	<ul style="list-style-type: none"> O papel da tecnologia na sociedade e seus impactos no desenvolvimento.
	<ul style="list-style-type: none"> Reconhecer o papel da tecnologia na medicina (transplante de órgãos, implante de próteses, inseminação artificial, fertilização “in vitro”). 	<ul style="list-style-type: none"> Desenvolvimento tecnológico.

Eixo **TERRA E UNIVERSO**

DIREITOS	OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM	CONTEÚDOS
Sentir-se parte do cosmos a partir da compreensão do funcionamento do universo.	<ul style="list-style-type: none"> Identificar e caracterizar o sistema solar e seus Planetas. 	<ul style="list-style-type: none"> Componentes do Universo e do Sistema Solar.
	<ul style="list-style-type: none"> Identificar os hemisférios terrestres, os pontos cardeais, paralelos e meridianos. Identificar a estrutura da Terra e suas camadas Reconhecer que a atmosfera terrestre é composta de gases (nitrogênio e oxigênio) e sua importância para a vida. Reconhecer a importância da camada de ozônio. 	<ul style="list-style-type: none"> Planeta Terra As camadas da Terra
	<ul style="list-style-type: none"> Diferenciar estrelas, planetas e satélites. 	<ul style="list-style-type: none"> Estrelas Planetas Satélites.

Eixo **VIDA, AMBIENTE E SOCIEDADE**

DIREITOS DE APRENDIZAGEM	OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM	CONTEÚDOS
<p>Valorizar a vida e a sua qualidade como bens pessoais e coletivos, desenvolvendo atitudes responsáveis com relação à saúde, ao desenvolvimento da sexualidade, aos hábitos de alimentação, de convívio e de lazer e ao uso adequado de materiais, evitando desperdícios e riscos à saúde, ao ambiente e aos espaços em que habita.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Reconhecer combustão, eletricidade e magnetismo como fenômenos naturais e sua utilização no cotidiano. 	<ul style="list-style-type: none"> • Combustão • Eletricidade • Magnetismo.
<p>Compreender as relações que os homens estabelecem com os demais elementos da natureza, percebendo as alterações ambientais como resultado de suas ações determinadas pelo modelo de desenvolvimento econômico e cultural e assim adotar atitudes positivas com relação à preservação do meio ambiente e respeito à biodiversidade.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Perceber a importância do solo para os seres vivos e a necessidade de cuidar desse recurso natural. • Compreender o processo de formação dos solos e caracterizar seus diferentes tipos. • Identificar agentes poluentes do solo (lixo, água dos esgotos, queimadas, contaminação por agrotóxicos, inseticidas, etc.). • Identificar consequências da poluição do solo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Solos: importância, formação, tipos, preservação • Poluição do solo.