

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JÚLIO DE MESQUITA FILHO
FACULDADE DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO

**ABORDAGEM SISTÊMICA NO CURRÍCULO DE MATO GROSSO DO SUL E NOS
LIVROS DIDÁTICOS DE CIÊNCIAS: UMA ANÁLISE DOCUMENTAL**



Presidente Prudente – SP

2017

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JÚLIO DE MESQUITA FILHO
FACULDADE DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO

ANA LAURA DIAS DE SOUZA

**ABORDAGEM SISTÊMICA NO CURRÍCULO DE MATO GROSSO DO SUL E NOS
LIVROS DIDÁTICOS DE CIÊNCIAS: UMA ANÁLISE DOCUMENTAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação – Mestrado, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” campus de Presidente Prudente-SP, como requisito parcial para o título de Mestre em Educação.

Área de concentração: Processos Formativos, ensino e aprendizagem.

Presidente Prudente – SP

2017

FICHA CATALOGRÁFICA

S713a	Souza, Ana Laura Dias Abordagem sistêmica no currículo de Mato Grosso do Sul e nos livros didáticos de Ciências : uma análise documental / Ana Laura Dias de Souza. Presidente Prudente : [s.n], 2017. 112 f. Orientador: Paulo César de Almeida Raboni Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia Inclui bibliografia 1. Pensamento Sistêmico. 2. Currículo. 3. Assunto. I. Souza, Ana Laura Dias. II. Raboni, Paulo César de Almeida. III. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências e Tecnologia. IV. Título.
-------	--



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Presidente Prudente

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: ABORDAGEM SISTÊMICA NO CURRÍCULO DE MATO GROSSO DO SUL E NOS LIVROS DIDÁTICOS DE CIÊNCIAS: UMA ANÁLISE DOCUMENTAL

AUTORA: ANA LAURA DIAS DE SOUZA

ORIENTADOR: PAULO CESAR DE ALMEIDA RABONI

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em EDUCAÇÃO, pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. PAULO CESAR DE ALMEIDA RABONI
Departamento de Educação / Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente

Profa. Dra. SUZANI CASSIANI
Departamento de Metodologia de Ensino / Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

Profa. Dra. LENY RODRIGUES MARTINS TEIXEIRA
Programa de Pós-Graduação em Educação / Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente

Presidente Prudente, 23 de outubro de 2017

AGRADECIMENTOS

A Deus, alfa e ômega.

Aos meus familiares e amigos pelo apoio, compreensão nas ausências e pelas vezes que me convenceram a sair do quarto.

Aos gestores e colegas de trabalho da Escola Estadual Manoel da Costa Lima, por colaborarem na organização dos meus horários e pelas demonstrações de solidariedade e incentivo.

Aos meus alunos, inspiração maior para este trabalho.

Ao GPEA (Grupo de Pesquisa em Ensino e Aprendizagem como objeto da Formação de Professores) pelos momentos de conhecimento compartilhado aos quais pude participar.

Ao meu orientador, Professor Dr. Paulo César de Almeida Raboni, pela confiança e por ter estimulado minha autonomia no desenvolvimento nesta pesquisa.

Às professoras Leny Rodrigues M. Teixeira e Suzani Cassiani pela leitura minuciosa e valiosas contribuições para este trabalho.

Aos demais professores e colegas do programa de pós-graduação em Educação, pelos momentos de reflexões enriquecedoras nestes dois anos.

\\ livro aberto //

de pele é revestido o corpo, tecido
vivo \ no livro, chama-se capa
(o couro sob o título) \ abri-lo:
gráfico grito \ mas como ouvi-lo
se é branco o ruído da celulose,
- tão silenciosa? todo livro fechado
se cala \\ cada nova leitura o amplia.

(Alexandre Guarnieri)

RESUMO

O presente trabalho vinculado à linha de pesquisa “Processos formativos, ensino e aprendizagem”, discute a importância de uma abordagem sistêmica no processo de ensino e aprendizagem das Ciências da Natureza tendo em vista a fragmentação de saberes promovida pelo método reducionista cartesiano que ainda influencia a educação escolar e prejudica a formação de um espírito científico-pesquisador nos estudantes. Constatou-se que a discussão da importância de uma abordagem sistêmica no estudo dos seres vivos já está presente em documentos oficiais como os Parâmetros Curriculares Nacionais e Diretrizes Curriculares, indicando que o ensino desta disciplina deve propiciar condições para que o educando compreenda a vida como manifestação de sistemas organizados e integrados. Este trabalho procurou então examinar a efetiva incorporação destas orientações no Referencial Curricular da Rede Estadual de Ensino de Mato Grosso do Sul, tomando como conteúdo de referência o estudo do corpo humano no oitavo ano do ensino fundamental e concomitantemente seis livros didáticos de Ciências desta série, aprovados no PNLD/2014, tendo em vista que estes ainda são os principais recursos utilizados pelo professor em sala de aula. Através de uma análise documental predominantemente qualitativa, a pesquisa concentrou-se em verificar nos materiais, conforme questões de interesse, concepções que poderiam ou não contribuir na construção de uma visão fragmentada do corpo humano pelos estudantes e possíveis avanços em uma abordagem sistêmica nos mesmos. Para tanto foram criadas quatro categorias de análise emergentes, a partir dos pressupostos do paradigma sistêmico aplicado no estudo dos seres vivos e no currículo escolar descritos na fundamentação teórica da pesquisa. O estudo evidenciou uma forte contradição entre as orientações pedagógicas para o ensino de Ciências da Natureza presentes no Referencial e sua própria organização curricular, o que vem a contribuir na construção de uma visão fragmentada do corpo humano pelos alunos, transferindo-se aos professores a tarefa de promover a articulação e integração entre estes saberes. Quanto aos livros didáticos que poderiam auxiliar nesta tarefa, ficou claro que estes, apesar de apresentarem certa padronização conceitual fragmentária na abordagem do corpo humano, apresentam em contrapartida uma heterogeneidade na forma como se utilizam de outros recursos internos para contemplarem os conteúdos, como textos de apoio, atividades, experiências e imagens. Em vários destes recursos e metodologias propostas foi possível perceber avanços que poderiam auxiliar na construção de uma visão mais sistêmica e condizente com a naturalidade do corpo humano pelos estudantes, o que, em contrapartida, nos remete mais uma vez a importância de uma boa formação e condições dignas de trabalho do professor, que precisa estar preparado e ter tempo para selecionar as obras à procura destas boas alternativas de apoio para suas aulas.

PALAVRAS-CHAVE: pensamento sistêmico; currículo; Mato Grosso do Sul; corpo humano; livro didático.

ABSTRACT

The present work, linked to the line of research "Formative processes, teaching and learning", discusses the importance of a systemic approach in the teaching and learning process of the Nature Sciences in view of the fragmentation of knowledge promoted by the Cartesian reductionist method that still influences the school education and impairs the formation of a scientific-researcher spirit in students. It was observed that the discussion of the importance of a systemic approach in the study of living beings is already present in official documents such as the National Curricular Parameters and Curricular Guidelines, indicating that the teaching of this discipline should provide conditions for the student to understand life as manifestation of organized and integrated systems. This work sought to examine the effective incorporation of these guidelines in the Curricular Framework of the State Educational Network of South Mato Grosso, taking as reference content the study of the human body in the eighth year of elementary school and concurrently six textbooks of Science of this series, approved in PNLD/2014, considering that these are still the main resources used by the teacher in the classroom. Through a predominantly qualitative documentary analysis, the research focused on checking in the materials, according to questions of interest, conceptions that could or could not contribute to the construction of a fragmented vision of the human body by the students and possible advances in a systemic approach in them. For this, four emerging categories of analysis were created, based on the assumptions of the systemic paradigm applied in the study of living beings and in the school curriculum described in the theoretical basis of the research. The study evidenced a strong contradiction between the pedagogical guidelines for the teaching of natural sciences present in the Referential and its own curricular organization, which contributes in the construction of a fragmented vision of the human body by the students, transferring to the teachers the task to promote the articulation and integration between these knowledges. As for the textbooks that could help in this task, it was clear that, although they present some fragmentary conceptual standardization in the approach of the human body, they present, on the other hand, a heterogeneity in the way in which they use other internal resources to contemplate the contents, as texts of support, activities, experiences and images. In several of these resources and methodologies proposed, it was possible to perceive advances that could help in the construction of a more systemic vision and in keeping with the naturalness of the human body by the students, which, on the other hand, reminds us once again of the importance of good training and worthy working conditions of the teacher, who needs to be prepared and have time to select the works in search of these good alternatives of support for their classes.

Keywords: systemic thinking; curriculum; South Mato Grosso; Human Body; textbook.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Esferas reguladoras na elaboração dos Livros Didáticos	48
Figura 02 - Imagem do sistema de planejamento online	64
Figura 03 - Atividade de ‘final fechado’	73
Figura 04 - Exemplo de atividade problematizadora	74
Figura 05 - Atividade com análise de gráfico.....	79
Figura 06 - Atividade com mapa conceitual.....	80
Figura 07 - Modelo anatômico apresentado na introdução do primeiro capítulo de LD1.....	87
Figura 08 - Locais de produção de elementos do sangue.....	87
Figura 09 - Adolescente fazendo inalação (1).....	88
Figura 10 - Adolescente fazendo inalação (2).....	88
Figura 11 - Sistema Endócrino (1).....	88
Figura 12 - Sistema Endócrino (2).....	88
Figura 13 - Representação das células.....	89
Figura 14 - Sistema Digestório.....	89
Figura 15 - Esquema das trocas gasosas realizadas no organismo.....	90
Figura 16 – Sistemas em ação na mastigação.....	91
Figura 17 - Robô construído na Itália.....	92
Figura 18 - Anexo do LD: ‘Oficinas de Ciências’(1).....	99
Figura 19 - Anexo do LD: ‘Oficinas de Ciências’(2).....	99
Figura 20 - Adolescente fazendo inalação.....	99

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	10
INTRODUÇÃO	14
1 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA DA PESQUISA: OS DOIS PARADIGMAS.....	17
1.1- O paradigma cartesiano e sua influência no estudo dos seres vivos.....	17
1.1.1 - Vitalismo x Organicismo.....	22
1.1.2 - Emergência de um novo paradigma.....	25
1.1.3 - Pressupostos da concepção sistêmica no estudo dos seres vivos.....	27
1.1.4 - Os dois paradigmas e suas influências no contexto escolar/Justificativa.....	31
2 – O CURRÍCULO DE CIÊNCIAS E O LIVRO DIDÁTICO.....	37
2.1 - Caminhos para construção de um Currículo de Ciências	37
2.2 - Livro didático de Ciências como objeto de pesquisa	48
2.3 - O Guia de Livros Didáticos de Ciências do PNLD/2014	51
3 - DESENVOLVIMENTO METODOLÓGICO	55
4- O REFERENCIAL CURRICULAR DE CIÊNCIAS DO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL E O LIVRO DIDÁTICO DO 8º ANO.....	58
4.1 - O referencial curricular e o estudo do corpo humano	58
4.2 – O estudo do corpo humano nos livros didáticos do 8º ano.....	66
4.2.1 - Algumas observações quanto à mudança de ciclo do PNLD.....	96
4.2.2 - Análise geral sobre os livros didáticos selecionados.....	100
CONSIDERAÇÕES FINAIS	102
REFERÊNCIAS	105

Apresentação

Ao tentar escrever a trajetória até a conclusão desta pesquisa não consigo pensar em um único caminho que me trouxe até aqui, mas em vários, desde a própria experiência como aluna, posteriormente na graduação e já na vida docente. São muitos caminhos que se entrelaçam como uma rede, formando uma teia cujo um dos nós é esta dissertação. Mas talvez um dos primeiros caminhos a se formar até aqui tenha sido justamente esta primeira percepção da vida como rede, concretizada ainda no primeiro semestre em uma Universidade particular paulista, no curso de bacharelado em Ciências Biológicas, há dez anos. Na disciplina de Filosofia da Ciência o professor sugeriu a leitura de “A teia da vida” (2004) do físico Fritjof Capra. Um livro provocativo para um início de faculdade, o primeiro a me ajudar a desancorar do fragmentário e do “mecânico”. Mas os semestres vão seguindo, e nada daquilo que eu li se realizava na rigidez curricular e essencialmente reducionista dos demais conteúdos programáticos do curso. O mesmo que seria reproduzido, em escala menor, na minha vida docente. Assim que, no quarto semestre, quando então por outros caminhos e percepções diversas já havia trocado o curso de bacharelado pela licenciatura, o mesmo professor agora na disciplina de Metodologia da Pesquisa Científica solicitou um trabalho. Neste já inseri os anseios de uma jovem pesquisadora e indicava a solução “redentora e inovadora” para a educação: aliar o pensamento sistêmico do livro do Capra com o ensino de Ciências.

Por algum motivo o professor gostou na minha “ousadia” nos escritos, terminando a faculdade me estimulou a entrar no Mestrado em Educação na mesma Universidade. Era meu sonho de caminho, não minha realidade, a de quem só conseguiu frequentar a Universidade como bolsista e agora precisava trabalhar de “verdade”. O estudo posterior ficou por conta de uma especialização na área biológica, uma complementação pedagógica e outras formações continuadas que me permitiam trabalhar e estudar.

Diferentemente de tantos outros colegas o meu início de trabalho docente, na rede pública estadual de Mato Grosso do Sul, não foi dos mais “chocantes”. Claro que tive de trabalhar em mais de uma escola, claro que tive de dar aulas em salas que “sobravam” no início do ano letivo ou deixadas no decorrer deste; mas foi o meu primeiro 8º ano que me marcou e ajudou a formar mais um caminho da rede até aqui.

Era uma daquelas turmas que dizemos na sala dos professores serem “raras” hoje em dia. Eram adolescentes cheios de vida, conversadores, “barulhentos”, mas extremamente curiosos e questionadores, um prato cheio para o meu primeiro ano de docência. O assunto das aulas era, assim como hoje, o corpo humano. Sempre imaginei que esse seria um dos assuntos

mais “gostosos” de se trabalhar com os adolescentes, afinal que maravilha não seria entender como funciona seu próprio corpo? Por que fazemos isso, fazemos aquilo... Essa turma me confirmou a hipótese. Eles participavam ativamente das aulas, sempre queriam saber mais, e foi justamente esta inquietude que começou a formar um nó na minha cabeça de jovem docente. Porque até então havia prometido a mim mesma (e lá vem outro caminho), que não seria como alguns professores que tive enquanto estudante do ensino fundamental e médio da rede pública. Era uma aluna do tipo “exemplar”, mas cheguei ao final do ensino médio com baixa autoestima. Comparava os conteúdos que trabalhávamos na escola pública com as apostilas dos meus colegas que conseguiram frequentar a escola particular e percebia que por vezes não estudava nem a metade do que eles estudavam. Então não adiantava tentarem me adular, eu sabia que “não sabia” tudo, e até então era um pouco difícil obter recursos que me permitissem acompanhar o conhecimento deles. Mas eu não seria uma professora assim. Não iria “enrolar” as aulas, iria cumprir todo o cronograma, dar aos meus alunos todo o arcabouço conceitual que não tive.

Mas como cumprir o currículo nesta sala? Eu precisava terminar de explicar como o suco entérico produzido no intestino delgado contém enzimas que digerem proteínas, sacarose e maltose e eles me interrompiam pra perguntar como se formava o “pum”, eu precisava mostrar no atlas anatômico onde ocorria a formação dos espermatozoides, os túbulos seminíferos, eles me perguntavam o que era o orgasmo... Mas tinha a ver não tinha? E eu parava e íamos conversar sobre a pergunta, até começar a me sentir “culpada” e chamar a atenção de volta para o corpo representado no livro. Mas não era o mesmo corpo...?

Pouco tempo depois fui chamada para assumir um concurso no estado de São Paulo, um currículo bem diferente do que estava habituada. O corpo humano do oitavo ano, por exemplo estava então dividido não em um único ano, mas um pouco ao longo dos quatro anos finais do Ensino Fundamental. Não deu muito tempo de me habituar ou refletir sobre a prática ali, um ano e meio depois, agora como efetiva da rede, retornei ao estado de Mato Grosso do Sul.

E desde então, nos últimos três anos, não encontrei mais 8º anos como aquele. Alguns outros professores já haviam certamente feito meu fatídico papel, tirando da grande maioria dos alunos aquela curiosidade natural ainda própria da adolescência. Agora era eu mesma que me desdobrava para “dar vida” ao corpo que eu tinha que lhes apresentar. Assim experimentava fazer com a tecnologia, animações, slides, vídeos, músicas, pesquisas, desenhos, experiências, entre outros recursos que às vezes me era disponibilizado, às vezes não. E foi aí que me dei conta, e lá vem mais um caminho, que o único recurso que os alunos tinham acesso mais diretamente e gratuitamente, o livro didático, também não estava ajudando. Era preciso

“garimpar” textos e atividades dentro dele e frequentemente me via entregando a eles folhas xerocopiadas, custeadas com meu próprio salário, com outros textos e atividades para complementar o livro que não me satisfazia. E apenas para esclarecer, que cito o 8º ano pela primeira experiência relatada, as mesmas dificuldades eram encontradas nas demais séries do ensino fundamental e médio que agora lecionava.

Avistei a possibilidade de mudar ao menos essa situação assim que chegou o momento da escolha dos livros didáticos de Ciências do ensino fundamental. A primeira e última que participei até então. A coordenação pedagógica então, como costumava fazer a tempos e faz até hoje, arrumou algumas mesas na sala dos professores, lá deixou os livros enviados pelo Ministério da Educação por quase um mês, e solicitou que quando tivéssemos tempo, nos intervalos entre as aulas ou nas chamadas hora-atividade fôssemos analisando e trouxéssemos o nome das obras selecionadas no dia da escolha definitiva com todos os professores. Neste dia, ou melhor, nesta hora, pois não passava disso, nos reunimos com professores que lecionavam a mesma disciplina e se podiam fazer presentes e escolhemos o livro. O livro selecionado não precisava ser necessariamente igual ao de outras unidades escolares, entretanto, como já havia percebido, a escolha acabava por ser meio padronizada, pois, embora tivéssemos autonomia na escolha, essa acabava por ser configurada a um critério chave para nós, que era atender o mais fielmente possível ao currículo estadual e conseqüentemente ao “planejamento online” de aulas, implantado durante o ano e meio que fiquei longe da rede de educação sul-mato-grossense.

Assim, como Cunha, Freitas e Silva (2010, p. 63) relembrei que a “Ciências da escola e dos livros didáticos parecem não ter uma história, mas é a história e a cultura da escola que nos indicam que o corpo deveria ser apresentado dessa maneira: aos pedaços.”

Dessa forma, emprego parcialmente estabilizado, senti que era o momento de retornar aos velhos caminhos abandonados num passado não muito distante. Desencaixotei, ou melhor, desarchivei do computador o projeto abandonado no final da graduação, e percebi que mais do que nunca, agora com alguns acréscimos de minha experiência docente, ele podia fazer sentido. E já que o momento era de realizar sonhos antigos, porque não juntar este a aquele que nunca ousei sequer tentar realizar, que era de ingressar numa universidade pública?

Aprovada no processo seletivo, o projeto teve de passar por reformulações, pois a ideia inicial ainda era “revolucionar” o ensino de Ciências com a abordagem sistêmica. Leitura vai, disciplina vem, e eu descubro que a ideia podia não ser muito popular, mas não era nova. Havia várias pesquisas sobre o assunto e ela estava mesmo muito perto, como veremos, na fundamentação teórica do atual Currículo para o Ensino de Ciências da Natureza do estado que

leciono. A ideia de buscar o problema na formação inicial do professor na Universidade também teve de ser abandonada, mas como não seria possível no momento fazer este retorno as bases, optamos por analisar o espaço ocupado verdadeiramente pela abordagem sistêmica naquilo que tínhamos em mão concretamente, aquilo que estaria diretamente relacionado ao trabalho docente, ao meu trabalho, e entre tantas “vozes” optamos enfim pelo currículo oficial e livro didático.

Assim, entre tantos caminhos, chegamos aqui, no “nó” desta dissertação. Assim gostaria que ela fosse vista, como nó ou como rede. Se vista em seu caráter linear, como ponto final de uma pesquisa ou como ápice de uma pirâmide talvez não tenha mesmo tanta relevância. Mas se vista como rede interagindo à maneira de rede com outras redes de pesquisas na educação, talvez ainda caiba a esperança que ela se conecte com outras redes de interesses maiores, as redes governamentais e políticas. Talvez seja só mais um nó, mas sem ele a rede seria menor.

INTRODUÇÃO

Iniciaremos nossa pesquisa com um levantamento histórico da abordagem sistêmica, mas não conseguiríamos, nem seria apropriado, discorrer longamente sobre a influência deste novo paradigma em todas as áreas do conhecimento, como de fato se deu. Optamos, pois, por focalizarmos os pressupostos deste paradigma em nosso objeto de estudo, os seres vivos, mais especificamente o próprio corpo humano, para daí avançarmos sobre sua influência no ambiente escolar e no ensino de Ciências. Não há que se negar que a necessidade desta introdução, que explica a organização deste trabalho em sua forma essencialmente cartesiana, já dá pistas de como a influência de um pensamento analítico ainda é forte e mesmo necessário em nossas pesquisas. Por isso mesmo não é o objetivo deste estudo fazer divergir as duas tendências, em um duelo, mecanicistas *versus* organicistas, visto que a visão complexa de mundo não ignora ou exclui a lógica linear ou reducionista, como já explica Morin e Le Moigne (2000, p. 205) ao afirmarem que “o pensamento complexo não é o contrário do pensamento simplificador, ele integra este último – como diria Hegel, ele opera a união da simplicidade e da complexidade”.

Nesta breve introdução também deve ter ficado claro que existem variadas denominações para o que inicialmente chamamos “paradigma sistêmico”, sendo este mesmo termo utilizado por Capra (2004), Prigogine (1986) e Vasconcellos (2002) enquanto Morin (2000) o denomina “paradigma da complexidade”. Jacob (1983), Boaventura Santos (1987), Moraes (1996), Behrens (1999) utilizam o termo “paradigma emergente”; Brandão e Crema (1991), o “paradigma holístico”, apenas para citar alguns autores com os quais dialogaremos ao longo deste estudo. Assim como os termos reducionista, cartesiano, analítico e conservador perpassam em geral a mesma ideia, e quando o não forem, serão explicitados; mas optamos por preservar àqueles utilizados pelos autores em seus textos originais.

Ao analisar mais profundamente os motivos de tantos projetos inovadores “fracassados” relacionados ao uso de novas tecnologias na educação, Moraes (1996) apercebe-se que o grande problema destes projetos, mesmo que visualmente mais agradáveis, é o modelo de ciência em que estes ainda estão ancorados. Segundo a autora e várias outras pesquisas relacionadas ao assunto, a ênfase exagerada dada ao método cartesiano, grande influência do paradigma dominante da ciência moderna, tem provocado a fragmentação do conhecimento, tornando a visão científica unilateral. Veremos ao longo desta pesquisa que estas críticas contundentes ao reducionismo na educação e mais especificamente no ensino de Ciências ecoaram nas orientações curriculares oficiais nacionais, que passaram a orientar um ensino pautado nos princípios sistêmicos. Entretanto, a experiência concreta desta pesquisadora-professora em sala

de aula, conforme relato da apresentação, nos fez perceber o quão longe de uma abordagem sistêmica estava o ensino de Ciências na Rede Estadual de Ensino de Mato Grosso do Sul, a despeito destas orientações oficiais. A procura de respostas para estas contradições nos fez refletir nas muitas “vozes” que influenciam o trabalho docente neste estado e dentre elas selecionamos por fim para esta pesquisa o atual Referencial Curricular do Estado do Mato Grosso do Sul e os Livros Didáticos, com o objetivo geral de buscar a presença (ou ausência) de uma abordagem sistêmica nestes materiais escolhendo como conteúdo de referência no ensino de Ciências o estudo do corpo humano.

O que almejamos, pois, mais especificamente ao nos confrontarmos com os dois paradigmas, é verificarmos a influência de ambos no currículo da disciplina de Ciências e na produção de livros didáticos destinados a este ensino, concordando com Moraes, (1996, p. 58) quando discorre que o modelo da ciência que explica a nossa relação com a natureza, com a própria vida, esclarece, também, a maneira como compreendemos o mundo, “mostrando que o indivíduo ensina e constrói o conhecimento, a partir de como compreende a realização desses processos”.

Assim, diante destes documentos, trazemos duas questões principais a serem respondidas:

a) Até que ponto as orientações presentes no Referencial Curricular do Estado do Mato Grosso do Sul, construído com base nos Parâmetros e Diretrizes Curriculares Nacionais (PCN e DCN) orientam coerentemente para uma abordagem sistêmica no Ensino de Ciências, mais especificamente no estudo do corpo humano?

b) Os livros didáticos de Ciências com maior número de distribuição no país que contemplam mais diretamente o conteúdo corpo humano, possibilitam ou dificultam, em seus vários recursos internos, a aplicação ou percepção dessa abordagem sistêmica por professores e alunos que os utilizam?

A fim de responder estas perguntas, organizamos o texto em quatro capítulos:

O primeiro, como já destacamos, traz um levantamento histórico e pressupostos dos dois grandes paradigmas, ora denominados ‘cartesiano’ e ‘sistêmico’ e sua influência nas pesquisas relacionadas aos seres vivos, dentro deste com algum destaque para o corpo humano, terminando com a influência de ambos no contexto escolar, o que também justifica a presente pesquisa.

Continuando o referencial teórico do primeiro capítulo, seguimos o segundo capítulo fazendo um levantamento histórico da construção da disciplina curricular de Ciências no Brasil até a elaboração dos PCNs, DCNs e algumas considerações sobre a nova Base Nacional Comum

Curricular, com suas orientações sobre uma abordagem sistêmica no ensino de ciências. Terminamos o capítulo com uma breve discussão sobre as pesquisas e utilização do livro didático no país, culminando no Plano Nacional do Livro Didático (PNLD) e seu respectivo Guia para escolha dos Livros Didáticos de Ciências no ano de 2014.

O terceiro capítulo visa apenas trazer as breves orientações dos aspectos metodológicos que orientaram o desenvolvimento do trabalho. E o quarto capítulo traz, com base nas questões de interesse, a análise do atual Referencial Curricular do Estado de Mato Grosso do Sul com suas orientações para o Ensino de Ciências da Natureza e de seis livros didáticos de Ciências do 8º ano aprovados no PNLD do triênio 2012/2014. A análise e síntese sobre os livros se deu por meio de categorias que emergiram a partir de uma leitura crítica dos mesmos, com vistas a verificação da abordagem sistêmica nestas obras.

1-CAPÍTULO 1- FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA: OS DOIS PARADIGMAS

1.1- O paradigma cartesiano e sua influência no estudo dos seres vivos

Há pouco mais de 200 anos, os naturalistas Jean Baptiste Lamarck (1744-1829) e Gottfried Treviranus (1776-1837), de forma independente, utilizaram pela primeira vez o termo “biologia” como a “ciência dedicada ao estudo dos seres vivos”. Embora este estudo já houvesse se iniciado há muito tempo atrás, registrado nas pesquisas de Aristóteles (384-322 a.C.), na Grécia Antiga, deve-se principalmente a Lamarck esta preocupação em definir um campo próprio de estudo para os seres vivos, pois, como relembra Mayr (1998), anteriormente a este período, não havia uma tal ciência coesa. Segundo o autor, quando Bacon, Descartes, Leibniz e Kant escreveram sobre as ciências e sua metodologia, a biologia como tal não existia. Os estudos sobre seres vivos se davam de forma independente, principalmente por naturalistas, preocupados em classificar os seres vivos e descrever sua “história natural”, por médicos, em seus estudos sobre anatomia, fisiologia, dissecação humana e por botânicos, entre eles também muitos médicos, interessados em pesquisar ervas medicinais. Assim que, as maiores inovações no pensamento biológico se deram a partir do século XIX, por isso Mayr salienta que:

Não pode haver surpresa, portanto, que a filosofia da ciência, ao desenvolver-se nos séculos XVII e XVIII, baseava-se exclusivamente nas ciências físicas e que, subsequentemente, tem sido muito difícil revisá-la de maneira tal a englobar também as ciências biológicas. Foi somente em décadas recentes que diversos filósofos (como Scriven, Beckner, Hull e Campbell) tentaram caracterizar as diferenças entre biologia e as ciências físicas. (MAYR, 1998, p. 53)

Esta visão da ciência, ancorada nas ciências físicas que Mayr se refere, emergiu nos séculos XVI e XVII e ainda hoje tem influências decisivas em nossa cultura, em nossas práticas de estudo e ensino. Segundo Capra (2004), antes de 1500, a visão de mundo da maioria das civilizações era orgânica, baseada na interdependência de fenômenos espirituais e materiais. Aos cientistas medievais não importava predizer ou controlar os fenômenos naturais, mas compreendê-los. A noção de um universo orgânico, vivo e espiritual foi substituída pela noção de um mundo como uma máquina, e a máquina do mundo tornou-se ao longo do tempo a metáfora dominante da era moderna.

Esta mudança de visão de mundo que o físico Fritjof Capra cita foi provocada por mudanças revolucionárias produzidas por grandes cientistas como Copérnico, Galileu, Bacon, Descartes e Newton, nos campos da astronomia, matemática e física. A assim denominada “Revolução Científica” iniciou-se com a defesa da concepção heliocêntrica do sistema solar por Nicolau Copérnico (1473-1543). A Terra deixava então de ser o centro do universo e o homem foi retirado de sua posição central na criação de Deus. Galileu Galilei (1564-1642), por sua vez, além de validar a hipótese de Copérnico como uma teoria científica, foi o primeiro a

usar a linguagem matemática para formular as leis da natureza. Segundo ele a filosofia – lembrando que até o século XIX o termo filosofia incluía o que hoje conhecemos como “ciência” – estaria escrita em um grande livro que permaneceria sempre aberto diante de nossos olhos, mas não poderíamos entendê-la se não aprendêssemos primeiro a linguagem e os caracteres em que ela foi escrita. Essa linguagem seria a matemática, os caracteres os triângulos, círculos e outras figuras da geometria. (CAPRA, 2004)

No mesmo período, Francis Bacon (1561-1626) descrevia na Inglaterra o método empírico da Ciência. Foi ele o principal promotor do método indutivo, que consiste em realizar experimentos, extraíndo deles conclusões gerais, que posteriormente serão testadas em novas experiências. Em uma verdadeira fascinação pela experimentação científica, Bacon ataca frontalmente as escolas tradicionais de pensamento, como a Aristotélica. Essencialmente realista e pragmático, ele é considerado o precursor das ciências aplicadas a fim de retirar delas algum proveito da natureza. Utilizando-se de termos violentos e preconceituosos, Capra (2004, p. 42), discorre que Bacon descrevia esta relação do cientista com a natureza como a relação de um inquisidor com as bruxas em sua época ou como os homens deveriam então tratar as mulheres, sendo ela "obrigada a servir", "reduzida à obediência", "extrair sob tortura, todos os seus segredos". Mayr (1998), entretanto, não deixa de lembrar o grande mérito de Bacon em questionar a autoridade e pensamento medieval que considerava o conhecimento humano completo.

Porém, este pensamento medieval limitado era o mesmo que via a Terra como mãe nutriente, cultivando uma tradição mítica antiga na Europa. Segundo Capra (2004) a visão da Terra como um ser vivo, espiritual, continuou a florescer ao longo de toda a Idade Média e a Renascença, até que toda a perspectiva medieval foi substituída pela metáfora cartesiana do mundo como uma máquina, promovida principalmente por Descartes e Newton.

René Descartes (1596-1650), considerado por muitos o fundador da filosofia moderna, foi também um matemático brilhante, sendo sua filosofia essencialmente influenciada por esta ciência, chegando mesmo ao ponto de afirmar que as leis da matemática foram ditadas por Deus, da mesma forma como um rei baixa leis para o seu reino. Assim acreditava ser a matemática a chave para compreensão do universo. “Toda filosofia é como uma árvore”, escreveu Descartes. “As raízes são como a metafísica, o tronco é a física e os ramos são todas as outras ciências.” (CAPRA, 2004, p. 28). Foi ele criador do método analítico, segundo o qual qualquer sistema complexo podia ser analisado a partir das propriedades de seus componentes e estas poderiam ser dispostas em uma ordem lógica. É inegável a contribuição deste pensamento lógico para as ciências em geral, como atesta Capra:

Foi o método de Descartes que tornou possível à NASA levar o homem à Lua. Por outro lado, a excessiva ênfase dada ao método cartesiano levou à fragmentação característica do nosso pensamento em geral e das nossas disciplinas acadêmicas, e levou à atitude generalizada de reducionismo na ciência — a crença em que todos os aspectos dos fenômenos complexos podem ser compreendidos se reduzidos às suas partes constituintes. (Capra, 2006, p. 55).

Para Descartes, mente e matéria são dois conceitos independentes e separados e a essência da natureza humana reside no pensamento. Tal divisão, entre matéria e mente teve um efeito profundo sobre o pensamento ocidental. Deve-se a ela a maneira como conhecemos a nós mesmos, como egos isolados “dentro” de nossos corpos. No mundo cartesiano o universo material era uma máquina, explicado em função da organização e do movimento de suas partes. Toda a natureza poderia assim ser explicada de acordo com as leis mecânicas e este foi, e é ainda considerado, o paradigma dominante da ciência posterior a Descartes. Dava-se assim, conforme Capra (2004), a “sanção científica” para a manipulação e exploração da natureza presentes ainda hoje em nossa cultura. A visão de mundo orgânica da Idade Média, que via a Terra como mãe, como organismo vivo e por isso digna de respeito e sensível a violação foi substituída pela visão da natureza como máquina, da qual se podia extrair toda a produção necessária aos interesses humanos.

Enquanto Kepler extraía as leis empíricas do movimento planetário e Galileu realizava experimentos engenhosos a fim de descobrir as leis da queda dos corpos, Isaac Newton (1643-1727) conseguia fabulosamente combinar essas duas descobertas formulando as leis gerais do movimento que governam todos os objetos no sistema solar, sob a influência da força da gravidade. “O universo newtoniano era, de fato, um gigantesco sistema mecânico que funcionava de acordo com leis matemáticas exatas”. (Capra, 2006, p. 59). Assim, como salienta Jacob (1983), com Newton há um abandono do universo geométrico, e com ele o cálculo perde sua significação puramente matemática, mas permite então explorar os resultados da observação e medida para deduzir as leis da natureza. Desta forma:

Se a física desempenha um papel decisivo nos séculos XVII e XVIII, não é somente pela transformação que traz ao universo. Nem pelas funções novas que confere à observação, à experiência e ao raciocínio. É também porque, entre as ciências da natureza, é a única que pode se exprimir na linguagem das matemáticas. A física substitui a palavra da revelação pela palavra da lógica. No lugar da escuridão, da ambiguidade, da exegese sem fim dos textos sagrados, ela instala a clareza, o unívoco, a coerência do cálculo. De Galileu a Newton, a física justifica os esforços do pensamento para estabelecer uma ordem no mundo. (Jacob, 1983, p. 38).

Capra (2004) ressalta que a imagem do mundo como uma máquina perfeita, que tinha sido introduzida por Descartes, podia ser então considerada um fato comprovado, tornando-se Newton seu símbolo máximo. E Jacob (1983, p. 39) salienta que tal comparação não era considerada uma metáfora, ou simples analogia. “Astros, pedras ou seres, todos os corpos estão

submetidos às mesmas leis do movimento. O mecanicismo é tão natural e necessário na Idade clássica quanto o será de uma certa forma o vitalismo no início da biologia”. Mesmo o corpo humano, era indistinguível de um animal-máquina, tendo Descartes explicado em detalhes como os movimentos e várias funções biológicas humanas podiam ser comparadas as operações mecânicas. Assim Willian Harvey (1578-1657) descrevia a circulação do sangue pelo corpo humano:

As fibras, diz Harvey, “amarram o coração como os cordames de um navio”; as válvulas tricúspides velam na entrada dos ventrículos “como guardiães diante das portas” [...]. Diz-se frequentemente que, fazendo analogia do coração com uma bomba e da circulação com um sistema hidráulico, Harvey contribuiu para a instalação do mecanismo do mundo vivo. Mas, ao se dizer isto, inverte-se a ordem dos fatores. Na realidade, é porque o coração funciona como uma bomba que se torna acessível ao estudo. É porque a circulação é analisada em termos de volume, de fluxo, de rapidez, que Harvey pode fazer com o sangue experiências semelhantes às que Galileu faz com as pedras.[...] No século VII, a teoria dos animais-máquinas é portanto imposta pela própria natureza do conhecimento. (Jacob, 1983, p. 41)

O êxito alcançado por Harvey em suas comparações fez com que outros fisiologistas tentassem aplicar o mesmo modelo mecanicista para descrever outros processos como digestão e respiração, mas em vão, tendo em vista que tais processos envolviam conhecimentos químicos desconhecidos na época. A situação passou a se alterar no século XVIII quando Antoine Lavoisier (1743-1794), considerado o “pai da química moderna”, conseguiu demonstrar que a respiração era uma forma especial de oxidação, dando relevância aos fenômenos químicos para explicar o funcionamento dos seres vivos. Capra (2004, p. 35) discorre que “a luz da nova ciência da química, os modelos mecânicos simplistas de organismos vivos foram, em grande medida, abandonados, mas a essência da ideia cartesiana sobreviveu”. Os animais continuaram a ser considerados máquinas, embora mais complicados do que os mecanismos de relojoaria mecânicos, envolvendo agora complexos processos químicos. Os processos biológicos podiam agora ser reduzidos aos da física e da química. Pouco a pouco vão se formando agrupamentos de compostos químicos, como ácidos e bases. Pode-se agora classificar as substâncias, como então já fazia o contemporâneo de Lavoisier, Lineu (1707-1778) em seu trabalho com as plantas e animais, tratando de reconhecer o caráter principal de uma substância e de nomeá-las em função desta característica.

Apesar de tamanha influência do paradigma cartesiano mecanicista nas ciências, durante tantos séculos, Mayr (1998) relembra que desde o princípio se ouviram vozes contrárias, como do filósofo francês Pierre Bayle (1647-1706) ao afirmar que a certeza histórica não era inferior, mas simplesmente diferente da certeza matemática. Também da então história natural, movida principalmente por Buffon (1707-1788) que afirmava enfaticamente que alguns temas eram excessivamente complicados para um uso aproveitável da matemática, colocando entre eles

todas as partes da história natural. Sua principal obra *Histoire naturelle* influenciou decisivamente o filósofo alemão Herder (1744-1803) e por intermédio dele os românticos e a *Filosofia da Natureza*. A visão romântica da natureza, segundo Capra (2004) como "um grande todo harmonioso", na expressão de Goethe, levou alguns cientistas daquele período a estender sua busca de totalidade a todo o planeta, e a perceber a Terra como um todo integrado, como um ser vivo. O próprio filósofo alemão Immanuel Kant (1724-1804) abandonou a sua subserviência à matemática, argumentando que os organismos, ao contrário das máquinas, são totalidades autorreprodutoras e auto-organizadoras. Foi o primeiro a utilizar o termo 'auto-organização', em uma concepção semelhante a contemporânea.

Já no final do século XVIII e princípio do XIX, a influência do movimento romântico era tão forte que a preocupação básica dos biólogos passou a ser o da forma biológica, deixando para segundo plano as questões da composição material dos seres vivos. Especialmente nas grandes escolas francesas de anatomia comparativa, ou morfologia, das quais Georges Cuvier (1769-1832) foi pioneiro, criando um sistema de classificação biológica ancorado nas semelhanças de relações estruturais.

No final do século XIX, a mecânica newtoniana já havia perdido o seu papel de teoria fundamental para explicar os fenômenos naturais e mesmos muitos fenômenos físicos. Primeiramente com os conceitos de eletrodinâmica de Maxwell, que culminaram na descoberta de que a luz era, de fato, um campo eletromagnético rapidamente alternante, que viaja através do espaço em forma de ondas e posteriormente com a ideia da evolução.

A noção de evolução surgiu na geologia, avançando para teoria do sistema solar por Kant e Pierre Laplace, para filosofia política de Hegel e Engels, entre outros. Essas ideias constituíram, segundo Capra (2006, p. 66) "o background intelectual para a formulação mais precisa e de mais longo alcance do pensamento evolucionista: a teoria da evolução das espécies, em biologia". Lamarck (1744-1829) foi o primeiro a propor uma teoria coerente da evolução, ao indicar que todos os seres vivos, sob a influência do meio ambiente em que estavam inseridos, teriam evoluído a partir de formas mais simples e primitivas de organização. Embora os detalhes descritos desta forma de evolução estivessem equivocados, foi um passo decisivo que chegaria a culminar muitas décadas depois nas provas mais consistentes a favor da evolução apresentadas e elaboradas por Charles Darwin (1809-1882) em sua obra "Origem das Espécies".

Apesar dos avanços obtidos no período, na segunda metade do século XIX, o pêndulo volta a oscilar de volta para o mecanicismo no estudo da biologia, com o aperfeiçoamento das técnicas de microscopia. A crença no fato de que todos os aspectos dos organismos vivos

podiam ser entendidos se reduzidos aos seus menores constituintes e estudando os mecanismos pelos quais eles interagem passava agora a ser sustentada pelas descobertas da estrutura molecular das células, das empolgantes descobertas em embriologia, microbiologia, da descoberta das leis da hereditariedade que culminaram na elaborada construção da engenharia genética.

Não demorou muito, porém, para que o avanço nestes próprios conhecimentos revelasse as limitações do modelo reducionista. Como explicar, por exemplo, através do método clássico, a especialização das células em diferentes órgãos, sendo que a informação genética é idêntica em cada célula? Para responder questões como estas, surgiram no campo biológico duas linhas de pensamento, em oposição ao pensamento mecanicista: o vitalismo e organicismo. Concordamos com Capra (2004) que um entendimento mais claro das ideias vitalistas é útil, tendo em vista que ela mantém um contraste nítido com a concepção sistêmica que iria emergir da biologia organísmica do século XX, portando, esclareceremos melhor estas duas concepções.

1.1.1 – Vitalismo x Organicismo

Ambas as escolas não eram totalmente contrárias à explicação do funcionamento dos organismos vivos por intermédio das leis da física e da química, mas entendiam que estas eram insuficientes para sua plena compreensão. O comportamento de um organismo vivo como um todo integrado não poderia ser entendido somente a partir do estudo de suas partes, e o todo seria mais que a soma de suas partes, sendo que vitalistas e organicistas diferiam justamente na forma como viam o “mais” presente na soma dessas partes. Os vitalistas acrescentavam às leis físicas e químicas alguma entidade “não-física”, que planejaría ou dirigiria os processos organizadores da vida. Esta visão, segundo Capra (2004) é a mesma proposta por Descartes, ao dividir a mente e o corpo, portanto, os vitalistas não foram muito além do paradigma cartesiano. Mayr (1998), por sua vez, salienta que estas ideias surgiram com alguns biólogos, ao tentarem fazer analogia com muitos dos seguidores de Newton, que postulavam uma força gravitacional invisível, mas puramente materialista, passando a propor igualmente uma força materialista invisível para o desenvolvimento dos seres vivos. Depois de Newton, Hull (1975, p. 176) discorre que a substância vital passou a ser mais caracterizada como um fluido, por analogia aos fluídos calóricos, flogísticos e outros populares na época: “Assim como o calor era considerado um fluido que corria de corpos quentes para corpos frios, também a vida foi considerada um fluido vital que se transmitia na reprodução e se extinguia com a morte.” Ainda de acordo com Hull, se fosse aceita esta ideia de vida como fluido vital, isto abarcaria duas consequências: os seres vivos não podiam ter surgido de substâncias inanimadas e a vida não

poderia ser criada pelo homem em laboratório, já que para tanto, seria necessário acrescentar na experiência algum fluído vital. Sabemos que no decorrer dos estudos sobre evolução e origem da vida estas ideias não puderam ser sustentadas. Como corrobora Mayr (1998) todos aqueles fenômenos que de acordo com os vitalistas demandavam uma explicação vitalista puderam ser explicados, com o passar do tempo, em termos físicos e principalmente químicos. Desta forma, pelos anos 1920 a 1930, os biólogos praticamente já rejeitavam universalmente o vitalismo.

Jacob (1983, p. 99), por sua vez, não deixa de resguardar a importância do vitalismo na época, visto que segundo ele, “o recurso a um princípio vital decorre da própria atitude da biologia, da necessidade de separar os seres das coisas e de fundar esta separação não na matéria, cuja unidade é reconhecida, mas nas forças”, assim que “o vitalismo é tão essencial nos primórdios da biologia quanto era o mecanicismo na Idade clássica”.

O abandono do vitalismo foi possível, segundo Mayr (1998, p. 70-71) pela rejeição simultânea do conceito de que os animais nada mais eram do que máquinas. “Como Kant, nos seus últimos anos, muitos biólogos deram-se conta que os organismos vivos são diferentes da matéria inanimada, e que essa diferença devia ser explicada não postulando uma força vital, mas, antes, modificando drasticamente a teoria mecanicista”. Ao negar tal teoria, porém, os então chamados biólogos organistas, começam por admitir que não havia conflito entre os processos e funções dos organismos com as leis da física ou da química, sendo estes biólogos “materialistas”, no sentido que não reconheciam forças sobrenaturais, ou imateriais, mas apenas forças físico-químicas. O que não podiam aceitar é a ideia ingênua do século XVII que reduz os seres vivos a máquinas.

Os biólogos organicistas vão acentuar o fato de que os organismos são dotados de muitas características que não estão presentes nos objetos inanimados. Afirmavam que este ingrediente adicional necessário aos componentes vivos é o entendimento da “organização” ou das “relações organizadoras” entre eles. Já no final do século XVIII e início do XIX, o grande anatomista francês Jorge Cuvier (1769-1832) ponderava a propósito das tendências reducionistas em biologia:

Estas (a química e a física experimental) podem reduzir a uma simplicidade quase infinita os problemas que se propõem; elas podem isolar as substâncias das quais querem reconhecer as relações e a natureza, e combiná-las ou aproximá-las sucessivamente uma das outras. O mesmo, porém, não ocorre com a fisiologia. Todas as partes de um corpo vivo são ligadas; elas não podem agir a não ser em conjunto: querer separar uma delas da totalidade é colocá-la na ordem das substâncias mortas; é alterar inteiramente a essência. As máquinas que constituem objeto de nossas pesquisas não podem ser desmontadas sem ser destruídas; nós não podemos conhecer o que resultaria da ausência de uma ou mais de suas engrenagens e, por consequência,

não podemos saber qual é a parte que cada uma dessas engrenagens desempenha no efeito total.” (CUVIER, 1835 apud BRANCO, 1989, p.43).

A partir de então, segundo Jacob (1983), os organismos passam a ser considerados não mais região por região, mas em seu conjunto, sendo as variações das estruturas entre diferentes espécies comparadas somente para revelar a permanência de suas funções. Das ligações entre as funções se deduz a “lei da coexistência”, que irá determinar as relações entre órgãos. Com esta lei, altera-se inteiramente a forma de estudar um ser. Não se trata mais, para Cuvier, de determinar os elementos de um organismo para compará-los aos de outro e deduzir suas variações. As estruturas se superpõem em profundidade, ordenam-se segundo uma regra secreta que é preciso tentar descobrir através das analogias. Um ser vivo se constitui um conjunto “único e fechado” e todas as suas partes, por ação recíproca, se correspondem e cooperam para o mesmo fim. Por um lado, há também o mundo em que vive o organismo, que passa a ser considerado e que irá determinar o que Cuvier denomina de “condições de existência”.

No século XIX a análise da organização dos seres vivos passa a avançar para o nível da micro-organização. Para o olho armado do microscópio, todo ser vivo acaba por ser decomposto em uma coleção de unidades justapostas. A célula, segundo Jacob (1983, p. 124), não constitui mais somente a última etapa da análise dos seres vivos: “ela torna-se ao mesmo tempo a unidade do ser vivo, isto é, a individualidade que detém todas as propriedades, e o ponto de partida de todo o organismo.” Porém, se a célula já apresenta um grau elevado de complexidade, a estrutura dos seres vivos passa a ser entendida a partir de um mesmo princípio, tanto no mundo vivo, como no mundo inanimado. “Com a célula, a biologia encontrou o seu átomo” (ibid., p. 127). Órgãos e sistemas deixam de existir por si mesmos, mas sim graças às células que formam os edifícios e realizam as funções: “quando um animal respira, são os glóbulos vermelhos do sangue e as células do pulmão que trabalham; quando segrega algo, as células das glândulas.” (ibid., p. 189).

Para Capra (2004) a compreensão da estrutura e funcionamento das células envolve um problema característico de toda a biologia moderna:

A organização de uma célula tem sido frequentemente comparada à de uma fábrica, onde diferentes peças são manufaturadas em diferentes locais, armazenadas em instalações intermediárias e transportadas para linhas de montagem, a fim de serem combinadas com produtos acabados, que são consumidos pela própria célula ou exportados para outras células. A biologia celular realizou enormes progressos no sentido da compreensão das estruturas e funções de muitas das subunidades da célula, mas continuou ignorante acerca das atividades coordenadoras que integram essas operações no funcionamento da célula como um todo. (Capra, 2006, p.103)

No fim do século XIX e no começo do século XX, delimita-se uma série de novos objetos de estudo. Em torno de cada um deles, segundo Jacob (1983) vai se organizando um

domínio específico da biologia, sendo assim, esta se fragmenta progressivamente. Duas delas em especial, a bioquímica e genética, remodelam totalmente a representação que se faz dos organismos, de seu funcionamento e de sua evolução.

Em primeiro lugar, porque introduzem o rigor dos métodos quantitativos no estudo dos seres vivos, até então praticamente desconhecidos. Pois agora não bastava mais constatar um fenômeno existente, mas sim avaliar parâmetros, medir as velocidades de reações, determinar uma constante de equilíbrio ou uma taxa de mutação. Em segundo lugar, porque deslocam o centro de atividade nos seres animados que não mais se ordenam em profundidade unicamente através da articulação de órgãos e suas funções, mas dispersam-se na espessura de cada célula.

Entretanto, foi justamente graças a estes novos conhecimentos e outros advindos da análise molecular que a biologia pode demonstrar que atrás da palavra vida não se esconde nenhuma entidade metafísica como defendiam os primeiros vitalistas. Fica esclarecido que a capacidade de reunir, de produzir estruturas de complexidade crescente e de se reproduzir pertence aos elementos que compõem a matéria. Todavia, em cada nível de organização, aparecem novidades, tanto de propriedades quanto de lógica. Por isso mesmo, Jacob (1983, p. 306) esclarece que “sem deixar de obedecer aos princípios que regem os sistemas inertes, os sistemas vivos tornam-se objeto de fenômenos que não tem sentido no nível inferior. A biologia não pode nem se reduzir a física nem dispensá-la”.

1.1.2 – Emergência de um novo paradigma

Deve-se a um bioquímico, Lawrence Henderson (1878-1942) o uso pioneiro do termo “sistema” tanto para o estudo dos organismos vivos como dos sistemas sociais. Dessa época em diante, como discorre Capra (2004) um sistema passou a significar um todo integrado cujas propriedades essenciais surgem das relações entre suas partes, e “pensamento sistêmico”, a compreensão de um fenômeno dentro do contexto de um todo maior.

Segundo o autor, aquilo que os primeiros pensadores sistêmicos já reconheciam com muita clareza é a existência de níveis diferentes de complexidade com diferentes tipos de leis operando em cada nível. De fato, a concepção de “complexidade organizada” tornou-se o próprio assunto da abordagem sistêmica. “Em cada nível de complexidade, os fenômenos observados exibem propriedades que não existem no nível inferior”. (idem, p. 40). Ele cita como exemplo a concepção de temperatura, que é central na termodinâmica, mas não tem significado no nível dos átomos individuais, onde operam as leis da teoria quântica. De maneira semelhante, o sabor do açúcar não está presente nos átomos de carbono, de hidrogênio e de oxigênio, que constituem os seus componentes. No começo da década de 20, o filósofo Charlie D. Broad (1887-1971) cunhou o termo “propriedades emergentes” para as propriedades que

emergem num certo nível de complexidade, mas não existem em níveis inferiores. O aspecto processual do pensamento sistêmico foi enfatizado pela primeira vez ao final da década de 30, pelo biólogo austríaco Ludwig von Bertalanffy e posteriormente explorado na cibernética durante a década de 40.

Embora nos atemos nos aspectos biológicos da abordagem sistêmica, a compreensão de que os sistemas são totalidades integradas que não podem ser entendidas pela análise provocou, de acordo com Capra (2004), um choque ainda maior na física do que na biologia. De fato, segundo o autor, os biólogos provavelmente teriam achado muito mais complicado superar o mecanicismo cartesiano se este não tivesse suas raízes abaladas justamente na física, que foi o grande triunfo do paradigma cartesiano durante três séculos.

Vasconcellos (2002, p. 107), resume três “problemas” trazidos pela física que nos ajudam a reconhecer que a complexidade não é propriedade específica dos fenômenos biológicos ou sociais, mas tornando-se, segundo a autora, um pressuposto epistemológico transdisciplinar. O primeiro deles é o “problema lógico, quando a lógica clássica se mostrou insuficiente para lidar com contradições insuperáveis, por ela detectadas”. Na década de 20, a teoria quântica forçou os físicos a aceitar que a partícula subatômica poderia ser entendida tanto como corpúsculo tanto como onda. O que se esperaria neste impasse é que os físicos procurassem verificar qual das duas concepções deveria ser aceita. Não foi o que aconteceu quando Niels Bohr (1885-1962) afirmou que partícula e onda eram duas descrições complementares da mesma realidade, sendo cada uma delas só parcialmente correta e com uma gama limitada de aplicação. Após Werner Heisenberg ter formulado seu “princípio da incerteza”, Bohr, em 1927 propôs o seu “princípio da complementariedade” que salientava a dualidade posição/*momentum* apontada por Heisenberg. Einstein (1879-1955), a princípio relutante, também admitiu posteriormente que a teoria quântica, tal como Bohr e Heisenberg a interpretaram, formava um sistema coerente de pensamento.

O segundo problema é o da “desordem” ou da tendência a desordem que segundo Vasconcellos (ibid., p. 108) veio introduzir uma nova forma de pensar, que incluí a indeterminação e imprevisibilidade dos fenômenos. Os estudos em termodinâmica trouxeram a desordem e a física reconheceu, a partir de Boltzmann (1844-1906), que o calor corresponde à agitação desordenada das moléculas. Prigogine diria posteriormente que Boltzmann foi o primeiro a perceber que a entropia corresponde a uma medida de desordem molecular.

O terceiro problema seria o “problema da objetividade” também trazido por Heisenberg em seu “princípio da incerteza” Ao se lançar luz sobre um elétron, a fim de tentar “enxergá-lo”, isso inevitavelmente o colocava fora de curso, afetando sua velocidade ou sua posição. “Ou

seja, o cientista se torna uma intervenção perturbadora sobre aquilo que quer conhecer. Isso também vem requerer uma nova forma de pensar, que reintegre o observador na sua observação” (ibid., p. 109).

Capra (2004) ressalta que durante a década de 20, os físicos quânticos lutaram com a mesma mudança conceitual das partes para o todo que posteriormente daria origem à escola da biologia organísmica.

1.1.3 – Pressupostos da concepção sistêmica no estudo dos seres vivos

Bertalanffy é o responsável pelo conceito organísmico dos seres vivos, entretanto, em 1950 ele foi mais além, publicando em uma revista inglesa um trabalho intitulado “Esboço de uma teoria geral dos sistemas”. A ideia de “sistema” e “pensamento sistêmico” como já mencionamos, já haviam sido utilizadas antes, mas deve-se a Bertalanffy a concepção de um sistema aberto e a formulação de uma teoria geral dos sistemas em sintonia com a linguagem científica.

De acordo com o pensamento sistêmico, as propriedades essenciais de um organismo, ou sistema vivo, são propriedades do todo, que nenhuma das partes possui. Um sistema não é uma soma de elementos como faria supor o raciocínio cartesiano, ao contrário, o sistema é um todo não redutível a suas partes. O todo é mais que uma forma global: ele implica o aparecimento de qualidades emergentes as quais não existiam nas partes. (BRANCO, 1989)

A concepção sistêmica vê o mundo em termos de relações e integração. Todo e qualquer organismo é uma totalidade integrada e, portanto, um sistema vivo. Quando um destes sistemas depende de um outro para seu funcionamento ele deixa de ser um sistema para ser apenas um elemento. Tal entendimento do organismo como um sistema, implica entendê-lo como uma organização e não apenas como associações de partes. O pensamento sistêmico, de acordo com Capra (2004, p. 41) “é ‘contextual’, o que é o oposto do pensamento analítico. A análise significa isolar alguma coisa a fim de entendê-la; o pensamento sistêmico significa colocá-la no contexto de um todo mais amplo”.

Mayr (2005, p. 51), por sua vez, faz uma distinção entre o processo de redução e análise, ao enfatizar que a rejeição à filosofia do reducionismo para os processos biológicos não exclui a análise, sendo que para ele nenhum sistema complexo pode ser entendido a não ser por uma análise cuidadosa. “Contudo, as interações dos componentes devem ser consideradas, tanto quanto as propriedades dos componentes isolados”. Os reducionistas têm justamente negligenciado este aspecto da organização e suas propriedades emergentes. Mesmo em relação ao reducionismo, Mayr (1998, p. 79) faz distinções importantes entre os três tipos de reducionismo. Segundo o autor, o reducionismo pode ser:

Reduccionismo constitutivo: Aquele que afirma que a matéria do mundo inorgânico é a mesma do mundo orgânico, portanto, em nível de átomos e moléculas não existe conflito entre os fenômenos físicos e químicos. Mayr afirma que nos últimos duzentos anos, exceto os biólogos vitalistas aceitam o reduccionismo constitutivo, sendo que a diferença entre matéria orgânica e inorgânica não está na substância que as forma, mas sim na organização própria dos sistemas biológicos.

Reduccionismo explicativo: Defende que o todo só é compreensível quando plenamente dissecado em todos os seus componentes, até o menor nível de integração. Nos fenômenos biológicos, isto significa reduzir o ser vivo ao seu nível molecular. Sem negar a importância dos estudos moleculares no desenvolvimento da biologia, Mayr (ibid., p. 80) afirma que há severas limitações em tal redução: “uma delas é que os processos, no seu nível hierárquico mais elevado, são muitas vezes largamente independentes dos níveis mais baixos.” O funcionamento de uma articulação, por exemplo, pode ser explicado sem o conhecimento da composição química da cartilagem, assim como nas modernas cirurgias um plástico pode substituir esta estrutura.

Reduccionismo teórico: Defende que as teorias e leis formuladas em um campo da ciência considerado “hierarquicamente” superior podem ser utilizadas para estudo em outros ramos da ciência. O exemplo clássico é aquele observado até o momento, ao se conceber que o estudo dos seres vivos pode ser reduzido aos estudos físicos, e acreditar que termos ou leis biológicas podem ser definidos em termos ou leis da física. Segundo Mayr (ibid., p. 82) o reduccionismo teórico trata-se de uma falácia por confundir “processos e conceitos”. Exemplificando que a divisão celular, desenvolvimento embrionário, formas de predatismo, são também processos físicos e químicos, mas só biologicamente são conceitos, não podendo ser reduzidos as concepções físico-químicas.

Concluindo sua discussão sobre reduccionismo, Mayr (ibid., p.83) afirma que a análise de sistemas é um método válido, mas que as tentativas de “redução” de conceitos puramente biológicos as leis das ciências físicas raramente, ou nunca, tem conduzido a qualquer avanço na compreensão dos sistemas vivos.

Um outro critério-chave do pensamento sistêmico aplicado no estudo dos seres vivos, segundo Capra (2008) é sua capacidade de deslocar a própria atenção de um lado para o outro entre diferentes níveis sistêmicos, aplicando os mesmos conceitos, embora em níveis diferentes de complexidade.

Seus componentes estão, ainda, inter-relacionados, de maneira que o fluxo de energia é garantido. Comparando ao funcionamento de máquinas, estas são construídas utilizando um

número definido de peças rigorosamente encaixadas; os organismos vivos por sua vez, mostram um elevado grau de flexibilidade que permitem a eles adaptarem-se a novas circunstâncias. O defeito de uma máquina pode ser localizado através do defeito de um único de seus componentes. Em contrapartida o funcionamento dos organismos vivos é guiado por modelos cíclicos de fluxo de informação, conhecido por laços de realimentação (feedback). Por exemplo, o componente A de um sistema afeta o componente B, B afeta C e C pode “realimentar” A e fechar o circuito, de forma que qualquer problema num sistema orgânico será normalmente causado por vários fatores, tornando, portanto irrelevante saber a causa inicial do problema. Assim, podemos mostrar o equívoco em se acreditar que as características físicas ou mentais de um organismo são “controladas” exclusivamente por sua constituição genética. Os genes são, segundo a perspectiva sistêmica, partes integrantes de um organismo ordenado e, portanto, adaptam-se à sua organização sistêmica. Recusando-se a determinação unívoca do fenótipo pelo genótipo, a informação genética passa então a ser concebida, conforme sugestão de T. Dobzhansky (1973), como “norma de reação” que estabelece linhas causais e limites para o processo ontogenético, sem determiná-lo por completo. (DEBRUN et al., 1996).

Um organismo vivo, também sob a ótica sistêmica, é um sistema auto-organizador, ou seja, sua ordem em estrutura e função não é imposta pelo meio-ambiente, mas estabelecida pelo próprio sistema. O que não significa que os sistemas vivos estejam isolados do meio ambiente, mas pelo contrário, interagem continuamente com ele, mas esta interação não determina sua organização. Para manterem esse modelo auto-organizativo, os sistemas vivos necessitam permanecer num estado muito diferente daqueles dos sistemas não-vivos. Enquanto um sistema mecânico permanece isolado e exigindo energia para funcionar, está em acordo com a Segunda Lei da Termodinâmica, funcionando da ordem para desordem, até atingir um estado de equilíbrio em que todos os processos, tais como movimento e troca de calor cessarão. Os sistemas vivos funcionam de um modo muito diferente. São sistemas abertos, o que significa que devem manter uma contínua troca de energia e matéria com seu meio-ambiente para permanecerem vivos. Assim sendo, o sistema permanece num estado de não-equilíbrio constante, sendo que, ao mesmo tempo, esses sistemas auto-organizadores possuem um alto grau de estabilidade. Esta “estabilidade”, entretanto, não deve ser confundida com “equilíbrio”, pois a estabilidade dos sistemas vivos é altamente dinâmica, consistindo em manter a mesma estrutura apesar das mudanças e substituições contínuas em seus componentes.

A primeira descrição mais detalhada dos sistemas auto-organizadores foi dada pelo russo, químico e físico, Ilya Prigogine, prêmio Nobel em 1977, através de sua teoria das “estruturas dissipativas”. De acordo com a teoria de Prigogine, esses sistemas mantêm e

desenvolvem uma estrutura mediante a decomposição de outras estruturas no processo de metabolismo, criando assim entropia que posteriormente é dissipada na forma de produtos residuais degradados. Embora na termodinâmica clássica a irreversibilidade também se constitua como uma característica importante, esta se associa sempre a perdas de energia e desperdício. Segundo Capra (2004) Prigogine introduziu uma mudança fundamental em sua teoria das estruturas dissipativas ao mostrar que em sistemas vivos, que operam afastados do equilíbrio, os processos irreversíveis desempenham um papel construtivo e indispensável.

Além de Prigogine, muitos outros cientistas desenvolveram vários modelos de sistemas auto-organizadores, como Heinz Von Foerster, nos Estados Unidos, que durante duas décadas manteve um grupo de pesquisas interdisciplinares dedicado ao estudo de sistemas auto-organizadores; Herman Haken, na Alemanha, com sua teoria não-linear do laser; Manfred Eigen com estudos sobre auto-organização molecular para descrever processos evolutivos pré-biológicos; Humberto Maturana e F. Varela no Chile, em seus estudos de neurociência, descrevendo o padrão da vida como uma rede autopoietica; por fim o químico James Lovelock e a microbióloga Lynn Margulis também desenvolveram o modelo mais surpreendente de sistema auto-organizador na década de 70 ao sugerir que o próprio planeta Terra como um todo é um sistema auto-organizador, a chamada hipótese de Gaia, do nome da deusa grega da Terra.

O paradigma sistêmico, por fim, mexe como uma das teorias mais importantes no estudo da Biologia, que é a teoria da Evolução. O modelo sistêmico vê o processo de seleção natural e de mutações aleatórias apenas como uma parte do fenômeno da evolução. O estudo detalhado do ecossistema nas últimas décadas tem mostrado que a maioria das relações entre organismos vivos é essencialmente cooperativa, caracterizada pela coexistência e interdependência em vários graus. Embora haja competição, esta ocorre usualmente num contexto mais amplo de cooperação, de modo que o sistema maior é mantido em equilíbrio. Esse pensamento está em profundo contraste com o ponto de vista dos darwinistas sociais, que viam a vida exclusivamente em termos de competição, luta e destruição. A concepção que eles tinham da natureza ajudou a criar uma filosofia que legitima a exploração e o impacto desastroso de nossa tecnologia sobre o meio ambiente natural.

Segundo Capra (2008) na ciência clássica, a natureza era vista como um sistema mecânico composto de elementos básicos e foi de acordo com essa visão que Darwin propôs uma teoria da evolução em que a unidade de sobrevivência era a espécie, a subespécie ou algum outro componente básico da estrutura do mundo biológico. Entretanto:

Um século mais tarde, ficou bem claro que a unidade de sobrevivência não é qualquer uma dessas entidades. O que sobrevive é o organismo-em-seu-meio-ambiente. Desta forma, um organismo que pense unicamente em termos de sua própria sobrevivência

destruirá invariavelmente seu meio ambiente e, como estamos aprendendo por amarga experiência, acabará por destruir a si mesmo. Do ponto de vista sistêmico, a unidade de sobrevivência não é absolutamente uma entidade, mas um modelo de organização adotado por um organismo em suas interações com o meio ambiente. (CAPRA, 2008, p. 282).

Pelo exposto até o momento, concordamos por fim com Mayr (2008), ao afirmar que é necessária uma nova filosofia no estudo dos seres vivos, embora o autor não deixe de salientar que essa nova biologia é mais um manifesto que deve ser completado do que um sistema conceitual maduro. Segundo o autor:

[...] de qualquer maneira, existe um desenvolvimento muito encorajador. Todos os escritores mais sagazes que escreveram sobre o assunto rejeitam os pontos de vista extremos do passado: nenhum deles aceita o vitalismo, sob qualquer forma que for. Nenhum deles também endossa qualquer espécie de reducionismo, atomista ou explicativo. Bem balizadas as delimitações de uma nova filosofia da biologia, há toda a esperança de uma verdadeira síntese, num futuro não muito distante[...] Em outras palavras, o que é preciso é uma filosofia da biologia não comprometida, que permaneça igualmente distante do vitalismo e outras ideologias não-científicas, e do reducionismo fiscalista, que é incapaz de fazer justiça aos fenômenos e sistemas especificamente biológicos. (MAYR, 2008, p. 94-97).

E assim como vimos que o reducionismo fiscalista se mostrou insuficiente para explicar os fenômenos biológicos e mesmos os físicos, tem também revelado sua fragilidade na compreensão de tantos outros fenômenos em várias áreas do conhecimento. O que não pensar então de sua influência na instituição responsável por agregar e transmitir todos estes conhecimentos, a escola? A educação, segundo Petraglia (1995) é complexa por essência, influi e é influenciada pelas partes e aspectos que a definem e constitui. Dessa forma é urgente repensá-la a partir de uma visão totalizadora conforme os pressupostos da abordagem sistêmica descritos aqui. Mas uma vez que a teoria da complexidade ainda é uma novidade dentro da academia, pesquisas a este respeito tornam-se importantes e é neste sentido que procuramos colaborar.

1.1.4 - Os dois paradigmas e suas influências no contexto escolar/Justificativa

O mais difícil para quem almeja pesquisar sob o enfoque da Complexidade, segundo Moraes e De La Torre (2006, p.1) é a ruptura do paradigma e a mudança de referenciais já consolidados, uma vez que “são os paradigmas, utilizados ou não de maneira consciente, que dirigem nossa práxis cognitiva e regem o lógico e o metodológico a partir de nossa construção teórica”.

Como a autora, acreditamos na existência de um diálogo intrínseco entre o modelo da ciência, as teorias de aprendizagem utilizadas e as atividades pedagógicas desenvolvidas sendo que, ao mesmo tempo que a educação sofre influência do paradigma da ciência então predominante, este também o determina. Assim que ao adquirir a hegemonia no pensamento

ocidental desde meados do século XIX, o modelo cartesiano de ciência consequentemente influenciou e continua a influenciar fortemente a educação escolar.

Uma vez que segundo este modelo os fenômenos complexos necessitam ser reduzidos para serem plenamente compreendidos, a seu exemplo, a escola se fragmentou progressivamente em busca da especialização. Dividindo, primeiramente, os saberes em áreas e, dentro delas, priorizando alguns conteúdos estanques.

Segundo filósofo e sociólogo francês Edgar Morin (1996) na escola vamos aprendendo a pensar de modo separado:

Aprendemos a separar as matérias: a História, a Geografia a Física, etc. Muito bem! Mas se olharmos melhor vemos que a química, num nível experimental, está no campo da microfísica. E sabemos que a história sempre ocorre em um território, numa geografia. E também sabemos que a geografia é toda uma história cósmica através da paisagem, através das planícies... Fica bem distinguir estas matérias, mas não é necessário estabelecer separações absolutas. (MORIN, 1996, p. 275)

Morin (2002), alerta que a inteligência que só sabe separar, fragmenta o complexo do mundo em pedaços separados, fraciona os problemas, unidimensionaliza o multidimensional, atrofia as possibilidades de compreensão e reflexão, eliminando assim as oportunidades de um julgamento corretivo e de uma visão a longo prazo.

Assim também se expressa Petraglia (1995), subsidiada pelas ideias de Morin, sobre o currículo escolar:

O currículo escolar é mínimo e fragmentado. Na maioria das vezes, peca tanto quantitativa como qualitativamente. Não oferece, através de suas disciplinas, a visão do todo, do curso e do conhecimento uno, nem favorece a comunicação e o diálogo entre os saberes; dito de outra forma, as disciplinas com seus programas e conteúdos não se integram ou complementam, dificultando a perspectiva de conjunto e de globalização, que favorece a aprendizagem. (PETRAGLIA, 1995, p. 69).

Ainda segundo o modelo científico cartesiano como já destacamos, acredita-se que o conhecimento possa ser puramente “objetivo”, isto é, independente do observador humano, obtido pela experimentação e pela observação controlada. Na metade do século XIX, segundo Keller (1996) o narrador do texto científico na primeira pessoa pode ser substituído pelo “cientista” abstrato, capaz de falar em nome de todos, mas que não era, ao mesmo tempo, ninguém em particular. Keller argumenta que é nas ciências naturais que se desdobra de forma mais crítica o dilema da subjetividade científica:

A “natureza” do conhecimento científico, seu ser humanamente construído (ou, mais precisamente, feito pelos homens) não pode ser representada nos textos científicos, precisamente porque o que foi construído é a ilusão de que este conhecimento *não* foi construído pelas pessoas [...] Esta elisão, esta lógica da representação é que subjaz (e garante) a representação de uma realidade espaço-temporal única e unificada, da qual o sujeito humano poderia, em última análise, chegar a fazer parte, e ser representado na única maneira possível: como uma máquina entre máquinas. (KELLER, 1996, p.103)

Desde Heisenberg em seu “*Princípio da Incerteza*”, porém, sabemos que o observador interfere nos processos com sua observação. O paradigma sistêmico reintegra o sujeito no processo de observação científica, já que não faz mais sentido separar sujeito, objeto e o processo de observação. O conhecimento é produto de uma relação indissociável entre essas três variáveis e isto implica, em uma nova maneira de entender o próprio processo de conhecimento científico pelo aluno.

Essa necessidade já vem sendo observada em pesquisas como a de Scheid, Ferrari e Delizoicov (2006), que indicam que o ensino de ciências na maioria das vezes se restringe unicamente aos conteúdos científicos, desenvolvendo, nos estudantes, a concepção de que a ciência é apenas um corpo organizado de conhecimentos, ignorando que por detrás destes conhecimentos existe um processo dinâmico de construção que é influenciado por vários fatores. Oliveira (2004) também alerta para o fortalecimento do determinismo entre os alunos, o que não favorece a proposição de novas questões, pois se desejarmos que os estudantes sejam sujeitos que participem, de maneira ativa, do processo de construção do conhecimento e não apenas memorizem e repitam verdades absolutas, precisamos propor a eles novas teorias, problemas e questões. É pertinente, pois, o pensamento de Moraes (2010, p.298), ao alertar que “aquele currículo da modernidade, baseado em certezas estáveis, fundado na estabilidade e na ordem, com características linear, sequencial, estática e lógica binária já não mais se sustenta”.

Assim, Silva (2014) baseado nos trabalhos de Doll Jr. (2002) salienta que a complexidade e o pós-modernismo têm servido como fontes metafóricas ricas na educação e, mais especificamente na área do Currículo Doll Jr. (2002) apresenta os cinco C de um currículo pós-moderno, visto como *currere*, como complexidade, como cosmologia, como conversa e como comunidade. Analisar, mesmo que brevemente, cada um deles, nos ajuda a entender os pressupostos de uma abordagem sistêmica (complexa, nas palavras dos autores) na organização curricular:

O primeiro dos cinco C descritos por Doll Jr. remonta a origem etimológica da palavra currículo – *currere* - que significa correr. A ideia de percurso dada pela palavra nos remete ou a focar o percurso (como substantivo) ou sobre o “percorrer o percurso” (verbo), uma experiência pessoal.

Segundo Silva (2014) essas duas considerações trazem importantes implicações para as concepções que temos de currículo.

Por exemplo, se tomarmos as cinco dimensões curriculares elencadas por Sacristán e Pérez-Gómez (1998): (i) o currículo prescrito e regulamentado, (ii) o currículo planejado para professores e alunos, (iii) o currículo organizado no contexto de uma

escola, (iv) o currículo em ação, (v) o currículo avaliado; podemos afirmar que ideias modernistas sobre currículo (*currere* como substantivo) tendem a supervalorizar as prescrições, os planejamentos, as organizações e as avaliações, todas essas dimensões influenciando e determinando a ação. Por outro lado, numa perspectiva pós-moderna, considerando *currere* como verbo, o protagonismo é da ação. (SILVA, 2014, p. 519)

Considerar currículo como ação é pois considerar o individualismo, as experiências daquela que corre (alunos, professores e toda a comunidade escolar) e não apenas a beleza teórica de um currículo prescrito que ignora que seu caminho pode não ser adequado para todos que nela percorrem.

O currículo como complexidade exige a superação da ilusão da linearidade e simplificação que pousam sobre o progresso e avanço científico. Segundo Doll Jr. (2002, p. 46) o olhar sobre o currículo “não como um curso linear a ser executado, mas como uma rede complexa e dinâmica de interações, que evolui naturalmente para formas variadas e interligadas, é uma tarefa formidável que vai exigir visão e perseverança”. Na perspectiva da complexidade é necessário aceitar que a aplicação de modelos, projetos, sequências de atividades, não produz efeitos similares para todos os estudantes. A incerteza do cenário exige do professor a sensibilidade de observar as mudanças nos sistemas complexos em constante transformação em sua sala de aula, realizando replanejamentos e ajustes necessários.

Cosmologia é a ciência que estuda a origem e a evolução do universo. Vista na concepção newtoniana moderna em termos de partículas rígidas e impenetráveis, foi sendo substituída ao longo do tempo por uma nova cosmologia que procura descrever o universo em termos de seus movimentos dinâmicos. Essa metáfora das duas visões cosmológicas, uma precisa, estática, unificadora e a outra incerta, dinâmica e múltipla serve de inspiração para as considerações de Doll Jr. (2002) ao propor uma superação dos fatos brutos, das ideias mortas, inertes e sem vida veiculados nos currículos escolares por um conhecimento vivo, que consegue acordar a lógica e a cientificidade com a estética e o lendário. “A nosso ver, essas considerações trazem duas implicações que coadunam com as perspectivas curriculares pós-modernas: a valorização do local, em detrimento do global, e a superação das metanarrativas, com a consequente valorização das narrativas”. (Silva, 2014, p. 524).

O currículo como conversa é concebido de forma mais específica para as relações interpessoais em contraste com a amplitude cosmológica do critério anteriormente exposto. Nesta concepção, Doll Jr. (2002) traz o apelo para que as teorias curriculares sejam menos teóricas e cientificistas e mais humanizadas, exercitando para tanto a conversação como forma de estreitar laços de convivência:

Para Silva (2014) outra dimensão do currículo como conversa está ligada à riqueza de significações produzidas, o fluxo de palavras, semelhante a um rio turbulento ou como vento, não possuem um padrão previsível, apenas fluem. Entretanto, para que o professor consiga perceber tal riqueza e utilizá-la a seu favor para promover o conhecimento científico é necessário criar um ambiente favorável de conversação em sala, estando atento às diferentes linguagens - simbólica, oral, gestual - que se expressam os alunos, não somente a escrita, tradicionalmente avaliada.

O currículo como comunidade por fim, é considerada por Doll Jr. (2002) como o mais importante dos cinco C, por servir como amálgama dos outros quatro. Perceber o currículo como comunidade, segundo Silva (2014) é vislumbrar, ao mesmo tempo, o macro e o micro, não como um binarismo, e sim na dinamicidade do olhar que foca um ponto, mas que, por intermédio da visão periférica, não deixa perder a noção do todo – o ser humano dentro do cultural, o cultural dentro do ecológico ou natural e este dentro do cosmológico.

Assim, uma organização curricular desenvolvida a partir do reconhecimento do princípio da auto-organização e da interação sujeito-objeto é segundo Moraes (1996, p.64) muito diferente de um currículo planejado sob uma perspectiva instrucional, que vê o processo de transmissão linear de conteúdos como determinante da aprendizagem e o aluno como um expectador passivo deste processo. “E, dessa forma, o currículo não pode ser um pacote fechado, mas algo que é construído, que emerge da ação do sujeito em interação com o ambiente”.

Como forma de atenuar tal fragmentação no currículo escolar vários autores propõem um ensino com enfoque interdisciplinar. Morin (2005, p.135-136) por sua vez, vai além ao propor um ensino transdisciplinar, aquele onde haveria uma superação de qualquer fronteira entre as disciplinas, na busca de todas as relações possíveis entre os conhecimentos. O autor enfatiza que a “a ciência nunca teria sido ciência se não tivesse sido transdisciplinar.”

Acreditamos, todavia, que a construção de um modelo de currículo escolar não-linear, que leve em conta os cinco C descritos por Doll Jr (2002): *currere*, complexidade, cosmologia, conversa e comunidade, não nos remete inicialmente a qualquer reforma disciplinar, mas sim primordialmente a uma mudança de enfoque epistemológico dado as Ciências.

E nesta ótica que abordaremos no capítulo a seguir como se deu a construção da disciplina escolar Ciências no Brasil e sua subsequente organização curricular, optando por procurar indícios de um avanço no enfoque epistemológico sistêmico dentro das temáticas propostas na própria disciplina, pois, como alçamos progredir em um diálogo mais aberto entre as disciplinas, se mesmos os conteúdos propostos dentro destas não interagem entre si?

Ademais sabemos que a transformação paradigmática que almejamos em nossas escolas não pode acontecer de maneira rígida e ortodoxa, deve ser natural, progressiva, mas constante como “*sistemas abertos*” em uma transformação ininterrupta mediante trocas com o seu meio ambiente.

CAPÍTULO 2 – O CURRÍCULO DE CIÊNCIAS E O LIVRO DIDÁTICO

2.1 - Caminhos para construção de um Currículo de Ciências

Na pesquisa sobre a evolução histórica do currículo de ciências no Brasil encontramos diversos autores que nos auxiliam a compreender como, em diferentes contextos sócio-históricos, os conteúdos foram sendo organizados e orientados para o ensino. Entre os autores, é praticamente impossível deixar de citar os trabalhos pioneiros de Myriam Krasilchik (1987), principal referência na área, que descreve detalhadamente o avanço no ensino de Ciências no período entre 1950 e 2000. Apesar de sua descrição didaticamente cronológica do ensino de ciências dividido em décadas a autora não deixa de salientar “que os processos foram contínuos e em alguns casos superpostos, não servindo os limites estabelecidos como marcos nítidos de transição”. (KRASILCHIK, 1987, p. 5). Assim sendo, torna-se relevante ressaltar a não-linearidade histórica do ensino de Ciências, em que a crise e descrença de uma tendência pedagógica não significa que esta foi descartada por completo no processo de ensino.

É certo, todavia, que o ensino das ciências no Brasil não teve seu marco inicial em 1950. Anterior a este período, diversas ações e movimentos já haviam ocorrido no sentido de se estabelecer um currículo mínimo de ciências, razão pela qual optamos por retomar, mesmo que sucintamente, este caminho de construção do ensino de ciências no país, para então retomarmos os estudos de Krasilchik.

Iniciamos nosso resgate histórico com as primeiras referências do ensino formal no Brasil, ligadas ainda aos jesuítas que aqui abarcaram em 1549. Deste período, França (1952) recorda que o então curso secundário ministrado pelos padres da Companhia de Jesus era essencialmente humanístico e literário e somente após esta formação o aluno passava a estudar as ciências constituídas até então, a saber: matemática, astronomia e física. Mesmo após a saída dos jesuítas do país em 1759, Romanelli (2007) relembra que sua influência se perpetuou ainda por muito tempo, visto que estes mantiveram colégios de formação que compuseram o maior contingente de professores recrutados para as então aulas régias, introduzidas com a reforma de estudos realizada pelo Marquês de Pombal. Em suma, não houve grandes mudanças no predomínio das Humanidades em detrimento do ensino de ciências no período colonial e a vinda da família real não alterou muito o quadro, sendo que a preocupação no período foi a criação e instalação dos primeiros cursos superiores para a aristocracia, ficando abandonados os demais níveis de ensino.

Com a independência, em 1822, Romanelli (2007) destaca que a preocupação do novo governo se concentra em oferecer aos filhos homens da burguesia e aristocracia uma escola que

os preparasse no acesso aos níveis superiores de ensino. A fim de atender mais satisfatoriamente esta necessidade das classes dominantes, cria-se em 1837, no Rio de Janeiro, o Colégio Pedro II, o único mantido pelo governo central a fim de servir de modelo aos liceus e demais instituições de ensino criadas até então.

O ensino de Ciências Naturais no Colégio Pedro II, em 1841, apresentava as disciplinas de Física, Química, Zoologia, Botânica, Mineralogia e Geologia. Chagas (1980) ao analisar o percentual representativo do ensino de Ciências na totalidade dos conteúdos desenvolvidos no Colégio Pedro II menciona que ele representava apenas 10%, evidenciando que a ênfase ainda era dada as disciplinas humanísticas, principalmente no período de 1838 a 1881. Levando-se ainda em conta que neste período mulheres, indígenas, crianças negras e mestiças não frequentavam a escola pública, podemos então salientar que o ensino de Ciências, restrito a ações pontuais advindos do Colégio Pedro II, atinge uma parcela quase insignificante da população.

Com a implantação do regime republicano em 1889, promoveu-se a descentralização do ensino, ficando os estados responsáveis pelo controle do ensino primário e profissional enquanto a União mantinha o ensino superior. Segundo Romanelli (2007) tal sistema dual de ensino na Primeira República culminou em várias reformas educacionais que não solucionaram sobremaneira os problemas educacionais mais graves. A primeira delas, promovida por Benjamin Constant, militar de formação positivista, teve o mérito de tentar romper efetivamente com a tradição do ensino essencialmente humanístico. Entretanto, por seu elevado intelectualismo, grandiosidade e por contrariar a concepção preparatória do ensino secundário não foi sequer levada a sério, sendo sua revogação solicitada ainda no primeiro ano de implantação. O que se verificou na época foi apenas o acréscimo de disciplinas científicas como Matemática, Física, Astronomia, Biologia, Química e Sociologia às disciplinas tradicionais, sem se conseguir um ensino secundário adequado, com sentido próprio e um fim em si mesmo.

Em meio a desordem da expansão escolar promovida neste período, Rocha (2013) relembra que vinha crescendo no país, desde 1924, o "Movimento das Escolas Novas", representado por educadores brasileiros reunidos no Rio de Janeiro sob a bandeira da Associação Brasileira de Educação (ABE) que, discutiam, em essência, a educação sob aspectos biológicos e sociológicos, na qual o aluno passa a ser o centro do processo. A disputa ideológica dentro da Associação iria culminar em 1932 na publicação do "Manifesto dos Pioneiros da Educação Nacional", e posteriormente também nas lutas travadas em torno do projeto de Lei das Diretrizes e Bases da Educação Nacional.

A derrubada em 1930, do governo do presidente Washington Luiz, vai marcando a troca de um país com modelo agrário exportador por um urbano e industrial. A economia burguesa ascendente exigia por sua vez uma demanda educacional maior e mais flexível, que atendesse uma parcela maior da população, que via agora na educação uma oportunidade para conquistar um lugar melhor no mercado de trabalho e ascender socialmente. Quanto ao ensino secundário, este passou por uma reforma significativa, promovida pelo Ministro da Educação Francisco Campos em 1931, sendo que o mesmo passou a ser dividido em duas partes: ensino fundamental, com duração de cinco anos e comum a todos, e o complementar, de dois anos, para a preparação ao ensino superior. Com o objetivo de formar professores para o novo modelo de ensino secundário, também se origina no período as Faculdades de Educação, Ciências e Letras. No que concerne ao ensino de Ciência, a reforma de Francisco Campos marca ainda o surgimento da disciplina de Ciências Físicas e Naturais, como unidade curricular, no ciclo ginasial, nas primeiras duas séries.

Macedo e Lopes (2002) destacam uma palestra proferida na Associação Brasileira de Educação, em 1937, pelo então professor de ciências Naturais do Colégio Pedro II e da Escola de Educação da Universidade do Distrito Federal, Venâncio Filho. Na mesma o professor apontava o surgimento da disciplina de ciências seguindo o modelo norte americano da *General Science*, presente naquele país desde meados de 1900, cujo objetivo seria promover uma seriação contínua ao estudo da natureza no ensino secundário, assumindo o papel de uma introdução geral às ciências. A *General Science* traria ainda como objetivos:

Formação mais utilitária e vocacional, caráter experimental voltado aos interesses práticos dos alunos, recuperando dessa forma os princípios das ciências das coisas comuns. São defendidos, assim, os trabalhos com projetos e com resolução de problemas associados ao cotidiano. Isso, no entanto, não impedia que esses objetivos fossem associados aos princípios da ciência, tais quais a defesa do método científico, com o entendimento de que esses princípios seriam capazes de favorecer a vida das pessoas em seu cotidiano. (MACEDO; LOPES, 2002, p. 88).

Estes objetivos gerais da *General Science* foram reinterpretados e configuraram a criação da disciplina de Ciências no Brasil, principalmente no que indicava a necessidade de formação integrada das ciências a população em geral, àquela que frequentaria um número reduzido de anos na escola. Assim, embora em alguns momentos a ideia das ciências como método único que unificaria todas as ciências estivesse presente no currículo, a constituição da disciplina esteve muito mais relacionada ao discurso da utilidade da ciência e assim ela penetrou na escola, como ciências das coisas comuns.

Os conteúdos do currículo de ciências foram, portanto, mesclados das disciplinas de física, química e biologia, inter-relacionados com alguns aspectos da vida cotidiana. Mas como

destaca Macedo e Lopes (2002), a integração entre estas disciplinas nunca se processou efetivamente, e a biologia assumiu a primazia na definição dos conteúdos das ciências. De acordo com as autoras, tal escolha talvez seja justificável pela suposição de que a biologia daria mais respostas as questões práticas do mundo natural ou pela suposição positivista de que a disciplina é mais completa e complexa, exigindo necessariamente a incorporação dos saberes da física e da química.

De 1942 a 1946, durante e após um ano do Estado Novo no governo de Getúlio Vargas, foram realizadas reformas parciais no campo educacional, através de decretos-lei, conhecidos como Leis Orgânicas do Ensino. A Lei Orgânica do Ensino Secundário (Decreto-lei n. 4.244 de 09/04/1942), um dos pontos centrais da Reforma Capanema, organizou o ensino secundário em dois ciclos: curso ginasial, de quatro anos e o curso colegial, com três anos. Nesta nova organização, a disciplina de Ciências Naturais passa a ser desenvolvida nas duas últimas séries do ciclo ginasial. Nessa reforma, as disciplinas de Astronomia e Cosmografia deixaram de ser específicas e seus conteúdos passaram a fazer parte das disciplinas de Ciências, Física e Geografia. Vale ressaltar que para ingressar no ensino secundário, tanto o ginasial como o colegial, o aluno precisava fazer exames de admissão intelectual, logo não houve nenhuma mudança no caráter elitista deste nível de ensino, já então expresso na Reforma Francisco Campos, cabendo ao menos favorecidos buscar sua “ascensão social” através do ensino profissionalizante. Quanto aos conteúdos trabalhados no currículo no período estes eram apoiados na ciência clássica e estável do século XIX, baseados em livros didáticos estrangeiros com muitas informações já obsoletas e com aulas práticas cujo principal objetivo era ilustrar as aulas teóricas.

Com o advento das duas grandes guerras mundiais, o mundo e com ele o ensino de ciências passaram por um período de crise e grandes mudanças. Krasilchick (1987) cita o lançamento do satélite artificial Sputnik pelos russos em 1957, que fez com que os Estados Unidos, no intuito de não mais perder espaço na chamada “guerra fria”, passasse a investir fortemente em uma reestruturação em seu sistema de ensino e consequentemente no ensino de ciências. Com a finalidade de formar uma elite de jovens intelectuais da ciência, as disciplinas científicas passaram a ter um aporte financeiro de entidades e associações científicas não diretamente vinculadas às atividades educacionais. A disputa pela hegemonia do poder levou as sociedades científicas americanas reunidas com incentivo governamental a elaborar os projetos de currículos de Matemática, Química, Física e Biologia.

No Brasil, antes mesmo da 2ª Guerra já era forte a demanda por produtos industrializados e a necessidade ainda maior no período posterior a ela leva também a

constatação nacional da importância do ensino de ciências como fator de desenvolvimento científico e tecnológico, a fim de tornar o país autossuficiente neste campo. Assim que, antes mesmo da iniciativa norte-americana, no início dos anos 50, Krasilchik (1987) relembra que já havia no Brasil movimentos institucionalizados em prol da melhoria do ensino de ciências como o liderado por Isaías Raw, no então IBECC (Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura) que reunia professores universitários na busca por um ensino de ciências mais atualizado e na preparação de materiais para serem utilizados nas aulas práticas de laboratório. Neste processo de inovação incluiu-se a criação e desenvolvimento de materiais nacionais bem como a adaptação dos novos materiais estrangeiros. Entretanto, nova reforma enfrentava a barreira dos programas oficiais que centralizava as decisões curriculares, até então de responsabilidade da administração federal.

A situação veio a se alterar com a promulgação da primeira Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional - LDB – lei nº 4.024, de 20/12/1961, que permitiu a descentralização do ensino da esfera federal, dando autonomia aos estados, porém definiu linhas gerais que deveriam nortear toda a educação nacional. Sob princípios escolanovistas a nova lei ampliava a participação das ciências no currículo, tanto no ginásio quanto no colegial. Nesse período, segundo Krasilchik, os grandes projetos passaram a incorporar um novo objetivo, que era o de “permitir a vivência do método científico como necessário a formação do cidadão, não se restringindo mais apenas à preparação do futuro cientista”. (1987, p. 9). Os organizadores dos grandes projetos curriculares passaram a produzir além dos materiais impressos outros recursos audiovisuais. Percebendo tão logo que a qualidade do material não era suficiente para o sucesso em sua aplicação, intensificaram também no período os cursos de treinamento e atualização de professores.

Delizoicov (1994) resume as tendências do ensino de Ciências nesse período de 1960-1970 como: “tecnicista” baseada em concepções provindas da psicologia comportamental, com grande ênfase na instrução programada; “escola-novista”, com a preocupação excessiva em ensinar o método científico, procurando imitar o trabalho dos cientistas ao valorizar demasiadamente as atividades experimentais e de uma falsa “ciência integrada”, que através de uma suposta integração entre as diversas áreas do ensino de Ciências Naturais excluiu quase que praticamente as Ciências Sociais, promovendo um esvaziamento significativo de conteúdos.

Apenas três anos após a promulgação da LDB de 1961, a ditadura militar instalada no país provoca novas mudanças na percepção do papel que a escola deveria desempenhar. No final da década de 1960 e início dos anos 70, o país passou a unificar duas formas de ensino

secundário: o ensino acadêmico e profissionalizante, onde o ensino de segundo grau passa a orientar também a habilitação profissional. Segundo Rosa e Rosa (2012), a obrigatoriedade de o ensino ser preparatório para o trabalho, independentemente do nível socioeconômico dos alunos, tinha o objetivo de reduzir o acesso dos alunos ao nível de ensino superior, encaminhando-os mais rapidamente para o mercado de trabalho. Consolida-se assim, na prática, a visão americana da educação, como uma fonte para o progresso econômico do país.

A LDB 5692/1971, ao mesmo tempo que dava ênfase ao ensino profissionalizante primava teoricamente pelas disciplinas científicas, ampliando o oferecimento do ensino de Ciências Naturais para as oito séries do 1º Grau. Essa mistura de objetivos promoveu na realidade um acúmulo desordenado no currículo de ciências de disciplinas instrumentais ou profissionalizantes, determinando a fragmentação e mesmo o esfacelamento das disciplinas científicas, sem corresponder, contudo, em benefício à formação profissionalizante. O que se verificou, portanto, conforme ressalta Krasilchik (1987), foi a perda de identidade do ensino secundário e desvalorização da escola pública, visto que as particulares continuaram a preparar seus alunos para o acesso ao ensino superior.

A nova lei ao ampliar o espaço das disciplinas científicas no currículo, trouxe consequentemente a necessidade de suprir os quadros escolares com novos professores formados na área de Ciências. No sentido de atender tal demanda, o então Conselho Federal de Educação (CFE), hoje Conselho Nacional de Educação (CNE) estabeleceu a criação dos cursos de Licenciatura Curta no Brasil, dentre eles o Curso de Licenciatura em Ciências. Segundo Magalhães e Pietrocola (2006), embora a nova formação em ciências pudesse ser considerada um avanço no sentido de qualificar em nível superior os professores, acabou por não resolver o déficit de profissionais da área, ao mesmo tempo que apressou precarizando mais a formação docente. Estes profissionais despreparados, em condições de trabalho cada vez mais precárias, em escolas despreparadas para o inchaço de vagas a que foram submetidas nos últimos anos passaram a depender, cada vez mais, de livros-textos em sua maioria de má qualidade. Com isso, os manuais didáticos foram, aos poucos, tornando-se o centro do processo de ensino-aprendizagem tanto no ensino de Ciências como nas demais disciplinas.

Quanto aos conteúdos e temáticas abordados no ensino de ciências no período entre 1960-1980, Krasilchik (2000) destaca que já se tornava impossível separar ciência de tecnologia, o que levou a um debate em torno dos benefícios dessa associação para os homens e para a sociedade. Discussões em torno das crises ambientais provocadas pelo processo de industrialização, crescimento populacional, aumento da poluição, a crise energética e manifestações de lutas por direitos sociais passam a serem incorporados como um novo objetivo

no ensino de ciências. Posteriormente, com o intuito de viabilizar essas discussões em sala de aula, mais temas ambientais como camada de ozônio, efeito estufa, aquecimento global, entre outros, também passam a ser incorporados pelos livros didáticos e requerer um tratamento interdisciplinar, o que ainda hoje tem representado importante desafio para a didática da área.

As discussões travadas ainda em torno destas questões iniciaram a configuração de uma tendência do ensino de Ciências Naturais, conhecida como “Ciência, Tecnologia e Sociedade” (CTS), que tomou vulto nos anos 80 e é importante até os dias de hoje.

Era traço comum a essas tendências a importância conferida aos conteúdos socialmente relevantes e aos processos de discussão em grupo. Se por um lado houve renovação dos critérios para escolha de conteúdos, o mesmo não se verificou com relação aos métodos de ensino/aprendizagem, pois ainda persistia a crença no método da redescoberta que caracterizou a área desde os anos 60 (Brasil, 1998, p. 20).

Já no final do século XX, o funcionamento e estrutura do ensino nacional passaram por uma grande reforma. Em 1996 foi aprovada a nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, nº 9.394. Francisco Filho (2001) destaca que de todas as teorias em evidência atualmente, as interacionistas e as sociointeracionistas de Piaget e Vygotsky, respectivamente, foram as mais contempladas, fornecendo as bases epistemológicas como alicerce teórico. No enfoque da nova lei, além da preocupação com a formação do futuro trabalhador, acrescenta-se ainda a formação do estudante para o exercício da cidadania.

Como complementação à LDB e na tentativa de colocar em prática as prescrições legais por meio de políticas centralizadas, o Ministério da Educação e Cultura – MEC, elaborou ainda os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e posteriormente as Diretrizes Curriculares Nacionais. Segundo Krasilchik (2000) a divulgação dos PCNs evidencia um esforço para se implantar um currículo nacional, embora houvesse ressalvas, informando que não se tratava de modelo curricular homogêneo e impositivo. No âmbito do ensino de Ciências, o documento traz como papel das Ciências Naturais o de “colaborar na compreensão do mundo e das transformações, situando o homem como indivíduo participativo e parte integrante do Universo” (Brasil, 1998, p. 15). Para atingir os objetivos foram incluídos temas do cotidiano dos alunos e de forte demanda social como saúde, ética, pluralidade cultural, educação ambiental e educação sexual. Estes temas foram então denominados de temas transversais, cuja proposta enfatiza que os mesmos devam ser trabalhados em todas as disciplinas, embora o peso da tradição escolar acabe por determinar que a responsabilidade dos mesmos termine recaindo, ainda, nas disciplinas científicas de Ciências e Biologia.

Segundo Krasilchik (2000, p. 90) a reforma brasileira reforça um movimento equivalente ao da “Ciência para todos”, como ficou conhecida a proposta da Organização das

Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura (Unesco) na década de 1980, que visava levar uma educação científica “crítica”, voltada para o exercício da cidadania, para todos os estudantes. No entanto, a proposta brasileira descuidou-se e os excessos nessa postura tornaram o currículo pouco rigoroso, em nome da necessidade que se tornou um chavão nas publicações e avaliações oficiais de desenvolver “competências e habilidades”. Outro problema apontado pelos PCNs pela autora no mesmo artigo diz respeito a mínima participação dos cientistas e pesquisadores na elaboração dos mesmos, o que vêm alimentando controvérsias e dificuldades entre os docentes.

No que se refere ao objeto de nosso estudo, a abordagem sistêmica no currículo de Ciências, os PCNs de Ciências Naturais de Terceiro e Quarto Ciclos do Ensino Fundamental já trazem como primeiro ponto dos objetivos gerais das Ciências Naturais a compreensão da natureza como um todo dinâmico e nos critérios para seleção de conteúdos, enfatiza que estes: “devem favorecer a construção, pelos estudantes, de uma visão de mundo como um todo formado por elementos inter-relacionados, entre os quais o ser humano, agente de transformação.” (BRASIL, 1998, p. 35). E no tocante ao estudo do corpo humano, os PCNs são claros ao orientar que o estudante deve “perceber a vida humana, seu próprio corpo, como um todo dinâmico, que interage com o meio em sentido amplo, pois tanto a herança biológica quanto as condições culturais, sociais e afetivas refletem-se no corpo.” (BRASIL, 1998, p. 22)

Mais recentemente, na divulgação das novas Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica, orienta-se na formação curricular, uma organização do trabalho pedagógico em eixos temáticos, propiciando assim a concretização da proposta pedagógica centrada na visão interdisciplinar, superando o isolamento das pessoas e a compartimentalização de conteúdos rígidos. (BRASIL, 2013)

Há que se destacar que as Diretrizes e PCNs, apesar de apresentar uma estrutura curricular completa, a saber: “Caracterização das Áreas, Objetivos, Organização dos Conteúdos, Critérios de Avaliação e Orientações Didáticas”, foram apresentados como parâmetros indicativos, e de acordo com a LDB vigente, as redes de ensino tiveram a autonomia e compromisso de elaborar diretrizes curriculares próprias, visando atender às particularidades e necessidades de cada região.

O mesmo já não se pode afirmar da nova Base Nacional Comum Curricular (BNCC), em discussão nos últimos dois anos e agora em sua terceira versão, encaminhada ao Conselho Nacional de Educação (CNE) para aprovação. Embora em sua apresentação a BNCC seja definida como “referência nacional para a formulação dos currículos dos sistemas e das redes escolares dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios” (BRASIL, 2017, p. 8), a

“referência” em questão, diferentemente dos PCNs, tem uma porcentagem bem definida: sessenta por cento dos conteúdos abordados em sala de aula. O documento possui assim um “caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica.” (ibid., p. 7). Por isso torna-se de extrema relevância os critérios de escolha destas aprendizagens, uma vez que delas serão alinhadas, como bem explicitado no documento, outras políticas e ações, “referentes à formação de professores, à avaliação, à elaboração de conteúdos educacionais e aos critérios para a oferta de infraestrutura adequada para o pleno desenvolvimento da educação” (ibid., 2017, p. 8). Assim, escolhas pouco exigentes e inovadoras, a precária formação dos professores, a carência na capacidade técnica na adaptação dos currículos em diferentes regiões do país podem, ao invés de colaborar, exacerbar ainda mais as desigualdades educacionais.

Por se tratar de um documento ainda em fase de aprovação e dada à incerteza em torno das disputas políticas e dos diversos interesses envolvidos em sua definição, não nos ateremos em uma análise mais profunda do mesmo, mas é preocupante o fato de percebermos que muitas das contribuições dadas nos pareceres analíticos durante o período de elaboração das duas versões da BNCC não resultaram em mudanças profundas no documento.

A área de Ciências da Natureza é descrita na Base como tendo um compromisso com o letramento científico, definida como a capacidade de compreender, interpretar e sobretudo transformar o mundo com base nas contribuições teóricas e processuais da ciência.

Nessa perspectiva, a área de Ciências da Natureza, por meio de um olhar articulado de diversos campos do saber, precisa assegurar aos alunos do Ensino Fundamental o acesso à diversidade de conhecimentos científicos produzidos ao longo da história, bem como a aproximação gradativa aos principais processos, práticas e procedimentos da investigação científica (ibid., p. 273)

O documento define ainda três unidades temáticas para orientar a elaboração dos currículos de Ciências: Matéria e Energia, Vida e Evolução e Terra e Universo. É observada a importância da abordagem sistêmica entre elas, ao sugerir que todas elas “devam ser consideradas sob a perspectiva da continuidade das aprendizagens e da integração com seus objetos de conhecimento ao longo dos anos de escolarização”. Sendo, portanto, “fundamental que elas não se desenvolvam isoladamente” (ibid., p. 281).

Almeida (2016, p. 5) já alertava ser interessante a proposta de um currículo articulado e progressivo, que contemple as diversas áreas de conhecimento e linguagens. “No entanto, o documento em si, seja no texto introdutório geral, seja no texto introdutório da Área de Ciências da Natureza, não indica vias para esta articulação dentro de um mesmo ano”.

Verifica-se a pertinência da observação da autora ao observarmos, como exemplo, o tratamento dado ao tema corpo humano, referência desta pesquisa e inserido dentro da unidade temática ‘Vida e Evolução’:

Outro foco dessa unidade é a percepção de que o corpo humano é um todo dinâmico e articulado, e que a manutenção e o funcionamento harmonioso deste conjunto dependem da integração entre as funções específicas desempenhadas pelos diferentes sistemas que o compõem. Além disso, destacam-se aspectos relativos à saúde, compreendida não somente como um estado de equilíbrio dinâmico do corpo, mas como um bem da coletividade, abrindo espaço para discutir o que é preciso para promover a saúde individual e coletiva, inclusive no âmbito das políticas públicas. (BRASIL, 2017, p. 279).

Apesar das orientações percebe-se uma abordagem limitada do tema, mais concentrado no quinto e sexto ano do ensino fundamental, sem articulação com as demais áreas e ainda com enfoque comportamentalista, valorizando mais hábitos de higiene, saúde, cuidados pessoais, desconsiderando os aspectos socioambientais das condições de saúde da população.

Outro tema emblemático é o tratamento do tema tecnologia na Base de Ciências, apesar do documento considerar “impossível pensar em uma educação científica contemporânea sem reconhecer os múltiplos papéis da tecnologia no desenvolvimento da sociedade humana” (ibid., p. 281) e de salientar que se evidencia a integração entre as unidades temáticas “quando temas importantes como sustentabilidade socioambiental, o ambiente, a saúde e a tecnologia são desenvolvidos nas três unidades temáticas” (ibid., p. 281) não é o que se verifica ao observar a falta de objetos de conhecimento e habilidades sobre o assunto selecionados pela base. A este respeito e outros aspectos o especialista em tecnologia Paulo Blikstein (2017), em entrevista, levanta severas críticas ao documento atual:

Em ciências, a BNCC é trágica. Matemática inovou com a introdução de estatística e tecnologia. A palavra "software" aparece 13 vezes em matemática. Em artes, uma vez. Em ciências, zero. A tecnologia inexistente na base de ciências –é um absurdo[...]. Além da questão da falta de tecnologia, a base de ciências não implementa progressões claras –peça chave nas bases modernas. Um tópico é apresentado sem que os alunos tenham os pré-requisitos para entendê-lo. Não há uniformidade nem rigor no uso dos verbos que descrevem as habilidades. O texto não sabe se é base ou currículo, às vezes lista só conceitos, às vezes recomenda uma estratégia de sala de aula. E o tratamento da questão do impacto ambiental é maniqueísta, carregado de juízos de valor: a ação humana e as tecnologias são sempre colocadas como más e destruidoras. Substâncias sintéticas são sempre ruins. Isso não é ciência. Não é mais assim que se ensina ciência ambiental no mundo. As crianças precisam entender a questão ambiental de forma sistêmica, não de forma ingênua. Acho também lamentável que não tenhamos nada sobre o papel das mulheres na ciência.

Preocupa-nos, portanto, após todos estes levantamentos, que tal qual ocorreu na elaboração do Referencial Curricular da Rede Estadual de Mato Grosso do Sul e como observa Marinho (2001), que esta Base, embora empreste a muitas mãos sua escrita na busca de diluir conflitos, mantenha nas mãos do governo mais que sua unidade e coerência, mas a regulação

total, através da pressão das avaliações externas, daquilo que será ensinado e aprendido no ambiente escolar. Neste cenário, os livros didáticos, elaborados para atender o mais fielmente a este currículo continuarão ou até mesmo passarão a desfrutar de mais prestígio nas escolas.

Em sua implementação a BNCC já prevê que estes passem a ser reescritos e avaliados tendo o documento como referência, o que não ocorreu, aliás, em grande parte da rede com os PCNs, onde o material didático passou a guiar o currículo, e não o inverso. Segundo Krasilchik (2011) o exame das propostas curriculares já tem apontado para uma base comum nacional em termos de conteúdo, não indicando marcantes diferenças regionais. “Quando se faz a comparação entre os dois tipos de documentos de uma mesma região, verifica-se a concordância de tópicos e de uma sequência, o que mostra a influência dos livros didáticos adotados localmente” (Krasilchik, 2011, p. 20).

Ao analisarmos assim todo o percurso histórico do Currículo de Ciências no Brasil, vemos, portanto, que na falta de um referencial curricular claro e coerente em que os professores possam se apoiar, tal influência dos livros didático nas salas de aulas está longe de terminar. Procuramos, de tal modo, trazer no próximo capítulo algumas considerações sobre o livro didático de Ciências. O intuito é refletir sobre entre este e outros motivos que tornam este material, mesmo com a utilização de novas tecnologias, um recurso ainda tão relevante no ambiente escolar e sua possível contribuição para uma abordagem mais sistêmica no ensino desta disciplina.

2.2 - Livro didático de Ciências e a abordagem sistêmica como objeto de pesquisa

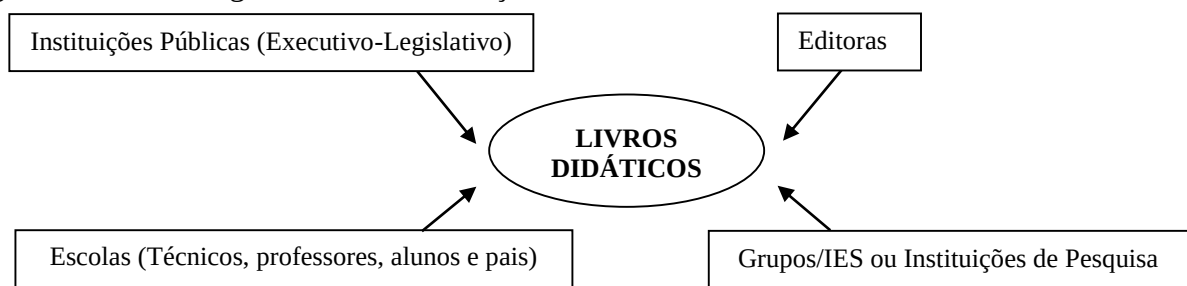
Como já citado, mesmo com o advento de tantos recursos tecnológicos, o livro didático, por sua disponibilidade, facilidade de acesso e manejo, ainda pode ser considerado o recurso mais utilizado e presente nas salas de aulas pelo país, quando não o único material de apoio disponível aos professores. Para uma parcela significativa dos alunos e seus familiares os livros didáticos também são os únicos materiais a que eles têm acesso para leitura e pesquisas.

Perrelli (2013, p. 253-254) analisando pesquisas publicadas entre 1987 e 2002 sobre a escolha o uso do livro didático pelos professores de Ciências Naturais e Matemática relata diversas formas de utilização do livro didático em ambos os componentes curriculares:

[...]observou-se que o LD é usado como fonte de consulta e atualização do professor, como apoio na elaboração do planejamento e na preparação de aulas e como elemento presente nas ações desenvolvidas pelos alunos em sala de aula (leituras, resolução de exercícios, produção de resumos dos conteúdos, visualização de imagens ilustrativas). O LD é também apontado, principalmente pelo professor iniciante, como um apoio importante na gestão do tempo das aulas, na distribuição dos conteúdos ao longo do ano letivo, na orientação da sequência didática e no balizamento da profundidade do tratamento dos conteúdos.

Na mesma pesquisa, a autora ressalta que todos os professores de Ciências Naturais investigados relataram usar o LD em suas aulas. Apesar de sua constante presença e importância na disseminação dos saberes, Marinho (2002) salienta que não se atribui ao livro didático os mesmos significados e valores que são atribuídos a outros livros e aos sujeitos que deles se ocupam. Ou seja, o livro didático não goza de prestígio nem no âmbito das práticas de leitura a que se destina, nem no âmbito da pesquisa. Sabidamente porque outros fatores, muito mais fortes, influenciam no sucesso da prática pedagógica, como uma boa formação dos professores, suas condições de remuneração e trabalho no ambiente escolar, os recursos disponíveis, as condições socioeconômicas dos estudantes, apenas para citar alguns. Mas dentre estes, Vasconcelos e Souto (2003) destacam justamente o livro didático como um dos componentes mais maleáveis, embora não menos complexos, a uma reformulação mais imediata. E tal complexidade se assenta nas diversas esferas reguladoras que exercem pressão sobre a elaboração dos livros didáticos, conforme destacado na figura abaixo:

Figura 1 – Esferas reguladoras na elaboração dos Livros Didáticos



Fonte: Organizado pela autora com base em Fracalanza (1993)

Em uma breve análise da influência destas esferas reguladoras na elaboração dos Livros Didáticos, Höfling (2000, p. 167) destaca o papel dos grupos editoriais privados “como o setor mais organizado, com canais estabelecidos, para fazer valer suas posições e seus interesses”. Megid Neto e Fracalanza (2003) também discorrem a sobre intensa campanha de marketing promovido pelas editoras nas escolas, distribuindo exemplares de seus livros aos professores, na expectativa de que eles os adotem ou indiquem.

As escolas com sua equipe pedagógica, selecionam, avaliam e utilizam o livro didático. Quanto ao uso em sala de aula, os autores salientam que os professores tem utilizado cada vez menos os livros didáticos integralmente, como elaborados por autores e editoras, fazendo adaptações constantes, tentando moldá-los à sua realidade escolar e convicções pedagógicas. Já em relação à participação dos docentes nas diretrizes para a elaboração e avaliação do material didático, pode-se considerá-la ainda incipiente e carente de incentivo se comparada com outros atores do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), como autores, editoras e avaliadores do MEC. Perrelli (2013, p. 256) relata que são raros os casos em que professores recebem algum tipo de orientação ou assessoria pedagógica para a escolha do livro didático, tanto em serviço quanto em sua formação inicial, o que vêm gerando no professor o descompromisso com o PNLD. “Eles sentem que não são sujeitos ativos nesse Programa, pois a sua participação na escolha do LD não passa de mera ficção”.

Quanto à ação das Instituições de Ensino Superior e suas pesquisas, entre as quais nos colocamos no momento, percebe-se que houve uma melhora na quantidade e qualidade de estudos destinados a contribuir no debate sobre o livro didático, sua utilização nas escolas, bem como na análise e proposição de sugestões de critérios aplicáveis a sua escolha pelos professores. Batista (2001) discorre que parte dos anos 80, com algumas exceções pontuais, é marcada pelo desinteresse da pesquisa universitária pelo estudo do livro didático, visto a como uma tecnologia de ensino pouco adequada a processos efetivos de aprendizado. Além disso, a visão do material apenas como produto de interesses econômicos envolvidos em sua produção e comercialização e ponto de controle sobre a ação docente e currículo, levaram ao desencantamento do estudo das possibilidades do uso do livro no contexto escolar. Este quadro, segundo o autor, vem se alterando ao longo dos anos, seja em virtude da reorganização dos discursos e práticas pedagógicas, seja em razão da consolidação alcançada pela pesquisa educacional e pelo surgimento de fóruns e grupos voltados para o estudo e investigação do ensino de diferentes disciplinas e sua ligação com o LD.

Pesquisadores como Pretto (1985), Freitag, Motta e Costa (1987), Fracalanza (1993), Delizoicov (1995), Höfling, Bizzo, (2000), Batista (2001), Cassab (2003), Choppin (2004) Quesado (2005), apenas para citar alguns, vêm se dedicando nas últimas décadas a investigar a qualidade dos livros didático, entre eles os da área de Ciências da Natureza, acusando suas deficiências e indicando soluções ou alternativas ao seu uso. Em pesquisa recente, Rodrigues (2015) em sua revisão de literatura sobre o livro didático, mais especificamente da área de ciências, analisou até o mês de junho de 2015 todos os volumes e números disponibilizados na internet de sete periódicos científicos de destaque na área de pesquisa no Ensino de Ciências no Brasil, levando em conta sua qualificação no *Qualis Capes* e sua tradição junto à área de pesquisa em Ensino de Ciências. O período analisado variava conforme o periódico, sendo o mais antigo disponibilizado em meio digital o da Revista “Ciência e Ensino”, do ano de 1996. A autora encontrou 208 trabalhos, sendo 77 destes na disciplina de Ciências no Ensino Fundamental. Em relação aos focos de investigação dos trabalhos, a maior parte (105/208), investiga a análise de conteúdo de livros, ainda corroborando os dados de Cassab (2003) que já revelava a desproporção entre a quantidade de trabalhos sobre a forma de apresentação dos conteúdos e aqueles que relatavam investigações acerca de outros aspectos relevantes para a compreensão da natureza, do papel e dos usos do livro didático de Ciências, tanto em termos específicos, tais como sua linguagem, padrões de apresentação gráfica, recepção e uso pelos professores e estudantes, práticas de utilização em sala de aula, quanto em termos mais gerais, como políticas para livros didáticos e ideologias veiculadas pelos textos.

Quanto à ação reguladora exercida pelas instituições públicas no desenvolvimento dos livros didáticos, iniciaremos pelo ano de 1985, com o decreto nº 91.542 que instituiu o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) pelo Ministério da Educação. Com o objetivo de coordenar a aquisição e distribuição gratuita de livros didáticos aos alunos das escolas públicas este foi um passo importante na direção de uma avaliação mais criteriosa deste material. Dez anos depois, em 1995, no embalo das discussões da nova LDB, o PNLD também assume a função de realizar uma avaliação pedagógica rotineira dos livros a serem adquiridos e distribuídos pelo Ministério. As comissões de avaliações formadas por representantes de escolas, universidades e Governo Federal passaram a elaborar então os Guias de Livros Didáticos, distribuídos para todas as escolas públicas de ensino fundamental e passando a excluir os materiais que não atendessem aos objetivos educacionais propostos. Segundo Batista (2001) os objetivos incluíam a preocupação em analisar critérios como a acuidade conceitual, indução a erros, desatualização, preconceitos de qualquer natureza, adequação metodológica, valorização de conteúdos integrados, desenvolvimento da cidadania, preservação da integridade

física dos alunos, qualidade editorial e gráfica, entre outros, que levavam a classificação das coleções em livros recomendados, recomendados com ressalvas, não recomendados e excluídos. A classificação de livros não recomendados foi retirado no PNLD/1999, que também marca o início das avaliação de livros destinados às séries finais do ensino fundamental nas áreas de língua portuguesa, matemática, história, geografia e nosso objeto de estudo, as Ciências.

O PNLD estabelece atualmente que cada aluno do ensino fundamental tem direito a um exemplar de livros das disciplinas de língua portuguesa, matemática, ciências, história, geografia e língua estrangeira (inglês ou espanhol, do 6º ao 9º ano). Os livros de língua portuguesa, matemática, ciências, história e geografia são reutilizáveis num ciclo de três anos, ou seja, devem ser devolvidos ao final do ano, para serem utilizados por outros alunos no ano seguinte durante o ciclo. A exceção são os livros consumíveis (aqueles em que são permitidos que os alunos redijam respostas de questões ou executem atividades propostas), que são os de alfabetização matemática e de alfabetização linguística (1º e 2º anos) e os de língua estrangeira. Para garantir o atendimento a todos os alunos, são distribuídas também versões acessíveis (áudio, Braille e MecDaisy) dos livros aprovados e escolhidos no âmbito do PNLD. Nos intervalos das compras integrais o Programa realiza também reposições e complementações, sendo que assim, entre 2013 e 2015 o MEC investiu mais de dois bilhões na compra e distribuição de livros didáticos, valores que só são superados pelo programa de merenda escolar (BRASIL, FNDE, 2016).

2.3 - O Guia de Livros Didáticos de Ciências do PNLD/2014

Em relação ao PNLD/2014, no que concerne a disciplina de Ciências nos anos finais do Ensino Fundamental, a avaliação pedagógica das obras foi realizada por um grupo de pesquisadores de diversas regiões do Brasil, sendo a Universidade Federal de São Carlos a instituição responsável pela organização desta avaliação. Logo em seu texto de apresentação aos professores, a equipe já salienta que após anos de preocupação na correção conceitual dos materiais e com a melhora substancial neste quesito, o foco passou a ser outro:

[...] os livros aqui apresentados podem conter algumas imprecisões, mesmo porque não existe a narrativa ideal e nem a Ciência é um corpo de conhecimentos acabado, razão pela qual o professor deve estar sempre atento para saber explorar eventuais incorreções. Entretanto, o foco para uma boa escolha do livro de ciências está na questão metodológica, isto é, se a proposta pedagógica contempla um ensino investigativo e experimental. (BRASIL, 2014, p. 7)

O manual do professor também passou a receber uma atenção especial dos avaliadores, que ressaltam que neste PNLD: “o professor poderá se beneficiar com bons textos acerca das teorias atuais do ensino de Ciências e variadas referências bibliográficas”. (ibid., p. 8)

A avaliação das obras didáticas pelo PNLD foi realizada com base em critérios de duas naturezas: critérios comuns para todas as disciplinas curriculares e critérios específicos para cada uma delas. Entre os critérios eliminatórios comuns do PNLD/2014, queremos destacar, com base nesta pesquisa, logo o primeiro item: “respeito à legislação, às diretrizes e às normas oficiais relativas ao ensino fundamental” (ibid., p. 9), tendo em vista que conforme citamos em análise anterior, documentos curriculares oficiais, como PCNs e DCNs já orientam uma abordagem sistêmica no ensino de ciências. Esta abordagem também é favorecida conforme alguns critérios eliminatórios próprios do componente curricular Ciências, visto que as coleções deveriam apresentar:

1. propostas de 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; [...]
3. iniciação às diferentes áreas do conhecimento científico, assegurando a abordagem de aspectos centrais em física, astronomia, química, geociências, ecologia, biologia e saúde;
4. articulação dos conteúdos de Ciências com outros campos disciplinares; [...]
7. textos e atividades que colaborem com o debate sobre as repercussões, relações e aplicações do conhecimento científico na sociedade; [...] (BRASIL, 2014, p. 9-10).

Quanto ao manual do professor, destacamos que foi observado, entre outros critérios, se este “valoriza o papel do professor como um problematizador, orientando-o para que apresente novas propostas atraentes de investigações científicas;” e também se “apresenta referências bibliográficas de qualidade e facilmente acessíveis, estimulando o professor para leituras complementares.” (ibid., p. 10)

Pela primeira vez o PNLD avaliou também os conteúdos multimídia que poderiam vir acompanhados aos livros impressos, mas os próprios avaliadores afirmaram que a iniciativa não logrou êxito, visto a maioria dos objetos educacionais apresentados pelas editoras infringiram nos critérios exigidos pelo edital, tanto no aspecto pedagógico como técnico. O Guia apresenta ainda resenhas das vinte coleções aprovadas, com descrições gerais, análise da abordagem pedagógica, do conteúdo, da relação ciência, pesquisa e experimentação, análise do manual do professor e sobre as possibilidades de uso em sala de aula.

Ao optarmos, pois, em selecionar os livros didáticos dentre as vinte coleções aprovadas e analisar a abordagem sistêmica nestes materiais, concordamos com Martins (2006, p.125) quando defende que o livro didático não é mera adaptação do texto científico para o contexto

escolar: “ele reflete as complexas relações entre ciências, cultura e sociedade no contexto da formação de cidadãos e se constitui a partir de interações situadas em práticas sociais típicas do ensino na escola”. Assim, considerando seu poder de materialização do discurso científico-escolar, procuramos analisar entre os dois paradigmas apresentados os pontos de tensão, conflito ou superação apresentados por estes materiais, buscando explorar, para além da decodificação e apropriação de informações, outras dimensões da interação com o texto didático.

A fim de subsidiar a análise destes materiais, recordamos na tabela abaixo, elaborada a partir da categorização de Morin (2005), a organização do conhecimento segundo os princípios que controlam a inteligibilidade científica clássica em oposição àqueles que controlam a inteligibilidade complexa, vistos no início deste trabalho e aos quais o autor denomina, respectivamente, paradigma da simplificação e paradigma da complexidade:

Simplificação	Complexidade
Princípio da universalidade na ciência, expulsão do local e do singular tido como incerto	Validade, mas insuficiência do princípio de universalidade. Princípio complementar e inseparável de inteligibilidade a partir do local e do singular.
Eliminação da irreversibilidade temporal, e, mais amplamente, de tudo que é eventual ou histórico	Princípio de reconhecimento e de integração da irreversibilidade do tempo na física (segundo princípio da termodinâmica, termodinâmica dos fenômenos irreversíveis), na biologia (ontogênese, filogênese, evolução) e em toda problemática organizacional ("só se pode compreender um sistema complexo referindo à sua história e ao seu percurso" — Prigogine).
Redução do conhecimento dos sistemas as partes mais simples que o constituem	Reconhecimento da impossibilidade de isolar unidades elementares simples na base do universo físico. Princípio que une a necessidade de ligar o conhecimento dos elementos ou partes aos conjuntos ou sistemas que elas constituem.
Redução do conhecimento das organizações aos princípios da ordem, das leis, constâncias inerentes a essas organizações	Princípio da incontabilidade da problemática da organização e - no que diz respeito a certos seres físicos (astros), os seres biológicos e as entidades antropossociais - da auto-organização.
Princípio de causalidade linear, superior e exterior aos objetos	Princípio de causalidade complexa, comportando causalidade mútua inter-relacionada, inter-retroações, atrasos, interferências, sinergias, desvios, reorientações.
Soberania explicativa absoluta da ordem, ou seja, determinismo universal e impecável, aleatoriedades são aparências devidas à nossa ignorância	Princípios de consideração dos fenômenos segundo uma dialógica: ordem /desordem/interações/organização, que permite-nos conceber que a ordem do universo se autoproduz ao mesmo tempo que esse universo se autoproduz, por meio das interações físicas que produzem organização, mas também desordem.
Princípio de isolamento/separação do objeto em relação ao seu ambiente.	Princípio de distinção, mas não de separação, entre o objeto ou o ser e seu ambiente. O conhecimento de toda organização física exige o conhecimento de suas interações com seu ambiente. O conhecimento de toda organização biológica exige o conhecimento de suas interações com seu ecossistema.
Princípio de separação absoluta entre o objeto e o sujeito que o percebe/concebe.	Princípio de relação entre o observador/concededor e o objeto observado/concebido. Necessidade de introduzir o sujeito humano - situado e datado cultural, sociológica, historicamente - em estudo antropológico ou sociológico.
Ergo: eliminação de toda a problemática do sujeito no conhecimento científico.	Possibilidade e necessidade de uma teoria científica do sujeito.

Eliminação do ser e da existência por meio da quantificação e da formalização.	Possibilidade, a partir de uma teoria da autoprodução e da auto-organização, de introduzir e de reconhecer física e biologicamente (e sobretudo antropologicamente) as categorias do ser e da existência
Pensa-se escrevendo ideias claras e distintas num discurso monológico	Há que pensar de maneira dialógica e por macroconceitos, ligando de maneira complementar noções eventualmente antagônicas.

Fonte: Organizado pela autora com base em Morin (2005)

CAPÍTULO 3 - DESENVOLVIMENTO METODOLÓGICO

Adotamos nesta pesquisa a análise documental que, segundo Lüdke e André (1986, p.38) “pode-se constituir numa técnica valiosa de abordagem dos dados qualitativos, seja complementando as informações obtidas por outras técnicas, seja desvelando aspectos novos de um tema ou problema”, a fonte de dados é descritiva, ou seja, como explicitam Bogdan e Biklen (1994, p. 48) os dados recolhidos se dão predominantemente na forma de palavras ou imagens e não de números: “os resultados escritos da investigação contêm citações feitas com base nos dados para ilustrar e substanciar a apresentação [...] respeitando, tanto quanto possível, a forma em que eles foram registrados ou transcritos”.

Apesar das vantagens significativas do uso desta abordagem metodológica, entre as quais podemos citar o baixo custo, fonte rica e estável de dados, subsistência ao longo do tempo e não exigência de contato com os sujeitos da pesquisa, por outro lado, Cellard (2008, p. 295) não deixa de alertar a necessidade de se admitir que seu uso suscita algumas questões:

Se, efetivamente, a análise documental elimina em parte a dimensão da influência, dificilmente mensurável, do pesquisador sobre o sujeito, não é menos verdade que o documento constitui um instrumento que o pesquisador não domina. A informação, aqui, circula em sentido único; pois, embora tagarela, o documento permanece surdo, e o pesquisador não pode dele exigir precisões suplementares.

Assim, de acordo com Sá-Silva, Almeida e Guindani (2009), diante da impossibilidade de se transformar um documento é preciso aceitá-lo tal como ele se apresenta, às vezes incompleto, parcial ou impreciso, usando pois de cautela e avaliando adequadamente, com um olhar crítico, a documentação que se almeja proceder a análise. Em nossa pesquisa, estes documentos serão o Referencial Curricular do Ensino Fundamental da Rede Estadual de Ensino de Mato Grosso do Sul e seis livros didáticos de Ciências do 8º ano do Ensino Fundamental.

O estudo dos referidos documentos dá-se com enfoque nas questões de interesse, que como relatamos, concentra-se na análise de aspectos presentes nestes materiais que podem ou não contribuir na construção de uma visão fragmentada do corpo humano pelos alunos e possíveis avanços em uma abordagem sistêmica nos mesmos, de acordo com o seguinte *corpus* de análise:

Mais especificamente será analisada a organização curricular proposta para o ensino de Ciências com destaque para o estudo do corpo humano no Ciclo II, que no referido Referencial Curricular do Estado de Mato Grosso do Sul, está concentrado ao longo dos quatro bimestres do 8º ano do Ensino Fundamental. Como descrito, o objetivo da análise é verificar se o documento, elaborado com base nos Parâmetros e Diretrizes Curriculares Nacionais, tem orientado e assim contribuído de forma coerente para uma abordagem sistêmica no ensino de ciências, de forma mais específica no estudo do corpo humano. Partindo de um breve

levantamento histórico de seu processo de construção, procuramos analisar neste Referencial algum sinal de emergência de um currículo concebido como ‘complexidade’, conforme descrito por Doll Jr. (2002) em seus cinco ‘C’ de um currículo pós-moderno,

Posteriormente, tendo em vista que para o cumprimento deste Referencial Curricular, uma das principais ferramentas utilizadas pelo professor em sala de aula ainda é o livro didático, passamos a selecionar as obras dentre as 20 coleções aprovadas no PNLD/2014 da disciplina de Ciências. Tendo optado pelo assunto “corpo humano” dentro do ensino de Ciência para análise dos LDs, verificamos, como já descrito por Krasilchik (2011), a influência destes materiais nas organizações curriculares pelo país, além da fragmentação do conteúdo, pois não por coincidência, o tema corpo humano estava predominantemente concentrado em livros de Ciências de uma única série, o oitavo ano do ensino fundamental.

Como critério de seleção destas vinte obras, optamos por analisar as cinco coleções de livros didáticos que tiveram maior número de distribuição no país, conforme tabela disponível no sítio eletrônico do PNLD (BRASIL, FNDE, 2016). Posteriormente, devido a referência a professora Silvia Trivelatto (2005) em textos que tratam da abordagem holística do corpo humano dentro do ensino de Ciências, sendo ela uma das coautoras de uma coleção que ocupa o final da referida lista, precisamente a 17ª, achamos por bem, até para efeitos de comparação, incluir sua obra na análise. Segue, portanto, o quadro com os livros didáticos analisados por ordem de distribuição:

Ordem de distribuição	Código de Identificação	Referências
1º	LD1	GEWANDSZNAJDER, Fernando. Projeto Teláris: Ciências . 1ª ed. São Paulo: Ática, 2012.(Manual do Professor)
2º	LD2	BRÖCKELMANN, Rita Helena. (Org.). Projeto Araribá – Ciências . 3ª ed. São Paulo: Moderna, 2010. (Manual do Professor)
3º	LD3	CANTO, Eduardo Leite. Ciências Naturais: aprendendo com o cotidiano . 3ª ed. São Paulo: Moderna, 2009. (Manual do Professor)
4º	LD4	GOWDAK, Demétrio Ossowski; MARTINS, Eduardo L. Ciências novo pensar: corpo humano . São Paulo: FTD, 2012.
5º	LD5	BARROS, Carlos; PAULINO, Wilson R. 8º ano: o corpo humano . 68ed. São Paulo: Ática, 2013.
17º	LD6	TRIVELATO, José J. [et. al]. Ciências, natureza e cotidiano . São Paulo: FTD, 2012.(Manual do Professor)

Quadro 1 - Livros didáticos do PNLD/2014 selecionados para análise. Fonte: A autora

Ao verificarmos nos vários recursos internos destes LDs possíveis avanços ou dificultadores de uma abordagem sistêmica do estudo no corpo humano optamos por criar algumas categorias de análise emergentes, a partir dos pressupostos do pensamento sistêmico

aplicado no estudo dos seres vivos e no currículo escolar descritos na primeira parte desta pesquisa. Assim, as categorias que nos auxiliarão a avaliar o material são:

C1- Avanços e dificuldades na superação da lógica essencialmente analítica na organização geral dos conteúdos sobre o corpo humano.
C2- Apresentação do corpo humano, conforme PCNs (1998, p.22), como um “todo dinâmico” apresentando inter-relações entre seus sistemas e articulando aspectos biológicos-naturais com as condições culturais, sociais e afetivas.
C3- Utilização de imagens que auxiliem o aluno em uma identificação integrada e pessoal com o corpo humano representado no material.
C4- Descobertas científicas relacionadas ao estudo corpo humano vistas como atividade coletiva, em seu caráter histórico, dinâmico e subjetivo.

Quadro 2 – Categorias de análise dos livros didáticos. Fonte: A autora

As duas primeiras categorias partem do princípio, segundo o paradigma da complexidade (MORIN, 2005), que um sistema vivo não é simplesmente uma soma de elementos, como proposto no paradigma da simplificação, mas sim um todo que não pode ser reduzido a seus elementos. A análise pressupõe isolar todas as partes do corpo humano para entendê-los, a complexidade exige colocá-los num contexto de um todo mais amplo, sendo portanto, contextual, na medida em que determina que o conhecimento de toda organização biológica exige conhecimento de suas interações com o seu ambiente.

Além da análise da escrita nos livros didáticos nas duas primeiras categorias, a terceira também se preocupa em verificar uma abordagem mais sistêmica do corpo humano nestes materiais, mas por sua vez analisando o uso das imagens. Como advertido no Guia dos Livros Didáticos (BRASIL, 2016, p. 17), muitas vezes, por vivermos em uma sociedade logocêntrica, centrada na linguagem escrita, podemos acreditar que apenas as palavras mereçam atenção, cuidado e interpretação, enquanto as imagens ficam em segundo plano. Entretanto, sua utilização merece atenção redobrada, pois estas podem ser utilizadas não somente para ilustrar o texto, mas elas possuem o poder de “dizer por si só”, além de poderem serem lidas de maneiras diversas. Assim, buscamos verificar qual representação científica de corpo humano pode estar sendo representada nestes materiais e se estas tem contribuído ou dificultado uma compreensão mais viva e complexa deste corpo, que possa ser enfim reconhecido como “nosso” corpo.

A quarta e última categoria, por fim, parte do princípio que também para que possamos perceber o corpo humano sobre uma perspectiva sistêmica é necessário um olhar mais próximo sobre este objeto de estudo e autoconhecimento, para tanto é necessário, como adverte Morin (2005), introduzir o sujeito humano situado e datado cultural, sociológica e historicamente.

CAPÍTULO 4 – O REFERENCIAL CURRICULAR DE CIÊNCIAS DO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL E O LIVRO DIDÁTICO DO 8º ANO

4.1 - O referencial curricular e o estudo do corpo humano

A mais recente proposta curricular do MS voltada ao Ensino Fundamental foi publicada após onze anos da divulgação dos PCN. Anterior a este período as orientações curriculares para o ensino de Ciências e das demais disciplinas se davam por meio de Diretrizes Curriculares, sendo que a primeira delas, as Diretrizes Gerais para o Ensino de Pré Escolar e 1º e 2º Grau do Estado de Mato Grosso do Sul, foi publicado no Diário Oficial de Mato Grosso do Sul em 27 de dezembro de 1989, dez anos após a instalação do novo estado, separado do Estado de Mato Grosso pela Lei Complementar nº 31 de 11 de Outubro de 1977 e instalado em 1º de janeiro de 1979. Bertoletti (2013, p. 954) atribui a demora na elaboração das primeiras Diretrizes as constantes crises políticas no início da formação do estado, que tiveram como consequência direta a “descontinuidade nos programas de governo, afetando também a Secretaria de Educação. Para se ter uma ideia, em quatro anos (1979-1982), MS teve três governadores e cinco secretários de educação”.

Anterior a este período, Neves (2013) destaca como norteadores do ensino em Mato Grosso do Sul as propostas de outros estados próximos como Paraná e São Paulo, os estudos por meio de capacitações promovidas pelas agências de ensino do estado, de orientações de educadores de renome nacional e principalmente o uso constante do livro didático.

Nestas primeiras Diretrizes de 1989 as orientações para o ensino de Ciências Físicas e Biológicas no 1º grau já criticavam a forma abstrata e fragmentada do ensino desta disciplina, onde os conteúdos seriam meras informações desprovidas de valor, assim sendo trazia que:

A organização dos conteúdos da proposta curricular visa possibilitar o estudo dos conhecimentos científicos mais amplos, de forma a permitir o desenvolvimento das concepções básicas como a interdependência e de interrelação existente entre os elementos de uma realidade e que poderá ajudar a explicar vários fenômenos naturais e sociais. O mundo, sob este enfoque, seria visto como um todo organizado, numa visão sistêmica em que o social e o natural estariam interrelacionados formando uma totalidade dinâmica. (MATO GROSSO DO SUL, 1989, p. 85).

A despeito das orientações inovadoras, buscando facilitar o trabalho do professor, foi apresentada uma lista excessiva de conteúdos a serem trabalhados, divididos em todas as séries do então 1º Grau. O estudo do corpo humano, por exemplo, não estava como hoje concentrado em uma única série, mas dividido em seus sistemas entre a então 6ª série e 8ª série, mas sem nenhuma ligação aparente com as demais temáticas da disciplina a serem trabalhadas no período letivo.

Após a publicação destas primeiras Diretrizes e notadamente após a troca de governo, de Marcelo Miranda, do Partido do Movimento Democrático Brasileiro (PMDB) para Pedro Pedrossian, do Partido Trabalhista Brasileiro (PTB), seguiram-se a publicação das Diretrizes Curriculares, em 1992, sendo que a elaboração de uma nova proposta para o Ensino Fundamental, após a publicação dos PCN em 1997, só veio a se efetivar dez anos depois, em 2007, quando a Secretaria Estadual de Educação enviou uma proposta preliminar do novo Referencial Curricular aos professores da rede para análise e sugestões. Segundo Bertoletti (2013, p. 950) ao que tudo indica a “elaboração e publicação desse novo currículo deveu-se a exigências legais, no que diz respeito à implantação do Ensino Fundamental de nove anos”, regulamentado pela Lei nº 11.274 de 06 de fevereiro de 2006 e não para suprir as necessidades específicas previstas no cotidiano das escolas estaduais.

O referencial foi disponibilizado às unidades escolares em 2008 e após algumas reformulações, uma nova, e nas orientações para o ensino de Ciências até aqui última versão, foi distribuída aos professores em 2012. Ao citar o envolvimento de diversos autores na elaboração do Referencial Curricular entre técnicos, docentes, coordenadores pedagógicos, diretores, supervisores de gestão escolar e professores de diversas instituições de ensino superior do Estado, o documento salienta em seu primeiro texto aos educadores que “a perspectiva máxima era avançar na proposição de um currículo que atendesse às particularidades e pluralidade do estudante sul-mato-grossense”. (MATO GROSSO DO SUL, 2012, p.8). No entanto, o documento não faz nenhuma referência aos documentos que antecederam a elaboração deste Referencial e como também atesta Bertoletti (2013) em seu estudo sobre a história da disciplina de Língua Portuguesa no estado, é marcante o silêncio absoluto em relação a história do ensino em Mato Grosso do Sul, como se a educação e, nesse caso, o ensino de Ciências bem como das demais disciplinas fosse a-histórico e neutro. Assim como em seu processo de autoria, embora os referenciais destaquem na longa lista de colaboradores a “Participação Especial dos Educadores da Rede Estadual de Ensino de Mato Grosso do Sul” (MATO GROSSO DO SUL, 2012, p.4) o que se percebe é que estes documentos foram perdendo ao longo do tempo a menção aos professores diretamente envolvidos em sua elaboração. Como destaca Marinho (2001, p.11):

Essa demanda de múltiplos objetivos, de funções e de leitores contribui para que este gênero – currículo – apresente um aspecto de inconsistência e fragmentação, certamente proporcional à tentativa de busca de consenso, de diluição de conflitos de posicionamentos, emprestando, de um lado, a diversas mãos o instrumento da sua escrita e, de outro, mantendo nas mãos do Governo, do Ministério da Educação, a sua unidade e coerência. Essa escritura múltipla, contraditoriamente, produz o apagamento de vozes, de autoria, de uma não identificação dos próprios sujeitos que dela participam.

Em seus textos de embasamento teórico pedagógico, distribuídos em diversos assuntos no início do Referencial, desde concepções sobre Educação, Escola e Currículo, até orientações para o Ensino Fundamental, Médio, Educação Especial, do Campo, Indígena, Ambiental entre outras, se percebe no documento, além da previsível influência dos Parâmetros Curriculares Nacionais, a forte incorporação de princípios presentes nas Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a Educação Básica (DCNs) publicados no ano de 2010.

Após a apresentação de trinta e oito páginas com os referidos textos, segue-se a apresentação das disciplinas agrupadas por áreas de conhecimento, sendo que para cada uma delas é disponibilizado um texto com orientações pedagógicas denominadas “Visão de Área”, seguida pela organização de conteúdos a serem trabalhados por cada disciplina ao longo dos quatro bimestres letivos, as competências e habilidades a serem atingidas e por fim, as referências bibliográficas. Assim, embora o documento traga em sua apresentação que este foi “pensado de forma a proporcionar a todos os educadores uma visão sistêmica do currículo com a possibilidade de observação da horizontalidade e verticalidade dos conteúdos expostos, de forma a contextualizá-los, interagindo os diversos conhecimentos e componentes curriculares/disciplinas” (MATO GROSSO DO SUL, 2012, p.9), a forma como é estruturada os componentes possibilita uma interpretação dúbia:

[...] pois, ao mesmo tempo em que exalta um conhecimento coeso e totalizante das disciplinas que enfatizam a construção do conhecimento relacional, tratam-nas separadamente, como unidades individuais em si mesmas, sem reforçar a proposição inicial de trabalhar com os componentes curriculares construindo e desenvolvendo habilidades e competências que possibilitem aos alunos terem uma compreensão relacional entre os conteúdos das outras disciplinas. (Debona, Ribeiro e Pinto, 2015, p. 21).

Quanto às orientações da ‘Visão de área’ do ensino de ciências da natureza presentes no Referencial, estas se desenvolvem em apenas duas páginas, em um texto com uma crítica contundente ao paradigma reducionista, que segundo Behrens (2005, apud MATO GROSSO DO SUL, 2012, p.280) tem consolidado “um modo de ensinar fragmentado, em que o objetivo da ciência é descobrir a verdade, o objetivo do professor é transmitir conhecimento e ao estudante cabe apenas decorá-lo passivamente”. Nesse sentido, ressalta que é fundamental que o educador compreenda a teia das relações existentes entre todas as coisas para que possa pensar a ciência una e múltipla simultaneamente.

Apesar das breves orientações presentes no Currículo para o ensino de ciências criticarem a forma essencialmente disciplinar de organização do ensino, logo em seguida, na seleção de conteúdos a serem abordados percebe-se o total distanciamento da proposta sistêmica então sugerida, sendo estes organizados da forma essencialmente padronizada e

fragmentada há décadas em cada série do Ensino Fundamental do Ciclo II: basicamente solo, ar e água no sexto ano, os seres vivos e sua classificação no sétimo ano, a anatomia e funcionamento do corpo humano no oitavo e as transformações físicas e químicas no nono ano.

A organização dos conteúdos neste modelo rígido vai contra as próprias orientações dos PCNs:

Em relação aos conteúdos conceituais, particularmente de quinta a oitava séries, persiste uma tendência que os aborda de modo estanque nas disciplinas científicas, tais como se consagraram há mais de um século, e de forma caricatural. Apresenta-se separadamente Geologia, dentro de água, ar e solo; Zoologia e Botânica, como sendo classificação dos seres vivos; Anatomia e Fisiologia humana, como sendo todo o corpo humano (...) as noções de ambiente ou de corpo humano como sistemas, ideias importantes a trabalhar com alunos, são dificultadas por essa abordagem. A compreensão do que é ciência por meio desta perspectiva enciclopédica, livresca e fragmentada não reflete sua natureza. (BRASIL, 1998, p. 27).

Quanto ao tema desta pesquisa, o estudo do corpo humano no oitavo ano do ensino fundamental, este é dividido nos quatro bimestres do ano letivo, conforme apresentado no quadro 3, sendo apresentado inicialmente no primeiro bimestre como coleção de células, tecidos, órgãos e seguindo posteriormente no estudo dos demais sistemas. Permeando estes conteúdos são propostos temas transversais na área da saúde, como exemplo hábitos alimentares saudáveis, durante o estudo do sistema digestório e consumo de álcool e problemas no trânsito, quando se estuda o sistema nervoso.

Percebemos também que, assim como ocorre em muitos livros didáticos, conforme análise de Carvalho et al. (2012), o estudo da sexualidade humana fica notadamente para o final. Este é um fato preocupante ao levarmos em consideração a situação de muitas escolas públicas, onde sabemos que por inúmeros fatores, como a falta de professores e movimentos grevistas, os dias letivos não são efetivamente cumpridos. Logo podemos concluir que este e outros assuntos instigadores de polêmicas acabam por não serem abordados com os estudantes ou o são de maneira superficial.

Quadro 3 – Conteúdos de Ciências da Natureza propostos para o 8º ano do Ensino Fundamental

8º ano	
Conteúdos – Eixo temático: Ser humano e Saúde	
1º Bimestre	- Níveis de organização do corpo humano (da célula ao organismo) - Metabolismo celular: anabolismo e catabolismo - Histologia: estudo dos tecidos - Nutrição: os alimentos; composição nutricional dos alimentos; hábitos saudáveis (alimentar, físico, social, mental, ambiental); doenças relacionadas à alimentação; os alimentos originários das Américas; sistema digestório; o processo da digestão; fluxo de energia dos alimentos.
2º Bimestre	-Circulação sanguínea: sistema cardiovascular, circulação e as defesas do corpo. -Respiração -Excreção
3º Bimestre	- Movimento e suporte: ossos, músculos e articulações; práticas de esportes e as deficiências - Integração e controle corporal: sistema nervoso, os sentidos e sistema endócrino

	- Efeitos das drogas no sistema nervoso - O consumo de álcool e os problemas no trânsito
4º Bimestre	- Anatomia e fisiologia do sistema reprodutor masculino e feminino - Fecundação e gravidez - Aspectos biológicos e sociais da sexualidade humana - Noções de genética: os cromossomos, os genes e a hereditariedade; grupos sanguíneos e sistema ABO - Respeito à diversidade biológica, étnica, cultural e social

Fonte: MATO GROSSO DO SUL. Referencial Curricular da Educação Básica da Rede Estadual de Ensino/MS – Ensino Fundamental. Secretaria de Estado de Mato Grosso do Sul, 2012, p. 296-297. Organizado pela autora.

Embora a lista de conteúdos seja extensa, em 2014 houve alteração na carga horária do ensino de Ciências da Natureza nos anos finais do ensino fundamental, conforme Resolução/SED n. 2.873, publicada no Diário Oficial de Mato Grosso do Sul em 27 de março de 2014, quando as aulas de ciências nos 8º e 9º anos passaram de 3 para 4 aulas semanais em detrimento das aulas de Geografia e História, onde houve uma diminuição de 3 para 2 aulas semanais nas respectivas séries, sendo que cada aula tem duração de 50 minutos. Tal preocupação com o aumento da carga horária das aulas Ciências se deu, ao que tudo indica, não por mera coincidência, justamente após a inclusão desta disciplina nas matrizes de avaliação do Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica (Saeb) por meio da Prova Brasil, ou Avaliação Nacional do Rendimento Escolar (Anresc), que se deu em caráter experimental no ano de 2013 e consolidada em 2015, justamente para estudantes da 8ª série/9º ano do Ensino Fundamental e da 3ª série do Ensino Médio. Desde o ano 2001 o Saeb avaliava somente as áreas de Língua Portuguesa e Matemática.

Além de determinar os conteúdos a serem trabalhados em cada bimestre, o referencial também traz uma lista de “competências e habilidades” a serem desenvolvidas no aluno para cada conteúdo. Cabe aqui um questionamento das próprias “competências e habilidades” elencadas no currículo: apesar da padronização na organização dos conteúdos, a integração entre os sistemas do corpo humano são apontados como competências e habilidades que os alunos devem adquirir, exemplificando o que é solicitado no segundo bimestre: “demonstrar as integrações e funções entre os sistemas digestório, cardiovascular, respiratório e excretor”. (MATO GROSSO DO SUL, 2012, p.297).

Embora descritas como tal, percebe-se uma confusão no uso destes termos, deslocados de seu contexto e dos conceitos originais explicitados nos próprios documentos curriculares. Perrenoud (2000, p. 19) define competência como “a faculdade de mobilizar um conjunto de recursos cognitivos (saberes, capacidades, informações, etc.) para solucionar com pertinência e eficácia uma série de situações.” O conceito de habilidade varia conforme os diferentes autores, mas em geral, são consideradas como algo menos amplo do que as competências. Assim, a

competência estaria constituída por diversas habilidades. Os PCN assim explicitam os desafios do ensino por competências:

Um ensino por competências nos impõe um desafio que é organizar o conhecimento a partir não da lógica que estrutura a ciência, mas de situações de aprendizagem que tenham sentido para o aluno, que lhe permitam adquirir um instrumental para agir em diferentes contextos e, principalmente, em situações inéditas de vida. (BRASIL, 2002, p. 35)

O próprio referencial curricular ressalta também que “as competências não eliminam os conteúdos; elas direcionam a seleção, visto que o importante não é a quantidade de informações, mas a capacidade de lidar com elas” (MATO GROSSO DO SUL, 2012, p.14). O que vemos, porém, elencado no currículo como competências e habilidades, apenas para citar alguns exemplos no estudo dos conteúdos do corpo humano no oitavo ano do Ensino Fundamental: “definir os níveis de organização do corpo humano”, “conhecer as defesas do corpo”, “explicar a relação entre os órgãos do sentido e percepção do ambiente”, “conceituar cromossomos e genes” (ibid., p. 297-298), se constituem antes, mais como uma forma de reprodução de um conhecimento específico adquirido pelo aluno, a ser traduzido em comportamento observáveis que podem então ser mais facilmente submetidos ao controle externo. Como observa Macedo (2002, p. 122) essa normalização da ação acaba por tirar da noção de competência aquilo que a caracteriza, ou seja, “a mobilização de diferentes esquemas para atuar em uma situação específica, esquemas esses que não podem ser previamente estabelecidos até porque são diferenciados por sujeitos de aprendizagem”.

Ao professor, diante de tantas incongruências presentes no currículo, cabe exercer sua autonomia em sala de aula, para promover esta articulação, esta organização entre os saberes adquiridos pelos alunos e aquisição de competências, de recursos que possam ser utilizados diante de situações-problemas. Como o próprio Referencial Curricular procura resguardar: “cabe à escola complementá-lo de acordo com suas especificidades, com autonomia metodológica, para ampliar conhecimentos, conteúdos, habilidades, competências e, ainda, o desenvolvimento de um processo contextualizado com a realidade local”. (MATO GROSSO DO SUL, 2012, p.9)

No entanto, cabe ressaltar que essa aparente autonomia é regrada e vigiada pelos planejamentos de aula registrados mensalmente ou quinzenalmente, de acordo com a escolha prévia da unidade escolar, por meio de uma plataforma online (figura 2). Após a postagem dos planejamentos, estes são analisados e corrigidos pelos coordenadores pedagógicos da unidade escolar, que por sua vez estão sob supervisão da equipe pedagógica da SED. No sistema já constam os conteúdos, bem como as competências e habilidades cabendo ao professor, se assim

desejar, acrescentar mais alguns, o que normalmente por falta de tempo e formação não ocorre, gerando nestes campos uma reprodução fiel do Referencial Curricular que o professor tende a complementar somente com as metodologias, recursos e formas de avaliação a serem implementadas no período.

Figura 2- Imagem do sistema de planejamento online



O que se percebe claramente é que, embora o próprio currículo de ciências que o professor dispõe para seu planejamento de aulas esteja organizado de forma essencialmente fragmentada, cabe ao professor em seu trabalho em sala de aula auxiliar os alunos a desenvolverem as integrações necessárias entres os conteúdos aprendidos. No estudo do corpo humano, cabe, portanto, ao professor e ao aluno a tarefa de juntar, integrar, dar vida ao corpo humano entregue a ele de forma esquartejada durante os bimestres.

Enquanto docente desta rede estadual já me perguntava como este processo de ensino seria possível e como Trivelato (2005, p.127) trazia o questionamento se haveria “espaço no currículo para que se apresente o corpo humano por inteiro, numa visão integrada e holística?”.

Respondendo sua própria pergunta, Trivelato admitia que, mesmo verificando iniciativas positivas no sentido de um estudo mais integrado em Ciências, não se podia admitir que os currículos já tivessem incorporado uma abordagem holística no conhecimento sobre o corpo humano, citando entre outros fatores: o peso da tradição curricular, o tempo necessário para que novos conhecimentos se fizessem presentes em cursos de formação inicial de professores e o tempo de incorporação desses conhecimentos pelos materiais didáticos. Tomando como objeto de estudo dois dos três dificultadores da abordagem holística no estudo do corpo humano apontados pela autora, vimos que, os currículos oficiais, ao longo dos anos, tomando como exemplo o do estado do MS, tem orientado ‘teoricamente’ para um ensino de Ciências mais integrado. Entretanto, observamos que estas orientações são contraditórias e não se concretizam nem mesmo dentro da organização dos próprios conteúdos da disciplina, como no estudo do corpo humano, essencialmente fragmentado.

Assim posto, se a organização curricular não demonstra colaborar efetivamente para uma abordagem sistêmica no ensino e aprendizagem de Ciências, passaremos agora a analisar uma outra ‘voz’ influente em sala de aula, que é o livro didático. Como citado, mesmo com o advento de novos recursos do mundo digital, o livro didático ainda possui posição de destaque no ambiente escolar e sua influência não pode passar despercebida. Passaremos, portanto, a analisar a forma como é contemplado o estudo do corpo humano nos seis livros didáticos de Ciências do oitavo ano selecionados entre os aprovados do PNLD/2014, avaliando possíveis avanços ou dificultadores em uma abordagem sistêmica do estudo no corpo humano nestes materiais.

4.2 -O estudo do corpo humano nos livros didáticos do 8º ano

Seguindo o *corpus* de análise apresentado no desenvolvimento metodológico desta pesquisa passamos a descrição qualitativa das quatro categorias de análise dos livros didáticos selecionados, as quais foram criadas com base nos pressupostos do pensamento sistêmico aplicados no estudo dos seres vivos e do currículo escolar descritos na primeira parte desta pesquisa:

C1- Avanços e dificuldades na superação da lógica essencialmente analítica na organização geral dos conteúdos sobre o corpo humano.

De maneira geral as seis coleções analisadas apresentam o corpo humano em uma forma já tradicionalmente enraizada, de forma analítica, concentrada predominantemente em uma única série e dividido em seus sistemas. Percebe-se, todavia, como podemos verificar por exemplo em LD3 e LD6, que os autores entendem que esta forma de organização não seja mais ideal, dada as justificativas apresentadas logo nas primeiras páginas dos livros. Em LD3 o autor explica, baseado na confiabilidade científica, o critério de organização dos conteúdos: “Para **facilitar**, os cientistas dividem o estudo do organismo humano em diferentes níveis de organização: as células, os tecidos, os órgãos e os sistemas”. (CANTO, 2009, p.19). E em LD6 também se justifica o peso da tradição para este tipo de organização:

“Muito do que hoje sabemos foi estudado e compreendido com base em pesquisas de partes isoladas [...]. Assim, é comum estudarmos os sistemas digestório, cardiovascular, respiratório, urinário e genital em capítulos separados. [...]. É importante reconhecer que essa separação é apenas um recurso para **facilitar** o estudo. Nosso corpo é um conjunto em que as funções estão interligadas, e os mecanismos que atuam de forma coordenada, de certo modo, garantem o equilíbrio interno do nosso organismo.” (TRIVELATO et al., 2012, p.22, grifo nosso).

Concordamos com os autores, assim como Mayr (2008, p.83) ao afirmar que a análise de sistemas é um método válido e muitas vezes necessário, mas que as tentativas de “redução” de conceitos puramente biológicos as leis das ciências físicas ou químicas raramente, ou nunca, tem conduzido a qualquer avanço na compreensão dos sistemas vivos. Assim, na ânsia por didatizar os conteúdos sobre o corpo humano, os textos podem utilizar analogias mecanicistas e essencialmente reducionistas que dificultam a identificação do aluno com o que está sendo apresentado.

Desta forma, mesmo que as obras apresentem o corpo humano biológico de forma dividida, procuramos nelas alguma forma de organização do material que busque integrar os conhecimentos, um “fio condutor” que auxilie professores e alunos a identificar-se com o corpo humano estudado tanto biologicamente, como culturalmente e socialmente. Um avanço neste

sentido, por exemplo, é a presença em todas as seis obras analisadas de textos, análise de imagens ou experiências no início de cada capítulo ou unidade, com o objetivo de auxiliar os professores no resgate de conhecimentos prévios dos alunos e na motivação destes para os assuntos que serão seguidamente aprofundados. Analisaremos posteriormente mais a fundo estes textos iniciais, pois alguns deles não chegam a cumprir com o objetivo proposto e até podem contribuir para fortalecer a imagem de um corpo-máquina nos estudantes.

Em LD1, (GEWANDSZNAJDER, 2012) e LD4, (GOWDAK, 2012), fora os textos e experiências motivacionais citados no início dos capítulos, não encontramos nenhuma organização diferencial do material que poderia auxiliar alunos e professores em uma visão mais sistêmica do corpo humano. O LD1 apresenta 19 capítulos, já iniciando pelo estudo da célula, tecidos e seguido pelos demais sistemas do corpo humano. O LD4 possui 12 capítulos, os três últimos apresentam conceitos gerais da evolução dos seres vivos, com poucas descrições sobre a evolução humana; o capítulo seguinte trata de conceitos superficiais e desvinculados sobre saúde e tecnologia, como biotecnologia, medicina molecular, clonagem, transgênicos, projeto Genoma, nanotecnologia, entre outros. O último capítulo trata sobre ecologia e embora se denomine “O ambiente e o ser humano”, desenvolve pouco e superficialmente a relação entre ambos.

O LD3, (CANTO, 2009), também já inicia o primeiro capítulo, denominado: “O corpo humano: um todo formado por muitas partes” com as descrições sobre células. Esta coleção, entretanto, optou por organizar os capítulos de acordo os quatro eixos temáticos propostos pelos PCNs: “Ser Humano e Saúde”, “Tecnologia e Sociedade”, “Vida e ambiente” e “Terra e Universo”. Segundo os PCNs, a organização curricular em eixos temáticos tem, entre outros objetivos, “o tratamento de conteúdos em diferentes situações locais e o estabelecimento das várias conexões: entre os conteúdos dos diferentes eixos temáticos, entre esses e os temas transversais e entre todos eles e as demais áreas do ensino fundamental.” (Brasil, 1998, p.36). Entretanto a obra não consegue promover todas estas conexões, ficando o conteúdo sobre os sistemas do corpo humano concentrado predominantemente no eixo temático “Ser humano e Saúde”. Em “Tecnologia e Sociedade” os órgãos do sentido humano são tratados fazendo conexões interessantes com os sentidos de outros animais, o uso de aromatizantes, os conceitos de onda, instrumentos musicais, entre outros. Já nos três últimos capítulos onde se concentram os eixos “Vida e Ambiente” e “Terra e Universo” são abordados temas como ecologia, fluxos de energia, pirâmides ecológicas e os diversos tipos de poluição, mas de forma mais conceitual, fragmentada e superficial. O mesmo ocorre em “Terra e Universo”, onde são tratados, no último capítulo, temas relacionados à ação humana e desequilíbrios ambientais, o crescimento

populacional, recursos renováveis e não renováveis. Devemos lembrar ainda que o currículo de Ciências de Mato Grosso do Sul propõe para o oitavo ano somente o eixo temático “Ser humano e saúde”, com os estudos dos sistemas do corpo humano e alguns temas transversais, portanto, os professores, mesmo aderindo a referida obra, normalmente não utilizam os dois últimos capítulos, se concentrando em conteúdos que atendam o currículo em questão. Outra característica da organização geral da obra que merece destaque é a utilização frequente de mapas conceituais no final das unidades, que podem auxiliar os estudantes e professores na interligação de conceitos e na distinção de informações fundamentais das acessórias ou supérfluas.

Em LD2, (BRÖCKELMANN, 2010), encontramos nove unidades. Os textos de motivação inicial são os mais desenvolvidos das seis coleções analisadas. O título da primeira unidade: “Somos todos um só?” chama a atenção e realmente demonstra um avanço ao mostrar logo nas primeiras páginas a preocupação em se discutir aspectos culturais e evolutivos dos seres humanos, antes de passar aos conteúdos puramente biológicos do corpo humano. É o único das seis coleções a iniciar a unidade com um gênero diferente de texto, um poema, de Thiago de Mello, denominado “Os Estatutos do Homem” e traz, em seguida, duas notícias sobre pesquisas na área de genética vinculadas em revistas e jornais que tratam da eliminação do conceito de raça entre os seres humanos, a fim de derrubar qualquer base científica para discriminação. No final da obra há um apêndice denominado “Oficinas de Ciências”, em que são propostas atividades experimentais, estudo do meio, construção de modelos e montagens, entre outras propostas de investigação. Uma delas, a oficina quatro, denominada “Homem-máquina, máquina-homem” traz como objetivo, a partir da análise de filmes, como “Eu, robô” (2004) e o “O homem bicentenário” (1999), entre outras sugestões, promover o debate entre as relações de semelhanças e diferenças entre o corpo humano e as máquinas.

O LD5, (BARROS; PAULINO, 2013), de longe a mais antiga das coleções, em sua 68ª edição, também traz a organização tradicional dos conteúdos. O primeiro capítulo, porém, denominado: “Ser humano, com muito prazer”, embora menos desenvolvido que em LD2, também chama a atenção por trazer textos que tratam de uma visão geral do ser humano em seus aspectos biológicos, sociais e evolutivos. Também traz um pequeno texto sobre o preconceito relacionado a ideias de raças humanas. Como LD3, a obra também traz mapas conceituais no final das unidades.

O LD6, (TRIVELATO et al., 2012) é o único a recontar, logo no primeiro capítulo, um pouco da história das descobertas científicas relacionadas ao corpo humano através do tempo. No segundo capítulo, denominado: “Nosso corpo é um sistema integrado”, discute através de

uma história fictícia de aventura chamada “A caverna”, um conjunto de reações integradas que nosso corpo pode apresentar quando submetido a uma situação de estresse. Entretanto, a partir de então, os capítulos seguem a organização tradicional de análise dos sistemas do corpo humano, embora seja recorrente o alerta para uma compreensão sistêmica do mesmo, como descrito nos objetivos do livro do 8º ano no Manual do Professor:

- Compreender o corpo humano como um todo integrado, embora sua abordagem na obra esteja dividida de acordo com sistemas (funções de nutrição, obtenção de energia, eliminações de excretas, sistemas integradores e órgãos do sentido, locomoção e estruturas protetoras do organismo).
- Reconhecer que o conhecimento científico é uma construção humana determinada pelas concepções e condições sociais das comunidades de cada época histórica. (TRIVELATO et al., 2012, p.26).

Podemos inferir, portanto, com base nas análises destas seis obras, a dificuldade de superar a forma cartesiana como o corpo humano é abordado tradicionalmente nos livros didáticos. Embora perceba-se em alguns autores a preocupação em se utilizar mais de recursos internos como textos auxiliares antes ou depois dos capítulos, mapas conceituais, oficinas, entre outros, com o intuito de dar mais “vida” ao corpo didático apresentado, este continua sendo exposto de forma consideravelmente biológica, em uma única série, separado em partes e sem uma síntese explicativa posterior.

Uma explicação para esta resistência a mudança pode se evidenciar ao compararmos esta forma de organização das obras com o currículo de Ciências. Tal forma de divisão, pelo que vimos, satisfaz plenamente a organização curricular da disciplina de Ciências do Estado de Mato Grosso do Sul e dada a padronização dos materiais, de muitas outras redes educacionais do país. Na outra ponta, o professor que precisa “cumprir” o currículo, opta por escolher as obras que contemplem, da forma mais fiel possível, aos conteúdos prescritos nesta organização curricular.

C2- Apresentação do corpo humano, conforme PCNs, como um “todo dinâmico” (BRASIL, 1998, p.22) apresentando inter-relações entre seus sistemas e articulando aspectos biológicos-naturais com as condições culturais, sociais e afetivas.

Após uma visão geral da organização dos conteúdos nos livros didáticos analisados, passamos a procurar dentro destas obras, em textos, notícias, experiências, projetos e atividades que poderiam auxiliar estudantes e professores na compreensão do corpo humano como um todo, não apenas em seus aspectos biológicos, mas também culturais e sociais, de forma que o aluno possa se “enxergar” no corpo humano estudado.

Em LD1 percebemos poucas conexões entre os assuntos na descrição geral dos conteúdos sobre o corpo humano. Começando o estudo pelas organelas celulares, tecidos,

posteriormente os demais sistemas, o que se nota é uma ênfase em descrições pormenorizadas de cada componente. Muitas analogias mecânicas, ênfase nos processos químicos e utilização de termos de difícil compreensão para a faixa etária dos alunos ainda são utilizadas como destacamos a seguir: “*A multiplicação das células, revela uma das funções do alimento: ele serve de matéria-prima para a construção do organismo.*” (GEWANDSZNAJDER, 2012, p. 37). “*Portanto, o organismo humano pode ser comparado a uma espécie de laboratório químico – só que muito mais complexo! – que transforma uma substância em outra, retira energia do alimento e realiza inúmeras outras funções*”. (Ibidem, p. 38). “*Os ossos funcionam como alavancas que facilitam os movimentos do corpo.*” (ibid., p. 164). “*Se compararmos os olhos às câmeras fotográficas, o que corresponderia, no olho humano, ao diafragma, à objetiva e ao filme ou sensor eletrônico?*” (ibid., p. 186).

Segundo Giraldi e Souza (2006) é necessário um cuidado com o uso de analogias no ensino de Ciências, tendo em vista que o leitor nunca é passivo, este interage com o texto atribuindo-lhes significados que podem não coincidir com o que autor almejava inicialmente transmitir.

Assim também, tentativas de conexões e contextualizações com o cotidiano do aluno, mesmo que pontuais, são exploradas. Por exemplo, no estudo do sistema digestório:

Quando vemos um sanduíche ou sentimos o cheiro dele, é comum ficarmos com “água na boca”. Isso acontece porque o sistema nervoso recebe os estímulos dos olhos ou do nariz e envia uma mensagem para as glândulas salivares, que começam a fabricar saliva. (GEWANDSZNAJDER, 2012, p. 55).

Integrando o sistema nervoso e endócrino:

Em situações de emergência, como você já sabe, entram em ação o sistema nervoso simpático e a glândula suprarrenal, provocando as reações físicas que preparam a pessoa para enfrentar o perigo, além de uma série de reações psicológicas: medo, raiva, preocupação, etc. [...] Cada pessoa reage a uma situação de estresse de maneira diferente. [...] Mas reservar um tempo para lazer, praticar exercícios físicos com a orientação de especialistas e conversar com amigos e familiares são algumas atitudes que ajudam a relaxar e evitar as tensões do estresse. (ibid., p. 210).

No estudo do sistema genital masculino:

Uma preocupação masculina comum é a perda da capacidade de ter (ou manter) uma ereção por tempo suficiente para o ato sexual – chamada disfunção erétil ou impotência. [...] Pode haver um número imenso de causas para isso: cansaço, preocupação em mostrar um bom desempenho, falta de interesse na parceira, álcool em excesso e o próprio medo de não ter ereção. [...] É claro que podem existir também causas físicas [...] (ibid., p. 221).

Apesar destas tentativas do autor em se aproximar dos leitores, se utilizando de uma linguagem mais próxima do comum, não é garantido que os sentidos incorporados pelos leitores sejam os mesmos intencionados pelo autor do livro didático, como também foi verificado por Giraldi (2005) em sua análise de livros didáticos de Biologia.

O uso de termos científicos, sem a devida distinção de seus significados dos termos da linguagem comum e sem contextualizá-los às teorias científicas, pode ainda cristalizar conceitos equivocados do ponto de vista da ciência, além de disfarçar as rupturas do conhecimento suscitando obstáculos ao entendimento desses mesmos conceitos. Apesar desta preocupação, as autoras não deixam de salientar que em uma perspectiva discursiva, “a linguagem (científica), utilizada para falar sobre conhecimentos biológicos, assim como qualquer outra, só pode ser construída a partir da linguagem comum”. (GIRALDI; SOUZA, 2006, p. 15). Evitamos assim, o outro extremo, que é uso de uma linguagem com alta densidade conceitual, estranha aos alunos, como está presente na mesma obra:

“A urina formada em cada rim é lançada em cavidades, os cálices renais, que se fundem em uma cavidade maior, a pelve renal. Da pelve renal a urina segue para os ureteres, que desembocam na bexiga urinária [...]. O nefro é formado por um tubo com uma extremidade dilatada em forma de taça, a cápsula glomerular. (GEWANDSZNAJDER, 2012, p. 128-129)

Entretanto, é preciso ter em evidência que ao fazer uso de uma linguagem coloquial, a ciência se utiliza de alguns termos em um sentido diverso daquele do sentido comum, atribuindo-lhe um significado novo. Por isso, as autoras sugerem a importância de auxiliar os alunos de ciências a compreender tal linguagem como uma forma de discurso, em seu determinado contexto e dada suas condições de produção. Acreditamos assim, concordando com as autoras:

[...] que desnaturalizar essa linguagem “higienizada”, neutra, com intenção de ser objetiva, inequívoca frequentemente presente em livros didáticos, pode possibilitar a produção de sentidos sobre ciência e sobre Biologia mais humanos, ou seja, que se trata de um conhecimento produzido por sujeitos localizados em determinadas condições sócio-históricas, passível de questionamentos. (GIRALDI; SOUZA, 2006, p. 16).

Normalmente percebe-se que os autores de livros didáticos deixam para os textos complementares, distribuídos no início, meio ou término do capítulo as contextualizações e interligações entre os conteúdos abordados. Entretanto, em LD1, notamos que grande parte destes textos se concentram em explorar “problemas” que podem afetar o funcionamento “perfeito” do corpo-máquina humano. Somente no estudo do sistema digestório, apenas para citar alguns exemplos, são tratadas disfunções como “*Úlcera péptica*” (ibid., p. 59), “*Problemas no fígado*” (ibid., p. 61) e “*Problemas no intestino*” (ibid., p. 62). Alguns destes textos, porém, fazem relações importantes com o cotidiano dos adolescentes e podem ser bem explorados. Citando alguns exemplos, questões como obesidade e desnutrição (ibid., p. 74-77), “*Cuidado com os suplementos*” (ibid., p. 71), “*Por que a urina é amarela?*”, “*A cor da pele e a ideia de raças*” (ibid., p. 145), “*Cuidado com esteroides anabolizantes*” (ibid., p. 166), “*Por*

que nossa voz, quando gravada, nos parece diferente?” (ibid., p. 180), “O aborto” (ibid., p. 244) e “Homossexualidade” (ibid., p. 258).

O livro apresenta muitas opções de atividades e estas estão divididas em dois grupos: “*Trabalhando as ideias do capítulo*” trazem questões mais objetivas cujas respostas estão explícitas no texto, bastando apenas serem copiadas, como: “*Cite três funções que os ossos desempenham no corpo humano.*” (ibid., p. 159); já as questões denominadas “*Pense um pouco mais*”, como o próprio nome sugere, exigem um grau maior de atenção e podem auxiliar os alunos a buscar conexões entre os conteúdos trabalhados, como exemplificado nesta questão no capítulo sobre sistema respiratório, mas que integra conhecimentos sobre células e tecidos: “*A epiderme é formada por várias camadas de células epiteliais. Já os alvéolos são formados por uma única camada de células muito finas. Explique como esse fato se relaciona com a função dos alvéolos.*” (ibid., p. 93). Ou ainda este presente no capítulo sobre Sistema Nervoso, mas que integra conhecimentos de músculos e sistema cardiovascular: “*O curare, veneno que alguns índios usam nas flechas, impede a passagem do impulso nervoso para os músculos estriados esqueléticos. Por que uma pessoa envenenada por curare acaba morrendo por asfixia?*” (ibid., p. 203).

Também são propostas várias atividades de pesquisa em grupos e seminários. Algumas continuam enfocando simplesmente os problemas de saúde relacionados ao corpo humano ou ainda, mesmo a obra se constituindo bastante densa em explicações conceituais, sugerem ainda mais pesquisas neste sentido, como vemos ao final do capítulo sobre sistema nervoso: “*Pesquise o que é a mielina e que são as células da glia ou da neuroglia*” (ibid., p. 204). Outras, porém, se mostram mais contextualizadas e sugerem a integração com outras áreas do conhecimento, como a que solicita que os alunos “*escrevam ou reescrevam uma notícia sobre um esportista que tenha sofrido alguma lesão óssea ou muscular e a apresentem para a classe*”. (ibid., p. 168). Também há propostas socialmente relevantes, como após o estudo dos órgãos do sentido, em que é sugerido um trabalho de campo para verificar e registrar por meio de fotos ou textos se onde os alunos moram há recursos que favorecem o acesso de pessoas com deficiência em locais públicos e mesmo a entrevista com algumas destas pessoas. (GEWANDSZNAJDER, 2012, p. 166).

As atividades experimentais também são amplamente sugeridas nesta coleção. Embora estejam inseridas no final dos capítulos, nada impede que possam ser realizadas a qualquer tempo, mas o ideal seria que fossem colocadas antes da exposição dos conteúdos. Tal inversão torna-se importante já que os conceitos previamente apresentados podem indicar respostas

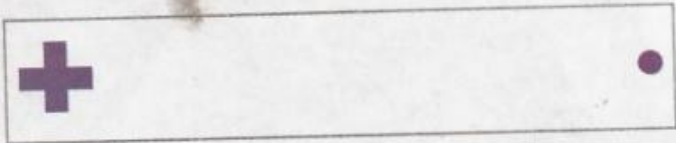
prontas na problematização das experiências, eliminando assim, como alerta Carvalho (2013) toda a possibilidade de o aluno pensar.

De acordo com as orientações presentes no Guia dos Livros Didáticos do PNLD 2014 o conceito de “ensinar ciência fazendo ciência” tem aparecido cada vez mais nas coleções, com propostas de experimentos interessantes, de “final aberto”, “que levam a um tipo de investigação característica da verdadeira pesquisa científica”. (BRASIL, 2014, p. 7). Entretanto o próprio Guia adverte e podemos perceber ao analisar LD1 que algumas experiências ainda mantêm o “final fechado”, acompanhadas de “receitas”, bastando o aluno segui-las para chegar ao resultado esperado. Segundo os avaliadores esses experimentos, entretanto, *“também têm sua utilidade para o domínio de alguma técnica ou para a apreensão de certos conteúdos”*. (ibid., p. 7). Como exemplo separamos esta atividade proposta ao final do estudo sobre a visão humana, reproduzida a seguir:

Figura 3 – Exemplo de atividade de ‘final fechado’

 **Aprendendo com a prática**

1. Em cada olho há uma região em que a imagem não pode ser detectada: é o chamado ponto cego (fica na saída do nervo óptico).
Faça um teste para verificar a existência do ponto cego. Em uma folha de papel ou cartão, desenhe uma cruz e um ponto, separados por cerca de 10 cm, como indica a figura 13.24.



13.24

Segure o cartão com o braço esticado, tape o olho esquerdo e fixe a visão sobre a cruz com o olho direito. Depois, aproxime o cartão do rosto devagar, sempre olhando para a cruz.

- a) O que ocorre com a imagem do ponto, em determinado momento?
- b) Por que isso acontece?

Fonte: GEWANDSZNAJDER, 2012, p. 187.

Percebe-se que nem é necessário o aluno realizar a experiência, a resposta já está no próprio texto de introdução da atividade. Segundo Raboni (2002) é necessário estar alerta, pois atividades como estas têm ajudado a reforçar a ideia da ciência como meramente indutivista, onde a partir de uma atitude contemplativa dos fenômenos seria possível chegar ao conhecimento sobre eles.

Já em outra vertente, ainda segundo o autor, uma experiência “pode se constituir em instância problematizadora e porta de entrada para o tratamento dos vários temas que compõem o currículo de ciências, integrando-se a outras dimensões do desenvolvimento humano”. (Raboni, 2002, p.37)

Uma atividade neste último sentido é proposta em LD1, no estudo do sistema nervoso: Figura 04 – Exemplo de atividade problematizadora

Aprendendo com a prática

■ Agora teste o tempo de reação das pessoas. Esta experiência deve ser realizada em duplas de alunos. Uma pessoa (**A**) segura, no sentido vertical e por uma das pontas, uma régua de 25 cm a 30 cm. A outra pessoa (**B**) deve manter o polegar e o indicador esticados e os demais dedos de uma das mãos fechados para envolver a outra ponta da régua que está dependurada (e segura por **A**), mas sem segurá-la. Veja a figura 14.16.



Então, de repente, a pessoa **A** solta a régua sem avisar. A pessoa **B** tem de tentar prender a régua entre os dedos, o mais rápido possível. A dupla de alunos deve se revezar nas duas posições. Agora, responda caderno.

- Em que ponto cada aluno conseguiu segurar a régua? O que esse ponto indica?
- Por que existe um tempo de reação entre a observação de que a régua está caindo e o ato de segurá-la?
- Você acha que o cansaço pode afetar o tempo de reação?
- E a ingestão de bebida alcoólica? Caso a ingestão de álcool afete o tempo de reação, em que situações ela é perigosa?

Você pode usar uma tabela que permite calcular, aproximadamente, o tempo de reação em função da distância marcada na régua*:

Distância em centímetros	Tempo de reação em segundos
5	0,10
10	0,14
15	0,17
20	0,20
25	0,23
30	0,25

* Se você quiser mais precisão no cálculo, use a seguinte fórmula para calcular o tempo de reação:
 $t = \sqrt{2d/g}$ onde t é o tempo de reação, d a distância em centímetros e g a aceleração da gravidade, que vale cerca de 980 cm/s².

Fonte: GEWANDSZNAJDER, 2012, p. 204.

Esta mesma atividade também é proposta em LD2 (BRÖCKELMANN, 2010), e LD3, (CANTO, 2009) mas em LD1 destaca-se por ser o único a conectar o conhecimento biológico sobre o tempo de reação do sistema nervoso com outros assuntos socialmente relevantes, como os riscos em de dirigir embriagado e mesmo ser utilizado para também trabalhar conceitos matemáticos como solicitado na construção da tabela.

Em LD2 como já ressaltamos há um destaque para a organização diferencial do material que não inicia o estudo do corpo humano pelas células, mas sim pelos aspectos evolutivos do ser humano, comparando-os com outros seres vivos, sem, contudo subjugar-los nesta relação:

Não devemos considerar uma espécie mais evoluída do que outra. Não existem espécies mais ou menos evoluídas; há, sim, espécies mais ou menos complexas. Por exemplo, o ser humano é mais complexo do que uma ameba, porém é tão evoluído quanto ela, uma vez que as duas espécies habitam atualmente o planeta Terra. BRÖCKELMANN, 2010)

No final desta primeira unidade há uma matéria retirada da folha de São Paulo sobre o comportamento dos macacos-prego e são propostas questões interessantes para reflexão e debate na sala, como estas: *“Você acha que esses animais apresentam cultura?”, “Em sua opinião, no que a inteligência dos seres humanos é diferente (mais complexa) da dos macacos-prego?”* (ibid., p. 39).

Uma característica relevante desta obra são justamente estes textos complementares, retirados dos mais diversos veículos de informação, presentes principalmente no início e fim de cada unidade. Diferentemente dos outros livros didáticos analisados que também apresentam textos semelhantes, os de LD2 são mais completos, variados, distribuídos em mais de duas páginas e não tratam predominantemente dos saberes biomédicos relacionados ao corpo humano, mas trazem assuntos que auxiliam na compreensão deste como um todo, biologicamente, culturalmente e socialmente.

Antes do estudo do sistema genital, por exemplo, o livro traz um texto sobre identidade de gênero, um assunto em voga ainda polêmico. É o único dos livros analisados a trazer um texto especialmente sobre o assunto. Outros textos que merecem destaque são sobre a indústria da beleza (ibid., p. 99), antes dos conteúdos sobre histologia e *“Com que corpo eu vou?”* após o estudo dos sistemas ósseo e muscular:

“Que corpo você está usando atualmente? Que corpo está representando você no mercado das trocas imaginárias, que imagem você tem oferecido ao olhar alheio para garantir seu lugar no palco das visibilidades em que se transformou o espaço público no Brasil? [...]. O corpo é um escravo que devemos submeter a rigorosa disciplina da indústria da forma (enganosamente chamada de indústria da saúde) e um senhor ao qual sacrificamos nosso tempo, nossos prazeres, nossos investimentos e o que sobra de nossas suadas economias. (KEHL, 2002, apud BRÖCKELMANN, 2010, p. 121).

No estudo sobre sistema nervoso e hormonal é comum os livros trazerem principalmente os hormônios como determinantes de certos comportamentos e características humanas, numa relação de causa e efeito essencialmente linear, como podemos verificar em LD1: *“Ele faz, por exemplo, o coração bater mais rápido e aumenta a pressão arterial e o fluxo de sangue para os músculos e o cérebro. Esse é apenas um exemplo da ação dos hormônios, que **controlam** várias funções em nosso organismo.* ” (GEWANDSZNAJDER, 2012, p. 205, grifo nosso) e

em LD5: “*Elas produzem substâncias que são verdadeiros mensageiros químicos levados, por meio da circulação, a todas as partes do corpo. Essas substâncias são os **hormônios** e vão agir sobre órgãos específicos denominados **órgãos-alvo**.*” (BARROS; PAULINO, 2013, p. 195). Em LD2 também notamos esse tipo de associação, mas a obra traz um texto de divulgação científica que desmistifica somente a ação dos hormônios na alteração de comportamento típica da adolescência denominado: “*O cérebro dos adolescentes: manual do usuário*” (MODERNA, 2010, p.137). O texto tem a vantagem de divulgar mais uma causa biológica nas alterações comportamentais de adolescentes, mas ao apresentar as alterações cerebrais como novos determinantes destes, incluindo uma imagem do cérebro dividido em suas partes e as alterações em cada uma delas, cai no mesmo reducionismo e determinismo biológico ao afirmar que: “*De posse de um cérebro pronto, nasce um jovem adulto responsável.*” (GALILEU, 2006, apud BRÖCKELMANN, 2010, p. 137).

Expressões como estas são tipicamente deterministas, ao tentar mostrar que o comportamento humano em sociedade (no caso a formação de um jovem “responsável”) é pré-determinado biologicamente, quer seja por alterações no cérebro ou pela produção hormonal, como mostrado nos exemplos acima, quer seja por ação genética, como também é comum encontrarmos nos livros didáticos. Desconsidera-se assim a influência de fatores sociais potencialmente relevantes, o que pode ser encarado como um obstáculo epistemológico, afetando diretamente a formação professores e alunos, além de trazer sérias implicações políticas e sociais nas discussões de respeito à diversidade.

Um outro texto interessante presente em LD2 é proposto antes do estudo sobre sistema cardiovascular. Enquanto discutimos a influência do mecanicismo no estudo do corpo humano, “*Corpos em movimento*” traz também esta inter-relação, mas inversamente, ressaltando uma possível influência do estudo da circulação do sangue por Harvey na construção das cidades:

A revolução de Harvey favoreceu mudanças de expectativas e planos urbanísticos em todo o mundo. Suas descobertas sobre a circulação do sangue e a respiração levaram a novas ideias a respeito da saúde pública. No Iluminismo do século XVIII, elas começaram a ser aplicadas aos centros urbanos. Construtores e reformadores passaram a dar maior ênfase a tudo que facilitasse a liberdade do trânsito das pessoas e seu consumo de oxigênio, imaginando uma cidade de artérias e veias contínuas, através das quais os habitantes pudessem se transportar tais quais hemácias e leucócitos no plasma saudável. (SENNETT, 1997, apud BRÖCKELMANN, 2010, p. 178).

Outro texto proposto após o estudo do sistema digestório, propicia uma abordagem sistêmica fazendo conexões entre o estudo da alimentação humana, alimentos transgênicos, saúde, interesses econômicos e “neutralidade” na pesquisa científica. “*O ‘protato’: ajuda para os pobres ou cavalo de Troia?*” (BRÖCKELMANN, 2010, p. 176) traz reflexões sobre uma

pesquisa científica com uma espécie de batata, denominada ‘protato’, alterada geneticamente para conter mais proteínas. Anunciada como mais uma solução para o problema da carência nutricional no mundo, o texto também traz outra versão de possíveis objetivos desta pesquisa, que seria promover uma maior aceitação da Engenharia Genética pela opinião pública.

Quanto à abordagem dos conteúdos dos órgãos e sistemas do corpo humano não há grande diferença das demais obras. Comparado com LD1 há menos apuramento conceitual, sendo as definições mais diretas e “enxutas”. As interligações entre os sistemas são pontuais, como ao deixar claro que *“a nutrição é o conjunto de processos integrados que envolve a digestão, a respiração, a circulação e a excreção”* (ibid., p. 154).

O LD2 também não apresenta grande diversidade de atividades ao final dos capítulos, sendo a maior parte delas de caráter objetivo, em seus vários formatos: associação, verdadeiro-falso, lacunas, ordenação, etc. As questões estão divididas em três grupos: *“Organizar o conhecimento”*, *“Analisar”* e *“Desafio”*. Entre as duas primeiras não se verificam grandes diferenças no nível de complexidade como demonstram estas duas questões retiradas das respectivas sessões: *“O que fazem os leucócitos?”* e *“O que acontece com a pressão arterial de uma pessoa com aterosclerose?”* (ibid., p. 198). Na seção “Desafio” há várias questões retiradas de vestibulares e mesmo do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), embora o livro seja destinado ao Ensino Fundamental.

As atividades práticas e experimentais estão distribuídas entre os textos e nas oficinas propostas no final do livro, algumas delas, como o próprio nome sugere, *“Verifique”*, visam apenas verificar algum conceito já trabalhado, outras propostas na seção *“Explore”*, apresentam uma proposta mais sistêmica e investigativa para os alunos. Um exemplo é sugestão da atividade *“Percepção da cidade”* (ibid., p. 103), antes da introdução dos conteúdos sobre órgãos do sentido, em que é solicitado que os alunos durante três dias observem, anotem e depois discutam os detalhes de seus trajetos até a escola: presença de outdoors, barulhos, cheiros, texturas e acessibilidade.

Em LD3, (CANTO, 2009) há um grande volume de conteúdos, organizados pelo autor no Manual do Professor em conceituais, procedimentais e atitudinais. Mesmo iniciando o estudo do corpo humano diretamente pelas células, procura no final do primeiro capítulo deixar claro que existe integração entre os sistemas. A partir de um pequeno texto citando a integração entre o sistema nervoso e muscular quando um jogador vai chutar a gol, o autor salienta que *“na verdade, nenhum sistema do corpo age isoladamente”* e que *“há inúmeros exemplos da integração entre os sistemas do nosso organismo”* (CANTO, 2009, p. 27) citando através de três esquemas a integração entre os sistemas circulatório, respiratório, digestório e urinário.

Antes de tratar de cada sistema isoladamente, com as descrições do funcionamento de cada órgão, há sempre um texto denominado: “*Visão geral da atuação do sistema...*” e no final são propostos mapas conceituais, sendo que este tipo de abordagem pode auxiliar na compreensão do organismo como um todo, ou pelo menos, daquele sistema a ser estudado. Também se destaca a linguagem próxima utilizada pelo autor, que “conversa” com leitores durante os textos e pode ajudá-los na autopercepção de seus corpos com os corpos didáticos apresentados:

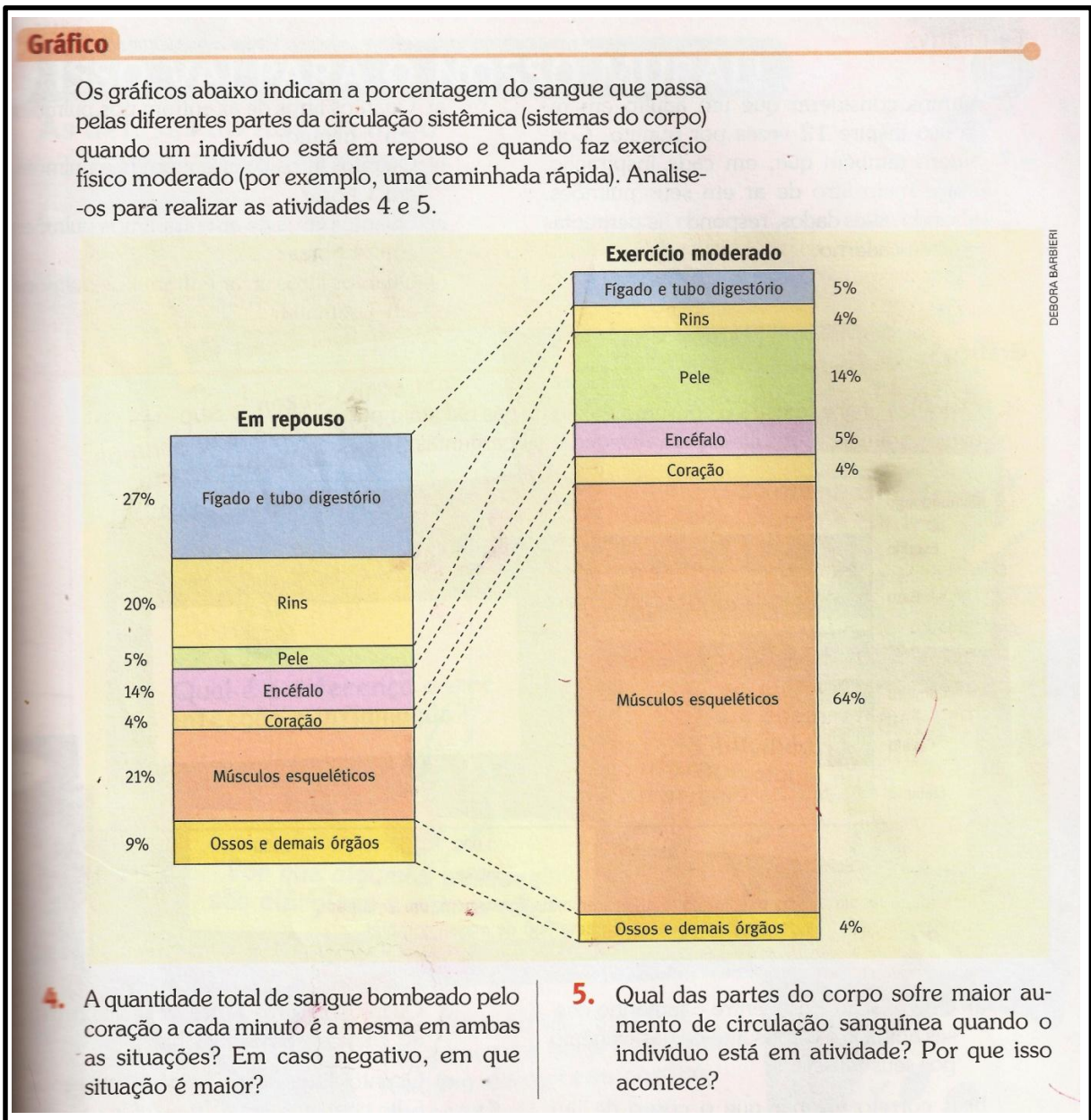
Você já sentiu odores que despertaram lembranças de lugares, perfumes que associamos a pessoas e aromas que fazem pensar em deliciosos alimentos? [...] Se você olhar bem de perto no espelho, perceberá que sua língua tem muitas saliências e que lembra uma toalha de banho felpuda. (CANTO, 2009, p. 161).

Das obras analisadas é a que apresenta maior número de atividades experimentais, estando estas concentradas no início de cada capítulo como “*Motivação*” e ainda no final do livro, como “*Suplemento de Projetos*”. As experiências são bem explicitadas, inclusive com desenhos e possuem várias questões de “final aberto” que estimulam atividades investigativas.

Os textos complementares estão distribuídos ao longo dos conteúdos e assim como em LD1, a maior parte deles explora somente as doenças e o uso da tecnologia no tratamento destas. Algumas exceções são que podemos citar são o texto que compara os sentidos humanos com de outros animais na seção “*Em destaque*” (ibid., p. 165) e sobre interferência humana nos ecossistemas: “*Elite brasileira é ecologicamente inviável*” (ibid., p. 251) e “*Ilha de Páscoa: lição silenciosa*” (ibid., p. 271).

No final do capítulo são propostas várias atividades, muitas de caráter objetivo, mas as da seção “*Explore diferentes linguagens*” como o próprio nome sugere, se destaca justamente por exigir dos alunos a análise de uma gama maior e mais diversificada de informações presentes em tabelas, gráficos, tirinhas e modelos, como neste exemplo:

Figura 05 – Atividade com análise de gráfico



Fonte: CANTO, 2009, p. 117.

A maior parte dos mapas conceituais presentes no livro estão prontos, mas há sugestão para que os próprios alunos os construam, estabelecendo conexões entre os conteúdos, como neste:

Figura 06 – Atividade com mapa conceitual

A critério do professor, esta atividade poderá ser realizada em grupos.

ESTABELEÇA CONEXÕES ATIVIDADE

Veja comentário sobre esta atividade no suplemento para o professor.

Nesta atividade, você irá construir um mapa conceitual interligando oito conceitos estudados em diferentes partes deste livro. Para isso, siga as sugestões a seguir.

Escreva em pedaços de papel os nomes dos oito conceitos que entrarão no mapa. Veja esses nomes na ilustração abaixo.



Disponha os papéis sobre a mesa do modo que julgar mais adequado e vá imaginando de que maneira relacionar os conceitos entre si, usando setas e uma ou mais palavras para conectá-los. Escreva também essa(s) palavra(s) em outros pedacinhos de papel e posicione-os entre os conceitos, para interligá-los.

Quando tiver escolhido a disposição que você acha a mais adequada para todos os papéis (aqueles contendo os conceitos e aqueles contendo as palavras que irão interligá-los), você terá feito um **rascunho** do seu mapa. Para concluir, desenhe o **mapa finalizado** (incluindo as setas) em seu caderno ou cole nele os papéis usados (e desenhe as setas).

Que tal construir mapas conceituais e empregá-los como uma técnica de estudo?

Em LD4, (GOWDAK; MARTINS, 2012) podemos perceber mais diretamente a influência da visão mecanicista no estudo do corpo humano, verificável logo nas primeiras páginas. Na introdução do primeiro capítulo os autores enfatizam que:

Existe grande variação na aparência externa dos seres humanos, mas todos têm um corpo com as mesmas estruturas básicas, com uma organização geral semelhante, desde os níveis molecular, celular e histológico até os órgãos e sistemas (GOWDAK; MARTINS, 2012, p. 7).

Com base neste corpo predominantemente “uniforme” apresentado pelos atores, segue as descrições conceituais anatomizadas do corpo humano. Na introdução do capítulo sobre funções vitais do corpo humano, há comparação explícita do corpo humano, representado por uma imagem e dois relógios, em que os autores questionam: *“Em sua opinião, o que aconteceria se uma das peças fosse retirada do mecanismo do relógio?”* e *“Como podemos comparar o organismo humano ao funcionamento do relógio?”* (ibid., p. 40). Se o corpo apresentar “defeito”, não há problemas segundo o texto, basta trocar algumas de suas “peças”: *“Atualmente são feitas substituições de órgãos humanos por próteses ou por órgãos de outras pessoas, o que permite o funcionamento adequado do organismo”* (ibid., p. 40). Os capítulos sobre hereditariedade e evolução são inclusive chamados de *“Mecanismo de herança”* (ibid., p. 228) e *“Os evolucionistas e os mecanismos da evolução”* (ibid., p. 256).

Mesmo atividades do cotidiano do aluno, que poderiam ser destacadas de forma mais “humana” são descritas em função apenas do funcionamento adequado de seus sistemas: *“Para o ser humano poder expressar suas sensações ou impressões e se comunicar, dispõe de órgãos responsáveis também pela produção da voz, como boca, língua e pregas vocais, situadas na laringe, órgão do sistema respiratório”* (ibid., p. 43) ou ainda *“a participação do homem na função de reprodução consiste na produção e na emissão de gametas (células sexuais) masculinos móveis, os espermatozoides”* (ibid., p. 204). Também as mulheres, de acordo com o texto, possuem sistema genital para apenas duas funções: *“O sistema genital feminino tem dupla função: emissão de gametas femininos, os óvulos, e a gestação em caso de fecundação de um óvulo”*. (ibid., p. 206). As descrições apresentadas corroboram escritos de Martin (1996) que já alertava para os estereótipos de gênero escondidos dentro da linguagem científica da biologia. Apesar de cientistas já terem revelado há tempos a interdependência na ligação entre óvulo e espermatozoide, por conta de moléculas adesivas que há na superfície de cada um deles entre outros fatores, estas não foram suficientes para que os livros textos continuem a reproduzir o esperma como a parte móvel, forte, ativa, volumosa; a que penetra em um óvulo frágil, passivo, solitário, que necessita ser “expulso” do ovário para cumprir sua função.

Também há ênfase exagerada nos processos químicos e por vezes no vocabulário cientificista. Desta forma são descritas as “*ações químicas da digestão: insalivação, quimificação e quilificação*” (ibid., p. 90-91), no estudo do olho humano não se pode deixar de destacar que “*a túnica conjuntiva das pálpebras é uma fina membrana que reveste a parte exposta do bulbo do olho e a superfície interna das pálpebras*” (ibid., p. 175) ou ainda descrever o tamanho exato dos túbulos seminíferos onde são produzidos os espermatozoides “*com diâmetro de 140 μ m a 300 μ m e comprimento de 30 mm a 60 mm.*” (ibid., p. 204).

São propostas várias atividades ao final dos capítulos, a grande maioria de caráter objetivo, do tipo “cópia” e ainda com ênfase em comparações mecanicistas, como pode perceber em: “*Qual o combustível geralmente usado na respiração?*” (ibid., p. 107) ou “*Qual região da parte central do sistema nervoso é responsável pelo conhecimento e pela memória?*” (ibid., p. 193). As exceções ficam por conta da seção denominada “*Desafio*”, onde são propostas pesquisas mais contextualizadas, como do capítulo sobre digestão, que solicitam pesquisa e debate sobre as causas da fome no mundo. No final do livro também há também um “*Caderno de Atividades*”, semelhante a uma apostila, com espaços para os alunos redigirem respostas, embora não saibamos como isso seja possível já que o livro tem ciclo de três anos e não faz parte das obras consumíveis.

Os textos complementares distribuídos ao longo dos conteúdos continuam a explorar, salvo raras exceções, as doenças relacionadas ao corpo humano e o uso da tecnologia no tratamento destas.

As atividades chamadas “práticas” no livro estão presentes predominantemente no final dos capítulos. Embora o Guia avalie que: “Em geral, os materiais exigidos nas atividades são de fácil obtenção e custo reduzido. Está implícita nas atividades práticas a sua função sociocultural, com conexão à realidade dos alunos.” (BRASIL, 2014, p. 53), não foi o que notamos na maioria destas atividades. Na experiência para detecção de carboidratos nos alimentos com lugol (iodo), por exemplo, as questões de conclusão da experiência solicitam somente que os alunos preencham uma tabela indicando a presença ou ausência deste carboidrato e depois que respondam “*quais transformações o amido sofre no tubo digestivo humano?*” (ibid., p. 51). Nenhuma referência do assunto à obesidade infantil, diabetes, entre outras contextualizações possíveis. Em outra experiência, no mesmo capítulo, os alunos necessitam de solução diluída de hidróxido de sódio e sulfato de cobre para detectar a presença de proteína nos alimentos.

O LD5, (BARROS; PAULINO, 2013), também inova ao trazer no primeiro capítulo, embora sucinto, algumas características gerais do organismo humano, seu comportamento e

aspectos evolutivos. A evolução, porém, é apresentada nesta obra, como em outras, apenas como mais uma teoria científica, com predominância de relatos históricos de sua construção e não como uma teoria central e unificadora dos fenômenos biológicos, que poderia contribuir para uma visão mais integrada do ser humano pelos estudantes.

Iniciando o capítulo com uma imagem de uma escultura humana indígena o autor incentiva a discutir a ideia: *“Por mais fiéis que posam ser à natureza humana, as obras de arte são diferentes do corpo humano real. O corpo humano constitui um todo dinâmico que interage com o ambiente. Identifique um exemplo dessa interação.”* (BARROS; PAULINO, 2013, p. 10).

Posteriormente, a abordagem conteudista e tradicional dos sistemas do corpo humano seguem como na maioria das demais obras analisadas. Quanto à utilização de mapas conceituais, estes estão incompletos, de modo que é sugerido que os alunos, em grupos, os completem.

Os textos presentes no início dos capítulos são em geral sucintos, mas em sua maioria auxiliam na contextualização e principalmente levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos. Nos capítulos sobre reprodução e sistema endócrino outras formas de leitura são exploradas, respectivamente uma crônica de Luft (2002, apud BARROS; PAULINO, 2013, p. 64) sobre a chegada de um irmãozinho para uma criança e suas explicações pueris para o acontecimento e a leitura de uma obra de arte “O grito” de Edvard Munch (ibid., p. 228).

Os textos complementares também estão distribuídos ao longo dos conteúdos e não trazem temáticas muito diferentes da maioria das demais obras analisadas. Quanto as atividades, estas são diversificadas, mas embora estejam inseridas na seção denominada: *“Integrando o conhecimento”* a maioria não se destina a este fim, sendo de caráter objetivo e copista. Assim podemos verificar: *“O que são articulações?”* (ibid., p. 193) ou *“Determine o trajeto da luz emitida de um objeto até a retina.”* (ibid., p. 211). Como em LD4, no final da obra há também um caderno de atividades, aqui denominado *“Caderno de esquemas”*, a fim de serem legendados, interpretados e coloridos.

As atividades experimentais estão propostas no final dos capítulos e o Guia é coerente nesta análise: *“Como tais atividades são apresentadas depois de trabalhado o conteúdo teoricamente, a pesquisa não se caracteriza propriamente como uma investigação para compreender o conteúdo desenvolvido, mas, muitas vezes, tem caráter demonstrativo.”*(BRASIL, 2014, p. 20).

Em LD6, (TRIVELATO et al., 2012), como citado, há um capítulo de introdução que trata dos aspectos históricos do estudo do corpo humano e alguns exemplos de sua integração.

Nos demais capítulos percebe-se também claramente a preocupação em articular os conteúdos dentro do campo disciplinar das ciências. Diferentemente das demais obras, não há um capítulo específico sobre citologia e histologia. Há um texto mais superficial sobre estes conteúdos ainda no primeiro capítulo e quando necessário estes assuntos são incluídos dentro dos capítulos dos sistemas estudados, como no estudo do sistema esquelético e muscular:

Os sistemas do nosso corpo são formados por células e funcionam de modo integrado. Não há como pensar na digestão sem o controle nervoso sobre os movimentos peristálticos, ou pensar na circulação do sangue sem tratar das trocas de gases (gás oxigênio e gás carbônico). Os ossos são também formados por tecidos vivos. [...] Para compreendermos melhor como a associação entre ossos e músculos produz movimentos, vamos estudar como são as células musculares e que características elas possuem. (TRIVELATO et al., 2012, p. 225).

Os textos de introdução aos capítulos, por sua vez, são em geral ainda mais sucintos que em LD5, (BARROS; PAULINO, 2013), se restringindo não raramente a apenas algumas questões que visam averiguar os conhecimentos prévios dos alunos, como na introdução ao sistema respiratório: *“Como nosso corpo usa o gás oxigênio que retira do ambiente? Como o ar entra e sai dos pulmões?”* (ibid., p. 100). Os demais textos complementares estão distribuídos em seções denominadas *“É interessante ler”* ou *“Para ler”* sendo que alguns deles também tratam das patologias humanas, como nas demais obras, mas grande parte se preocupa com a relação do sistema do corpo humano estudado com o de outros seres vivos: *“De grão em grão a galinha enche o papo”* (ibid., p. 66), *“Outros órgãos excretadores dos animais”* (ibid., p. 126), *“O olfato dos animais”* (ibid., p. 155), *“Como os peixes escutam?”* (ibid., p. 164), *“Planta também tem hormônio?”* (ibid., p. 185), *“Queratina em outros animais”* (ibid., p. 232), entre outros. Se há um ganho nesta relação, por outro lado há uma carência expressiva de textos que relacionem os conteúdos com as questões sociais e assuntos mais relacionados ao cotidiano do aluno, como visto em LD2, (BRÖCKELMANN, 2010).

No final dos capítulos são propostas poucas atividades, divididas em duas seções. Na seção *“Registre o que aprendeu”* há questões de cópia, de pura sistematização e retomada dos tópicos dos conteúdos estudados como: *“Qual a principal função do sistema urinário?”* ou *“Em que ambiente vivem os animais que excretam amônia?”* (ibid., p.127). Já as atividades propostas na seção *“Discussão e reflexão”*, como próprio nome sugere e o Manual do professor explica, visam trazer situações-problemas que estimulem o pensamento coletivo, a pesquisa e uma escrita mais elaborada por parte do aluno. De fato podemos verificar isso em algumas questões, como esta: *“Que consequências há para atletas masculinos que tomam testosterona sintética?”* (ibid., p. 205), mas em outras como esta: *“Por que excretar ácido úrico é uma*

adaptação importante para as aves” (ibid., p. 127) a resposta já está disponível na página ao lado que trata do assunto, e se constituirá em mais uma cópia.

As atividades práticas estão inseridas ao longo dos capítulos e não são muito diferentes dos demais materiais analisados, embora as orientações para sua execução estejam mais pormenorizadas e haja mais questões de interpretação dos resultados. Em geral os experimentos auxiliam na observação, interpretação de dados, análise, discussão e registros; mas de um conhecimento científico pronto e acabado, incapaz de suscitar novas questões e nem a conexão de conhecimentos para responder as questões propostas, como podemos verificar nestes exemplos: *“As substâncias alcalinas interagem com a fenolftaleína produzindo mudança de coloração para rosa ou vermelho. De acordo com os resultados (procedimentos C e D), que substâncias são alcalinas?”* (ibid., p. 53) e *“Após o movimento do antebraço, o elástico que representa o músculo bíceps aumentou ou diminuiu de tamanho?”* (ibid., p. 228).

Dessa forma, se na categoria de análise anterior verificamos como ainda se mantém forte a padronização na forma cartesiana como o assunto corpo humano é organizado nos livros didáticos de Ciências, acompanhando quase uniformemente a organização do Referencial Curricular do Mato Grosso do Sul, nesta categoria de análise já podemos verificar uma variedade maior nas estratégias de abordagem deste assunto pelos autores. Não podemos concluir que o corpo humano seja apresentado conforme orientação dos PCNs, como um “todo dinâmico”, apresentando de forma satisfatória as inter-relações seus sistemas. Encontramos ainda, como descrito nas citações dos seis livros didáticos, analogias mecanicistas e simplificadas do funcionamento do corpo humano; detalhamento de sua morfologia e anatomia, enfatizando aspectos biomédicos em detrimento da compreensão de processos fisiológicos, ou de suas relações culturais e sociais; textos e experiências que reforçam uma ideia de ciência indutivista e determinista, além de questões objetivas descontextualizadas. Entretanto, como também podemos verificar nas citações, de forma mais ou menos frequente em cada LD, também encontramos abordagens diversas, com textos, experiências e/ou atividades problematizadoras, integradoras e contextualizadas, que indicam uma progressiva submersão da hegemonia biomédica, higienista e reducionista no estudo do corpo humano.

C3- Utilização de imagens que auxiliem o aluno em uma identificação integrada e pessoal com o corpo humano representado no material.

É sabido para os professores que se utilizam do livro didático em sala de aula que as imagens chamam mais a atenção dos alunos do que os próprios textos. Como docente, nas duas oportunidades de escolha de livros didáticos que participei na escola, é constante entre os

professores ‘brincadeiras’ do tipo: “Mas o livro tem bastante figuras? Porque tem que ter, já que os alunos não leem os textos mesmo”.

Brincadeiras à parte de uma sala de professores, que no fundo revelam muitas das fragilidades e desafios da vida docente, é certo que as imagens não só tem a função de tornar os livros mais atraentes, mas de acordo com Perales e Jiménez (2002), baseado em várias pesquisas sobre o assunto, quando essas são utilizadas apropriadamente ajudam a compreender o texto ilustrado e em algumas ocasiões, as ilustrações podem muito bem substituir as palavras, proporcionando com maior eficácia informações extralinguísticas.

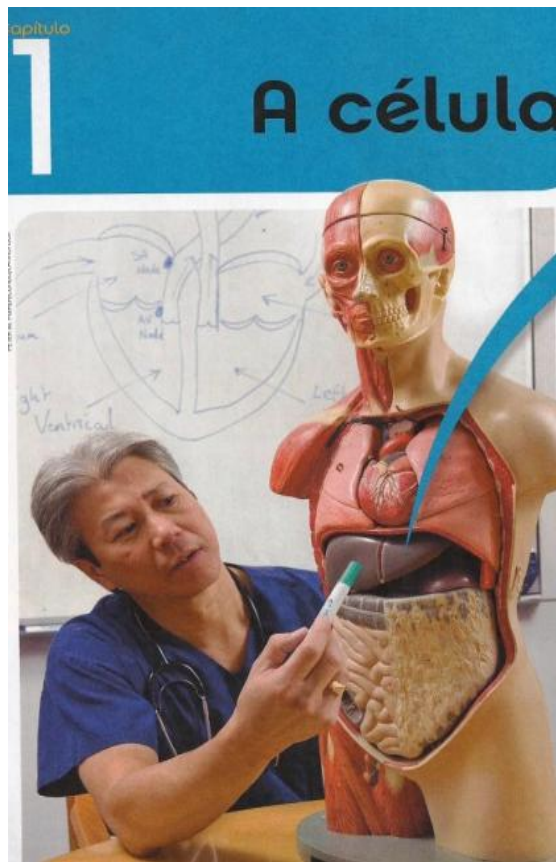
Dada sua importância, não poderíamos deixar de analisar, mesmo que sucintamente, que tipo de imagem de corpo humano é representado nos livros didáticos selecionados nesta pesquisa e se estas têm contribuído ou dificultado o desenvolvimento de uma visão sistêmica do mesmo pelos alunos.

Pesquisas sobre o mesmo assunto de décadas anteriores, como de Vargas, Mintz e Meyer (1988), já indicavam que a maioria das imagens analisadas apresentava certa padronização, representando um corpo humano adulto, pronto, maduro, biológico e fragmentado em seus sistemas morfofisiológicos. De lá para cá, a equipe de organização do Guia para escolha dos livros didáticos também passou a observar mais atentamente o uso de imagens nos mesmos. Entre outros critérios de avaliação é observado se “a diversidade étnica da população brasileira, a pluralidade social e cultural do país são reproduzidas adequadamente por meio das ilustrações”, e se estas “são adequadas às finalidades para as quais foram elaboradas” (BRASIL, 2014, p. 1 -135).

Com base nestes pressupostos, em uma análise superficial de todas as obras, podemos dizer que houve avanços significativos, com várias imagens ou fotos de pessoas de diferentes etnias e de várias faixas etárias diferentes. Entretanto, o paradigma da ciência cartesiana, que fragmenta excessivamente o corpo para podê-lo entender ainda prevalece no uso da maioria das imagens. Como podemos observar em LD1, em que a primeira imagem do primeiro capítulo já é de um suposto médico apontando com uma caneta o fígado de um modelo anatômico.

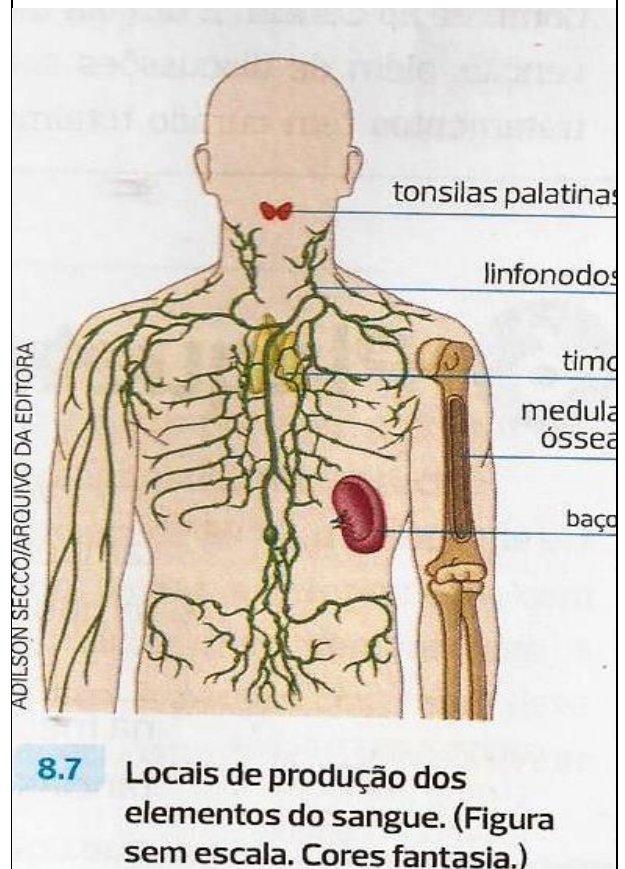
Nesta obra notamos ainda que prevalecem as figuras esquemáticas com ‘cores fantasias’ e de caráter informacional. Apesar da compreensão da necessidade do uso destas imagens como recurso didático, o seu abuso tende a levar o aluno a não reconhecer seu próprio corpo no “corpo didático” ora apresentado. Na figura 8 representada abaixo, por exemplo, o corpo não possui nem rosto nem sexo definidos.

Figura 07 – Modelo anatômico apresentado na introdução do primeiro capítulo de LD1



Fonte: GEWANDSZNAJDER, 2012, p. 1

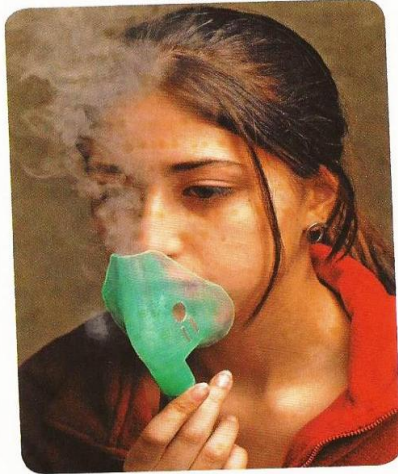
Figura 08 – Locais de produção de elementos do sangue



Fonte: GEWANDSZNAJDER, 2012, p. 117

A fim de evitar tais distorções da realidade, o uso de fotos do corpo humano, em situações reais ou imagens de exames médicos e microscopia poderiam ser mais bem explorados nos livros didáticos, como exemplificado na figura abaixo à esquerda (p. 216), presente em LD2; embora esta obra no geral também não apresente, em relação ao uso de imagens, muitas diferenças em relação a LD1. Não podemos deixar de ressaltar também a padronização das obras quanto ao uso de imagens, tomando como exemplo esta mesma foto à direita, utilizada no LD3 que é da mesma editora.

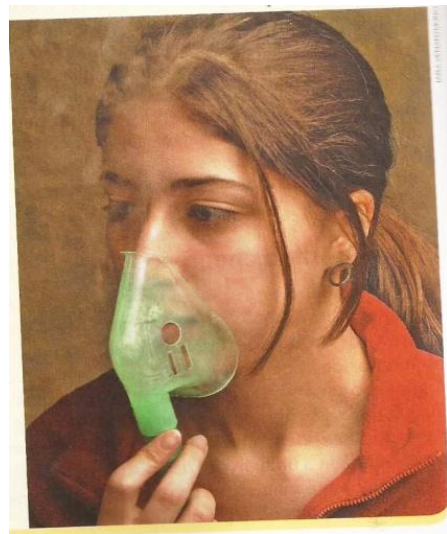
Figura 09 – Adolescente fazendo inalação (1)



A foto mostra adolescente fazendo inalação. A inalação, com água filtrada ou soro fisiológico, é uma das formas de tratamento recomendadas pelos médicos para algumas doenças respiratórias.

Fonte: BRÖCKELMANN, 2010 , p. 216

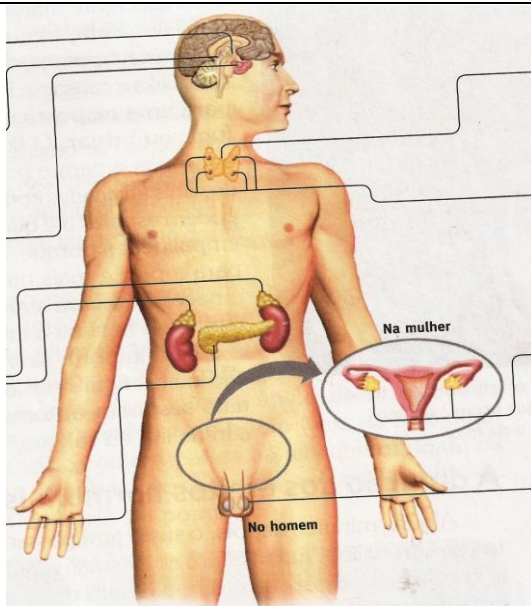
Figura 10 – Adolescente fazendo inalação (2)



Fonte: CANTO, 2009, p. 104

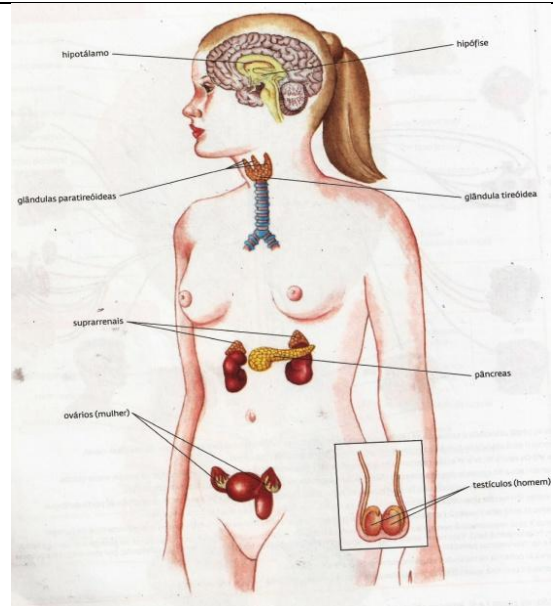
Em LD3 destacamos também a imagem do corpo humano presente no capítulo sobre sistema endócrino, apresentada na figura abaixo, à esquerda. Perceba que a mesma tem um caráter puramente informativo, os órgãos estão “soltos” no corpo e parecem mesmo estar fora e não dentro dele, além disso, o destaque para os ovários pode levar a interpretação errônea de que esta é a única diferença entre os organismos masculinos e femininos. Alterando-se apenas o sexo, o mesmo pode ser observado quanto a esta imagem à direita presente no miniatlas nas páginas finais de LD5:

Figura 11–Sistema Endócrino (1)



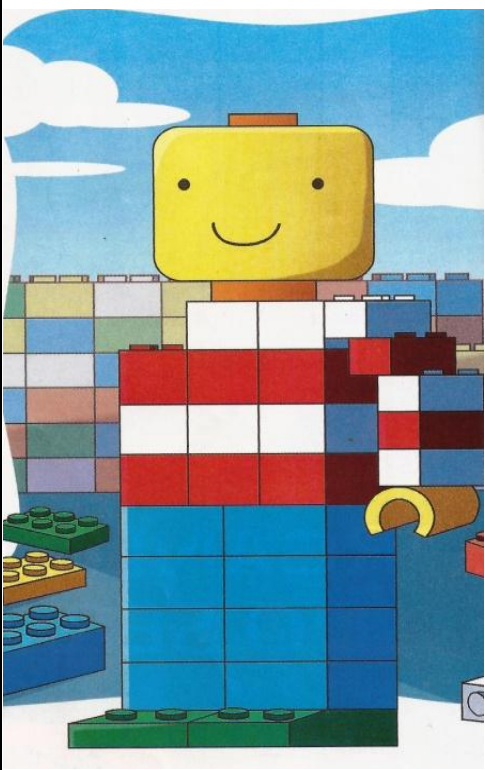
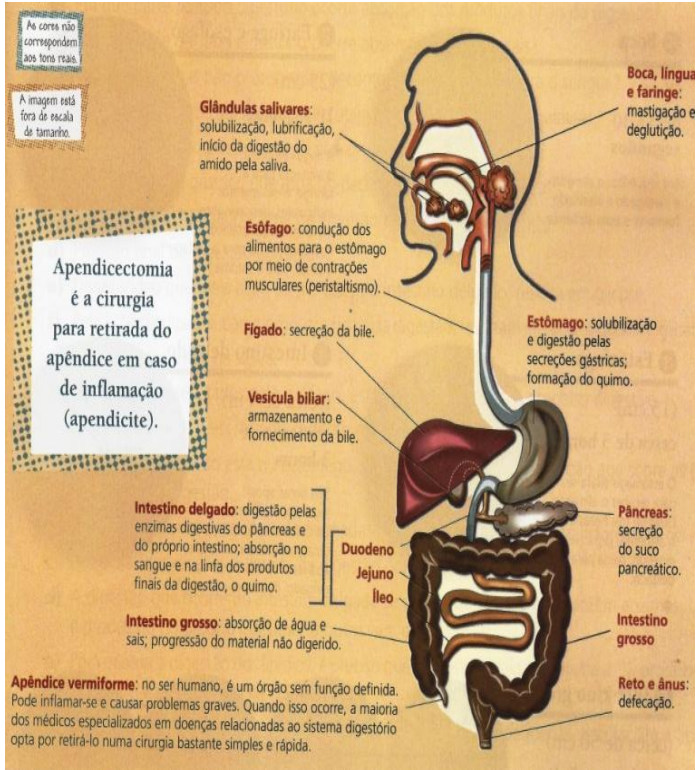
Fonte: CANTO, 2009, p. 145

Figura 12–Sistema Endócrino (2)



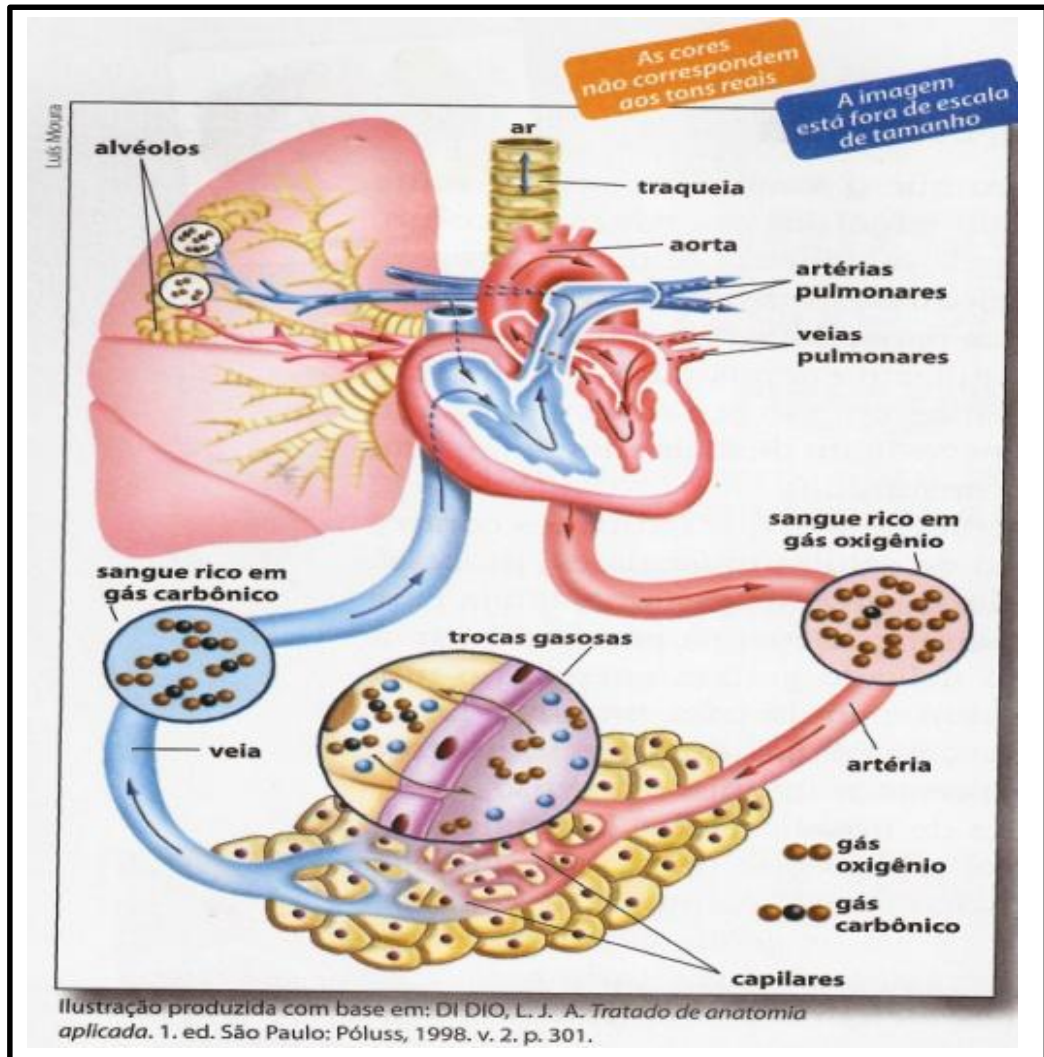
Fonte: BARROS; PAULINO, 2013, p. 24

Quando avaliamos os textos de LD4 já havíamos observado que esta obra foi a que apresentou mais diretamente a relação corpo/máquina e como era de se esperar, por sua relação intrínseca, podemos observar a mesma inter-relação na utilização das imagens. Logo na introdução do primeiro capítulo não há uma imagem de um corpo humano real, mas o mesmo está sendo representado por um boneco de Lego, em que as peças que o compõem são para os autores representação das células, assunto do capítulo inicial dessa obra. Lembrando que este foi o quarto livro didático mais vendido do PNLD/2014, logo esta será uma das primeiras imagens que milhares de alunos terão do corpo humano veiculado pelos livros de ensino de Ciências no oitavo ano: um conjunto harmonioso, perfeitamente encaixado, de células, nada mais (figura à esquerda). Ou ainda um contorno, não totalmente preenchido, de vários órgãos. (figura à direita).

Figura 13 – Representação das células	Figura 14–Sistema Digestório
	 Glândulas salivares: solubilização, lubrificação, início da digestão do amido pela saliva. Boca, língua e faringe: mastigação e deglutição. Esôfago: condução dos alimentos para o estômago por meio de contrações musculares (peristaltismo). Fígado: secreção da bile. Vesícula biliar: armazenamento e fornecimento da bile. Estômago: solubilização e digestão pelas secreções gástricas; formação do quimo. Pâncreas: secreção do suco pancreático. Intestino delgado: digestão pelas enzimas digestivas do pâncreas e do próprio intestino; absorção no sangue e na linfa dos produtos finais da digestão, o quimo. Duodeno Jejuno Ileo Intestino grosso: absorção de água e sais; progressão do material não digerido. Intestino grosso Apêndice vermiforme: no ser humano, é um órgão sem função definida. Pode inflamar-se e causar problemas graves. Quando isso ocorre, a maioria dos médicos especializados em doenças relacionadas ao sistema digestório opta por retirá-lo numa cirurgia bastante simples e rápida. Retos e ânus: defecação. Apêndice: Apendicectomia é a cirurgia para retirada do apêndice em caso de inflamação (apendicite). As cores não correspondem aos tons reais. A imagem está fora de escala de tamanho.
Fonte: GOWDAK; MARTINS, 2012, p.8	Fonte: GOWDAK; MARTINS, 2012, p.93

Poderão ainda encontrar órgãos sem “contorno” algum, sem corpo algum onde possam estar inseridos, como este em LD6:

Figura 15 – Esquema das trocas gasosas realizadas no organismo



Fonte: TRIVELATO et al., 2012, p.102

Sabemos que mudanças são possíveis ao observar esta imagem presente no miniatlas do corpo humano no final de LD5. Tomando como exemplo uma ação cotidiana de mastigar um alimento, a imagem retrata vários órgãos e sistemas envolvidos. Nas páginas anteriores o mesmo é feito com uma imagem de um jovem praticando corrida. Infelizmente, imagens como estas, que poderiam estar presentes no início e não no fim dos livros, ainda são vistas, como o próprio autor sugere, como complementação das informações disponíveis no livro-texto. (BARROS; PAULINO, 2013).

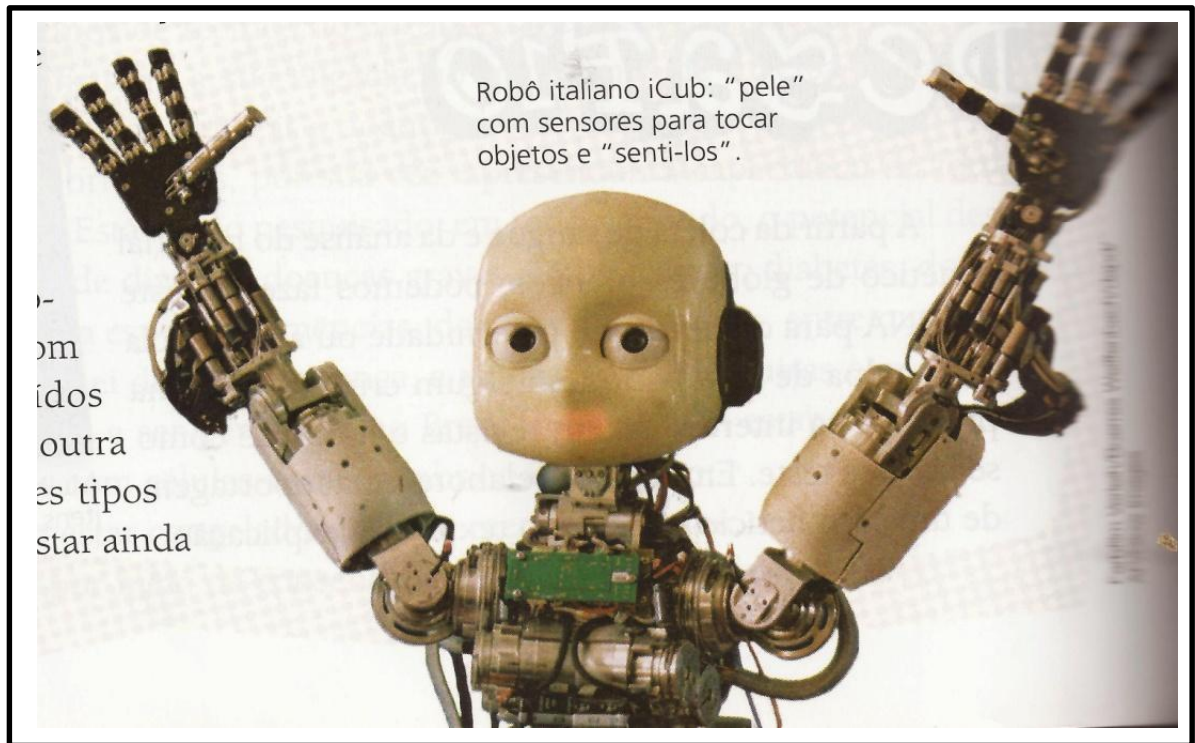
Figura 16 – Sistemas em ação na mastigação



Fonte: BARROS; PAULINO, 2013, p.6.

Assim não é de se estranhar que os estudantes não se percebam neste corpo representado, afinal, que diferença pode haver entre um robô, que toca e “sente” e eles?

Figura 17 – Robô construído na Itália



Fonte: GOWDAK; MARTINS, 2012, p. 282.

Concordamos assim com Meyer (2010) que já observava que:

De um modo geral, autores e ilustradores de livros didáticos em *corporação* transformam a *corporalidade* em *corpo estranho*. O corpo seccionado em partes, esquartejado e imobilizado perdeu o seu *corpus*. A identidade e a vitalidade desapareceram e o corpo retratado perdeu o fio da história [...]. Naturalmente todos os sistemas interagem e põem o corpo para funcionar, mas a visão funcionalista encobriu valores subjetivos e relevantes que dão contorno e sentido ao corpo de cada um. (MEYER, 2010, p.82-83)

A partir dessa análise podemos concluir que, a despeito do aumento da qualidade e quantidade de imagens relativas ao corpo humano veiculadas nos livros didáticos, o seu potencial pedagógico ainda precisa ser melhor explorado, tendo em vista a distância que ainda se observa destas imagens em representar de forma mais fiel a integralidade e diversidade do público que delas se utiliza.

C4- Descobertas científicas relacionadas ao estudo corpo humano vistas como atividade coletiva, em seu caráter histórico, dinâmico e subjetivo.

Como já observado no início desta pesquisa, no levantamento histórico da emergência do paradigma sistêmico, desde Heisenberg em seu "Princípio da Incerteza" a ação do cientista volta a ser incluída como observador que tende afetar o seu objeto de estudo. Deste modo, ao longo do tempo, vários pesquisadores tem defendido a inserção de aspectos históricos-

filosóficos das descobertas científicas nos currículos escolares, a fim de superar as deficiências no ensino de ciências. Segundo Matthews (1995):

A história, a filosofia e a sociologia da ciência não têm todas as respostas para essa crise, porém possuem algumas delas: podem humanizar as ciências e aproximá-las dos interesses pessoais, éticos, culturais e políticos da comunidade; podem tomar as aulas de ciências mais desafiadoras e reflexivas, permitindo, deste modo, o desenvolvimento do pensamento crítico; podem contribuir para um entendimento mais integral de matéria científica, isto é, podem contribuir para a superação do mar de falta de significação que se diz ter inundado as salas de aula de ciências, onde fórmulas e equações são recitadas sem que muitos cheguem a saber o que significam; [...].(Matthews, 1995, p. 165):

Carneiro e Gastal (2005) também relembram que esta necessidade de contextualização científica já estava presente nos primeiros manuais didáticos traduzidos e adaptados para uso no Brasil na década de 60. Apesar das críticas obtidas nos últimos anos por sua ênfase no chamado “método científico”, o livro *Biological Sciences Curriculum Study*, citado pelas autoras, já ressaltava que a apresentação destes aspectos poderia ser útil, contribuindo para formar no aluno uma visão mais realista e inteligível da ciência: “Poderá ajudar a modificar as ideias extraordinariamente irreais, fantásticas e antagônicas que, segundo vários estudos demonstram, muitas pessoas fazem da ciência e dos cientistas” (BSCS, 1983, apud CARNEIRO; GASTAL, 2005, p. 34).

O alerta de tantas pesquisas sobre a importância da inclusão da abordagem histórico-filosófica no ensino de Ciências chegou, pois, a ecoar na elaboração dos PCNs, DCNs, Referenciais Curriculares Estaduais e no Guias de escolha dos Livros Didáticos.

Apesar dos avanços teóricos, Cachapuz et al. (2005), baseados em várias outras pesquisas, indicavam que a educação em ciências ainda veiculava uma visão distorcida da construção do conhecimento científico, ainda vista como fruto de gênios isolados, elitista, rígida, algorítmica, infalível, aproblemática, ateórica, ancorada no método indutivo baconiano. Ainda segundo os autores, quando não, apresentavam o desenvolvimento científico como fruto de um crescimento lineal, puramente acumulativo, “ignorando as crises e as remodelações profundas, fruto de processos complexos que não deixam ajustar por nenhum modelo definido de desenvolvimento científico” (CACHAPUZ et al., 2005, p. 51).

Sobre esta abordagem, destacamos em nossa pesquisa a inclusão dos seguintes critérios de avaliação no Guia de livros didáticos:

- [...] 5. a produção do conhecimento científico como atividade que envolve diferentes pessoas e instituições;
- 6. a história da ciência muito além de nomes ou datas, explorando o contexto onde ocorreu a produção científica;
- 7. textos e atividades que colaborem com o debate sobre as repercussões, relações e aplicações do conhecimento científico na sociedade; [...]. (BRASIL, 2014, p.10).

E em uma análise sucinta dos livros didáticos selecionados deste Guia, observamos que, com exceção de LD6, há pouquíssimas referências a produção do conhecimento científico sobre o corpo humano nestes materiais, sendo que nestas obras não conseguimos identificar nem dez citações sobre o assunto em cada livro, em LD3 apenas duas. Quase todas as citações estão inseridas nos capítulos que tratam da citologia, genética e evolução do corpo humano.

Apesar das poucas referências, até compreensível se observar que o currículo de ciências desta série escolar já se encontra abarrotado de assuntos a serem tratados, podemos perceber que a inserção de uma visão mais contextualizada da história da ciência nos critérios de avaliação do PNLD contribuiu, senão para solucionar todos os problemas citados anteriormente por Cachapuz et al. (2005), ao menos para mitigá-los.

Ainda encontramos uma visão de produção científica individual, aproblemática e empírico-indutivista, como esta em LD1, que ao descrever as descobertas sobre hereditariedade, cita que: “**Tudo começou com o trabalho do monge Gregor Mendel (1822-1884), em um mosteiro da cidade de Brün, [...]**” (GEWANDSZNAJDER, 2012, p. 277, grifo nosso), ou esta em LD2, ainda sobre os trabalhos de Mendel, que “[...] *não foram feitos em um laboratório, como os que existem hoje. Mas esses experimentos seguiram **rigorosamente o método científico e a lógica comparativa da Ciência moderna.***” (BRÖCKELMANN, 2010, p. 82, grifo nosso). E esta em LD4: “*Em 1953, o cientistas inglês Francis Crick e o cientista norte-americano James Watson desvendaram a estrutura da molécula de DNA.*” (GOWDAK; MARTINS, 2012, p. 279).

Mesmo algumas informações incorretas são veiculadas, como em LD4, que cita que “*a teoria celular foi formulada por dois cientistas, Mathias Schleiden (1804-1881) e Theodor Schwann (1810-1882), nos anos de 1838 a 1839*” (GOWDAK; MARTINS, 2012, p.9). Esta citação se assemelha a outra analisada por SILVA (2014), em sua pesquisa sobre a teoria celular em livros didáticos de biologia, sendo que autora defende que a elaboração da teoria celular não pode ser atribuída somente a Schleiden e Schwann, identificando a contribuição de diversos cientistas, em diferentes épocas e contexto: “Além disso, reconhecendo os estudos de Schleiden com os vegetais publicados em 1838, Schwann generaliza a Teoria Celular para os animais e vegetais, na sua clássica publicação no ano de 1839” (SILVA, 2014, p.229). Desta forma o trecho citado “veicula a ideia de que ambos os cientistas realizaram suas pesquisas em conjunto, o que não ocorreu, conforme a literatura”. (ibid., p.229).

Apesar das deficiências exemplificadas, percebe-se que a maior parte dos LDs analisados preocupou-se em apresentar, como dita o Guia, a produção do conhecimento

científico como uma atividade coletiva, como podemos perceber nas citações a seguir, em LD1: *“O conhecimento sobre circulação humana, assim como todo o conhecimento científico, é fruto do trabalho de muitos pesquisadores. E a história da ciência nos mostra como os fatos foram explicados de forma diferente ao longo do tempo”* (GEWANDSZNAJDER, 2012, p. 97). Em LD2: *“No século XX, o médico Karl Landsteiner verificou que nem sempre as transfusões sanguíneas tinham êxito. Pesquisando, ele e sua equipe descobriram que, [...] (BRÖCKELMANN, 2010, p. 84); “Rosalind Franklin, integrante da equipe de Maurice Wilkins no King’s College de Londres, foi, também, uma pesquisadora importante nessa área: uma imagem de da molécula de DNA obtida por ela com raios X permitiu que Watson [...]”* (ibid., p. 88). Em LD4: *“[...] Wihelm Röntgen observou uma nova forma de radiação. Na época em que fez sua descoberta, diversos cientistas investigavam fenômenos relacionados com descargas elétricas em gases [...]”* (GOWDAK; MARTINS, 2012, p. 156). E em LD6:

“O que se sabe hoje sobre fisiologia (funcionamento) e a anatomia (forma) dos órgãos que compõem o nosso corpo é resultado de um longo processo que sofreu a influência do conhecimento científico desenvolvido por povos de diferentes culturas, como os egípcios, chineses, os gregos e os romanos” (TRIVELATO et al., 2012, p. 9).

Mesmo em relação às poucas referências a história da ciência, podemos perceber até certo avanço, tendo como referência a tese de doutorado de Delizoicov (2002). Nela o autor estudou a história e ensino do movimento do sangue no corpo humano e ao verificar três livros didáticos de Ensino Fundamental, quatro de Ensino Médio e três de Ensino Superior, observou em relação a todas estas obras que:

A história da ciência, a dinâmica que caracteriza a produção e o consenso entre os pesquisadores para que um conceito se estabeleça como conhecimento possível num dado momento histórico é completamente desconsiderado pelo livro didático. Nem mesmo o nome de Cláudio Galeno, considerado um dos mais importantes médicos da Idade Antiga, ou de William Harvey, considerado o “Pai da Fisiologia Moderna”, são apontados, a exemplo do ocorre com Mendel, Darwin, dentre outros. Não que seja desejável a mitificação dos homens da ciência, mas, causa certa estranheza que este procedimento não se tenha estendido, também, para estes médicos cujas concepções sobre o trajeto do sangue no corpo representaram marcos importantes. (DELIZOICOV, 2002, p.199)

Assim, apesar de poucas, as referências observadas pela pesquisadora sobre a inclusão da história do desenvolvimento científico, omitidas em 2002, hoje estão presentes e devemos mesmo destacar LD6, que reserva quase todo o primeiro capítulo do livro para um estudo mais aprofundado sobre a construção do conhecimento sobre corpo humano através do tempo, desde Antes de Cristo. Apesar de, como já observado, este livro estar somente na 17ª posição de obras mais distribuídas no PNLD/2014.

Outros avanços, como uma visão mais dinâmica, um pouco menos linear, atórica e que ignora as crises e remodelações no desenvolvimento científico como observou Cachapuz (2005) também puderam ser observadas, como exemplificamos em LD1:

“Em maio de 1983, Luc Montagnier, pesquisador do Instituto Pasteur, na França, conseguiu isolar um vírus das células de um paciente com AIDS. No ano seguinte, o cientista estadunidense Robert Gallo anunciou também ter isolado um vírus. Teve início então uma disputa em torno da autoria da descoberta que acabou sendo atribuída a ambos os cientistas. Em 1991, porém, Gallo reconheceu que o vírus por ele isolado provinha de amostras enviadas por Montagnier, que foi considerado o verdadeiro autor da descoberta.” (GEWANDSZNAJDER, 2012, p. 252).

Em LD2: *“Em 1900, somente 35 anos depois, cientistas, de maneira independente, chegaram as mesmas conclusões de Mendel e ‘redescobriram’ seus estudos”* (BRÖCKELMANN, 2010, p. 88).

Em LD4 sobre as descobertas de Wihelm Röntgen:

“O fato de renomados cientistas não terem notado que estavam às voltas com um novo fenômeno tem a ver com a dificuldade de se “observar” aquilo que não se espera teoricamente. Por outro lado, como bem observou o conhecido historiador e filósofo da ciência Thomas S. Kuhn, é justamente a existência de investigações guiadas por paradigmas (conjunto de problemas, expectativas teóricas, métodos e técnicas experimentais de anomalias pelas comunidades científicas) que possibilita e mesmo conduz ao surgimento de anomalias, ou seja, “falhas” na natureza em se conformar inteiramente ao esperado.” (GOWDAK; MARTINS, 2012, p. 158)

Em LD5, sobre os trabalhos de Mendel:

“Apresentou os resultados de seus experimentos em duas conferências proferidas à Sociedade para o Estudo de Ciência Natural, em Brno, no ano de 1865. As atas da época registraram que “não houve perguntas nem discussão”. Em outras palavras, seus estudos não tiveram repercussão no meio científico [...]” (BARROS; PAULINO, 2013, p. 84).

E por fim em LD6, na reconstrução histórica do conhecimento sobre o corpo humano:

O médico belga Andreas Vesalius (1514-1564) estabeleceu um procedimento para a realização de dissecações de cadáveres humanos, o que foi muito importante para os estudos de outros médicos. Suas observações contradiziam as ideias de Galeno [...]. As conclusões de Harvey foram baseadas em trabalhos de vários estudiosos da sua época e em experimentos realizados com animais (ovelhas, peixes e sapos). [...] Com tantas informações, ideia que se tem hoje do corpo humano e sem dúvida, muito diferente daquela de tempos passados. É bem possível que daqui algumas décadas diversos aspectos do nosso corpo sejam vistos de maneira diferente da que prevalece hoje. (TRIVELATO et al., 2012, p. 12-14)

4.2.1 - Algumas observações quanto à mudança de ciclo do PNLD

A análise dos livros didáticos foi realizada no ano de 2016, onde o então ciclo do PNLD do Ensino Fundamental era o que teve seu início em 2014. Em 2017 teve início um novo ciclo de distribuição dos livros, mas não seria possível analisá-los a tempo de conclusão desta pesquisa. Então, apenas a título de atualização dos dados e também para observar se haveria

mudanças nas obras optamos por analisar sucintamente e comparativamente as duas coleções do ciclo.

Como já indicado, no PNLD de 2014 foram aprovadas vinte obras, das quais analisamos as cinco que tiveram maior número de distribuição, conforme lista divulgada no sítio eletrônico do PNLD (BRASIL, FNDE, 2016) e mais uma da coautora Silvia Trivelatto (2005) que ocupava na ocasião a 17ª posição da referida lista. No PNLD de 2017, o número de obras aprovadas caiu para treze, e houve pequenas alterações na lista de distribuição, sendo que as duas primeiras colocações ficaram inalteradas, a terceira posição passou a ser ocupada pela obra de Sônia Lopes (2015), já famosa por seus livros didáticos de Biologia, destinados ao ensino médio; a quarta posição passou a ser ocupada pela obra “Companhia das Ciências”, de USBERCO, João et al. (2015), que no PNLD de 2014 ocupava a sexta posição e a quinta posição passou a ser ocupada pelo livro “Ciências Novo Pensar” de Canto (2015) que até então ocupava a terceira posição. O livro dos autores Gowdak e Martins (2012) e de Barros e Paulino (2013) que ocupavam respectivamente a quarta e quinta posição, passaram para a sexta e oitava posição. O livro de Trivelatto et. al. passou para a 11ª posição entre os 13 mais distribuídos. (BRASIL, FNDE, 2017)

Na análise geral das obras do Guia dos Livros Didáticos de 2017, já nos chamou a atenção à inclusão do assunto específico corpo humano, que não estava presente no Guia de 2014. A epígrafe que abre o Guia, aliás, traz justamente uma fala de um aluno de 8º ano sobre seu “encantamento frente ao corpo humano em suas muitas representações no livro didático. O aluno declara que o livro o fez desejar entender como funciona o coração” (BRASIL, 2016, p. 34), e traz justamente os problemas já levantados nesta e em outras pesquisas sobre o assunto:

Um destaque maior sempre foi dado ao corpo humano, tratado na maioria das coleções didáticas de maneira fragmentada, aos pedaços. Difícil ver a vida que pulsa no corpo da gente, do estudante, no corpo do livro didático. Por isso, professor (a), é necessário muito cuidado na escolha do livro e no tratamento desses conteúdos nas aulas de Ciências. (ibid., p. 34)

Também com relação as imagens de corpo humano veiculadas nos livros, o Guia traz orientações:

Talvez ainda falte um pouco de emoção na proposta de olhar para dentro, e você, professor (a), com certeza, já percebeu essa dificuldade, por isso é importante que tome as medidas necessárias, reflita, observe as figuras do corpo humano nas coleções didáticas e escolha a coleção que melhor se adeque à sua maneira de ensinar. (ibid., 2016, p. 35).

Observamos, porém, que fora as orientações do Guia, não houve mudanças significativas ao compararmos as duas coleções, corroborando as afirmações de Neto e Fracalanza que já afirmavam que “todas as deficiências presentes nos manuais escolares no

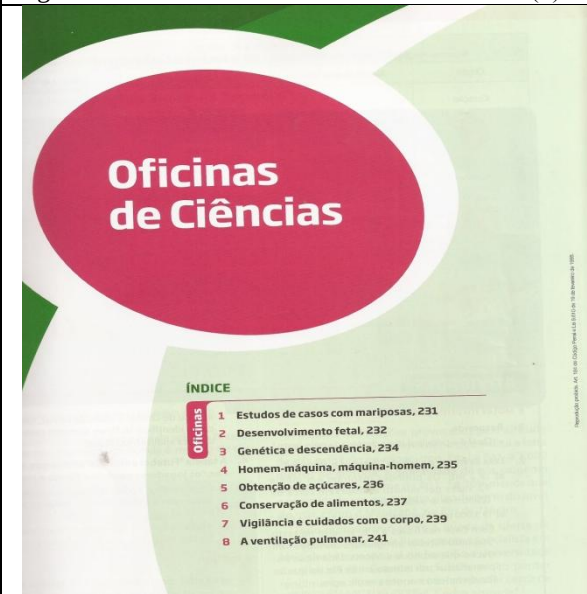
tocante aos fundamentos teórico-metodológicos do ensino de Ciências parecem ser extremamente difíceis de modificar nas coleções hoje existentes no Brasil”. (MEGID NETO; FRACALANZA, 2003, p. 151).

De modo geral foi possível verificar que as mudanças se deram principalmente em aspectos superficiais como no projeto gráfico e na atualização ou modificação de alguns textos complementares, experiências, imagens, sendo que às vezes nem isso.

Apenas para exemplificarmos, notamos anteriormente que em LD1, grande parte dos textos complementares se concentrava em problemas de saúde que poderiam afetar o funcionamento ‘perfeito’ do corpo-máquina humano, citando como exemplos os textos sobre ‘*Úlcera péptica*’ (GEWANDSZNAJDER, 2012, p. 59), ‘*Problemas no fígado*’ (ibid.; p. 61) e ‘*Problemas no intestino*’ (ibid.; p. 62). Ao compararmos a mesmo livro do ciclo do PNLD/2017 notamos que os mesmos textos permanecem, na íntegra, alterando-se apenas a paginação e um dos títulos: ‘*Úlcera péptica*’ (idem, 2015, p. 52), ‘*Problemas no fígado*’ (ibid.; p. 54) e ‘*Prisão de ventre, diarreia e desidratação*’ (ibid.; p. 55). Da mesma forma a atividade citada com gráficos em Canto (2009, p. 117) se reproduz na nova edição (idem, 2015, p. 114).

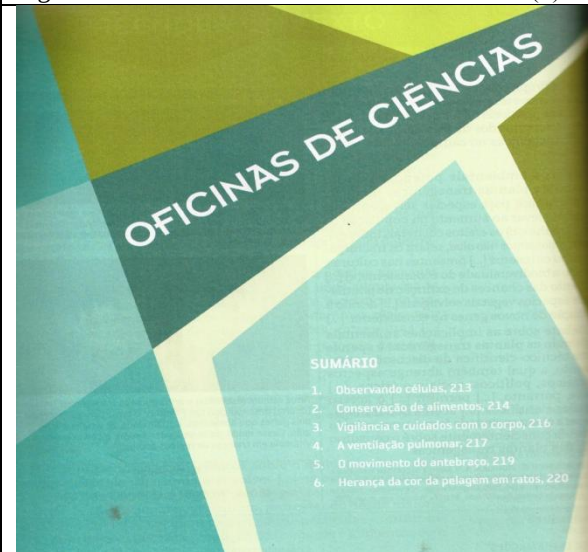
Em LD2 citamos que havia um apêndice no final da obra, denominado “*Oficinas de Ciências*”, em que era propostas atividades experimentais, estudo do meio, construção de modelos e montagens, entre outras propostas de investigação. O suplemento permanece na nova edição alterando-se somente algumas atividades, embora seja difícil a leitura comparativa, visto que na nova edição não foi cumprido um dos critérios de avaliação do projeto gráfico-editorial do Guia, que solicita que o texto principal da obra seja impresso em preto. (BRASIL, 2016, p. 112):

Figura 18–Anexo do LD: ‘Oficinas de Ciências’(1)



Fonte: MODERNA, 2010, p. 230

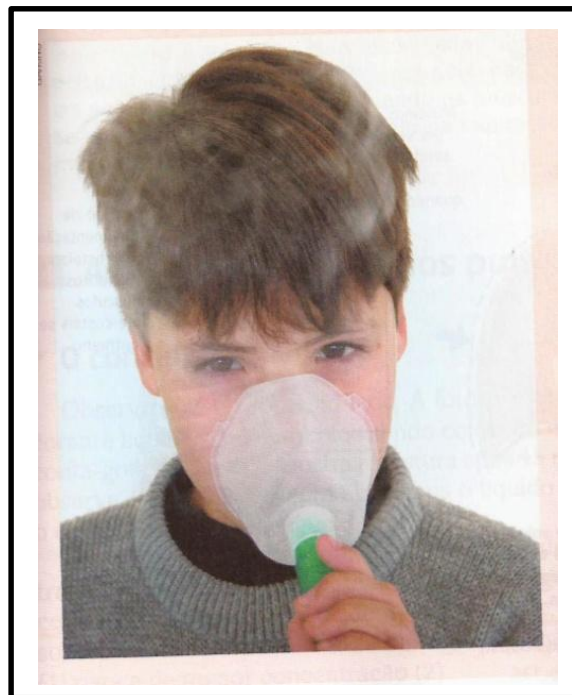
Figura 19–Anexo do LD: ‘Oficinas de Ciências’(2)



Fonte: CARNEVALE, 2016, p. 212

Ao citarmos sobre a padronização de imagens veiculadas nos livros, comparamos a foto quase idêntica inserida em LD2 e LD3, no capítulo sobre sistema respiratório. Ao verificarmos novamente as duas obras observamos que a mesma foi retirada de LD2 e em LD3 houve apenas alteração da jovem na foto, sendo substituída por um menino:

Figura 20 – Adolescente fazendo inalação



Fonte: CANTO, 2015, p. 101

4.2.2 - Análise geral sobre os livros didáticos selecionados

Ao iniciarmos nossa análise de seis, das vinte coleções aprovadas no PNLD/2014, já havíamos detectado de antemão que, de maneira geral, a apresentação do corpo humano era realizada de forma essencialmente cartesiana, em um nível crescente de organização, das células até os sistemas, sem uma síntese explicativa posterior, corroborando várias pesquisas de décadas anteriores.

Assim posto, nosso objetivo foi, numa observação um pouco mais atenta, verificar se mesmo nesta organização geral cartesiana dos LDs, haveria indícios em capítulos, textos, atividades, experiências, imagens, abordagens histórico-filosóficas nestas obras que poderiam auxiliar professores e alunos numa compreensão mais sistêmica do corpo humano.

Neste sentido podemos verificar que embora o enfoque reducionista/mecanicista ainda seja forte na apresentação do corpo humano nos livros didáticos, verificável principalmente em LD4 ao trazer analogias explícitas do corpo como uma máquina, há em todas as obras, mesmo nesta, atividades que podem sim auxiliar professores a dar mais “vida” ao corpo apresentado aos seus alunos, como acabou por também ser observado no atual Guia de 2017:

Há coleções que abordam atividades que buscam integrar os diferentes corpos dos seres vivos, indo ao encontro dos pressupostos metodológicos adotados na teoria de aprendizagem significativa. E, assim, os corpos ganham mais um pouco de vida. Há também as coleções que, na própria abordagem do conteúdo, estabelece relações com um corpo mais real, aquele com o qual temos que nos identificar quando estamos ensinando Ciências. (BRASIL, 2016, p. 34)

O LD1, (GEWANDSZNAJDER, 2012), por exemplo, foi o que apresentou o maior número de atividades, das quais conseguimos encontrar muitas que auxiliam na conexão entre os conteúdos trabalhados e pesquisas com propostas socialmente relevantes. O LD2, (BRÖCKELMANN, 2010) se destacou pela presença maior e mais diversificada de textos complementares, que abordam aspectos culturais e sociais do corpo dos jovens, que vão além do enfoque biomédico verificado em maior proporção nas outras obras. O LD3, (CANTO, 2009) foi o que apresentou maior número de experiências no início dos capítulos, muitas de final “aberto”. O LD4, (GOWDAK; MARTINS, 2012), repetindo, foi o que apresentou uma abordagem mais comparativa do homem como máquina, mas ainda conseguimos encontrar algumas sugestões de pesquisas na seção “*Desafio*” mais contextualizadas com a realidade dos adolescentes. O LD5, (BARROS; PAULINO, 2013), também traz boas propostas no levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos e assim como LD3 estimula o uso de mapas conceituais. Também apresentou com o uso de imagens, em seu miniatlas, uma ótima forma de mostrar aos estudantes a integração entre os sistemas.

O LD6, (TRIVELATO et al., 2012), por fim, foi o que apresentou uma organização mais diferenciada, com maior número de referências históricas relacionadas diretamente ao conhecimento do corpo humano e textos de articulação entre os conteúdos da disciplina de Ciências, apesar de termos apontado algumas deficiências na obra em outros quesitos, como atividades e ilustrações. Por estar há quase dez anos no mercado editorial dos livros didáticos (encontramos a primeira referência da obra no Guia dos livros de Ciências do PNLD de 2008) sua baixa adesão pelos professores pode sinalizar, entretanto, uma baixa aceitação de livros que não correspondam a um determinado modelo já consolidado no ensino de ciências.

Considerações Finais

Iniciamos nosso texto falando em “nós”, buscando conectar experiências pessoais com conhecimentos historicamente acumulados e aqui terminaremos com um ponto, com a única certeza de que a “rede” de construção de um Currículo de Ciências autônomo, integrado e integrador ainda está longe de terminar, necessitando de muitos outros pontos e “nós” a serem construídos ou fielmente redescobertos.

Historicamente vimos as ciências em geral, particularmente as ciências naturais, tentando ainda se desvencilhar das amarras das ciências físicas cartesianas dos séculos XVI e XVII, buscando pouco a pouco incorporar um novo paradigma sistêmico nas pesquisas, na educação, no estudo dos seres vivos e do corpo humano.

Da mesma forma, vimos um Currículo de Ciências no Brasil ainda buscando uma identidade, sendo num primeiro momento histórico totalmente ignorado em detrimento do ensino das Humanidades, posteriormente buscando adaptações de materiais estrangeiros e num terceiro e atual momento abarrotado de conteúdos diversos a serem trabalhados entre científicos e profissionalizantes, abarcando também ao longo do tempo as temáticas da tecnologia, da saúde, das crises ambientais e sociais. Vimos que a responsabilidade atribuída à disciplina não acompanhou, todavia, a responsabilidade de uma boa formação e condições de trabalho docente e então vimos o livro didático passando a ser mais um ponto importante nesta rede. Nesta mistura de objetivos a serem alcançados, a necessidade de uma abordagem sistêmica destas temáticas também passa a ser incorporada em documentos oficiais como PCNs, DCNs, chegando aos Referenciais Curriculares, entre os quais o do estado de Mato Grosso do Sul e mesmo na elaboração recente da Base Nacional Comum Curricular.

Vimos, todavia, ao analisar este Referencial Curricular tendo como conteúdo orientador o estudo do corpo humano na disciplina de Ciências no oitavo ano do Ensino Fundamental que o alerta para a necessidade de ensino sistêmico na disciplina fica nas breves orientações curriculares e não se concretiza coerentemente na organização dos conteúdos e nem nas condições de planejamento dada aos docentes da rede estadual.

Passamos, portanto, a analisar, além do Currículo, outro ponto de grande influência na sala de aula que são os livros didáticos. Macedo (2004, p. 106) chega mesmo a salientar que a vinculação entre currículo e livro didático é tão forte “que tem justificado que políticas tanto as propostas pelo Banco Mundial quanto as implementadas em países como o Brasil deem especial atenção a este dispositivo cultural, visto assim como ‘expressão operativa do currículo’”. Observamos então, nos seis livros didáticos de Ciências do oitavo ano do Ensino Fundamental, recursos internos que poderiam possibilitar ou dificultar uma visão sistêmica do corpo humano

por professores e alunos e o que percebemos foi que, apesar dos LDs apresentarem certa padronização conceitual no estudo dos sistemas do corpo humano, há em contrapartida uma heterogeneidade na forma que os autores se utilizam de outros tipos de tratamento do assunto, como textos complementares, atividades, experiências, imagens, entre outros que já analisamos, mais fortes em umas obras que em outras, entre as quais podemos encontrar alternativas para uma abordagem mais sistêmica no estudo do corpo humano . E isto posto, dada tal diferença entre as obras, mais uma vez nos vemos remetidos ao questionamento da formação inicial dos professores, sua base conteudista e a ausência de oportunidades mais significativas durante este período para se discutir, avaliar e mesmo produzir novos materiais didáticos. A formação continuada e as condições de trabalho dos docentes também necessitam ser repensadas, visto que estes precisam estar em constante aperfeiçoamento para conseguir atuar além da reprodução do currículo também fragmentado de sua formação inicial, além de ter tempo de planejamento suficiente para “garimpar” as obras a procura de boas opções para suas aulas. Os próprios avaliadores do Guia/2017 mais uma vez parecem também estar cientes disto quando “tentam dialogar” com os professores: “Você já tem uma prática, espelhe-se nela, na sua experiência de trabalhar com o corpo humano e complete o que está no livro” (BRASIL, 2016, p. 35).

Ao citar “tentam dialogar” me transporto mais uma vez a minha condição de professora, ao acreditar que muitos colegas de profissão, assim como eu, sequer tiveram a oportunidade ou foram estimulados a ler as orientações dos avaliadores no Guia dos livros a eles destinados. Mas se não o foram, as editoras e autores de livros didáticos com certeza sim; embora seja preciso reconhecer que os livros didáticos não são objetivos ou factuais, mas sim produtos culturais que expressam a materialização de conflitos entre diferentes esferas reguladoras envolvidas em sua elaboração, relatadas nesta pesquisa. Concordamos com Macedo (2004, p. 107) que estes conflitos não se dão num vazio econômico e social, mas sim com interferência visível de um mercado editorial poderoso e com marketing influente. Mas é também verdade, como registra a autora, “que esse mercado deseja conquistar potenciais leitores com o seu produto e nesse desejo está expressa a ambiguidade do processo de dominação que precisa interagir com o outro como sujeito, mesmo quando o objetiva como mero consumidor”.

Assim sendo, como já atestavam Megid Neto e Fracalanza (2003) não podemos deixar de constatar que, com a avaliação governamental dos livros didáticos através do PNLD, houve uma melhora significativa nas obras, principalmente na diminuição de erros conceituais, uma preocupação mais forte no início deste processo. Vimos também, embora de modo tímido, ainda com certas incoerências, que outros critérios de classificação inseridos ao longo do PNLD, como a verificação de propostas pedagógicas que contemplem um ensino “investigativo e

experimental” (Brasil, 2014, p. 7) e a preocupação com a abordagem histórico-filosófica das Ciências repercutiram em mudanças nas obras. E agora no Guia do PNLD/2017 notamos pela primeira vez a inserção de uma discussão sobre a importância de uma abordagem mais integrativa no estudo do corpo humano.

Assim, é fato que todos os resultados de pesquisas na área da educação relacionadas a mudanças na abordagem dos conhecimentos científicos não “cabem” nos Guias e livros didáticos veiculados, nem nos Currículos oficiais. A análise destes documentos serviu, todavia, para verificar e constatar a dificuldade em superar a visão reducionista e linear para efetivamente [in]corporar uma abordagem sistêmica no estudo do corpo humano ou quaisquer outros assuntos veiculados no processo de ensino e aprendizagem das Ciências. Em contrapartida, qualquer mudança positiva que venha a contribuir na melhoria das obras selecionadas auxilia na dissolução de uma já extensa lista de dificuldades que nós professores de Ciências temos que enfrentar na rede do “corpo a corpo” do dia a dia em nossas salas de aula.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Rosiléia Oliveira. Ministério da Educação, Base Nacional Comum Curricular. Disponível em: < http://historiadabncc.mec.gov.br/documentos/relatoriosanaliticos/pareceres/Rosileia_Almeida.pdf. Acesso em: 28 jul. 2017.
- BATISTA, Antônio Augusto Gomes. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Recomendações para uma política pública de livros didáticos**. Brasília: Ministério da Educação, 2001.
- BEHRENS, Marilda Aparecida. **O paradigma emergente e a prática pedagógica**. Curitiba: Champagnat, 1999.
- BERTOLETTI, Estela Natalina Mantovani . **História da disciplina Língua Portuguesa em Mato Grosso do Sul (1977-2008): um estudo de propostas curriculares**. Revista de Educação Pública (UFMT) , v. 22, p. 951-972, set./dez. 2013.
- BIZZO, N. **A avaliação oficial de materiais didáticos de Ciências para o ensino fundamental no Brasil**. In: Encontro Perspectivas do Ensino de Biologia, 7. Anais...São Paulo, 2000. p. 54-58.
- BRANCO, Samuel Murgel. **Ecossistêmica: uma abordagem integrada dos problemas do meio ambiente**. 1. ed. São Paulo: E. Blucher, 1989.
- BRANDÃO, Denis; CREMA, Roberto. **O novo paradigma holístico: Ciência, Filosofia, Arte e Mística**. São Paulo: Summus, 1991.
- BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais**. Brasília: Ministério da Educação, SEF, 1998.
- BRASIL, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, SEMTEC, 2002.
- BRASIL, Ministério da Educação, Conselho Nacional de Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a Educação Básica**. Parecer 11/2010, Brasília, DF, 2013.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Guia de livros didáticos: PNLD 2014: Ciências**. Ensino fundamental: anos finais. Brasília: MEC/SEB, 2014.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Guia de livros didáticos: PNLD 2017: Ciências**. Ensino fundamental : anos finais. Brasília: MEC/SEB, 2016.
- BRASIL. Ministério da Educação. Fundo Nacional do Desenvolvimento da Educação. Disponível em:< <http://www.fnde.gov.br/programas/livro-didatico/livro-didatico-dados-estatisticos>>. Brasília, 2016. Acesso em: 27 ago. 2016.
- BRASIL, Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular: educação é a base**. 2017. Disponível em :< <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/a-base>>. Acesso em: 03 ago. 2017.

BLIKSTEIN, Paulo. “Em ciências, base curricular é trágica” avalia especialista de Stanford. [06 abr. 2017]. Sabine Righeti. **Folha de São Paulo**. Disponível em: < <http://www1.folha.uol.com.br/educacao/2017/04/1873204-em-ciencias-base-curricular-e-tragica-avalia-especialista-de-stanford.shtml>>. Acesso em: 27 jul. 2017.

BOGDAN, R. C. e BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto, Portugal: Porto Editora, 335p., 1994.

CACHAPUZ, António et al. **Superação das visões deformadas da ciência e da tecnologia: um requisito essencial para a renovação da educação científica**. In: CACHAPUZ, António et al. (Orgs.). *A necessária renovação do ensino de ciências*. São Paulo: Cortez, 2005, p.37-71.

CAPRA, Fritjof. **A teia da vida: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos**. 9. ed. São Paulo: Cultrix, 2004.

_____. **O ponto de mutação**. 26. ed. São Paulo: Cultrix, 2006.

CARNEIRO, Maria Helena da Silva; GASTAL, Maria Luiza. **História e filosofia das ciências no ensino de Biologia**. *Ciência & Educação*, v. 11, n. 1, p. 33-39, 2005.

CARVALHO, A. M. P. **Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CARVALHO, IS et al. **A sexualidade em livros didáticos de ciências do 8º ano do ensino fundamental: uma abordagem satisfatória?** *Adolescência & Saúde*, UERJ, Rio de Janeiro, v. 9, n. 3, p. 29-36, Jul./set. 2012.

CASSAB, M. **Significando o livro didático: com a palavra, os professores de ciências**. 2003. Dissertação (Mestrado em Formação Profissional e Docente nas Ciências e na Saúde) -Núcleo de Tecnologia Educacional para a Saúde, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003.

CELLARD, André. **A análise documental**. In: Poupart J, Deslauriers JP, Groulx L, Laperriere A, Mayer R, P Alvaro. *A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos*. Petrópolis: Vozes, 2008, p. 295-316.

CHAGAS, Valnir. **O ensino de 1º e 2º graus: antes, agora e depois**. São Paulo: Saraiva, 1980.

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

CUNHA, A. M. O.; FREITAS, D.; SILVA, E. P. Q. **O corpo da ciência, do ensino, do livro e do aluno**. In: *Coleção Explorando o Ensino: Ciências*, Brasília: MEC, SEB, v.18, p. 61-76, 2010.

DEBONA, J. J. ; RIBEIRO, Renilson Rosa ; PINTO, A. A. **Por um ensino da história de Mato Grosso do Sul: implicações dos documentos referenciais para o enfoque regional no ensino de História no Ensino Fundamental**. *História & Perspectivas (UFU)* , v. 53, p. 315-348, jul./dez. 2015.

DEBRUN, Michel et al. **Auto organização: Estudos Interdisciplinares**. 1.ed. Campinas-SP: Unicamp-Coleção CLE; v.18, 1996.

DELIZOICOV, Demétrio. ANGOTTI, José André. **Metodologia do Ensino de Ciências**. São Paulo: Cortez, 1994.

DELIZOICOV, Nadir Castilho. **O professor de Ciências Naturais e o Livro Didático (No Ensino de Programas de Saúde)**. Dissertação (Mestrado em Educação), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1995.

_____. **O movimento do sangue no corpo humano: história e ensino**. 2002. 258 f. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

DOLL JR., William E. **Currículo: uma perspectiva pós-moderna**. 2ª ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 2002.

FRACALANZA, H. **O que sabemos sobre os livros didáticos para o ensino de Ciências no Brasil**. Tese (Doutorado) - Faculdade de Educação, UNICAMP, Campinas, 1993.

_____. **O Livro Didático x Projetos de Ensino**. In: FRACALANZA, Hilário; MEGID NETO, J. (Org.). **O livro didático de Ciências no Brasil**. Campinas/BR: Komedi, 2006.

FREITAG, Bárbara. MOTTA, Valéria. R.; COSTA, Wanderley. F. **O estado da arte do livro didático no Brasil**. Brasília: Reduc, 1987.

FRANÇA, L. **O método pedagógico dos Jesuítas – O “Ratio Studiorum”**. Rio de Janeiro: Agir Editora, 1952.

FRANCISCO FILHO, G. **A educação brasileira no contexto histórico**. Campinas, SP: Alínea, 2001.

GIRALDI, Patrícia Montanari. **Linguagem em textos didáticos de citologia: investigando o uso de analogias**. 2005. 147 f. Dissertação. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

GIRALDI, P. M.; SOUZA, S. C. **O funcionamento de analogias em textos didáticos de Biologia: Questões de Linguagem**. Revista Ciência & Ensino, vol. 1, n. 1, p. 9-17, dez. 2006.

HÖFLING, Eloísa de Mattos. **Notas para discussão quanto à implementação de programas de governo: Em foco o Programa Nacional do Livro Didático**. Educação e Sociedade, n. 70, p. 159-170, abr. 2000.

HULL, David. **Filosofia da Ciência Biológica**. Rio de Janeiro: Zahar, 1975.

JACOB, Francois. **A lógica da vida: uma história da hereditariedade**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Edições Graal, 1983.

KELLER, Evelyn Fox. **O paradoxo da subjetividade científica**. In: SCHNITMAN, Dora Fried (Org.). *Novos paradigmas, cultura e subjetividade*. Porto Alegre: Editora ArtMed, 1996, p.93-111.

LÜKDE, M. e ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária Ltda, 99p., 1986.

KRASILCHIK, Myrian. **O professor e o currículo das ciências**. São Paulo: EPU/Editora da Universidade de São Paulo, 1987.

_____. **Reformas e Realidade: o caso do ensino de Ciências**. São Paulo em Perspectiva, v. 14, n. 1, 2000, p. 85-93.

_____. **Prática de Ensino de Biologia. Prática de ensino de biologia**. 4. ed. São Paulo: EPU/Editora da Universidade de São Paulo, 2011.

MACEDO, E. F. de; LOPES, A. C. **A estabilidade do currículo disciplinar: o caso das Ciências**. In: LOPES, A. C; MACEDO, E. (Org.). *Disciplinas e integração curricular: história e políticas*. Rio de Janeiro: DP&A, 2002, p. 73 – 94.

MACEDO, E. F. **Currículo e Competência**. In: LOPES, A. C; MACEDO, E. (Org.). *Disciplinas e integração curricular: história e políticas*. Rio de Janeiro: DP&A, 2002, p. 115 – 143.

_____. **A imagem da ciência: folheando um livro didático**. Educação & Sociedade. Campinas-SP, v. 25, n. 86, p. 103-129, abr. 2004.

_____. **Base Nacional Curricular Comum: novas formas de sociabilidade produzindo sentidos para educação**. Revista e-Curriculum, São Paulo, v. 12, n. 3, p. 1530-1555, out./dez. 2014.

MAGALHÃES JÚNIOR, C. A O. ; PIETROCOLA, M. **Políticas Educacionais e História da Formação e Atuação de Professores para a Disciplina de Ciências**. In: V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2006, Bauru. Atas do V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Bauru : ABRAPEC, 2006.

MARINHO, Marildes. **A oficialização de novas concepções para o ensino de português no Brasil**. 2001. 301f. Tese (Doutorado)– Instituto de Estudos da Linguagem. Universidade Estadual de Campinas. Campinas – SP.

_____. **Livro didático: uma possibilidade de formação do professor?** In: Simpósios [do] Congresso Brasileiro de Qualidade na Educação: formação de professores. / Marilda Almeida Marfan (Organizadora), Brasília : MEC, SEF, 2002. p. 288-292. Disponível em: < <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/vol1a.pdf>>. Acesso em: 25 ago. 2016.

MARTIN, Emily. **O óvulo e o espermatozoide: como a ciência construiu um romance baseado em papéis estereotípicos de macho e fêmea**. Tradução de Fernando Manso. Disponível em: <http://www.necso.ufrj.br/Trads/O%20ovo%20e%20o%20esperma.htm>. Acesso em 30/09/2017.

MARTINS, Isabel. **Analizando livros didáticos na perspectiva dos Estudos do Discurso: compartilhando reflexões e sugerindo uma agenda para a pesquisa.** Pro-Posições, Belo Horizonte, v.17, n 1(49), p. 117-136, jan./abr. 2006.

MATTHEWS, Michael R. **História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação.** Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, v. 12, n. 3, p. 164-214, dez. 1995.

MATO GROSSO DO SUL. **Resolução/SE nº 645 de 21 de dezembro de 1989. Estabelece as Diretrizes Gerais para o Ensino de Pré Escolar e de 1º Grau do Estado de Mato Grosso do Sul e dá outras providências.** Diário Oficial da União. nº 2712, Campo Grande, MS, 27 de dez. de 1989. p. 84-87.

_____. **Referencial Curricular da Educação Básica da Rede Estadual de Ensino/MS - Ensino Fundamental.** Secretaria de Estado de Mato Grosso do Sul, 2012.

MAYR, Ernst. **Desenvolvimento do pensamento biológico: diversidade, evolução e herança.** Brasília: UnB, 1998.

_____. **Biologia, ciência única: reflexões sobre a autonomia de uma disciplina científica.** São Paulo: Companhia das Letras, 2005.

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

MEYER, Mônica. **De corpo e alma: conversa ao pé do ouvido.** In: Coleção Explorando o Ensino: Ciências, v.18. Brasília : MEC, SEB, 2010, p. 77-87

MORAES, Maria Cândida. **O paradigma educacional emergente: implicações na formação do professor e nas práticas pedagógicas.** *Em Aberto*, Brasília, ano 16, n. 70, p. 57-69, abr./jun. 1996.

MORAES, Maria Cândida; DE LA TORRE, Saturnino. **Pesquisando a partir do pensamento complexo: elementos para uma metodologia de desenvolvimento eco-sistêmico.** Revista Educação PUCRS, Porto Alegre, ano 29, n. 58, p.145-172, jan./abr. 2006.

MORAES, Maria Cândida. **Complexidade e currículo: por uma nova relação.** Polis - Revista de la Universidad Bolivariana, v. 9, n. 25, p. 289-311, 2010.

MORIN, Edgar; LE MOIGNE, Jean-Louis. **A inteligência da complexidade.** 2. ed. São Paulo: Petrópolis, 2000.

MORIN, Edgar. **Epistemologia da Complexidade.** In: SCHNITMAN, Dora Fried (Org.). *Novos paradigmas, cultura e subjetividade.* Porto Alegre: Editora ArtMed, 1996, p. 274-276.

_____. **A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento.** 7. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002.

_____. **Ciência com consciência.** 8. Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

NEVES, Eislher Alves Ferreira. **No labirinto das raízes: história do ensino de literatura em Mato Grosso do Sul (1977-2008)**. 2013. 187f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Unidade Universitária de Paranaíba - MS.

OLIVEIRA, R. J. **La Complejidad y la Enseñanza de las Ciencias: Un Desafío Siempre Presente**. Conversación. Montevideo, n. 8, 2004, p. 25-30.

PERALES, F. J.; JIMÉNEZ, J. D. **Las ilustraciones en la enseñanza-aprendizaje de las Ciencias. Analisis de libros de texto**. Enseñanza de las Ciencias, v. 20, n. 3, p. 369-386, 2002.

PERRELLI, Maria Aparecida S.; LIMA, A. A.; BELMAR, C. C. **A escolha e o uso do livro didático pelos professores das áreas de ciência naturais e matemática: as pesquisas que abordam essa temática**. Série-Estudos. Campo Grande, MS, n. 35, p. 241-261, jan./jun. 2013.

PERRENOUD, Philippe. **Construir as competências desde a escola**. Porto Alegre: Artes Médicas, 2000.

PETRAGLIA, Izabel Cristina. **Edgar Morin: A educação e a complexidade do ser e do saber**. 1. ed. Petrópolis: Vozes, 1995.

PRETTO, N. de L. **A ciência nos livros didáticos**. Bahia: Editora da UNICAMP, 1985.

PRIGOGINE, Ilya. **O reencantamento da natureza**. In: WERBER, Renée. (Org.). **Diálogos com cientistas e sábios: a busca da unidade perdida**. São Paulo: Cultrix, 1986.

QUESADO, M. **A natureza da ciência e os livros didáticos de Ciências para o ensino fundamental - uma análise textual**. Dissertação de Mestrado. Núcleo de Tecnologia Educacional para a Saúde. Rio de Janeiro: UFRJ, 2005.

RABONI, Paulo César de A. **Atividades práticas de ciências naturais na formação de professores para as séries iniciais**. 2002. 166 f. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Unicamp, Campinas, 2002.

ROCHA, Marcos. **O escrito e o praticado no currículo de Ciências : um estudo da relação dos professores de Ciências com a diretrizes curriculares de Ciências do estado de Paraná**. 203 f. Tese (Doutorado em Educação) - Setor de Educação da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

RODRIGUES, Larissa Zancan. **O professor e o uso do livro didático de Biologia**. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

ROMANELLI, Otaíza de Oliveira. **História da educação no Brasil: 1930/1973**. 31 Ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2007.

ROSA, Cleci T. Werner ; ROSA, Alvaro Becker da . **O ensino de ciências (Física) no Brasil: da história as novas orientações educacionais**. Revista Iberoamericana de Educación (Online), Espanha, v. 58/2, 2012.

SÁ-SILVA, Jackson. R.; ALMEIDA, Cristóvão. D.; GUINDANI, Joel F. **Pesquisa documental: pistas teóricas e metodológicas**. Revista Brasileira de História & Ciências Sociais. São Leopoldo, RS, n. 1, p. 1-15, jul. 2009.

SANTOS, Boaventura S. **Um discurso sobre as ciências**. Porto: Afrontamento, 1987.

SCHEID, N; FERRARI, N.; DELIZOICOV, D. **Concepções sobre a Natureza da Ciência num curso de Ciências Biológicas: Imagens que dificultam a educação científica**. Investigações em Ensino de Ciências – Santa Catarina, v. 12, n. 2, p.157-181, abr. 2007. Disponível em < http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID166/v12_n2_a2007.pdf>. Acesso em: 25 junho 2013.

SILVA, Elda Cristina Carneiro da. **A teoria celular em livros didáticos de biologia: uma análise a partir da abordagem histórico-filosófica da Ciência**. 2014. 290 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - UFPR, Curitiba: UFPR, 2014.

SILVA, Marcio Antonio. **Currículo como Currere, como Complexidade, como Cosmologia, como Conversa e como Comunidade: contribuições teóricas pós-modernas para a reflexão sobre currículos de matemática no ensino médio**. Bolema, Rio Claro , v. 28, n. 49, p. 516-535, Ago. 2014 .

TRIVELATO, S. L. F. **Que corpo/ ser humano habita nossas escolas?** In: Amorim, A. C. et al. Ensino de Biologia: conhecimentos e valores em disputa. Niterói: Eduff, 2005. p.121-130.

VARGAS, C. D.; MINTZ, V.; MEYER, M. A. A. **O corpo humano no livro didático ou de como o corpo DIDÁTICO deixou de ser HUMANO**. Educação em Revista, Belo Horizonte, n. 8, p. 12-18, 1988.

VASCONCELLOS, Maria José Esteves. **Pensamento sistêmico: O novo paradigma da ciência**. 3ª ed. Campinas: Papirus, 2002.

VASCONCELOS, S. D.; SOUTO, E. **O livro didático de ciências no ensino fundamental - proposta de critérios para análise do conteúdo zoológico**. Ciência & Educação, n. 09, v. 01, 2003.