

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ELDA CRISTINA CARNEIRO DA SILVA

A TEORIA CELULAR EM LIVROS DIDÁTICOS DE BIOLOGIA: UMA  
ANÁLISE A PARTIR DA ABORDAGEM HISTÓRICO-FILOSÓFICA DA  
CIÊNCIA

CURITIBA  
2014

ELDA CRISTINA CARNEIRO DA SILVA

A TEORIA CELULAR EM LIVROS DIDÁTICOS DE BIOLOGIA: UMA  
ANÁLISE A PARTIR DA ABORDAGEM HISTÓRICO-FILOSÓFICA DA  
CIÊNCIA

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Educação em Ciências e em Matemática, no curso de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática, Setor de Ciências Exatas, Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Joanez Aparecida Aires

CURITIBA  
2014

---

S586t

Silva, Elda Cristina Carneiro da

A teoria celular em livros didáticos de biologia : uma análise a partir da abordagem histórico-filosófica da Ciência / Elda Cristina Carneiro da Silva. – Curitiba, 2014.

290f. : il. color. ; 30 cm.

Dissertação - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Exatas, Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e em Matemática, 2014.

Orientador: Joanez Aparecida Aires .

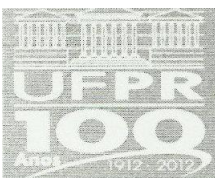
Bibliografia: p. 258-274.

1. Ciência - Ensino. 2. Ciência - Filosofia - História. 3. Livros didáticos. 4. Biologia celular. I. Universidade Federal do Paraná. II. Aires, Joanez Aparecida. III. Título.

CDD: 571.607

---





MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SETOR DE CIÊNCIAS EXATAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E EM MATEMÁTICA


## PARECER

Defesa de Dissertação de **ELDA CRISTINA CARNEIRO DA SILVA**, intitulada “**A TEORIA CELULAR EM LIVROS DIDÁTICOS DE BIOLOGIA: UMA ANÁLISE A PARTIR DA ABORDAGEM HISTÓRICO-FILOSÓFICA DA CIÊNCIA**”, para obtenção do Título de Mestra em Educação em Ciências e em Matemática.

De acordo com o Protocolo aprovado pelo Colegiado do Programa, a Banca Examinadora composta pelos professores abaixo-assinados arguiu, nesta data, a candidata acima citada. Procedida à arguição, a Banca Examinadora é de Parecer que o candidato está **apto ao Título de MESTRA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E EM MATEMÁTICA**, tendo merecido as apreciações abaixo:

BANCA	ASSINATURA	APRECIÇÃO
Profª. Drª. Joanez Aparecida Aires (orientadora)		Aprovada
Prof. Dr. Danislei Bertoni		APROVADA
Prof. Dr. Leonir Lorenzetti		APROVADA

Curitiba, 17 de Dezembro de 2014.

  
Prof. Dr. Carlos Roberto Vianna  
Coordenador do Programa de Pós-Graduação  
em Educação em Ciências e em Matemática.



*Dedico esse trabalho à minha mãe, Aparecida e ao meu pai Evilar, pelo amor incondicional, pelo exemplo de fé, determinação e bondade de ambos...*

## AGRADECIMENTOS

*Quem acolhe um benefício com  
gratidão, paga a primeira prestação da sua dívida.*

*(Sêneca)*

A Deus, por sua presença constante iluminando minhas ideias, meu caminho, minha vida.

À minha orientadora Professora Dr<sup>a</sup> Joanez Aparecida Aires, por sua dedicação, entusiasmo, pela brilhante orientação... Por ter estimulado minha autonomia como pesquisadora.

Aos professores da banca examinadora, Professor Dr. Danislei Bertoni e Professor Dr. Leonir Lorenzetti, por suas excelentes contribuições.

Aos professores do PPGECM, pelo conhecimento compartilhado.

Ao Professor Dr. Eduardo Barra, por ter sido fundamental para ampliação dos meus conhecimentos sobre filosofia da ciência e também por toda sua generosidade.

Ao meu marido, Marcelo Lemos, pela paciência e apoio.

À Professora Dolores Chiarato, por ter concedido livros utilizados na minha análise.

À Major Saray Meira e ao Ten. Cel. Valcides Santana, por terem sido chefes sensíveis às minhas necessidades de tempo para dedicação ao mestrado.

Aos colegas de trabalho, pelas demonstrações de solidariedade.

Ao Colégio Militar de Curitiba, pelas dispensas concedidas.

*Há muitas pessoas de visão perfeita que  
nada veem...  
O ato de ver não é coisa natural.  
Precisa ser aprendido!*

*(Rubem Alves)*

## RESUMO

A abordagem histórico-filosófica aplicada à educação em ciências vem, ao longo dos anos, ganhando espaço em estudos, análises e propostas sobre as possíveis contribuições desta abordagem para enfrentar muitos dos problemas da educação em ciências (PEDUZZI, 2001; MARTINS, L., 2005; FORATO, 2009; PRESTES, 2012). De maneira geral, a inserção da história e filosofia da ciência na educação em ciências ocorre basicamente por meio de livros didáticos. No caso da educação em biologia, um conteúdo central veiculado nestes livros é a Teoria Celular, uma vez que esta teoria permitiu, dentre outros aspectos, reconhecer a semelhança microscópica entre todos os seres vivos devido a uma estrutura comum: a célula. A pesquisa em questão teve como objeto livros didáticos do ensino médio e superior, considerando que há uma tendência daqueles livros em acompanharem o modelo de história da biologia apresentada nestes. Dessa forma, o objetivo geral deste trabalho consistiu em conhecer e refletir sobre quais concepções a respeito da natureza da ciência são apresentadas nos livros didáticos de biologia aprovados pelo PNLD/2012 e em livros universitários usados como referência para estes, quando abordam a Teoria Celular. Adotamos como metodologia a abordagem quali-quantitativa do tipo documental/bibliográfica e a desenvolvemos por meio da metodologia da análise de conteúdo proposta por Moraes (1999). As categorias de análise definidas *a priori* foram construídas a partir das reflexões sobre as possíveis deformações que podem estar sendo transmitidas por meio do ensino de ciências, de forma velada ou explícita, acerca das visões sobre ciência (GIL PÉREZ *et al.*, 2001; CACHAPUZ *et al.*, 2005). Em relação aos livros do PNLD/2012, os resultados evidenciam uma predominância das categorias referentes às visões deformadas sobre a ciência, com 65,2% das *unidades de análise*, destacando-se a categoria “observação/descrição neutra e em busca da descoberta científica”. Durante a análise, houve a emergência de duas categorias. Na amostra de livros universitários constatamos frequências muito próximas entre as categorias que expressam visões deformadas sobre a ciência (51,9%) e categorias relativas ao enfrentamento destas visões (48,1%). Consideramos que o livro universitário LDI contribuiu expressivamente para este resultado, uma vez que é o único no qual as *unidades de análise* de enfrentamento aparecem em maior número do que as que reafirmam as visões deformadas sobre ciência. Todavia esta influência não foi localizada na mesma proporção nos livros que utilizam o LDI como referência. Como contribuição da nossa pesquisa, sugerimos, que os autores de livros didáticos ampliem sua formação com estudos históricos-filosóficos sobre a ciência/biologia ou estabeleçam parcerias com historiadores da ciência especializados em diversos assuntos da área para que a história e filosofia da ciência seja apresentada numa perspectiva diferente daquela que vem prevalecendo nos livros de biologia, em outras palavras, que esta abordagem seja utilizada como forma de enfrentamento de muitos dos problemas do ensino de ciências, os quais são reiteradamente apontados em pesquisas como esta.

Palavras-chave: Educação em ciências. História e filosofia da ciência. Natureza da ciência. Livros didáticos. Biologia. Teoria Celular.



## ABSTRACT

The historical-philosophical approach applied to science education has been gaining space, over the years, in studies, analyses and proposals on the possible contributions from this approach to address many of the science education problems (PEDUZZI, 2001; MARTINS, L., 2005; FORATO, 2009; PRESTES, 2012). In general, the inclusion history and philosophy of science in science education basically occurs through textbooks. In the case of biology education, a key context reproduced in these books is the Cell Theory, since this theory has, among other aspects, to recognize the microscopic similarity among all living beings due to a common structure: the cell. The research in question has had as object high school and higher education textbooks, considering that there is a tendency in those books to follow the biology history shown in them. Thus, the general aim of this paper was to learn and reflect on what conceptions about the nature of science are presented in the biology textbooks approved by PNLD/2012 and in university books used as reference for these, when the Cell Theory is approached. We adopted as methodology the qualitative and quantitative approach of the documentary/bibliographical type and we developed it through the content analysis methodology proposed by Moraes (1999). The analysis categories defined *a priori* were built from the reflections on the possible deformation that may be transmitted through science teaching, in a veiled or explicit way, about the views on science (GIL PÉREZ *et al.*, 2001; CACHAPUZ *et al.*, 2005). Regarding the PNLD/2012 books, the results show a predominance of categories related to deformed views about science, with 65.2% of the *analysis units*, highlighting the *category* “observation/neutral description and in search of scientific discovery”. During the analysis, there was the emergence of two categories. In the sample of university books we found very close frequencies between the categories that express deformed views about science (51,9%) and categories related to coping with these views (48,1%). We consider that the LDI university book contributed significantly to this result, since this is the only one in which the confrontation *analysis units* appear in greater number than those that reaffirm the distorted views about science. However, this influence has not been found in the same proportion as in the books that use the LDI as reference. As a contribution to our research, we suggest that the authors of textbooks extend their education with historical and philosophical studies on science/biology or establish partnerships with science historians specialized in various issues in the area in order for science history and philosophy be presented in a different perspective from the one that has prevailed in biology textbooks. In other words, that this approach be used as a confrontation way from many of the science teaching problems, which are repeatedly pointed out in research such as this.

Key-words: Science education. History and philosophy of science. Nature of science. Textbooks. Biology. Cell Theory.

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1	- ASPECTOS AVALIADOS EM RELAÇÃO À ABORDAGEM HISTÓRICO-FILOSÓFICA DA CIÊNCIA NO CATÁLOGO DO PNLEM/2009 - BIOLOGIA.....	133
QUADRO 2	- IDENTIFICAÇÃO DAS “VISÕES DEFORMADAS A ENFRENTAR” IDENTIFICADAS NOS CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO RELACIONADOS À ABORDAGEM HISTÓRICO-FILOSÓFICA DA CIÊNCIA DO PNLD/2012 – BIOLOGIA.....	135
QUADRO 3	- OBRAS APROVADAS NO PNLD/ 2012 – BIOLOGIA COM REFERÊNCIA AOS CAPÍTULOS QUE TRATAM DO TEMA TEORIA CELULAR.....	152
QUADRO 4	- UNIDADES DE CONTEXTO IDENTIFICADAS EM LD1.....	153
QUADRO 5	- UNIDADES DE CONTEXTO IDENTIFICADAS EM LD2.....	154
QUADRO 6	- UNIDADES DE CONTEXTO IDENTIFICADAS EM LD3.....	155
QUADRO 7	- UNIDADES DE CONTEXTO IDENTIFICADAS EM LD4.....	155
QUADRO 8	- UNIDADES DE CONTEXTO IDENTIFICADAS EM LD5.....	156
QUADRO 9	- UNIDADES DE CONTEXTO IDENTIFICADAS EM LD6.....	157
QUADRO 10	- UNIDADES DE CONTEXTO IDENTIFICADAS EM LD7.....	159
QUADRO 11	- UNIDADES DE CONTEXTO IDENTIFICADAS EM LD8.....	161
QUADRO 12	- CATEGORIAS <i>A PRIORI</i> ELABORADAS PARA ANÁLISE DOS LIVROS DIDÁTICOS DE BIOLOGIA - PNLD/2012.....	163
QUADRO 13	- CATEGORIAS <i>A PRIORI</i> UTILIZADAS NA ANÁLISE DOS LIVROS DIDÁTICOS DE BIOLOGIA - PNLD/2012.....	165
QUADRO 14	- CATEGORIZAÇÃO REFERENTE A VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA DO LD1.....	165
QUADRO 15	- CATEGORIZAÇÃO REFERENTE A VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA DO LD2.....	167
QUADRO 16	- CATEGORIZAÇÃO REFERENTE A VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA DO LD3.....	168

QUADRO 17	- CATEGORIZAÇÃO REFERENTE ÀS VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA DO LD4.....	170
QUADRO 18	- CATEGORIZAÇÃO REFERENTE ÀS VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA DO LD5.....	171
QUADRO 19	- CATEGORIZAÇÃO REFERENTE A VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA DO LD6.....	174
QUADRO 20	- CATEGORIZAÇÃO REFERENTE A VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA DO LD7.....	176
QUADRO 21	- CATEGORIZAÇÃO REFERENTE A VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA DO LD8.....	178
QUADRO 22	- CATEGORIZAÇÃO REFERENTE AO ENFRENTAMENTO DE VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA DO LD1.....	182
QUADRO 23	- CATEGORIZAÇÃO REFERENTE AO ENFRENTAMENTO DE VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA DO LD2.....	183
QUADRO 24	- CATEGORIZAÇÃO REFERENTE AO ENFRENTAMENTO DE VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA DO LD5.....	183
QUADRO 25	- CATEGORIZAÇÃO REFERENTE AO ENFRENTAMENTO DE VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA DO LD6.....	185
QUADRO 26	- CATEGORIZAÇÃO REFERENTE AO ENFRENTAMENTO DE VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA DO LD7.....	186
QUADRO 27	- CATEGORIZAÇÃO REFERENTE AO ENFRENTAMENTO DE VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA DO LD8.....	189
QUADRO 28	- OBRAS MAIS REFERENCIADAS PELOS AUTORES DOS LIVROS DO PNLD/ 2012 – BIOLOGIA.....	193
QUADRO 29	- UNIDADES DE CONTEXTO IDENTIFICADAS EM LDI.....	193
QUADRO 30	- UNIDADES DE CONTEXTO IDENTIFICADAS EM LDII.....	194
QUADRO 31	- UNIDADES DE CONTEXTO IDENTIFICADAS EM LDIII.....	195
QUADRO 32	- CATEGORIZAÇÃO REFERENTE A VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA DO LDI.....	196
QUADRO 33	- CATEGORIZAÇÃO REFERENTE A VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA DO LDII.....	197

QUADRO 34	- CATEGORIZAÇÃO REFERENTE A VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA DO LDIII.....	197
QUADRO 35	- CATEGORIZAÇÃO REFERENTE AO ENFRENTAMENTO DE VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA DO LDI.....	199
QUADRO 36	- CATEGORIZAÇÃO REFERENTE AO ENFRENTAMENTO DE VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA DO LDII.....	201
QUADRO 37	- CATEGORIZAÇÃO REFERENTE AO ENFRENTAMENTO DE VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA DO LDIII.....	201
QUADRO 38	- FREQUÊNCIA EM QUANTIDADE E PORCENTAGEM DAS UAS DOS LIVROS DO PNLD/2012-BIOLOGIA EM CADA CATEGORIA, REFERENTE ÀS VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA.....	204
QUADRO 39	- FREQUÊNCIA EM QUANTIDADE E PORCENTAGEM DAS UAS DOS LIVROS PNLD/2012-BIOLOGIA EM CADA CATEGORIA, REFERENTE AO ENFRENTAMENTO DE VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA.....	215
QUADRO 40	- FREQUÊNCIA EM QUANTIDADE E PORCENTAGEM DAS UAS DOS LIVROS DO PNLD/2012-BIOLOGIA NOS DOIS CONJUNTOS DE CATEGORIAS UTILIZADAS PARA ANÁLISE.....	223
QUADRO 41	- – FREQUÊNCIA EM QUANTIDADE E PORCENTAGEM DAS UAS DE CADA UM DOS LIVROS DO PNLD/2012-BIOLOGIA NOS DOIS CONJUNTOS DE CATEGORIAS UTILIZADAS PARA ANÁLISE.....	224
QUADRO 42	- COMPARAÇÃO ENTRE CADA CATEGORIA REFERENTE ÀS VISÕES DEFORMADAS E SUA RESPECTIVA CATEGORIA DE ENFRENTAMENTO DOS LIVROS DO PNLD/2012 – BIOLOGIA.....	225
QUADRO 43	- INFORMAÇÕES HISTÓRICAS INCORRETAS ENCONTRADAS EM UNIDADES DE ANÁLISE NOS LIVROS DO PNLD/2012-BIOLOGIA.....	228

QUADRO 44	- FREQUÊNCIA EM QUANTIDADE E PORCENTAGEM DAS UAS QUE FAZEM USO DO TERMO DESCOBERTA (OU DERIVADOS) CONSIDERANDO O TOTAL DE 132 UNIDADES DE ANÁLISE DOS LIVROS DO PNLD/2012 NOS DOIS CONJUNTOS DE CATEGORIAS.....	232
QUADRO 45	- FREQUÊNCIA EM QUANTIDADE E PORCENTAGEM DAS UAS DOS LIVROS UNIVERSITÁRIOS EM CADA CATEGORIA, REFERENTE ÀS VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA.....	236
QUADRO 46	- FREQUÊNCIA EM QUANTIDADE E PORCENTAGEM DAS UAS DOS LIVROS UNIVERSITÁRIOS EM CADA CATEGORIA, REFERENTE AO ENFRENTAMENTO DE VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA.....	241
QUADRO 47	- COMPARAÇÃO ENTRE AS FREQUÊNCIAS DAS CATEGORIAS “CARÁTER HISTÓRICO E DINÂMICO DA CIÊNCIA” E “CIÊNCIA COMO ATIVIDADE COLETIVA” NOS LIVROS DO PNLD/2012 E UNIVERSITÁRIOS.....	244
QUADRO 48	- FREQUÊNCIA EM QUANTIDADE E PORCENTAGEM DAS UAS DOS LIVROS DO PNLD/2012-BIOLOGIA NOS DOIS CONJUNTOS DE CATEGORIAS UTILIZADAS PARA ANÁLISE.....	247
QUADRO 49	- FREQUÊNCIA EM QUANTIDADE E PORCENTAGEM DAS UAS DOS LIVROS UNIVERSITÁRIOS NOS DOIS CONJUNTOS DE CATEGORIAS UTILIZADAS PARA ANÁLISE.....	248
QUADRO 50	- COMPARAÇÃO ENTRE CADA CATEGORIA REFERENTE ÀS VISÕES DEFORMADAS E SUA RESPECTIVA CATEGORIA DE ENFRENTAMENTO DOS LIVROS UNIVERSITÁRIOS.....	249



## LISTA DE SIGLAS

HFC	-	História e Filosofia da Ciência
NDC	-	Natureza da Ciência
PISA	-	Programa Internacional de Avaliação de Alunos
PCN	-	Parâmetros Curriculares Nacionais
PNLD	-	Programa Nacional do Livro Didático
MEC	-	Ministério de Educação e Cultura
INL	-	Instituto Nacional do Livro
CNLD	-	Comissão Nacional do Livro Didático
USAID	-	Agência Norte-Americana para o Desenvolvimento Internacional
SNEL	-	Sindicato Nacional de Editores de Livros
COLTED	-	Comissão do Livro Técnico e do Livro Didático
BSCS	-	Biological Sciences Curriculum Study
IBECC	-	Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura
FENAME	-	Fundação Nacional de Material Escolar
PLIDEF	-	Programa do Livro Didático para o Ensino Fundamental
PLID	-	Programa do Livro Didático
PLIDEF	-	Programa do Livro Didático para o Ensino Fundamental
PLIDEM	-	Programa do Livro Didático para o Ensino Médio
PLIDES	-	Programa do Livro Didático para o Ensino Superior
PLIDESU	-	Programa do Livro Didático para o Ensino Supletivo
FAE	-	Fundação de Assistência ao Estudante
INAE	-	Instituto Nacional de Assistência ao Estudante
UFIR	-	Unidade Fiscal de Referência
CONSED	-	Conselho Nacional de Secretários Estaduais de Educação
PNLEM	-	Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio
SEB	-	Secretaria de Educação Básica
FUNDEB	-	Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação
FUNDEF	-	Fundo de Manutenção e Desenvolvimento do Ensino Fundamental e Valorização do Magistério
LD	-	Livro Didático

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	16
<b>1 A ABORDAGEM HISTÓRICO-FILOSÓFICA E A EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS</b> .....	24
1.1 ABORDAGEM INTERNALISTA E EXTERNALISTA DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA.....	24
1.1.1 Visão geral sobre as abordagens internalista e externalista.....	25
1.1.2 A emergência da historicidade da ciência e suas consequências para a epistemologia.....	28
1.2 ABORDAGEM CONTEXTUAL NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E DOCUMENTOS OFICIAIS.....	37
1.3 ARGUMENTOS SOBRE A ABORDAGEM HISTÓRICO-FILOSÓFICA NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS.....	40
1.4 CONSIDERAÇÕES SOBRE A NATUREZA DA CIÊNCIA.....	47
1.4.1 Tipos de História da Ciência.....	67
<b>2 PANORAMA HISTÓRICO-FILOSÓFICO DA TEORIA CELULAR</b> .....	69
2.1 PRIMEIRAS PALAVRAS: DELIMITAÇÕES E JUSTIFICATIVAS.....	70
2.2 O QUE CARACTERIZA UMA TEORIA CIENTÍFICA?.....	72
2.3 A INFLUÊNCIA DAS CORRENTES FILOSÓFICAS VITALISMO E MECANICISMO NA CONCEPÇÃO DE VIDA.....	83
2.4 A EMERGÊNCIA DO ORGANICISMO .....	88
2.4.1 Existe reducionismo na Teoria Celular?.....	93
2.5 A INFLUÊNCIA DA <i>NATURPHILOSOPHIE</i> ALEMÃ NOS ESTUDOS SOBRE A CÉLULA .....	95
2.6 SÍNTESE DOS EPISÓDIOS HISTÓRICOS ENVOLVIDOS NA PROPOSIÇÃO DA TEORIA CELULAR.....	97
2.6.1 Desdobramentos da Teoria Celular.....	113
<b>3 O LIVRO DIDÁTICO: POLÍTICAS, CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO, IMPORTÂNCIA E NATUREZA DA CIÊNCIA VEICULADA</b> .....	116

3.1 BREVE HISTÓRICO DAS POLÍTICAS PÚBLICAS BRASILEIRAS PARA O LIVRO DIDÁTICO.....	116
3.2 CRITÉRIOS UTILIZADOS PELO PROGRAMA NACIONAL DO LIVRO DIDÁTICO PARA A ESCOLHA DOS LIVROS DE BIOLOGIA EM RELAÇÃO À ABORDAGEM HISTÓRICO-FILOSÓFICA.....	131
3.3 A IMPORTÂNCIA DOS LIVROS DIDÁTICOS NA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA.....	136
3.4 A NATUREZA DA CIÊNCIA NOS LIVROS DIDÁTICOS.....	138
3.4.1 A função desempenhada pelos aspectos sobre a natureza da ciência no texto do livro didático.....	140
3.5 PANORAMA DE PESQUISAS SOBRE A ABORDAGEM HISTÓRICO-FILOSÓFICA EM LIVROS DIDÁTICOS DE BIOLOGIA.....	141
<b>4 METODOLOGIA.....</b>	<b>147</b>
4.1 DESENVOLVIMENTO DA ANÁLISE DE CONTEÚDO DOS LIVROS DO PNLD/2012.....	152
4.1.1 Primeira etapa: Preparação das informações.....	152
4.1.2 Segunda etapa: Unitarização (identificação das unidades de contexto).....	153
4.1.3 Terceira etapa: Categorização dos livros do PNLD/2012 .....	163
4.1.3.1 Categorização referente a visões deformadas sobre a ciência.....	165
4.1.3.2 Categorização referente ao enfrentamento de visões deformadas sobre a ciência.....	182
4.2 DESENVOLVIMENTO DA ANÁLISE DE CONTEÚDO DOS LIVROS UNIVERSITÁRIOS.....	192
4.2.1 Primeira etapa: Preparação das informações.....	192
4.2.2 Segunda etapa: Unitarização (identificação das unidades de contexto).....	194
4.2.3 Terceira etapa: Categorização dos livros universitários.....	195
4.2.3.1 Categorização referente a visões deformadas sobre a ciência.....	196

4.2.3.2	Categorização referente ao enfrentamento de visões deformadas sobre a ciência.....	199
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>203</b>
5.1	DESCRIÇÃO E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS DOS LIVROS DO PNLD/2012.....	203
5.1.1	Visões deformadas sobre a ciência.....	204
5.1.2	Enfrentamento de visões deformadas sobre a ciência.....	215
5.1.3	Informações históricas incorretas.....	228
5.1.4	Algumas contribuições epistemológicas para a construção de um texto sobre Teoria Celular no livro didático.....	230
5.2	DESCRIÇÃO E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS DOS LIVROS UNIVERSITÁRIOS.....	235
5.2.1	Visões deformadas sobre a ciência.....	236
5.2.2	Enfrentamento de visões deformadas sobre a ciência.....	241
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>251</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>258</b>
	<b>APÊNDICES.....</b>	<b>275</b>

## INTRODUÇÃO

Esta pesquisa<sup>1</sup> é fruto de uma aproximação gradual com a história e filosofia da ciência, a qual se iniciou com algumas inquietudes que surgiram ao me deparar com determinados conteúdos da disciplina biologia no ensino médio, na década de 90, especialmente sobre “origem da vida”, “descobrimto da célula”, “teoria celular” e “descobrimto da molécula de DNA”.

Lembro-me que na época, todos os cientistas de períodos passados citados nos livros didáticos eram considerados por mim (e certamente pelos demais alunos) como seres dotados de inteligência suprema, inatingíveis, isolados do mundo e, por serem atribuídos a eles descobrimtos, elaboração das teorias e modelos, eram intitulados “pais” de determinadas áreas da biologia e suas ideias seriam sempre inquestionáveis. Cheguei a pensar e até comentar com alguns colegas na época que as gerações passadas eram muito mais inteligentes que nós, pois existiam aqueles seres geniais que produziam tanto conhecimento a partir do “nada”.

Ao optar pela graduação em ciências biológicas tive a expectativa de que conheceria um pouco da história destes cientistas e então, compreenderia os motivos de tamanha destreza e sapiência para a construção dos conhecimentos que eu estudava como prontos e definitivos. Grande foi a minha decepção quando me deparei, na graduação, com os mesmos conhecimentos fechados e acabados e as mesmas atribuições dadas a determinados cientistas, tal como no ensino médio.

Considero que de tanto estudar os produtos do conhecimento sem compreender os processos de construção deste, incorporei esta maneira de aprender e também de transmiti-los, de forma que foi assim que atuei como professora de ciências/biologia na educação básica por cerca de sete anos, até que no ano de 2011, participei da Escola Paranaense de História e Filosofia da Ciência<sup>2</sup>, na UFPR.

---

<sup>1</sup> De acordo com o modelo de dissertação elaborado e atualizado pela Comissão de Normalização do SIBI (Sistema de Bibliotecas)/UFPR disponibilizado em: [http://www.portal.ufpr.br/tutoriais\\_normaliza/modelo\\_dissertacao\\_junho\\_2012.pdf](http://www.portal.ufpr.br/tutoriais_normaliza/modelo_dissertacao_junho_2012.pdf).

<sup>2</sup> Evento bianual destinado à formação de pesquisadores e professores nas áreas de história e filosofia da ciência realizado pelo Programa de Pós-graduação em Filosofia (UFPR), pelo Programa de Pós-



Foi surpreendente como a participação neste evento despertou em mim o desejo de retornar ao universo acadêmico focando meus estudos em algo que me aproximei durante os quatro dias de cursos: a abordagem histórico-filosófica da ciência. Mesmo consciente da falta de pré-requisitos para enfrentar os desafios que se apresentam sempre que enveredamos por caminhos desconhecidos, percebi que estava ali uma fonte muito rica de estudo e investigação científica.

Em 2012, participei do 13º Seminário Nacional de História da Ciência e da Tecnologia<sup>3</sup> na USP, em São Paulo, na modalidade de ouvinte. Considero esta participação de extrema importância para minha determinação em cursar o mestrado, pois me fez perceber as inúmeras possibilidades de pesquisa que poderia desenvolver a partir da temática *história e filosofia da ciência*.

Depois de algumas tímidas leituras sobre o tema resolvi apostar nesta ideia e escolhi, desde o princípio, a Teoria Celular como o conteúdo da área biológica que gostaria de investigar a partir da história e filosofia da ciência.

O motivo principal desta escolha certamente teve origem na minha inquietude em sempre ver a Teoria Celular apresentada nos livros didáticos e até nos livros universitários de biologia celular como três ou quatro proposições atribuídas unicamente a dois cientistas, Theodor Schwann e Matthias Schleiden, sem nenhum tipo de contextualização, como se aqueles enunciados tivessem surgido prontos nas mentes brilhantes destes dois pesquisadores.

Após minha aprovação no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática - PPGECEM - no ano de 2013, o objeto de pesquisa definido foi o livro didático, mais especificamente os livros didáticos de biologia aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático – PNLD/2012 e livros do ensino universitário por estes referenciados, com ênfase na abordagem histórico-filosófica da Teoria Celular, conforme será caracterizado posteriormente.

Acredito que o desenvolvimento desta pesquisa foi resultado de uma aproximação consciente e com a intenção de explorar um tema que gerou em mim curiosidade e muito interesse ao longo da minha formação e atuação como professora.

---

graduação em Educação em Ciências e em Matemática (UFPR) e pelo Programa de Pós-graduação em Formação Educacional, Científica e Tecnológica (UTFPR).

<sup>3</sup> Evento anual promovido desde 1986 pela SBHC – Sociedade Brasileira de História da Ciência.

Associado ao meu interesse inicial há o reforço das numerosas pesquisas, em nível nacional e internacional, que têm apontado aspectos favoráveis na aproximação entre a história e filosofia da ciência e a educação em ciências (MATTHEWS, 1995; OSTERMAN, 1996; MARTINS, L., 1998, 2005; MCCOMAS, 1998; 2008; PEDUZZI, 2001, 2005, 2012; MARTINS, R. A., 2005, 2006; DELIZOICOV, 2006; FORATO, 2009, 2011; PRESTES, 2009, 2012).

No Brasil, segundo Silva (2006), a aproximação entre estas duas áreas tem ocorrido mais no campo teórico. À época que organizou esta publicação contendo subsídios para a aplicação da história e filosofia da ciência na educação em ciências de um modo geral, em biologia, química e física, esta autora destacou o despreparo dos professores, o número reduzido de pesquisas referentes à utilização da história e filosofia da ciência no contexto educacional brasileiro e a quase ausência de materiais didáticos de qualidade em língua portuguesa, propondo-se a colaborar com esta última deficiência apontada por meio dos textos apresentados no livro.

A revisão da literatura realizada durante esta pesquisa, no entanto, mostra que, transcorridos 8 anos, houve um avanço em relação às críticas de Silva (2006) no que se refere ao desenvolvimento de pesquisas, como também à produção de material didático relativos à abordagem histórico-filosófica na biologia. Porém, quanto à falta de preparo dos professores, acreditamos que ainda representa um entrave para práticas sobre esta abordagem.

De maneira geral, a inserção da história e filosofia da ciência na educação em ciências ocorre basicamente por meio dos livros didáticos. Dessa forma, é fundamental que estes livros sejam analisados, uma vez que são considerados um dos principais recursos didáticos no processo de ensino-aprendizagem (MEGID NETO; FRACALANZA, 2003; NÚÑES *et al.*, 2003; CASSAB, 2012) e a abordagem histórico-filosófica apresentada nestes parece estar intimamente relacionada com a concepção sobre ciência que é veiculada.

Vasconcelos e Souto (2003, p. 93) afirmam que os livros didáticos “representam em muitos casos o único material de apoio didático disponível para alunos e professores”. Tal constatação é encontrada com frequência na literatura, o que justifica o fato de identificarmos este material como objeto de pesquisas que buscam contribuir

para desenvolver um olhar crítico sobre o conteúdo científico veiculado, tanto a partir da história e filosofia da ciência (CARNEIRO; GASTAL, 2005; BATISTA, 2007; ROSA; SILVA, 2010; NASCIMENTO, 2011; PASQUETTI, 2011; BEZERRA, 2012) quanto em relação a outros aspectos, como conteúdo teórico, atividades propostas e recursos (VASCONCELOS; SOUTO, 2003; TEIXEIRA FILHA, 2007; CAURIO, 2011; SOUSA *et al.*, 2011; KUPSKE *et al.*, 2012). No caso da educação em biologia, é possível identificar pesquisas voltadas especificamente à abordagem histórico-filosófica nos livros didáticos (MARTINS, 1998; CARNEIRO; GASTAL, 2005; MARTINS; BRITO, 2006; DELIZIOCOV, 2006, ROSA; SILVA, 2010).

Dessa forma, pode-se constatar que os livros didáticos representam um recurso de extrema importância no processo educativo e, possuem grande influência, dentre outros aspectos, na concepção sobre ciência que será difundida em sala de aula. Logo, é importante investigar se estes livros contribuem para reforçar ideias simplistas sobre episódios importantes na história da biologia e, conseqüentemente, propagar visões deformadas<sup>4</sup> sobre a ciência, ou se, ao contrário, estão enfrentando estas concepções.

Este tipo de investigação pode ser realizado ao considerarmos as concepções epistemológicas acerca da natureza da ciência e da construção do conhecimento científico e suas possíveis implicações para o ensino das ciências (GIL PÉREZ *et al.*, 2001; CACHAPUZ *et al.*, 2005). Tais concepções podem ser analisadas sob diferentes enfoques, sendo que um deles corresponde a investigar, “o que nos textos, livros, artigos, etc., se assinala em torno da natureza do trabalho científico” (CACHAPUZ *et al.*, 2005, p. 54).

Considerando a constatação de Carneiro e Gastal (2005) de que há uma tendência dos livros do ensino médio em acompanhar o modelo de história da biologia apresentado nos livros universitários, estes também são objeto da nossa investigação,

---

<sup>4</sup> Os termo “visões deformadas” ou “deformações” da ciência foram cunhados por Gil Pérez *et al.* (2001) e Cachapuz *et al.* (2005) para caracterizar tipos de concepções epistemológicas acerca da natureza da ciência que muito se distanciam da forma pela qual se constroem os conhecimentos científicos. Estes referenciais teóricos são adotados nesta pesquisa para a elaboração das categorias de análise dos livros didáticos apresentadas no capítulo 4.

mais especificamente os três livros cujas referências são mais frequentes pelos autores dos livros da educação básica do PNLD/2012.

Dessa forma, esta pesquisa busca responder ao seguinte questionamento: Quais concepções sobre a natureza da ciência são veiculadas nos livros didáticos de biologia aprovados pelo PNLD/2012 e em livros universitários, em particular no tratamento do tema Teoria Celular?

Considerando a estreita relação entre os livros didáticos e o processo de ensino-aprendizagem, uma das justificativas para esta pesquisa consiste no fato de que a mesma poderá contribuir com reflexões sobre a educação em biologia ao realizar análise de livros didáticos desta disciplina tendo como referencial a história e filosofia da ciência.

Acreditamos que muitas dificuldades na compreensão de conteúdos na área da biologia, sejam decorrentes da falta de compreensão sobre a natureza da ciência, a qual possivelmente seja veiculada pelos livros didáticos de forma inadequada. Dentre as diversas possibilidades de enfrentamento deste problema, a abordagem histórico-filosófica dos conteúdos apresenta-se como uma alternativa viável e, nesta pesquisa, a consideramos como o melhor caminho para a superação das visões deformadas sobre a ciência.

A Teoria Celular, conteúdo histórico escolhido, é considerada uma das “vigas mestras” da biologia e mostra-se adequada a este estudo devido às possibilidades de análise dos episódios envolvidos na sua construção. Nesse contexto, consideramos que a investigação de como a Teoria Celular está sendo abordada nos livros didáticos é de fundamental importância, uma vez que sua elaboração foi decisiva para o desenvolvimento da biologia, pois permitiu, dentre outros aspectos, reconhecer a semelhança microscópica entre todos os seres vivos devido a uma estrutura comum: a célula.

Jacob (1983, p.127) afirma que “com a célula, a Biologia encontrou o seu átomo”. Segundo o autor, todos os aspectos do estudo dos seres vivos foram transformados pela Teoria Celular, uma vez que para explicar o mecanismo de transmissão das características do ser vivo foi preciso, a partir da teoria, estudar a

célula, analisar sua estrutura e investigar o que é necessário à vida celular ou à realização de funções específicas.

Paty (1995) esclarece que a Teoria Celular atribui as propriedades do ser vivo a cada parte, a cada célula, cabendo a esta teoria superar a concepção da vida como totalidade indivisível e como continuidade.

Para se chegar à elaboração da Teoria Celular, cuja proposição data de 1839, ocorreram não apenas o aperfeiçoamento de métodos e instrumentos de observação, mas, principalmente, transformações no pensamento científico, fundamentais para a concepção vigente de célula, o que coloca a Teoria Celular como um exemplo da necessidade de integração de ideias e trabalhos de vários cientistas em diferentes contextos associados ao desenvolvimento tecnológico de equipamentos no decorrer dos anos.

Ao nos aproximarmos do tema, a partir da história e filosofia da ciência, de maneira geral, percebemos problemas na reconstrução histórica dos episódios envolvidos no processo da elaboração da Teoria Celular apresentados em livros didáticos.

O conteúdo referente à célula é introduzido no currículo escolar da educação básica no 5º ano das séries iniciais do ensino fundamental na disciplina ciências, com a apresentação de uma célula estrutural, não funcional, onde é frequente nos livros didáticos a analogia com tijolos de uma construção; nos 7º e/ou 8º anos do ensino fundamental, geralmente a abordagem ocorre sob a forma de enunciados fechados, descontextualizados e com atribuições dadas a determinados cientistas desde o momento da “descoberta” da célula até a elaboração da Teoria Celular na sua versão mais moderna. No ensino médio, o tema citologia é desenvolvido de forma mais abrangente. Logo, são nos livros didáticos deste nível de ensino que se encontram maiores possibilidades de análise.

Portanto, o objetivo geral deste trabalho consiste em conhecer e refletir sobre quais concepções a respeito da natureza da ciência são apresentadas nos livros didáticos de biologia aprovados pelo PNLD/2012 e em livros universitários usados como referência, quando estes abordam a Teoria Celular. Os objetivos específicos consistem em: realizar um mapeamento dos estudos sobre a abordagem histórico-filosófica na



educação em ciências, sobre o internalismo e externalismo veiculado pela história da ciência, sobre concepções epistemológicas acerca da natureza da ciência e da construção do conhecimento científico e suas possíveis implicações para o ensino das ciências (GIL PÉREZ *et al.*, 2001; CACHAPUZ *et al.*, 2005); discorrer sobre as características de uma teoria científica; caracterizar as correntes filosóficas que influenciaram o processo de elaboração da Teoria Celular, bem como delinear uma síntese dos episódios históricos envolvidos na proposição desta teoria; apresentar um histórico das avaliações dos livros didáticos no Brasil; identificar os critérios utilizados pelo Programa Nacional do Livro Didático na edição do ano 2012 (PNLD/2012) para a escolha dos livros de biologia, no que se refere à abordagem histórico-filosófica; caracterizar a natureza da ciência nos livros didáticos, realizar um levantamento de pesquisas sobre a abordagem histórico-filosófica em livros didáticos de biologia, investigar as concepções sobre a natureza da ciência veiculadas nestes livros e em livros universitários sobre a Teoria Celular.

Visando contemplar o desenvolvimento dos nossos objetivos de pesquisa a partir do capítulo seguinte, estruturamos esta dissertação da seguinte forma:

No Primeiro Capítulo apresentamos um estudo sobre a abordagem internalista e externalista da história da ciência, sobre a abordagem histórico-filosófica na educação em ciências, sobre concepções epistemológicas acerca da natureza da ciência e da construção do conhecimento científico e suas possíveis implicações para a educação em ciências.

No Segundo Capítulo apresentamos uma reflexão sobre o que caracteriza uma teoria científica, as correntes filosóficas que influenciaram o processo de construção da Teoria Celular, bem como uma síntese histórica dos episódios envolvidos na proposição desta teoria.

O Terceiro Capítulo é dedicado ao estudo de alguns aspectos do livro didático de maneira geral e mais especificamente dos livros didáticos de biologia, sendo constituído por um histórico das políticas públicas brasileiras para o livro didático, pela identificação dos critérios relativos à abordagem histórico-filosófica da ciência utilizados pelo PNLD/2012 para a escolha dos livros de biologia, por considerações sobre a

natureza da ciência nos livros didáticos e por um panorama de pesquisas sobre a abordagem histórico-filosófica em livros didáticos de biologia.

No Quarto Capítulo apresentamos os delineamentos metodológicos referentes à análise das obras didáticas do PNLD/2012 e nos livros universitários. No Quinto Capítulo apresentamos e discutimos os resultados obtidos da análise dos livros didáticos, bem como apresentamos algumas reflexões e contribuições epistemológicas para a construção de um texto sobre a Teoria Celular no livro didático.

E, por fim, nas considerações finais, desenvolvemos uma reflexão sobre o papel de destaque que é dado ao livro didático, bem como seus limites e possibilidades de usos na educação, com ênfase na abordagem histórico-filosófica, além de expor ideias sobre o processo de realização desta pesquisa e potencialidades de subsidiar demais trabalhos decorrentes deste.

## **1 A ABORDAGEM HISTÓRICO-FILOSÓFICA DA CIÊNCIA NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS**

Para apresentar um estudo sobre a abordagem histórico-filosófica na educação em ciências, consideramos relevante pontuar sobre aspectos relacionados à dicotomia existente entre a abordagem internalista e externalista da história da ciência, às recomendações que constam nos documentos oficiais brasileiros, aos argumentos favoráveis e contrários ao uso da história e filosofia da ciência na educação, bem como sobre concepções epistemológicas acerca da natureza da ciência veiculadas pela educação em ciências.

### **1.1 ABORDAGEM INTERNALISTA E EXTERNALISTA DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA**

Nesta pesquisa, partimos do pressuposto que a abordagem histórico-filosófica permite incluir discussões sobre a natureza da ciência no ensino de ciências de modo a contribuir para o enfrentamento de muitos dos problemas existentes neste ensino. Para tanto, consideramos importante, não só uma distinção acerca das abordagens internalista e externalista da história da ciência, mas também trazer um pouco do pensamento de filósofos, historiadores e sociólogos da ciência ao longo do século XX, no que diz respeito às suas posições sobre diferentes maneiras de realizar a história da ciência, sob o ponto de vista do internalismo e/ou do externalismo, os quais têm em si mesmos o potencial de influenciar na compreensão sobre a natureza da ciência dos estudantes.

### 1.1.1 Visão geral sobre as abordagens internalista e externalista

Mayr (1998) afirma que as histórias da ciência mais antigas foram escritas por cientistas que levavam em consideração somente as influências internas da própria ciência (abordagem internalista) como fator que impulsionava a mudança no campo científico. A partir do momento em que houve uma profissionalização da história da ciência, na qual os historiadores e sociólogos começaram a analisar o desenvolvimento do pensamento científico, tais histórias tenderam a salientar as influências externas do meio intelectual, cultural e social da época, o que caracteriza a abordagem externalista.

Dessa forma, conforme definem Beltran, Saito e Trindade (2014):

A corrente internalista pressupõe que a ciência seja autônoma, neutra e tenha uma dinâmica própria, independente da sociedade que a gerou. Desse modo, deve ser estudada em função dos seus próprios objetos. Já a perspectiva externalista, analisa a ciência como uma atividade humana que, para ser compreendida, precisa ser estudada no conjunto social, político e econômico da época (BELTRAN; SAITO; TRINDADE, 2014, p. 37).

Em artigo publicado há mais de uma década, Martins (2000) faz uma reflexão acerca dos dois tipos de abordagem e constata que a abordagem sociológica (externalista) da história da ciência se apresentava como uma forte tendência. No entanto, para o autor, não existe uma abordagem universal, que deva ser seguida por todos. Além disso, não seria válido limitar a história da ciência à sociologia da ciência, mesmo constatando que:

[...] é válido e útil estudar as forças sociais que agem no desenvolvimento da ciência, e que esses estudos proporcionaram um grande favor à compreensão da dinâmica científica, desmistificando os 'grandes cientistas' e tirando o pesquisador de seu pedestal (MARTINS, 2000, p. 49).

Para Lakatos<sup>5</sup> (1987), um dos problemas mais interessantes da abordagem externalista é de especificar as condições psicológicas e sociais que são necessárias

---

<sup>5</sup> Irme Lakatos (1922-1974), de origem húngara, foi um dos principais nomes da filosofia da ciência e da filosofia da matemática no século XX.

para fazer possível o desenvolvimento científico. Por outro lado, para o epistemólogo, na abordagem internalista, o desenvolvimento do conhecimento é dissociado do corpo social, não dependendo da autoridade, crenças e personalidade dos cientistas.

Outro epistemólogo que expressa sua concepção a respeito destas abordagens na ciência é o austríaco Paul Feyerabend (1974-1994), o qual sustenta que é possível retirar conclusões metodológicas a partir de exemplos históricos e, ao fazer distinção entre o contexto da descoberta e da justificação, defende que este último impede as influências dos fatores externos à atividade científica e que a aplicação de métodos de crítica e prova, pertencentes ao contexto de justificação, foram abandonados em função de procedimentos pertencentes ao contexto da descoberta, caso contrário a ciência sequer teria surgido. Nas palavras de Feyerabend (1977):

[...] na história da ciência, padrões de justificação proibem, freqüentes vezes, formas de agir provocadas por condições psicológicas, sócio-econômico-políticas e outras de caráter 'externo' e a ciência tão-somente sobrevive porque se permite que essas formas de agir prevaleçam. Assim, a tentativa de 'reconstituir as origens históricas, a gênese e o desenvolvimento psicológicos e as condições sócio-político-econômicas para aceitação ou rejeição de teorias científicas', longe de ser empreendimento completamente diverso da consideração de testes, leva, em verdade, a uma crítica de tais considerações (FEYERABEND, 1977, p. 260-261).

Mayr (1998) comenta que não há consensos sobre a importância dessas influências e frequentemente há dificuldade na distinção entre os fatores externos e fatores internos da ciência. Especificamente em relação à biologia, o autor acrescenta que:

Os fatores externos não se originam necessariamente da religião, da filosofia, da vida cultural ou política, mas no que concerne à biologia, elas podem ter origem numa ciência diferente. O fisicalismo externo (incluindo o determinismo<sup>6</sup> e o extremo reducionismo<sup>7</sup>), que prevalecia no pensamento ocidental após a revolução científica influenciou fortemente a formação teórica em biologia, por muitos séculos, muitas vezes, inclusive exatamente contra aquilo que hoje é evidente (MAYR, 1998, p. 18).

---

<sup>6</sup> Crença de que todo processo ao acaso no universo teria uma causa.

<sup>7</sup> O reducionismo será discutido no subitem 2.4.1.



Ao analisar os argumentos do epistemólogo Georges Canguilhem<sup>8</sup>, sobre estas duas abordagens, Portocarrero (2002) afirma que:

Por um lado, o internalismo - considerado pelos externalistas um idealismo – justifica-se a si mesmo ao afirmar que só há história das ciências quando nos colocamos no interior da obra científica para analisar os procedimentos através dos quais ela tenta satisfazer as normas específicas que permitem defini-la como ciência e não como técnica ou ideologia [...]. Por outro lado, o externalismo condiciona um certo número de acontecimentos que continuamos a chamar de científicos mais por tradição do que por uma análise crítica, analisando-os através de suas relações com interesses econômicos e sociais, de exigências práticas e técnicas ou de ideologias religiosas ou políticas (PORTOCARRERO, 2002, p. 4).

Segundo R. A. Martins (2005), diferentes abordagens da historiografia da ciência tratam o seu objeto de estudo de formas diversas. Para o autor, é possível afirmar que a antiga historiografia internalista da ciência não levava em consideração o cientista e seu contexto histórico e que a recente historiografia sociológica (externalista) da ciência exclui a relação entre as obras científicas e o universo estudado pelos cientistas, de forma que nenhum desses dois extremos é eficaz, pois ambos empobrecem a compreensão sobre a dinâmica da ciência.

Um estudo completo, de acordo com L. Martins (2005), envolveria os dois tipos de abordagens. A autora define a abordagem internalista como conceitual, a qual busca responder se determinada teoria estava bem fundamentada de acordo com seu contexto científico. Por outro lado, ao perguntar o motivo de uma teoria ter sido rejeitada numa determinada época, a abordagem está relacionada a fatores não conceituais, tais como influências sociais, políticas e econômicas e, portanto, será externalista.

Recentemente, uma nova perspectiva historiográfica alinhada às ideias de L. Martins (2005) foi proposta por Forato, Martins e Pietrocola (2012, p. 127), a qual seria alcançada “buscando transpor a dicotomia entre internalismo e externalismo, mediante um olhar contextualizado para os conteúdos científicos”. Os autores reforçam que para a concretização desta prática é fundamental compreender tais conceitos a partir das

---

<sup>8</sup> Filósofo e médico francês, Georges Canguilhem (1904-1995), dedicou-se a realizar reflexões filosóficas sobre as ciências da vida, sendo um dos representantes da epistemologia biológica.

fontes originais produzidas pelos pensadores de diferentes épocas com o apoio de fontes secundárias constituídas por narrativas especializadas, levando-se em consideração aspectos sociais e culturais envolvidos na construção da ciência.

Beltran, Saito e Trindade (2014) corroboram esta perspectiva ao considerarem que:

Os debates entre estudos internalistas ou externalistas perdem o sentido, uma vez que ambos devem ser considerados. Claro está que a análise epistemológica, interna de um documento, deve ser minuciosamente estudada, bem como suas fontes, mas sem esquecer as conexões sociais, políticas e religiosas (BELTRAN; SAITO; TRINDADE, 2014, p. 38).

A opção por uma das abordagens ou pelo uso de aspectos relevantes que ambas podem oferecer para a compreensão dos conteúdos científicos naturalmente dependerá da problemática analisada. Esta pluralidade metodológica<sup>9</sup> à disposição dos historiadores da ciência é defendida por Feyerabend (1977), Lakatos (1987), Martins (2000). Dessa forma, é importante considerar que existe uma ampla diversidade de problemas históricos e o método utilizado para o desenvolvimento da análise histórica depende da questão levantada.

Durante o século XX, diversos estudos avançaram na superação do modo positivista de compreender a ciência e defenderam concepções diferentes quanto ao modo de interpretá-la e, conseqüentemente, de caracterizar a história da ciência. Apresentamos no próximo subitem algumas considerações sobre as origens das discussões entre o modo internalista e externalista de interpretar a ciência.

### 1.1.2 A emergência da historicidade da ciência e suas conseqüências para a epistemologia

No curso principal ministrado no ano de 2013 durante a 2ª Escola Paranaense de História e Filosofia da Ciência, o pesquisador Mauro Condé analisou como, no

---

<sup>9</sup> O pluralismo metodológico defendido pelo epistemólogo Paul Feyerabend será melhor detalhado no subitem 1.4 desta dissertação.

decorrer do século XX, as ciências naturais tornaram-se objeto de análise também da história e da sociologia, além da filosofia, que tradicionalmente já fazia o estudo da ciência, enfatizando a constituição de uma epistemologia histórica. Apresentamos uma síntese das ideias explanadas por Condé - uma releitura das concepções de pensadores selecionados por este pesquisador contemporâneo - no que se refere à emergência da historicidade da ciência, a fim de fundamentar de forma mais consistente o pensamento contemporâneo acerca do internalismo e/ou externalismo que permeiam a história da produção do conhecimento científico.

Condé (2013) explica que a partir do final do século XIX até início do século XX, foram estabelecidas cadeiras de história da ciência em diversas universidades, inicialmente dentro da orientação epistemológica do positivismo<sup>10</sup> e posteriormente do neopositivismo<sup>11</sup>. Neste período, a ideia que prevalecia era de que a história da ciência deveria limitar-se a descrever os feitos dos cientistas, onde se trabalha com a ideia de progresso e não de processo, de forma que o papel do historiador seria descrever a ciência da forma mais neutra possível.

Condé (2013) esclarece que, em parte, nesta época a ciência era feita por amadores e que no contexto acadêmico, a história da ciência teve início a partir da década de 1930. O pesquisador comenta que Alexandre Koyré (1892-1964), filósofo francês, pode ser considerado o primeiro historiador da ciência, tendo grande importância no processo de institucionalização da disciplina *história da ciência*. Neste conceito institucional, há formas diferentes de se fazer história da ciência, propostas diferentes em contraposição à história positivista: a proposta internalista e a proposta externalista da história da ciência.

Koyré propõe uma história das ideias científicas, e não dos fatos, como defendiam os positivistas. Condé (2013) considera esta contraposição à abordagem positivista um avanço significativo, uma vez que Koyré critica não só a posição positivista, mas a abordagem social de entendimento da ciência, apesar de esta última

---

<sup>10</sup> Corrente filosófica que surgiu na França no começo do século XIX, com Auguste Comte (1798-1857), defende a ideia de que a única forma de conhecimento verdadeiro é o conhecimento científico, rejeitando a teologia e a metafísica e cujo método consiste na observação dos fenômenos por meio da experiência sensorial.

<sup>11</sup> Também conhecido como positivismo lógico ou empirismo lógico, foi o sistema filosófico adotado pelo Círculo de Viena (1922-1936), o qual utilizou o verificacionismo para considerar a metafísica destituída de significado.

não se tornar foco central das suas reflexões, pois o filósofo apenas critica, mas não desenvolve muito bem este aspecto, somente limitando-se a defender que a abordagem sociológica (externalista) não seria uma boa concepção de história da ciência.

Condé (2013) destaca que, segundo Koyré, o que deve ser levado em consideração é a maneira como as ideias científicas se desenvolvem, independente de aspectos sociais, econômicos, políticos. Dessa forma, Koyré apresenta a ideia de que ciência é teoria, são as ideias que constroem a ciência, pois a teoria é mais relevante que os fatos, uma vez que os orienta, o que caracteriza o internalismo.

Para o filósofo francês, o próprio processo de experimentação seria algo conduzido pela teoria, uma *atitude mental*. Koyré defende, como exemplo explanado por Condé (2013), que na base de todo desenvolvimento da física moderna existiu uma mudança de atitude mental, essencialmente filosófica, na compreensão de que o estatuto ontológico do ser não é só o repouso, como acreditavam os gregos antigos, mas também o movimento.

Outro pensador destacado por Condé (2013) foi Robert Merton (1910-2003), o qual foi um sociólogo da década de 1930 que se dedicou ao estudo da ciência na Inglaterra no século XVII, em cuja tese defende que existe uma correlação entre o desenvolvimento científico-tecnológico e a sociedade, apesar de não estabelecer uma conexão necessária entre a sociedade e a ciência, uma vez que para este sociólogo a prática científica e a prática social são autônomas, a sociedade utiliza o que a ciência produz, mas não interfere na produção, indicando que o cientista teria certa neutralidade em sua posição quanto ao processo de construção do conhecimento.

Condé (2013) sustenta que, devido ao seu pouco compromisso epistemológico de influenciar a produção do conhecimento científico, a tese de Merton recebeu poucas críticas e foi assimilada e discutida ao longo do século XX por filósofos e cientistas que não aceitavam a concepção sociológica, pois, de fato não havia em Merton uma tese epistemológica de que a sociedade seria determinante para os resultados da produção científica.

Outros dois personagens inseridos neste panorama desenvolvido por Condé (2013) foram Hessen<sup>12</sup> e Grossmann<sup>13</sup>, os quais, de forma independente, tentam compreender a sociedade a partir de uma perspectiva marxista. Para Hessen, existe uma relação entre o contexto social e a produção do conhecimento científico de modo mais profundo, pois considera, por exemplo, o fato de que certos eventos sociais impactaram o desenvolvimento das ideias de Newton em relação à mecânica newtoniana a partir de um viés marxista. A perspectiva de Grossmann é menos ideológica, não faz apologia ao marxismo, no sentido de que os processos de produção nos quais nos inserimos como pessoas não só afetam o que somos, mas são processos sociais, de práticas históricas.

Condé (2013) considera que a tese da influência dos aspectos sociais na ciência não deixa de ter origem na visão marxista, na qual o trabalho e a dimensão social são extremamente importantes na constituição ontológica do ser. Convém destacar o artigo de grande repercussão apresentado por Hessen em 1931 intitulado “As raízes sociais e econômicas dos ‘Principia’ de Newton”, no qual, segundo Freire Júnior (1993, p. 53), Hessen “recorre à sua tese da temática científica de uma dada época ser determinada, em última instância, pelas tarefas econômicas e técnicas”, ou seja, o conteúdo físico dos *Principia* tinha origem das necessidades econômicas e técnicas do século XVII.

Neste artigo, ao analisar de maneira geral os temas da pesquisa em física no período entre o início do século XVI e a segunda metade do século XVII e compará-los com as exigências técnicas de transporte, meios de comunicação, indústria e guerra, fica evidente, segundo Hessen (2009, p. 52, tradução nossa) “que esses problemas físicos foram fundamentalmente definidos por aquelas demandas”, necessidades da burguesia nascente.

Hessen (2009, p. 57, tradução nossa) analisa o conteúdo dos *Principia*, procurando mostrar que o “núcleo central” desta obra consiste dos problemas técnicos que determinaram os temas da pesquisa no campo da física daquela época e explica que: “apesar do caráter matemático abstrato de apresentação adotado no Principia,

---

<sup>12</sup> Boris Hessen (1893-1936) foi um físico, filósofo e historiador da ciência russo.

<sup>13</sup> Henryk Grossmann (1881-1950) foi um economista e historiador germano-polaco.

Newton não era um sábio escolástico desligado da vida, mas tinha interesse nos problemas físicos e técnicos de seu tempo”.

Após esta análise, Hessen (2009) deixa explícita sua defesa da abordagem social da ciência ao afirmar que:

Este levantamento superficial mostra a completa coincidência entre as temáticas físicas daquela época, que emergiam das necessidades econômicas e técnicas e os conteúdos do *Principia*, os quais se constituem, no sentido pleno da palavra, um esboço e solução sistemática de toda a variedade dos principais problemas físicos. E uma vez que todos esses problemas foram de natureza mecânica, é claro que o principal trabalho de Newton foi o fundamento da mecânica celeste e terrestre (HESSEN, 2009, p. 61, tradução nossa).

Outro pensador elencado por Condé (2013) é o historiador e filósofo da ciência austríaco Edgar Zilsel (1891-1944), o qual desenvolveu uma tese sobre estas questões, onde defende que o grupo dos artesãos e dos acadêmicos de universidades se encontraram devido a um cenário de práticas sociais proporcionado pelo capitalismo, que gera a ideia de concorrência e de individualidade, levando a desenvolver a ideia da necessidade de aperfeiçoar conhecimentos técnicos e criticar a tradição, a autoridade e, conseqüentemente, gerar conhecimento. Condé (2013) acrescenta que o filósofo alemão Hans Reichenbach (1891-1953) defende em sua tese, no ano de 1934, que o levantamento social de dados acerca das práticas sociais da ciência é relevante enquanto informações sociológicas, mas não interferem no processo de produção do conhecimento científico, na elaboração de teorias ou na prática de experimentos.

Nesse contexto, segundo Condé (2013), tem início o debate internalismo x externalismo, onde Koyré ficou sendo considerado o típico internalista, por desconsiderar os fatores sociais como determinantes da produção do conhecimento científico, mas apenas como elementos secundários.

Condé (2013) destaca ainda que um dos responsáveis pela emergência da historicidade da ciência, que leva em conta aspectos sociais, é o médico polonês Ludwick Fleck (1896-1961), o qual defende que os condicionantes sociais são importantes no entendimento dos objetos que se vê. O pesquisador afirma que uma das ideias básicas de Fleck é que o sujeito enxerga os fatos sempre pelo olhar do coletivo de pensamento do qual faz parte – o que chamou de *estilo de pensamento*,

correspondente à *atitude mental* de Koyré ou *paradigma*<sup>14</sup> de Kuhn. Condé apresenta ainda outras características do pensamento de Fleck, tais como: sob a influência do Darwinismo, o médico sustenta a ideia de que há uma evolução dos processos científicos e a incomensurabilidade<sup>15</sup> existiria em casos raríssimos; o sujeito é ativo na relação sujeito-objeto, na qual o sujeito ativo ordena os processos passivos, ao contrário do que pregava o positivismo. Acrescenta ainda que a dimensão sociológica e histórica é muito presente na obra de Fleck, mas este não dialogou com a comunidade científica de historiadores e filósofos da ciência, uma vez que a corrente hegemônica da época era o neopositivismo, que ignorava tais aspectos.

Sobre Thomas Kuhn (1922-1996), Condé (2013) esclarece que este defende a importância de se reconhecer a dimensão histórica da produção do conhecimento científico para que se tenha uma melhor compreensão do que seja a ciência. O conceito de paradigma, exaustivamente utilizado por Kuhn foi reformulado pelo epistemólogo ao longo do tempo<sup>16</sup>, até ser abandonado e substituído pelo conceito de *léxico*, na tentativa de resolver os problemas que o conceito de paradigma apresentava e a *incomensurabilidade radical* foi redimensionada para uma *incomensurabilidade pontual* ou *linguística*.

Condé (2013) explica que já existia, antes de 1962, uma tradição iniciada por Koyré em falar sobre história da ciência por meio das revoluções científicas. Dessa forma, Kuhn era influenciado por um grupo de pensadores, inclusive Koyré, impregnados pela ideia de revolução, o que explicaria a não incorporação da ideia de evolução de Fleck.

Condé (2013) reforça que a inovação de Kuhn para a ciência foi propor que o conhecimento se desenvolve por meio de mudanças de paradigma, uma vez que o mundo é interpretado cientificamente dentro de um paradigma e, se um novo problema

---

<sup>14</sup> Segundo Kuhn (2011, p. 13), paradigmas são “as realizações científicas universalmente reconhecidas que, durante algum tempo, fornecem problemas e soluções modelares para uma comunidade de praticantes de uma ciência”.

<sup>15</sup> Padrões científicos e definições são diferentes para cada paradigma (KUHN, 2011), de forma que as diferenças entre paradigmas são irreconciliáveis.

<sup>16</sup> Inicialmente no posfácio à edição de 1969 da obra *Estrutura das Revoluções Científicas*, Kuhn introduz o conceito de *matriz disciplinar* (aquilo que os praticantes de uma disciplina particular compartilham), na tentativa de estabilizar a noção de paradigma.

é colocado, pode ser necessário um novo paradigma. A ideia trazida da Gestalt<sup>17</sup> sobre percepções diferentes acerca de um mesmo objeto repercute na ciência com a concepção de que não há uma interpretação única de um determinado objeto científico.

O pesquisador explica que, no decorrer dos seus estudos, Kuhn desenvolve as ideias de *léxico* e de *evolução*<sup>18</sup> – a primeira ligada às investigações epistemológicas de Ludwig Wittgenstein (1889-1951)<sup>19</sup>, na qual a linguagem é entendida dentro de uma perspectiva pragmática, relativa ao uso da palavra dentro de um contexto. Quanto à ideia de *evolução* do conhecimento – Condé (2013) comenta que surgiu após Kuhn ter percebido que não ocorre uma ruptura radical de paradigma (revolução), mas lentas modificações no conhecimento científico, no sentido de Fleck.

A respeito do caminho trilhado pelo amadurecimento das ideias de Kuhn, Brant (2008) esclarece que:

Ao longo de sua trajetória, Kuhn passa a perceber mais e mais a inviabilidade de permanecer com uma proposta de rupturas no processo de desenvolvimento do conhecimento científico. Seus novos posicionamentos tendem a se aproximar muito aos de pensadores que o influenciaram e que ele chega apenas a mencioná-los na *Estrutura*, tais como Ludwik Fleck e Ludwig Wittgenstein. Da obra de Wittgenstein percebemos esta aproximação no tratamento linguístico que Kuhn passa a dar à sua abordagem. O léxico próprio de cada especialidade científica que determina a conduta e a avaliação de suas pesquisas assemelha-se aos jogos de linguagem wittgensteinianos que definem as regras do empreendimento científico de uma determinada comunidade. As analogias evolucionárias, por outro lado, aproximam-se do pensamento de Fleck que apresenta uma concepção bem mais próxima de mutações no conhecimento do que de revoluções. Fleck entende que a ciência apresenta um desenvolvimento gradual, num processo lento cheio de avanços e retrocessos que não envolvem necessariamente rupturas e descontinuidades entre os vários momentos de construção dos fatos científicos (BRANT, 2008, p. 95-96).

Ao comparar a compreensão que Fleck e Wittgenstein têm sobre os processos sociais, Condé (2013) ressalta que ao contrário de Wittgenstein, Fleck acredita que o estilo de pensamento é uma articulação social e pressupõe que a linguagem tem importância na estruturação de práticas sociais, do pensamento, do comportamento em

<sup>17</sup> Também chamada de psicologia da forma, originou-se na Alemanha no início do século XX e sustenta que o processo da percepção encontra-se entre os estímulos fornecidos pelo meio e a resposta de cada indivíduo.

<sup>18</sup> Na obra “O caminho desde a estrutura”, publicada originalmente no ano 2000.

<sup>19</sup> Filósofo austríaco, naturalizado britânico, com contribuições importantes no campo da filosofia da linguagem.



sociedade, mas não se dedica ao estudo da linguagem. Wittgenstein desenvolve uma teoria da linguagem, mas não desenvolve grandes reflexões sobre as práticas sociais.

Condé (2013) relata que o conhecimento seria para Wittgenstein o produto de uma cultura valorizada, algo dado coletivamente. Dessa forma, os fatos são relevantes, mas a sociedade estabelece uma série de regras – gramática – de acordo com o que entende como certo e errado, guardando os limites empíricos do mundo. Assim, a ciência pode desenvolver uma série de teorias - uma gramática da ciência - mas deve manter uma coerência com os objetos, com o fato científico, caso contrário seria ficção, fora da realidade.

De acordo com Condé (2013), a ideia de *léxico* proposta por Kuhn está ligada à gramática da ciência, pois Kuhn acredita que possuir um vocabulário estruturado – um léxico - significa ter acesso ao variado conjunto de mundo no qual este léxico pode ser usado para descrevê-lo. Logo, as palavras têm sentidos diferentes em léxicos diferentes, os quais não correspondem apenas à linguagem, mas ao conjunto de ações e práticas sociais ordenados pela linguagem. Condé considera que o conceito de *léxico* para Kuhn seria compatível ao uso do conceito de gramática para a compreensão da ciência e o processo de entendimento da linguagem seria, portanto, evolucionário.

Condé (2013) destaca também o debate ocorrido em 1965 entre Kuhn e o filósofo austríaco Karl Popper (1902-1994) no Colóquio Internacional sobre Filosofia da Ciência, em Londres, demarcando uma perspectiva histórica e uma perspectiva filosófica da ciência. Enfatiza que para Popper, os aspectos sociais são relevantes, mas não determinantes para a ciência. Segundo Condé, a preocupação de Popper, originária do positivismo, era estabelecer um critério de demarcação entre ciência e não-ciência por meio da substituição da verificação pela falseabilidade.<sup>20</sup>

Neste contexto, um movimento destacado por Condé (2013) foi o *Programa Forte* - Sociologia do conhecimento científico – o qual foi bastante criticado por Kuhn. Condé afirma que David Bloor (1942- )<sup>21</sup> desenvolveu o postulado básico desta escola, a qual tentava compreender em que medida a matemática, a lógica e as ciências

---

<sup>20</sup> Estes conceitos serão desenvolvidos nos subitens 1.4 e 2.2 desta dissertação.

<sup>21</sup> Atualmente, Bloor é professor da Unidade de Estudos da Ciência na Universidade de Edimburgo, Escócia. Seu livro “Conhecimento e imagem social”, publicado na década de 1970, é um dos marcos do *Programa Forte*.

naturais seriam passíveis de uma análise sociológica como produtos sociais. Ancorado na tese de Wittgenstein de que a matemática seria criada por práticas sociais, logo as entidades matemáticas seriam uma invenção e não uma descoberta, Bloor chegou à conclusão de que até mesmo a matemática pode estar pautada na sociologia do conhecimento.

Condé (2013) esclarece uma peculiaridade do *Programa Forte*, que foi alvo das críticas de Kuhn: pelo fato de não olharem a ciência apenas no seu aspecto epistemológico, mas também no seu aspecto sociológico, os sociólogos do *Programa Forte* chegam à conclusão de que existe uma negociação muito intensa na cadeia de produção do conhecimento científico. De acordo com Condé, na sua crítica, Kuhn não levou em consideração que a negociação seria uma etapa posterior aos aspectos teóricos e metodológicos empíricos da produção científica, mas ressaltou o aspecto da negociação como se fosse a única defesa dos sociólogos do *Programa Forte*, em detrimento da dimensão epistemológica. E acrescenta que, apesar de não negar o aspecto empírico, Bloor faz uma crítica ao empirismo direto, pois acredita que boa parte do nosso conhecimento vem das práticas sociais, da linguagem.

Condé (2013) defende que entre a gramática da ciência de Wittgenstein e o léxico kuhniano, a primeira permite uma melhor compreensão da ciência, pois destitui a ideia de categorização presente no léxico e explica que não existe autonomia das ideias científicas, uma vez que por mais abstrata que uma ideia científica possa ser ela tem em última instância um componente social.

Finalmente, Condé (2013) argumenta que tanto as práticas sociais como os objetos produzem uma codificação, que é linguagem. Neste sentido, o pesquisador acredita que o debate internalismo x externalismo possa ser entendido como uma falsa dicotomia, pois levando em consideração suas reflexões, o que existe são processos de interação entre o social e a natureza mediados pela linguagem. Condé defende que, partindo da ideia de que a dimensão social está articulada com a linguagem, esta é capaz de fornecer uma articulação entre o social e o natural, como um tipo de propriedade emergente, ou seja, o conhecimento científico seria uma espécie de propriedade emergente mediada pela linguagem.

Este pesquisador salienta que pensar em termos de internalismo e externalismo pode ser um equívoco e propõe uma convergência que seja sustentada pela dimensão linguística. Dessa forma, após diversas considerações pautadas no histórico desta questão, constatamos uma proposta de transposição desta dicotomia, o que parece ser uma tendência tanto dos pesquisadores mais especializados, como no caso dele próprio, quanto de outros que se dedicam a estes estudos de uma forma transversal, secundária, conforme expusemos no subitem anterior.

Ressaltamos, portanto, que as discussões mais recentes acerca da natureza da ciência sugerem que um estudo abrangente e significativo, do ponto de vista da compreensão sobre a forma como o conhecimento científico é produzido, envolveria as abordagens internalista e externalista da ciência, relacionadas, portanto com a abordagem contextual, sobre a qual discorreremos a seguir.

## 1.2 ABORDAGEM CONTEXTUAL NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E DOCUMENTOS OFICIAIS

Em relação às abordagens relacionadas diretamente à prática educativa, Prestes e Caldeira (2009) afirmam que análises publicadas por Michael Matthews e Richard Duschl<sup>22</sup> sobre as pesquisas realizadas entre as décadas de 1950 e 1980 apontam duas tendências na proposta de inclusão da história da ciência nos currículos de ciência. Uma das tendências relaciona-se a um interesse crescente em trabalhos voltados a como aplicar história e filosofia da ciência na educação em ciências. A outra, que predomina atualmente, refere-se a abordagens inclusivas, relacionadas à introdução de episódios históricos específicos em unidades de cursos de ciências padrão.

De acordo com El-Hani (2006), a partir da defesa encontrada na literatura sobre a importância da história e filosofia da ciência para uma educação científica de

---

<sup>22</sup> Pesquisadores com importantes publicações no campo da história e filosofia da ciência aplicada à educação em ciências nas décadas de 1980 e 1990.

qualidade, constituíram-se as chamadas *abordagens contextuais* do ensino de ciências. Neste tipo de abordagem “se propõe que a aprendizagem das ciências deve ser acompanhada por uma aprendizagem sobre as ciências ou sobre a natureza da ciência” (EL-HANI, 2006, p. 3). Segundo Matthews (1995), a abordagem contextual refere-se a uma educação em ciências, onde estas sejam ensinadas em seus diversos contextos: ético, social, histórico, filosófico e tecnológico.

Também sobre esta abordagem, um retrospecto do cenário da educação científica no âmbito da história da ciência é apresentado por Prestes e Caldeira (2009), onde tratam do aumento significativo do interesse pelo ensino contextual das ciências e referem-se a documentos oficiais de orientação curricular no cenário mundial e do Brasil.

Prestes e Caldeira (2009) afirmam que, ao comparar a abordagem dada pelos documentos oficiais do governo brasileiro com o que é apresentado por outros países, não se percebe um compromisso autêntico com este tipo de abordagem no Brasil e chamam a atenção para a ausência do apelo ao ensino contextual no documento publicado em 2007 pela Academia Brasileira de Ciências, intitulado “O ensino de ciências e a educação básica: propostas para superar a crise” (BRASIL, 2007).

Neste documento, a Academia Brasileira de Ciências identifica alguns dos principais diagnósticos e possíveis problemas que precisam ser enfrentados para o aprimoramento do ensino básico no Brasil e, em particular, do ensino de ciências. Diversas propostas foram lançadas para superar a crise na educação em ciências, tais como: políticas educacionais como políticas do estado, aumento dos investimentos em educação e reformulação dos currículos do ensino básico (BRASIL, 2007).

O documento alerta para a situação preocupante do Brasil em relação aos resultados apresentados no Programa Internacional de Avaliação de Alunos (PISA) no ano de 2003<sup>23</sup> e traz, ainda, recomendações específicas para o ensino de ciências, onde se percebe claramente a inclinação ao método científico tradicional, rígido, como caminho a ser percorrido pelos estudantes, algo que se mantém no ensino de ciências

---

<sup>23</sup> Segundo a avaliação mais recente divulgada pelo PISA no ano de 2013, o Brasil ocupa a 59º no ranking de desempenho em ciências.

ao longo dos anos. Este método, segundo as orientações, “deixa uma base sólida sobre a qual o futuro poderá ser construído” (BRASIL, 2007, p. 36).

Os documentos oficiais brasileiros, mesmo produzidos anteriormente a essa publicação da Academia Brasileira de Ciências são mais avançados em relação às recomendações sobre a abordagem contextual. Nos últimos anos no Brasil, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) têm dado ênfase à utilização da história da ciência na educação. Na seção sobre conhecimentos de biologia, na parte III dos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio encontra-se a seguinte afirmação:

Elementos da história e da filosofia da Biologia tornam possível aos alunos a compreensão de que há uma ampla rede de relações entre a produção científica e o contexto social, econômico e político. É possível verificar que a formulação, o sucesso ou o fracasso das diferentes teorias científicas estão associados a seu momento histórico (BRASIL, 2000, p. 14).

As Orientações Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais descrevem como competência relativa à contextualização sociocultural: “Compreender o conhecimento científico e o tecnológico como resultados de uma construção humana, inseridos em um processo histórico e social” (BRASIL, 2002, p. 35).

Em relação à educação em biologia, encontram-se no mesmo documento as seguintes competências na área de Ciência e Tecnologia na História:

Perceber os conhecimentos biológicos como interpretações sobre o funcionamento e as transformações dos sistemas vivos, construídas ao longo da história e dependentes do contexto social em que foram produzidas; Analisar ideias biológicas como a teoria celular, as concepções sobre a hereditariedade de características dos seres vivos, ou ainda, as teorias sobre as origens e a evolução da vida como construções humanas, entendendo como elas se desenvolveram seja por acumulação, continuidade ou ruptura de paradigmas (BRASIL, 2002, p. 46).

No entanto, apesar dessas orientações oficiais, segundo El-Hani (2006) não se pode dizer que no Brasil há um compromisso real com a proposta de uma abordagem contextual do ensino de ciências, pois não há um tratamento sistemático dos aspectos históricos e filosóficos, uma vez que os comentários existentes são pontuais.

Quanto ao ensino superior, podemos verificar nas Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Ciências Biológicas várias passagens onde a abordagem

histórico-filosófica está presente, como na recomendação do conteúdo curricular “Fundamentos Filosóficos e Sociais”, o qual inclui conhecimentos básicos de “história, filosofia e metodologia da ciência” (BRASIL, 2001, p. 6) . Este mesmo documento orienta sobre o perfil do bacharel em ciências biológicas, informando que o mesmo deverá apresentar, dentre outras competências e habilidades: “Entender o processo histórico de produção do conhecimento das ciências biológicas referente a conceitos/princípios/teorias” (BRASIL, 2001, p. 4).

As Diretrizes Nacionais para os Cursos de Ciências Biológicas também recomendam quanto aos princípios que dão base à estrutura do curso, sendo um deles: “levar em conta a evolução epistemológica dos modelos explicativos dos processos biológicos” (BRASIL, 2001, p. 5).

No entanto, pesquisas sobre as concepções de professores e estudantes de ciências biológicas acerca da natureza da ciência (FERRAZ; OLIVEIRA, 2006; SCHEID; FERRARI; DELIZOICOV, 2007; SCHEID; PERSICH; KRAUSE, 2009) revelaram nos últimos anos que estas se encontram, preponderantemente, desalinhadas às discussões epistemológicas contemporâneas sobre a construção do conhecimento científico e, disto podemos inferir que as propostas das Diretrizes para o ensino superior para esta área não vem sendo desenvolvidas.

Conscientes de tais limitações no panorama da educação brasileira, no que se refere à abordagem histórico-filosófica da ciência, discorreremos a seguir sobre alguns aspectos relativos à inserção da história e filosofia da ciência na educação em ciências.

### 1.3 ARGUMENTOS SOBRE A ABORDAGEM HISTÓRICO-FILOSÓFICA NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

A abordagem histórico-filosófica aplicada à educação em ciências vem, ao longo dos anos, ganhando mais espaço, por meio de estudos, análises e propostas sobre suas contribuições para enfrentar muitos dos problemas apresentados na educação em ciências. No entanto, não há unanimidade em relação a esta posição,

visto que, como veremos, alguns autores posicionam-se contrários ou fazem críticas a alguns aspectos do uso da história e filosofia da ciência na educação. Nossa posição nesta pesquisa é favorável ao uso didático da abordagem histórico-filosófica da ciência, considerando que esta abordagem pode influenciar na compreensão dos estudantes sobre a natureza da ciência.

Quando se trata desta temática, verifica-se, de maneira geral, nos trabalhos acadêmicos, uma recorrência de citações referentes aos mesmos autores, tais como Matthews (1995), Martins, (2000), Gil Pérez *et al.* (2001), Peduzzi (2001), em nível nacional e autores como McComas (1998); Eflin; Glennan; Reisch (1999); Allchin (2004), em nível internacional, o que demonstra uma provável estagnação na produção de ideias impactantes no campo da história e filosofia da ciência aplicada à educação na última década.

Apesar de encontrarmos na literatura trabalhos que se referem apenas à história da ciência, estes acabam apresentando, mesmo que não explicitamente, aspectos filosóficos. Logo, deve-se observar a importância das contribuições que as análises histórico-filosóficas do conhecimento científico oferecem ao campo da educação. Peduzzi (2001) enfatiza este aspecto quando declara que:

Toda a opção didática à História da Ciência tem um embricamento inevitável com a Filosofia da Ciência. Não existem escolhas neutras. Como assevera Lakatos, a História da Ciência sem a Filosofia da Ciência é cega. A opção pelo uso da História da Ciência, no ensino, sem uma devida fundamentação teórica é acéfala e vulnerável à crítica (PEDUZZI, 2001, p. 155).

Segundo Matthews (1995), apesar do ensino de ciências ter se desenvolvido dissociado da história e da filosofia da ciência, houve uma reaproximação significativa entre essas duas áreas, movimento considerado oportuno, levando-se em consideração a crise contemporânea do ensino de ciências, evidenciada pela evasão de alunos e de professores das salas de aula e dos cursos de formação docente, bem como pelos índices assustadoramente elevados de analfabetismo científico.

Mesmo que este trabalho de Matthews tenha sido publicado há cerca de duas décadas, as razões apontadas por este autor para o uso da história e filosofia da ciência (HFC) na educação em ciências ainda parecem bastante atuais e continuam a

ser corroboradas por outros pesquisadores da área, conforme será visto a seguir. Segundo Matthews (1995), a história e filosofia da ciência é capaz de:

[...] humanizar as ciências e aproximá-las dos interesses pessoais, éticos, culturais e políticos da comunidade; pode tornar as aulas de ciências mais desafiadoras e reflexivas, permitindo, deste modo, o desenvolvimento do pensamento crítico; [...] pode contribuir para a superação do mar de falta de significação que se diz ter inundado as salas de aula de ciências [...] (MATTHEWS, 1995, p. 165).

O desenvolvimento da criticidade do aluno por meio do uso da história e filosofia da ciência na educação é também defendido mais recentemente por autores como Martins (2006a), Trindade (2008), Forato (2009).

Sobre esta questão e outros benefícios da abordagem histórica, Trindade (2008) destaca que:

A História da Ciência possibilita a construção e uma compreensão dinâmica da nossa vivência, da convivência harmônica com o mundo da informação, do entendimento histórico da vida científica, social, produtiva da civilização, ou seja, é um aprendizado com aspectos práticos e críticos de uma participação no romance da cultura científica, ingrediente primordial da saga da humanidade. É fundamental para ressaltar o papel da Ciência como parte da cultura humana acumulada ao longo dos séculos, cultura essa que deve sempre preocupar a educação científica efetivamente emancipadora (TRINDADE, 2008, p. 6).

Além dos aspectos favoráveis citados anteriormente sobre a incorporação da abordagem histórico-filosófica no contexto educacional, há outros amplamente discutidos por autores da área (MARTINS, 2000; PEDUZZI, 2001; SILVA; MARTINS, 2003; FORATO; PIETROCOLA; MARTINS, 2011), os quais nos levam a ter uma visão otimista a respeito de metodologias que façam uso desta abordagem.

Do ponto de vista epistêmico e ontológico, Batista (2007) salienta, dentre outros aspectos, que a HFC contribui para que se tenha uma noção da maneira como evoluem as ideias, problemas e soluções ao longo da construção do conhecimento e para levar a compreender que uma concepção teórica está inserida num contexto histórico e influenciada por tradições de pesquisa.



Martins (2000) elenca alguns motivos pelos quais a história da ciência é vista atualmente como um importante instrumento no ensino das ciências, dentre os quais o fato de permitir discussões sobre a natureza da ciência e seus métodos.

À época deste artigo, cerca de treze anos atrás, Martins (2000) já observava o que hoje é bem evidente: educadores envolvidos na organização de revistas, congressos específicos, cursos de pós-graduação, disciplinas e outras atividades relacionadas à história da ciência.

A história e filosofia da ciência pode, também, apresentar-se como abordagem didática útil para tornar a aprendizagem mais interessante. É o que parece sugerir Martins (2006a) ao afirmar que as concepções prévias do educando, por mais absurdas que pareçam, podem ter semelhança com as ideias que foram aceitas pelos cientistas no passado, o que pode levá-lo a:

[...] perceber que na história da ciência sempre houve discussões e alternativas, que algumas pessoas já tiveram ideias semelhantes às que ele próprio tem, mas que essas ideias foram substituídas por outras mais adequadas e mais coerentes com um conjunto de outros conhecimentos (MARTINS, 2006a, p. xxii).

Peduzzi (2001) afirma que assim como recusar o uso da HFC na educação não é desejável, superdimensionar sua utilização também não é recomendado, uma vez que os problemas da educação em ciências não serão totalmente resolvidos com a abordagem histórico-filosófica. No entanto, este autor faz a ressalva que incorporá-la com prudência, por meio de recursos apropriados, pode trazer contribuições diversas, tais como: “lidar com a problemática das concepções alternativas, desmistificar o método científico, propiciar o aparecimento de novas maneiras de ensinar certos conteúdos” (PEDUZZI, 2001, p. 157-158).

Tal incorporação parece ainda ser bem limitada, uma vez que o currículo escolar tornou-se dependente dos concursos vestibulares, tal como afirma Silva (2010), ao traçar um cenário da educação no ensino secundário no Brasil, voltada para o ingresso no ensino superior, o que gera uma significativa influência no currículo, tornando-o dependente desses exames. Para o autor, esta influência atinge os educadores, que deixam de lado as discussões tanto históricas quanto filosóficas na

educação em ciências. Silva (2010) acrescenta outro entrave ao ensino de ciências mais qualificado: o próprio sistema escolar, com o engessamento do currículo e práticas escolares descontextualizadas.

Para Silva e Martins (2003, p. 55) uma maneira de obter conhecimento científico é “estudar História da Ciência [...], o contexto científico, as bases experimentais, as várias alternativas da época, o processo dinâmico de descoberta (ou invenção), justificção e difusão de teorias”.

Forato, Pietrocola e Martins (2011) também defendem o uso da história e filosofia da ciência na educação em ciências, tendo em vista os benefícios pedagógicos para a formação não só de estudantes, mas também de professores e esclarecem que:

Dentre as diversas abordagens possíveis sobre a ciência – por exemplo, questões sociais, metodológicas, econômicas, políticas, ambientais – os usos da história e da filosofia da ciência (HFC) na educação científica vem sendo recomendado como um recurso útil para uma formação de qualidade, especialmente visando o ensino/aprendizagem de aspectos epistemológicos da construção da ciência (FORATO; PIETROCOLA; MARTINS, 2011, p. 29).

Mesmo com tantos argumentos a favor, também encontramos na literatura oposições, críticas e advertências quanto ao uso da HFC na educação. No extremo oposto às recomendações descritas anteriormente, Matthews (1995) apresenta exemplos de autores que se colocam em oposição ao uso da história da ciência na educação: Martin Klein<sup>24</sup>, o qual em 1972 afirmou que a única história possível nos cursos de ciências era a pseudo-história e Whitaker<sup>25</sup>, o qual em 1979 descreveu a chamada “quasi-história”, onde se tem uma falsificação da história como se esta fosse verdadeira.

Forato, Pietrocola e Martins (2011, p. 43) afirmam que “é necessário reconhecer que há desafios a serem enfrentados e riscos a serem assumidos”. No caso do uso de episódios históricos na sala de aula, os autores alertam para a escolha adequada do conteúdo, pois o mesmo pode apresentar poucas possibilidades de reflexão sobre os

---

<sup>24</sup> Atualmente professor de História da Física da Universidade de Yale (EUA).

<sup>25</sup> Edmund Taylor Whitaker (1873-1956), matemático inglês que se dedicou ao estudo da história da matemática aplicada e da física. Um das suas mais importantes obras foi “História das teorias de éter e eletricidade”.

aspectos acerca da natureza da ciência desejados, ainda que pareça muito apropriado ao nível de escolaridade enfocado.

Martins (2007) declara que há dificuldades quando se pensa na utilização da história da ciência para fins didáticos, ou seja, quando se passa dos cursos de formação inicial de professores das áreas científicas para o contexto aplicado do ensino e aprendizagem das ciências, mesmo que tais cursos façam uso de elementos históricos e filosóficos com qualidade.

Uma das dificuldades apontadas por Martins (2006a) e Forato (2009) é a falta de materiais didáticos adequados que possam ser utilizados na educação em ciências. Segundo Martins (2006a):

[...] Não é que não existam livros em português sobre a história das ciências [...] O problema não é a quantidade, mas a qualidade. Assim como existem os professores improvisados de história da ciência, que não tem formação adequada, há os escritores improvisados de história da ciência [...]. Os equívocos se propagam através das revistas científicas populares, dos jornais, da televisão, da internet, penetram na sala de aula, são aprendidos e repetidos por outras pessoas. Os autores de livros científicos didáticos, geralmente com a melhor das intenções, introduzem em sua obra uma série informações sobre a história da ciência – em geral, também completamente errôneas (MARTINS, 2006a, p. xxiv).

Logo, percebemos que, além da deficiência na qualidade dos materiais didáticos relativos à abordagem histórico-filosófica, outro entrave refere-se ao despreparo dos professores, os chamados “professores improvisados”, nas palavras de Martins (2006a). Há quase duas décadas, Slongo (1996) já alertava para esta questão ao defender que a história e filosofia da ciência deveria integrar programas de formação de professores, uma vez que considera que o despreparo do professor para trabalhar o conteúdo na perspectiva histórico-filosófica é capaz de coibir qualquer iniciativa neste sentido. Além disso, destaca que:

[...] para que o professor esteja convencido da importância de um ensino respaldado numa abordagem histórica, é necessário que ele próprio tenha vivenciado esta perspectiva no seu processo de formação, seja formação inicial ou continuada, para então, consciente da sua importância, proporcioná-la também a seus alunos (SLONGO, 1996, p. 47).

No entanto, encontramos críticas ao longo dos anos sobre a deficiência na formação do professor no que concerne aos aspectos histórico-filosóficos da ciência. Fourez (2003, p. 111) alerta que os professores “quase não foram atingidos, quando de sua formação, por questões epistemológicas, históricas e sociais”. Martins (2006a) e Forato (2009) chamam a atenção para a deficiência tanto na formação inicial como na continuada de professores nesta área, o que caracteriza um obstáculo ao uso da história e filosofia da ciência em ambiente escolar. Carneiro e Gastal (2005) também alertam para esta problemática:

Não basta afirmar a necessidade de adotar uma perspectiva histórica no ensino de Biologia sem que os instrumentos para que esta proposta seja levada a cabo de maneira satisfatória sejam desenvolvidos. Se pretendemos que a História da Biologia seja apresentada numa perspectiva distinta daquela que vem prevalecendo nos livros didáticos, é necessário repensar os cursos de formação inicial e continuada de professores. Tal necessidade também implica um esforço concentrado na produção de materiais curriculares que possam fornecer aos professores indicadores a respeito de como trabalhar esta abordagem em suas aulas (CARNEIRO; GASTAL, 2005, p. 38).

Conforme já assinalamos, o panorama tem mudado em relação à produção de materiais didáticos, embora estes materiais ainda não tenham sido incorporados aos livros didáticos. Entretanto, uma simples observação dos currículos universitários do Brasil nos mostra que a formação nesta área de conhecimento é pouco privilegiada. Logo, a afirmação de Slongo (1996, p. 51) de que “há lacunas relativas à operacionalização desta perspectiva no ensino de biologia e na formação de professores para esta área do conhecimento”, ainda reflete a realidade mesmo depois de quase vinte anos desta constatação.

Recentemente, encontramos iniciativas de pesquisadores na elaboração de material de apoio (BELTRAN; SAITO; TRINDADE, 2014), especificamente voltado à história da ciência para a formação de professores, sem o viés filosófico, além de volumes temáticos sobre episódios históricos escritos por especialistas, com sugestões para abordagens em sala de aula. Mesmo reconhecendo a importância destes materiais, entendemos que sua simples leitura, sem as discussões epistemológicas que uma formação pode proporcionar, revela-se pouco profícua.

Beltran, Saito e Trindade (2014, p. 117) argumentam que “buscar a construção de interfaces entre a História da Ciência e ensino exige aprofundamentos na análise e busca de compatibilidade entre tendências pedagógicas e perspectivas historiográficas”.

Como se observa, encontramos na literatura vários argumentos, críticas e alertas a respeito da abordagem histórico-filosófica na educação em ciências. Nesta pesquisa, a utilização desta abordagem tem por objetivo investigar as concepções sobre a natureza da ciência veiculadas por livros didáticos de biologia da educação básica e superior, no que concerne aos episódios históricos envolvidos na construção da Teoria Celular.

#### 1.4 CONSIDERAÇÕES SOBRE A NATUREZA DA CIÊNCIA

Pesquisas indicam que a abordagem histórico-filosófica na educação em ciências permite aos estudantes adquirirem conhecimento sobre a natureza da ciência (MARTINS, 2006a; EL-HANI, 2006; FORATO, 2009). No entanto, de acordo com Oliveira e Silva (2011) há diferentes concepções tanto para a história da ciência quanto para a natureza da ciência, resultando em interpretações discordantes.

Nossa posição quanto ao significado da expressão *natureza da ciência* está alinhada com a de Lederman (2006, p. 2, tradução nossa), ao afirmar que a natureza da ciência “refere-se tipicamente às características do conhecimento científico que são derivadas de como o conhecimento é desenvolvido”.

No âmbito da educação, Forato, Pietrocola e Martins (2011) afirmam que:

[...] destaca-se a importância de se aprender sobre o que caracteriza a ciência como um empreendimento humano, e defende-se a história da ciência como uma estratégia pedagógica adequada para discutir certas características da natureza da ciência (NDC). Relatos de episódios históricos cuidadosamente reconstruídos configuram-se modelos de natureza da ciência de cada contexto sócio-histórico-cultural, e podem conferir significado às noções epistemológicas abstratas desvendando os diferentes processos que levaram à construção de conceitos (FORATO; PIETROCOLA; MARTINS, 2011, p. 29).

Henrique, Zanetic e Gurgel (2012) destacam que devido as áreas de discordância é perigoso estabelecer uma suposta “concepção adequada da ciência” como se fosse a única correta, pois tal como se considera inadequada a concepção dogmática e fechada da ciência, o mesmo é válido para as concepções sobre a natureza da ciência.

Eflin, Glennan e Reisch (1999) afirmam que:

O conceito de natureza da ciência parece pressupor: (a) que existe uma natureza da ciência para ser descoberta e ensinada aos estudantes; (b) que uma lista de tópicos pode descrever a natureza da ciência; e (c) que para uma disciplina ser considerada científica, cada um dos tópicos deve ser verdadeiro para essa disciplina. Na filosofia, essa é uma visão essencialista da ciência, em que se acredita que há uma essência da natureza ou um conjunto de critérios que a descreva e somente atividades de investigações são consideradas científicas. A maior parte dos filósofos da ciência e educadores que refletiram sobre essa questão considera que essa visão essencialista não pode ser sustentada. [...] (EFLIN; GLENNAN; REISCH, 1999, p. 108, tradução nossa).

No entanto, Eflin, Glennan e Reisch (1999) fazem a ressalva que pedagogicamente, o *essencialismo*<sup>26</sup> sobre a natureza da ciência pode ser apropriado, sendo uma decisão que deve ser feita levando-se em conta o grau de desenvolvimento dos estudantes em questão.

Lederman (2006) ressalta que muitas vezes a natureza da ciência é confundida com investigação científica. Sobre este equívoco o autor esclarece:

[...] a natureza da ciência refere-se aos fundamentos epistemológicos das atividades da ciência e às características do conhecimento resultante dela. Talvez, a expressão ‘natureza da ciência’ causou a confusão e a expressão ‘natureza do conhecimento científico’ pode ser mais precisa. A fusão de natureza da ciência e investigação científica tem atormentado a pesquisa sobre a natureza da ciência desde o início (LEDERMAN, 2006, p. 2, tradução nossa).

McComas (2008) observa que a natureza da ciência está intimamente relacionada, mas não é idêntica à história e filosofia da ciência. O mesmo autor afirma que apesar de haver consenso na definição do teor de natureza da ciência adequado

---

<sup>26</sup> Mayr (2005) esclarece que o essencialismo é uma das ideias fisicalistas não aplicáveis à biologia, na qual o conceito de diversidade do mundo consiste em um número limitado de essências, claramente delimitadas e imutáveis.

para os conteúdos científicos, esta temática representa um desafio para professores, autores de livros didáticos e elaboradores de currículos.

A respeito desta abordagem pedagógica da natureza da ciência, Acevedo *et al.* (2005) comentam que, de maneira geral, os currículos de ciências têm priorizado a abordagem internalista dos conteúdos, em detrimento do funcionamento interno e externo da ciência, de como se constrói e desenvolve o conhecimento, dos métodos que a ciência usa para validar este conhecimento, dos valores envolvidos nas atividades científicas, das suas relações com a tecnologia e sociedade, dentre outros aspectos que caracterizam o que se admite como natureza da ciência num sentido amplo. Apesar desta realidade, os autores destacam o fato de que, no campo da didática das ciências, é cada vez maior o consenso que os estudantes devam adquirir uma melhor compreensão sobre a natureza da ciência, considerada parte importante da educação científica.

Mesmo com esta dificuldade anunciada na área da educação, a qual, indiretamente esteve passível de análise em nossa pesquisa, não podemos desconsiderar as ideias amplamente aceitas sobre a natureza da ciência, desenvolvidas por diversos pesquisadores, geralmente em forma de listas de concepções consensuais, nas quais é possível identificar muitos pontos semelhantes, sobreposições, sugerindo que, apesar dos debates ocorridos no campo da filosofia da ciência a respeito desta temática, a conformidade de opiniões prevalece sobre as controvérsias.

As superposições relacionadas aos pontos de consenso sobre a natureza da ciência encontrados na literatura (McCOMAS *et al.*, 1998; EFLIN; GLENNAN; REISCH, 1999; GIL PÉREZ *et al.*, 2001; LEDERMAN, 2006) referem-se principalmente à provisoriedade da ciência, à não existência de um método científico universal, à influência de fatores sociais, históricos, culturais na atividade científica, à dependência que a observação tem da teoria, ao papel das hipóteses como orientadoras das investigações, ao caráter experimental da ciência, à participação da criatividade na produção do conhecimento científico.

Eflin, Glennan e Reisch (1999) porém, questionam a pertinência de se buscar uma concepção única sobre a natureza da ciência e apresentam os tópicos mais

controversos no debate entre os epistemólogos. Segundo os autores, há dois princípios que não são consenso, estreitamente relacionados com debates no campo da filosofia da ciência:

A geração do conhecimento científico depende de compromissos teóricos e fatores sociais e culturais; A verdade das teorias científicas é determinada por características do mundo que existem independentemente do cientista (EFLIN; GLENNAN; REISCH, 1999, p. 109-110, tradução nossa).

O primeiro princípio, segundo Eflin, Glennan e Reisch (1999), implica que há discordância em relação à origem e à força dos compromissos teóricos e fatores sócio-culturais que influenciam a produção do conhecimento, ou seja, há concordância entre os filósofos da ciência em relação à dependência que a atividade científica tem da teoria e do contexto no qual vivem os cientistas, porém o grau desta influência é alvo de desacordo.

Sobre o segundo pressuposto passível de discordância, há os que são adeptos da corrente filosófica do realismo, no qual Eflin, Glennan e Reisch (1999, p. 109, tradução nossa), destacam que “a natureza é o tribunal da verdade científica, e não os cientistas”, assim como existe os adeptos da ideia de que o cientista estuda um mundo do qual faz parte e não é possível estar dissociado dele, o que pode significar que a natureza é total ou parcialmente determinada pelos aspectos cognitivo, teórico ou social dos cientistas.

Gil-Pérez *et al.* (2001) também apontam que há divergências entre filósofos da ciência em relação à natureza do trabalho científico, o que poderia levar ao questionamento se é pertinente falar de uma única concepção correta de ciência. No entanto, para a educação em ciências, os autores destacam que são importantes os consensos nas diferentes abordagens existentes, embora recomendem precaução nesta prática.

Portanto, neste trabalho, levamos em consideração as conformidades de pensamento e não as controvérsias a respeito da natureza da ciência, uma vez que somente nesta perspectiva torna-se possível a análise a qual nos propomos.

Além das ideias anteriormente expostas sobre a natureza da ciência, amplamente aceitas no contexto da filosofia da ciência contemporânea, é prudente



refletir sobre as possibilidades de concepções sobre a natureza da ciência que a educação em ciências reforça por ação ou omissão. De acordo com Cachapuz *et al.* (2005), entendemos por *ação* toda forma de menção, explicação (ou representação, no caso de ilustrações), que incide explicitamente em visões deformadas da atividade científica, enquanto a *omissão* relaciona-se à ausência de referências a elementos que poderiam evitar incorrer nos reducionismos e distorções típicos.

A análise de livros didáticos é capaz de nos fornecer importantes dados sobre esta questão, como podemos verificar num mapeamento das pesquisas em ensino realizado por Queirós, Batisteti e Justina (2009), cujo enfoque foi a história e filosofia da ciência em trabalhos das produções científicas do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - ENPEC (2001-2007) e do Encontro de Pesquisa em Ensino de Física - EPEF (2000-2008). Este estudo apontou que, dos 152 trabalhos sobre história e filosofia da ciência, 35 correspondem à categoria *análise de livros didáticos*.

As formas de abordagem do conteúdo histórico encontradas nas pesquisas mapeadas neste trabalho de Queirós, Batisteti e Justina (2009), no que concerne ao livro didático foram: *visão de ciência empirista-indutivista; visão linear da história de fatos científicos; mistificação em torno da imagem do cientista como um “gênio”; erros conceituais históricos e distorções dos experimentos realizados pelos cientistas*.

Fernández *et al.* (2002) observam que a coincidência da imagem empirista que os professores costumam ter sobre a ciência e aquela que a mídia transmite permite supor que as concepções de professores ou as que proporcionam os livros didáticos não são, em geral, muito diferentes do que poderíamos chamar de imagem popular, socialmente aceita da ciência. Além disso, os autores comentam que:

[...] dado que a educação científica, incluindo a universitária, se tem reduzido basicamente à apresentação de conhecimento já desenvolvido, sem dar aos alunos oportunidade de conhecer as atividades características do trabalho científico, pode-se esperar que essa imagem popular da ciência, seja abundante de deformações (como a imagem de cientistas associados com o 'sábio ignorante' que trabalha sozinho, isolado do mundo), persista mesmo entre os professores, influenciando negativamente o nosso ensino. Daí a importância de um estudo focado na presença e extensão de visões deformadas da ciência que podem constituir um obstáculo à necessária renovação de seu ensino (FERNÁNDEZ *et al.*, 2002, p. 478, tradução nossa).

Ao analisar as “imagens de ciência” nos manuais de química portugueses, Campos e Cachapuz (1997) fazem algumas constatações que também se aplicam a muitos livros didáticos brasileiros:

É frequente os manuais de ciências apresentarem uma ciência descontextualizada, separada da sociedade e da vida cotidiana; conceberem o método científico como um conjunto de regras fixas para encontrar a ‘verdade’, começando a abordagem dos temas invariavelmente pela observação dos fenômenos, e apresentarem uma imagem estereotipada do cientista como gênio isolado que descobre teorias, omitindo-se o papel da comunidade científica na construção e validação dessas teorias (CAMPOS; CACHAPUZ, 1997, p. 23).

Como podemos notar, as reflexões apresentadas por Campos e Cachapuz (1997) mostram que, apesar de pesquisas posteriores reforçarem e alertarem para esta problemática (GIL PÉREZ *et al.*, 2001; FERNÁNDEZ *et al.*, 2002; CACHAPUZ *et al.*, 2005) a mesma continua sendo uma questão persistente que ainda requer mais investigações no sentido de colaborar para a superação de concepções que contradizem o processo de construção do conhecimento científico.

Campos e Cachapuz (1997, p. 24) acreditam que os livros didáticos veiculam “concepções sobre a natureza da ciência e da construção do conhecimento científico” e que é possível, pela análise do conteúdo destes livros, identificar tais concepções.

Gil Pérez *et al.* (2001) fazem uma exposição sobre o estereótipo da construção do conhecimento científico e identificam sete concepções que os autores consideram *visões deformadas do trabalho científico ou deformações da ciência*. Em trabalho posterior (CACHAPUZ *et al.*, 2005) os autores reiteram as concepções identificadas e acrescentam a dimensão tecnológica, classificando-as como *possíveis visões deformadas da ciência e da tecnologia*, as quais o ensino de ciências reforça, seja por ação ou por omissão. São elas: *visão descontextualizada; visão individualista e elitista; visão empírico-indutivista e atórica; visão rígida; visão cumulativa; visão exclusivamente analítica; visão aproblemática e ahistórica*<sup>27</sup>. Tais concepções são

---

<sup>27</sup> Cachapuz *et al.* (2005) adotam o termo *concepção* quando se referem a: “individualista e elitista” e “empírico-indutivista e atórica” e utilizam *visão* para as demais deformações. Neste trabalho, a fim de padronizar a apresentação, denominamos de “visão deformada” as sete concepções epistemológicas elencadas pelos autores.

amplamente comentadas na literatura por autores do campo da história e filosofia da ciência aplicada à educação em ciências, conforme explicitamos a seguir.

No que se refere às visões deformadas apresentadas pelos autores, a *visão descontextualizada* é a que transmite uma imagem socialmente neutra da ciência, desconsiderando as características fundamentais da atividade científica e tecnológica, como o seu impacto no meio natural e social ou a participação da sociedade nesta atividade, o que favorece uma imagem de cientistas como seres “acima do bem e do mal”. Esta concepção, segundo Cachapuz *et al.* (2005), também é consequência da ausência de esclarecimento das relações entre a ciência e a tecnologia. Para os autores, implicações *ciência, tecnologia, sociedade e ambiente* (CTSA) do desenvolvimento científico são referidas frequentemente nos textos escolares como simples aplicações do conhecimento científico, onde a ciência é apresentada como único fator de progresso.

Forato (2009) também aponta a necessidade de contextualização da ciência e argumenta que a história e filosofia da ciência pode contribuir para esta prática: “[...] a história da ciência permite uma reflexão crítica sobre a ciência como produto dinâmico do conhecimento humano, criado por indivíduos em um dado contexto cultural e histórico, revelando a face humana da ciência [...]”. (FORATO, 2009, p. 7).

Peduzzi (2001, p. 158) afirma que incorporar a abordagem histórico-filosófica na educação em ciências pode “contribuir para um melhor entendimento das relações da ciência com a tecnologia, a cultura e a sociedade”. No entanto, de acordo com L. Martins (2005) um dos problemas encontrados nas reconstruções históricas de fatos e contribuições científicas é a apresentação de uma história da ciência puramente descritiva, com datas e informações irrelevantes.

Ao discorrer sobre a utilização da história da ciência na educação em biologia, Martins (1998) considera que por meio desta abordagem o aluno poderá compreender que a aprovação ou a crítica a alguma proposta não dependem apenas de seu próprio valor, de sua fundamentação, mas que também nesse processo estão envolvidos aspectos sociais, políticos, filosóficos e religiosos.

Quando ilustra esta questão por meio do exemplo da descoberta da circulação do sangue feita por William Harvey<sup>28</sup> (1578-1657) no século XVII, Allchin (2004) chama a atenção dos professores para os perigos da pseudo-história presente em muitos textos e aponta alguns itens presentes nos livros didáticos que podem servir de alerta, além de ajudar a identificar a pseudo-história, bem como evitá-la. Para este autor, ocorre descontextualização quando, por exemplo, não há referência ao ambiente social ou cultural, às ideias anteriores e alternativas e quando há aceitação acrítica de um novo conceito.

Para Martins e Brito (2006) é exatamente este tipo de história da ciência que o professor de ciências faz uso e propaga nas suas aulas. As autoras advertem quanto ao uso de narrativas que, por exemplo, desconsiderem o contexto científico e social. Neste trabalho, as autoras dão sugestões aos professores que trabalham com disciplinas científicas para que possam detectar textos históricos incorretos nos livros didáticos e não utilizem a pseudo-história da ciência em suas aulas. Para isso, discutem acerca do conteúdo histórico de genética e evolução nestes livros, apontando os problemas existentes, com acréscimo de dados relativos ao conteúdo e ao contexto da época de produção destes conhecimentos, com o intuito de favorecer o uso deste material com mais eficácia em sala de aula, além de fornecer subsídios para esta análise em quaisquer textos históricos, a fim de ter a possibilidade de selecionar materiais mais apropriados para suas aulas.

Outra visão deformada sobre a ciência apontada por Cachapuz *et al.* (2005) diz respeito à *visão individualista e elitista*. Esta se refere a uma distorção do fazer científico, uma vez que mostra o conhecimento como obra de gênios isolados, ignorando a sua construção coletiva. Leva-se a acreditar que a confirmação/refutação de uma hipótese de uma pessoa ou equipe é suficiente para verificar ou falsear uma teoria. Reforça-se uma imagem distorcida da atividade científica, a qual é executada por uma minoria que possui mentes brilhantes, exclusivamente masculina, onde não há erros. Dessa forma, a ciência torna-se inacessível aos estudantes. Esta concepção

---

<sup>28</sup> Médico britânico que, no século XVII, pela primeira vez descreveu os detalhes da circulação do sangue ao ser bombeado por todo o corpo pelo coração.

inclui, ainda, a superioridade do trabalho científico-intelectual em relação ao trabalho técnico.

Allchin (2004) também argumenta sobre a *visão individualista e elitista* quando escreve sobre a pseudo-história da ciência qualificando-a como uma distorção histórica caracterizada por selecionar fatos que criam uma imagem enganosa e dão uma falsa impressão acerca da natureza da ciência, particularmente para as histórias que romantizam os cientistas e supervalorizam suas descobertas, simplificando o processo de construção do conhecimento científico. Allchin (2004, p. 179, tradução nossa), complementa esta ideia afirmando que a pseudo-história “costuma usar artifícios retóricos que, literalmente, lhe dá um status de mito e embora baseada em acontecimentos históricos reais, eles são profundamente enganadores”.

Pode-se encontrar na literatura a descrição de outros tipos de distorções históricas, como a que Allchin (2004, p. 184, tradução nossa) denomina de *hagiografia*, um tipo especial de *whiggismo*<sup>29</sup> que “romantiza os cientistas do passado como ‘santos-heróis’ através de descrições que se refletem somente a favor deles”.

Forato (2009, p. 21) relata que a “atribuição de paternidade a alguns campos de estudo, ou a descobertas, ou a invenções, caracteriza uma versão da história da ciência denominada de história *pedigree*”.

L. Martins (2005) também destaca este tipo de concepção sobre ciência, afirmando que muitas vezes alguns indivíduos são apresentados nos relatos históricos como gênios que tiraram suas ideias e contribuições do nada enquanto outros faziam tudo errado. Nesta mesma linha de pensamento, Martins e Brito (2006) aconselham que o professor desconfie de relatos em livros didáticos que apresentem os pesquisadores como gênios, que elaboram suas conclusões sem nenhuma dificuldade.

Outra visão deformada sobre a ciência elencada por Cachapuz *et al.* (2005), diz respeito à *visão empírico-indutivista e atórica*, a qual defende o papel da observação e

---

<sup>29</sup> Segundo Prestes (2010) pode-se dizer que o *whiggismo* se trata de um “relato centrado no presente”, como uma oposição a um “relato propriamente histórico”. Historicamente, segundo Bizzo (1992), o termo seria uma alusão aos liberais ingleses (*wighs*) em oposição aos conservadores *Tones* (escravocratas fazendeiros e contrários às ideias do capitalismo oriundas da Revolução Industrial). Segundo o autor, a expressão deriva provavelmente do livro escrito pelo historiador Herbert Butterfield (1900-1979), *The Wig Interpretation of History*, em 1931, no qual escreveu que (a história *whig* tende a) “enfatizar certos princípios de progresso no passado de modo a produzir uma história que é apenas uma ratificação, se não uma glorificação, do presente”.

da experimentação neutras em relação às hipóteses/teorias, ignorando a função das hipóteses na investigação e das teorias orientadoras do desenvolvimento do trabalho científico. Esta concepção, segundo os autores, é a mais amplamente estudada e criticada na literatura e ainda muito influente na prática dos professores de ciências.

Cachapuz *et al.* (2005) acrescentam ainda que a falta de trabalho experimental real na educação é causada, dentre outras coisas, devido a pouca aproximação dos professores com a dimensão tecnológica e reforça as concepções simplistas sobre as relações ciência-tecnologia. Esta concepção compara-se à ideia de “descobrimento” científico, ao atribuir à experimentação a origem do trabalho científico e é propagada pelos meios de comunicação, história em quadrinhos, cinema, dentre outras vias. Segundo os autores, a imagem proporcionada pelos livros didáticos não difere muito do que se tem denominado de imagem ingênua da ciência, socialmente difundida e aceita.

Esta imagem ingênua da ciência tem raízes antigas, na concepção sobre ciência proposta por Francis Bacon (1561–1626)<sup>30</sup>, a qual veio a se tornar, de acordo com Oliva (1990, p. 11-12), “uma visão amplamente aceita de ciência geradora de uma longa hegemonia metacientífica”. Sobre o domínio histórico da concepção de Bacon, cuja tendência foi caracterizá-la como o *método* da ciência, Oliva (1990) esclarece que:

A partir do século XVIII os trabalhos dedicados à questão metodológica manifestam propensão a creditar a superioridade explicativa da ciência, por oposição às pseudociências e à especulação, ao fato de se devotar, a meticulosas e rigorosas observações a partir das quais se formam, via indução, teorias fatualmente enraizadas. O racionalismo, com sua tendência a caracterizar as ciências como sistemas dedutivos não exerceu tanta influência sobre o discurso metodológico corrente em virtude de jamais ter dado proeminência à problemática do estabelecimento de linhas divisórias entre o metafísico e o científico. Já a resposta baconiana ao problema da demarcação pareceu por muito tempo óbvia e inquestionável (OLIVA, 1990, p. 12-13).

Segundo Oliva (1990, p. 13), a adesão a procedimentos observacionais seguros é uma “garantia da posse de um conhecimento capaz de atuar sobre a natureza transformando-a sempre que possível e desejável”, ou seja, a garantia de controle do poder humano sobre algo que se está conhecendo. O autor explica que o discurso

---

<sup>30</sup> Filósofo, político, ensaísta, alquimista inglês, cuja obra filosófica mais importante é o *Novum Organum*, publicada em 1620, na qual apresenta seu método experimental.

metodológico empirista que define o que é científico (demarcação) seria composto por observação e indução.

Quanto a estes dois traços da cientificidade, Oliva (1990, p. 21), tece alguns comentários, afirmando que “Bacon atribui tanto a superioridade explicativa da ciência quanto sua eficácia praxiológica ao fato de se devotar a cuidadosas e rigorosas observações dos fenômenos”. Em relação à indução, assegura que “vai possibilitar a determinação das características gerais dos fatos constituidores dos objetos estudados” (OLIVA, 1990, p. 21).

De acordo com Videira (2006), a partir do final da década de 1950, com as críticas à concepção filosófica do positivismo lógico pelos representantes da chamada *nova filosofia da ciência* “quebrou-se definitivamente o encanto que a ideia de método científico exercia até então sobre cientistas, filósofos e mesmo sobre leigos” (VIDEIRA, 2006, p. 26). Segundo o autor, o movimento de oposição ao método científico foi tão intenso, que defendê-lo passou a representar uma posição conservadora e antiquada. Consideramos que esta afirmação de Videira (2006) diverge da realidade, pois esta oposição parece ter se destacado apenas entre os filósofos e não de maneira geral, visto que a hegemonia do método científico clássico ainda se mantém.

Sobre esta questão epistemológica, Quesado (2012) esclarece que:

[...] a visão de Ciência construída por esta escola filosófica [o positivismo] se mescla ao entendimento da natureza da Ciência, caracterizando-a como atividade metódica, que inclui testagens e experimentos. Por outro lado, é necessário ampliar esta ligação, distinguir esta como apenas uma das facetas da Ciência e reconhecer o método e as atividades experimentais como apenas um de seus aspectos e não a razão da existência da própria Ciência. Um aspecto ligado às definições de natureza da Ciência muito aclamado atualmente e que vai de encontro às ideias positivistas, é a caracterização da Ciência como atividade coletiva, como um empreendimento social e humano. Sob este dossel se aglutinariam as ideias de Ciência que a compreendem como falível, sujeita às motivações mundanas, à criatividade, casualidades e improvisos (QUESADO, 2012, p. 94).

A formulação do *problema da indução* pelo filósofo David Hume (1711–1776) foi uma crítica importante ao método científico promovido por Francis Bacon. Sobre o problema da indução, Popper (1974, p. 29) afirma que “estabelecer um meio de justificar as inferências indutivas por meio de um princípio da indução é algo supérfluo e deve conduzir a incoerências lógicas”. O filósofo adverte que a obra de Hume não

esclareceu tais incoerências, uma vez que o princípio da indução precisa ser um enunciado universal. Logo, conclui Popper (1974) que:

[...] se tentarmos considerar sua verdade como decorrente da experiência, surgirão de novo os mesmos problemas que levaram à sua formulação. Para justificá-lo, teremos de recorrer a inferências indutivas e, para justificar estas, teremos de admitir um princípio indutivo de ordem mais elevada, e assim por diante. Dessa forma, a tentativa de alicerçar o princípio de indução malogra, pois conduz a uma regressão infinita (POPPER, 1974, p. 29).

Karl Popper elaborou uma tentativa de resolver o problema levantado por Hume tomando a *falseabilidade* como critério de demarcação e não a *verificabilidade* praticada até então pelos empírico-indutivistas, logo, para Popper a experiência é considerada como método. O filósofo esclarece:

[...] não exigirei que um sistema científico seja suscetível de ser dado como válido, de uma vez por todas, em sentido positivo; exigirei, porém, que sua forma lógica seja tal que se torne possível validá-lo através do recurso das provas empíricas, em sentido negativo: deve ser possível refutar, pela experiência, um sistema científico empírico (POPPER, 1974, p. 42).

Thomas Kuhn, em seu clássico livro “A estrutura das revoluções científicas”, originalmente publicado em 1962, faz uma crítica ao critério da falseabilidade das teorias, afirmando que:

[...] se todo e qualquer fracasso na tentativa de adaptar a teoria e dados fosse motivo para a rejeição de teorias, todas as teorias deveriam ser sempre rejeitadas. Por outro lado, se somente um grave fracasso na tentativa de adequação justifica a rejeição de uma teoria, então os seguidores de Popper necessitam de algum ‘critério de improbabilidade’ ou ‘grau de falsificação’ (KUHN, 2011, p. 188).

Kuhn estabeleceu um conceito filosófico de grande utilidade para a compreensão da dinâmica da ciência: o conceito de paradigmas. O epistemólogo afirma que a elaboração de testes e teorias alternativas deve originar-se de alguma tradição baseada em um paradigma, uma vez que não poderia existir nenhum sistema de linguagem ou de conceitos científica ou empiricamente neutro.



O método científico associado historicamente à filosofia empirista baconiana refere-se à modalidade genérica do observacionismo e indutivismo. Retomemos a análise de Oliva (1990) sobre a concepção empirista de Bacon:

De acordo com a concepção baconiana de ciência, o método adequado de investigação consiste na coleta de um número significativo de casos a fim de deles derivar teorias e destas derivar teorias mais gerais (as *axiomata media*) e no aumento da generalidade de nossas teorias até que tenhamos chegado à teoria mais geral – à essência das coisas. Pelo princípio da subsunção, a teoria mais geral explica as menos gerais em encadeamento sucessivo até explicar o ‘fato original’ a partir do qual foi primitivamente derivada [...] (OLIVA, 1990, p. 25).

Importante destacar que o caráter eliminativo da indução proposto originalmente por Bacon foi ignorado historicamente na constituição do princípio metodológico empirista. No entanto, Oliva (1990) resgata esta análise técnica de Francis Bacon, explicando que:

[...] Nenhuma coleta de casos confirmadores enseja uma verificação cabal do universal categórico, além de estar exposta ao perigo constante de confrontar-se com uma instância contraditória. Tal constatação leva Bacon a acreditar que a grande inovação introduzida por seu método reside no caráter eliminativo que a indução passa a ter [...] (OLIVA, 1990, p. 25).

Em relação ao enfrentamento à *visão empírico-indutivista* da ciência nas práticas educativas, Peduzzi (2001, p. 157) considera que introduzir a história e filosofia na educação pode colaborar para “desmistificar o método científico, dando ao aluno os subsídios necessários para que ele tenha um melhor entendimento do trabalho do cientista”.

A *visão rígida, algorítmica, infalível* é também apresentada por Cachapuz *et al.* (2005) como uma das concepções epistemológicas acerca da natureza da ciência e da construção do conhecimento científico que a educação em ciências pode estar veiculando. Os autores consideram que esta visão deformada sobre a ciência está apoiada na *visão empírico-indutivista* e mantida pela transmissão do conhecimento científico baseada no método indutivo baconiano, apresentando-se como uma sequência de etapas definidas e com ênfase nas observações e experiências rigorosas. Segundo Cachapuz *et al.* (2005, p. 48), é preciso reconhecer que o caráter tentativo da

ciência “se traduz em dúvidas sistemáticas, em redefinições, procura de novas vias, etc., que mostram o papel essencial da investigação e da criatividade, contra a ideia do método rígido, algorítmico”.

Feyerabend foi outro epistemólogo que também problematizou a questão do método, enfrentando as ideias de um método científico indutivo. O filósofo tornou-se conhecido por sua visão anarquista da ciência<sup>31</sup>. Sobre a rejeição da existência de regras metodológicas universais, o filósofo austríaco comenta que:

A idéia de conduzir os negócios da ciência com o auxílio de um método, que encerre princípios firmes, imutáveis e incondicionalmente obrigatórios vê-se diante de considerável dificuldade, quando posta em confronto com os resultados da pesquisa histórica. Verificamos, fazendo um confronto, que não há uma só regra, embora plausível e bem fundada na epistemologia, que deixe de ser violada em algum momento (FEYERABEND, 1977, p. 29).

Ao avançar nesta discussão, Feyerabend (1977, p. 279) sustenta que não há conhecimento sem ‘caos’ e reforça que “não há uma só regra que seja válida em todas as circunstâncias, nem uma instância a que se possa apelar em todas as situações”.

Quando analisa as características do desenvolvimento da ciência que apoiam sua defesa a uma epistemologia anárquica, Feyerabend (1977) esclarece que:

[...] para onde quer que olhemos, sejam quais forem os exemplos por nós considerados, verificamos que os princípios do racionalismo crítico (tomar os falseamentos a sério; aumentar o conteúdo; evitar hipóteses *ad hoc*; ‘ser honesto’ — signifique isso o que significar; e assim por diante) e, a *fortiori*, os princípios do empirismo lógico (ser preciso; apoiar as teorias em medições; evitar idéias vagas e imprecisas; e assim por diante) proporcionam inadequada explicação do passado desenvolvimento da ciência e são suscetíveis de prejudicar-lhe o desenvolvimento futuro. Proporcionam inadequada versão da ciência, porque esta é muito mais ‘fugidia’ e ‘irracional’ do que sua imagem metodológica. E são suscetíveis de prejudicar a ciência, porque a tentativa de torná-la mais ‘racional’ e mais precisa pode, como vimos, destruí-la [...] (FEYERABEND, 1977, p. 278).

Esta *pluralidade metodológica* é, inclusive, algo que se aplica à ciência biologia, sendo, portanto, um ponto importante na análise dos livros didáticos a qual nos propomos nesta pesquisa.

---

<sup>31</sup> Segundo esta visão, Feyerabend defende que nenhuma das metodologias da ciência propostas foram bem-sucedidas e não recomenda que as decisões dos cientistas sejam restringidas por regras estabelecidas ou implícitas nestas metodologias (CHALMERS, 1993) .

Sobre a importância dada às regras do método científico em detrimento da imaginação, da invenção e da criatividade na produção científica, segundo o empirismo metodológico baconiano, Oliva (1990) comenta que:

Por atribuir os resultados e inventos até então conquistados à combinação fortuita de coincidências, tal concepção de método científico acalenta a ambição de estatuir um conjunto de regras cuja adequada manipulação não tem como deixar de gerar conhecimento. Com isso, a inventividade interpretativa e a imaginatividade criativa são concebidas como desempenhando um papel, quando muito, residual no processo de produção das teorias (OLIVA, 1990, p. 15).

Conforme apresentado anteriormente, as duas últimas visões deformadas sobre a ciência citadas, a *empírico-indutivista* e a *rígida*, foram enfrentadas historicamente de diferentes modos por vários pesquisadores do campo da epistemologia, tais como Karl Popper, Thomas Kuhn, Paul Feyerabend, dentre outros.

No contexto educacional, Adúriz-Bravo, Izquierdo e Estany (2002) citam exemplos de mitos sobre a natureza da ciência relacionados às visões *empírico-indutivista* e *rígida*, consolidados na prática dos professores de ciências, os quais resultam em consequências negativas sobre a “imagem da ciência” que se transmite na escola, tais como: a universalidade e rigidez do método científico, a validade absoluta do conhecimento científico, o caráter exclusivamente experimental da ciência e a posição realista ingênua.

Buscando romper com esta inclinação à *visão empírico-indutivista*, Praia, Cachapuz e Gil-Pérez (2002) sugerem que os alunos possam tomar consciência do dinamismo existente no processo de construção do conhecimento, dos limites, do esforço permanente em busca da verdade e não de certezas.

Outra concepção descrita por Cachapuz *et al.* (2005), refere-se à *visão cumulativa, de crescimento linear*, a qual corresponde a uma interpretação simplista da evolução dos conhecimentos científicos, uma vez que as teorias aceitas atualmente são apresentadas sem referência ao seu processo de elaboração, ignorando as crises, continuidades, descontinuidades e controvérsias do desenvolvimento científico.

Beltran, Saito e Trindade (2014) destacam um tipo de abordagem historiográfica contra esta ideia de progresso contínuo da ciência, a qual apresenta o mapeamento e

contextualização dos conhecimentos do passado, considerando tanto as rupturas como também as continuidades das práticas científicas.

O uso de episódios históricos na educação em ciências pode colaborar para enfrentar esta visão deformada, se considerarmos que uma das contribuições da história da ciência para a educação descrita por Martins (1998) é o fato de que a mesma mostra, por meio de episódios históricos, que ocorreu um processo de construção de conceitos até se chegar às concepções aceitas atualmente.

Ao discorrer sobre esta prática, Martins (2006a) afirma que:

O estudo adequado de alguns episódios históricos permite, dentre outras coisas, perceber o processo social (coletivo) e gradativo de construção do conhecimento, permitindo formar uma visão mais concreta e correta da real natureza da ciência, seus procedimentos e limitações, o que contribui para a formação de um espírito crítico e desmitificação do conhecimento científico, sem, no entanto, negar seu valor (MARTINS, 2006a, p. xviii).

Dessa forma, Martins (2006a) alerta para o trabalho coletivo dos cientistas, em enfrentamento à *visão individualista e elitista* e também destaca o processo não cumulativo da construção do conhecimento científico.

Em relação à *visão cumulativa*, Peduzzi (2001) afirma que o uso distorcido da história da ciência nos livros didáticos promove uma reconstrução de ideias direcionadas naturalmente a teorias aceitas na atualidade, tornando despercebida para o estudante as rupturas no conhecimento científico. Isto significa, para o autor, a transmissão de uma concepção linear e cumulativa do trabalho dos cientistas a favor do desenvolvimento da ciência. O mesmo autor chama a atenção para a importância de mostrar, por meio do uso da história e filosofia da ciência na educação, “como o pensamento científico se modifica com o tempo, evidenciando que as teorias científicas não são definitivas e irrevogáveis, mas objeto de constante revisão” (PEDUZZI, 2001, p. 158).

Quando, em textos didáticos, apenas experimentos considerados importantes são apresentados, por meio do senso do inevitável, com uma trajetória óbvia e sem erros, o professor deve ficar alerta, pois segundo Allchin (2004), estes são alguns dos itens que ajudam a identificar a pseudo-história permeada por uma *visão cumulativa, de crescimento linear*.

A *visão exclusivamente analítica* é mais uma elencada por Cachapuz *et al.* (2005), a qual refere-se a imagens parciais e simplistas do trabalho científico, visto que o mesmo tem início com abstrações, decisões e recortes necessários e voluntários.

O filósofo Michel Ghins (2013) enfatiza o distanciamento que o cientista deve manter das coisas, a fim de construir um objeto científico. Tal procedimento é denominado *atitude objetivante*. Nas palavras de Ghins:

[...] a abstração ou a suspensão desse relacionamento pessoal, imediato, com as coisas percebidas é uma exigência da atitude ou postura objetivante, que consiste em enxergar sistemas nos fenômenos. Chamarei essa abstração de abstração primária, primordial ou originária. [...]. Decorrente da - ou frequentemente concomitante à - abstração originária, a segunda etapa constitutiva da postura científica consiste em selecionar, num dado fenômeno, certas propriedades, grandezas ou quantidades consideradas dignas de interesse. Trata-se de definir o domínio de pesquisa de um modo suficientemente preciso e, por conseguinte, restritivo. A escolha de quantidades ou de parâmetros determinados resulta daquilo que chamarei de abstração secundária (GHINS, 2013, p. 17).

Logo, esta vontade explícita de simplificação e controle rigoroso em condições preestabelecidas promove o afastamento do cientista da realidade. No entanto, segundo Cachapuz *et al.* (2005, p. 50), as análises e simplificações conscientes, requerem posterior síntese e estudos cada vez mais abrangentes.

A *visão exclusivamente analítica*, ao contrário, enfatiza a fragmentação do trabalho científico, o seu caráter limitado, simplificador, ignorando os esforços posteriores de unificação e construção dos corpos coerentes de conhecimentos cada vez mais amplos.

Segundo Cachapuz *et al.* (2005):

[...] A história do pensamento científico é uma constante confirmação de que os avanços têm lugar profundizando o conhecimento da realidade em campos definidos; é esta profundização inicial a que permite chegar posteriormente a estabelecer laços entre campos aparentemente desligados (CACHAPUZ *et al.*, 2005, p. 51).

Ainda no conjunto das visões deformadas sobre a ciência identificadas por Cachapuz *et al.* (2005) encontra-se a *visão aproblemática e ahistórica*, na qual o conhecimento é apresentado de maneira pronta, acabada, sem reflexões sobre as

restrições do método científico e onde se ignora quais foram os problemas que estavam na origem do conhecimento, suas dificuldades, evolução (história da ciência), limites da ciência na atualidade e quais são suas possibilidades futuras.

Sobre esta concepção, Allchin (2004) orienta que a interpretação aproblemática de evidências apresentadas nos livros didáticos merece atenção quando se quer identificar a pseudo-história nestes livros e, corroborando a importância da perspectiva histórica, o autor afirma que os detalhes históricos podem moldar a percepção dos alunos sobre a natureza da ciência. Em relação à cultura geral do aluno, Peduzzi (2001, p. 157) afirma que a mesma poderá ser desenvolvida quando se admite “que há um valor intrínseco em se compreender certos episódios fundamentais que ocorreram na história do pensamento científico”.

Dentre as distorções históricas, Forato (2009) afirma que o *anacronismo* é o mais comum. Segundo a autora, trata-se de interpretar e julgar os fatos e acontecimentos históricos de um determinado período com valores, ideias e crenças de outra época. Para Forato (2009) esta forma de ver a história pode ter origem tanto de ações ingênuas devido ao desconhecimento historiográfico ou de ações com objetivos definidos, sendo que a primeira suposição parece mais provável.

O *whiggismo*, segundo L. Martins (2005) é considerado sinônimo de *anacronismo*, no qual consiste em estudar o passado com os olhos do presente. Neste tipo de distorção, segundo a autora:

O historiador da ciência vai procurar no passado somente o que se aceita atualmente, ignorando completamente o contexto da época. É o caso da busca de precursores, ou de procurar em pesquisadores mais antigos conceitos que foram desenvolvidos muito depois. Por exemplo, tentar associar o conceito de gene construído pela biologia molecular após 1930, com o trabalho de Mendel. Ou então, valorizar no passado somente o que aceitamos hoje (MARTINS, L., 2005, p. 314).

Martins e Brito (2006), ao investigarem sobre a pseudo-história da ciência em livros didáticos de biologia, também alertam quanto ao uso de narrativas que utilizem terminologias aceitas atualmente, mas desconhecidas no momento histórico que estão sendo descritas, o que caracteriza a *visão aproblemática e ahistórica* do trabalho científico.

Em relação aos diferentes tipos de *anacronismos* presentes nos livros didáticos, Carmo (2011, p. 38) afirma que “acarretam na formação de concepções inadequadas acerca do desenvolvimento científico por parte dos educadores e educandos podendo, dessa maneira, comprometer a aprendizagem efetiva dos alunos”.

Cachapuz *et al.* (2005, p. 52) advertem que as concepções relatadas anteriormente não são distintas e autônomas, mas “aparecem associadas entre si, como expressão de uma imagem ingênua da ciência que se tem ido desencantando, passando a ser socialmente aceita”. Um exemplo desta integração, que levaria a incorrer-se em três destas concepções simultaneamente na educação, seria a transmissão do conhecimento científico de maneira pronta e definitiva, de forma que estudantes e professores não tenham a oportunidade de reflexão sobre o hegemônico método científico. Esta prática levaria à manutenção das visões *rígida, empírico-indutivista*, bem como da *aproblemática e ahistórica*.

Estes autores também chamam a atenção para o fato de alguns investigadores em didática da ciência compreenderem que a característica natural da ciência clássica seria exatamente possuir estes defeitos e não que o ensino tenha transmitido estas concepções distorcidas, reducionistas sobre a ciência. Entendemos que tal pensamento possa ser um entrave para a superação destas concepções, uma vez que, como consequência deste pensamento, naturalmente deixarão de ser produzidos trabalhos que orientem quanto a estratégias que visem o enfrentamento das visões deformadas sobre a ciência descritas anteriormente.

Considerando a interface a que nos propomos, não podemos deixar de refletir sobre as influências negativas que as concepções dogmáticas do trabalho científico veiculadas historicamente têm sobre o ensino de ciências. Da mesma forma, devemos estar atentos para os benefícios de uma fundamentação epistemológica contemporânea dos conteúdos científicos. Assim, concordamos com Cachapuz *et al.* (2005), quando ressaltam a relevância que deve ter para os professores de disciplinas científicas a busca por uma maior compreensão sobre a natureza da ciência, por meio de estudos epistemológicos, afim de evitar os reducionismos típicos.

Villani (2001), por exemplo, levanta algumas questões acerca das contribuições da filosofia da ciência para o desenvolvimento da área do ensino de ciências e

desenvolve analogias entre estes dois campos, indagando, por exemplo, sobre a influência que a característica da produção coletiva da ciência tem sobre o papel dos grupos de alunos na aprendizagem do conteúdo científico. Apoiado na defesa feita por Feyerabend de uma ciência comprometida com o bem da sociedade, e não somente com o progresso, o autor questiona também, dentre outros aspectos, se haveria espaço para discussões em sala de aula sobre a responsabilidade, controle e garantia dos cientistas e das organizações científicas no uso que a sociedade fará dos produtos da ciência.

Praia, Cachapuz e Gil Pérez (2002) comentam sobre as implicações da hegemonia do método-empírico indutivo no ensino de ciências e a importância do seu enfrentamento:

A perspectiva epistemológica quase sempre implícita e algumas vezes explícita em currículos de ciências é de raiz tendencialmente empirista-indutivista. Podemos afirmar que foi esta a concepção herdada do positivismo e que está implícita em recomendações que se fazem aos alunos: façam observações repetidas, observem com atenção, seleccionem as observações importantes [...]. Estas concepções arrastam consequências em nível do ensino, para quem os factos científicos passam a dar significado às teorias, sendo a observação, pois, a etapa mais importante do designado método científico [...]. A ideia empirista de que a observação é o ponto de partida na construção do conhecimento científico não pode pois deixar de ser fortemente questionada no ensino das ciências, devendo o trabalho desenvolvido com os alunos rejeitar tal ideia [...] (PRAIA; CACHAPUZ; GIL PÉREZ, 2002, p. 134-135).

Importante ressaltar que os livros didáticos podem constituir-se em instrumentos de veiculação de concepções sobre a natureza da ciência mais alinhadas às propostas epistemológicas contemporâneas de enfrentamento às visões deformadas apresentadas neste capítulo ou podem reforçar estas visões.

Tendo em vista as concepções sobre a natureza da ciência discutidas neste capítulo, na área da biologia, do ponto de vista historiográfico, muitas concepções explicitadas anteriormente podem ser identificadas na classificação dos tipos de história proposta pelo historiador da biologia e evolucionista Ernst Mayr, a seguir.



#### 1.4.1 Tipos de história da Ciência

De acordo com Mayr (1998, p. 15), “como as controvérsias do passado muitas vezes se estendem até a ciência moderna, muitos problemas atuais não poderão ser plenamente entendidos sem a compreensão da sua história”. O autor apresenta alguns tipos de histórias que podem ser classificadas da seguinte forma: *histórias lexicográficas, cronológicas, biográficas, culturais e sociológicas e história de problemas*.

A *história lexicográfica*, de acordo com Mayr (1998) é estritamente descritiva, com apresentação dos fatos por meio de questões como: O que? Como? Onde? as quais fornecem apenas parte da história. A *história cronológica* apresenta a sequência de tempo como critério principal de organização. Segundo este historiador, a abordagem cronológica facilita a compreensão de muitos problemas no âmbito da biologia, porém ela reduz o problema científico à sequência temporal. Estes dois tipos de história vão ao encontro do que caracteriza a *visão cumulativa, de crescimento linear* da ciência descrita anteriormente.

Já a *história biográfica* tem por objetivo descrever os progressos da ciência por meio das vidas de cientistas individuais e com isso reduz problemas científicos como associados a apenas um cientista, o que corrobora a *visão individualista e elitista*.

Um exemplo deste tipo de história pode ser encontrado nos kits “Os cientistas”, lançados pela extinta FUNBEC (Fundação Brasileira para o Ensino da Ciência) em parceria com a Editora Abril, nos anos 1970, que ensinavam alunos a reproduzir “experimentos-chave” da história da ciência. Estojos de isopor vinham com roteiros para preparação dos experimentos e análise dos resultados observados, baseados em descoberta clássica de um cientista, além da biografia do cientista e uma breve história da descoberta.

Outra abordagem histórica, descrita por Mayr (1998) é denominada de *história cultural e sociológica*, na qual a ciência é descrita como forma de atividade humana, inseparável do meio intelectual e institucional, pois o estudo destes meios é fundamental para determinar as causas da proposição de novos conceitos. O autor

destaca, portanto, a importância de influências externas na elaboração de teorias biológicas.

A abordagem defendida por Ernst Mayr é a *história de problemas*, caracterizada pelo estudo dos problemas e não dos períodos. Nessa concepção, é apresentada não somente a história bem sucedida, mas também as tentativas fracassadas na solução dos problemas científicos. Na *história de problemas*, segundo Mayr (1998), são enfatizados o cientista e seu mundo conceitual. E algumas questões são levantadas:

Quais foram os problemas científicos do seu tempo? Quais foram os instrumentos conceituais e técnicos de que dispunha na sua busca de uma solução? Quais foram os métodos que ele pôde utilizar? Que idéias predominantes na sua época orientaram a sua pesquisa e influenciaram as suas decisões? (MAYR, 1998, p. 21).

Percebe-se que esta última abordagem, no campo da biologia, corresponde a uma forma de apresentação que corrobora grande parte das concepções atuais defendidas pelos filósofos da ciência sobre a natureza do trabalho científico, conforme já explicitado.

As narrativas historiográficas que descrevem os episódios relativos ao processo de construção da Teoria Celular, bem como as concepções filosóficas envolvidas, são importantes para embasar as análises e interpretações referentes a estas concepções. Dessa forma, no capítulo seguinte nos dedicamos a uma breve apresentação histórica e filosófica da Teoria Celular.

## 2 PANORAMA HISTÓRICO-FILOSÓFICO DA TEORIA CELULAR

Não poderíamos tratar sobre o histórico da Teoria Celular sem nos referirmos ao francês Georges Canguilhem, reconhecidamente um dos mais importantes historiadores das ciências século do XX, particularmente em história das ciências da vida e história da medicina. Na sua obra “O conhecimento da vida”, publicada originalmente em 1965, Canguilhem apresenta algumas reflexões e críticas sobre a história da ciência e a relação da ciência com a filosofia. Para delinear suas concepções, utiliza o processo de construção da Teoria Celular a partir de um questionamento filosófico sobre o caráter da ciência biologia, indagando se esta seria racional ou experimental. Nas palavras de Canguilhem (2012):

[...] São os olhos da razão que veem as ondas luminosas, mas parece que são os olhos, órgãos dos sentidos, que identificam as células de um corte vegetal [...] o microscópio é mais o prolongamento da inteligência do que o prolongamento da vista. Ademais, a teoria celular não é a afirmação de que o ser se compõe de células, mas, em primeiro lugar, de que a célula é o *único* componente de *todos* os seres vivos; e em seguida que toda célula provém de uma célula preexistente. Ora, não é o microscópio que autoriza a dizê-lo. O microscópio é, no máximo, um dos meios de verificá-lo quando o dizemos. Mas de onde veio a ideia de dizê-lo antes de verificá-lo? É aqui que a história da formação do conceito de *célula* tem sua importância (CANGUILHEM, 2012, p. 44-45, grifos do autor).

Desenvolvemos ao longo deste capítulo ideias alinhadas à concepção defendida anteriormente por Canguilhem, no sentido de compreender os fatos que antecederam a proposição da Teoria Celular: a construção do conceito de célula como resposta a questionamentos que permeavam as pesquisas biológicas no século XIX, como “o que é a vida?” e “qual a unidade estrutural básica que compunha os seres vivos?”. As concepções filosóficas apresentadas também nos oferecem uma visão geral do contexto de construção desta teoria.

As delimitações sobre o desenvolvimento desta temática em nível epistemológico, bem como a caracterização das teorias científicas de um modo geral, com foco na construção da Teoria Celular, apresentadas neste capítulo, são fundamentais para sustentar o modo pelo qual acreditamos ser mais enriquecedor para

o desenvolvimento deste tema nos livros didáticos: o uso de concepções epistemológicas coerentes com o processo de construção do conhecimento científico.

Destacamos que Georges Canguilhem, consciente das limitações e dificuldades da Teoria Celular, conclui seu estudo apontando a necessidade de uma teoria mais flexível que a convencional:

[...] Quisemos simplesmente mostrar que os obstáculos e os limites dessa teoria não escaparam a muitos sábios e filósofos contemporâneos de nascimento, mesmo entre os que mais autenticamente contribuíram para sua elaboração. De modo que a necessidade atual de uma teoria mais maleável e mais compreensiva surpreende apenas os espíritos incapazes de buscar na história das ciências o sentimento de possibilidades teóricas diferentes daquelas com as quais unicamente o ensino dos últimos resultados do saber os tornou familiarizados, sentimento sem o qual não há nem crítica científica, nem futuro da ciência (CANGUILHEM, 2012, p. 82).

De certa forma, acreditamos que esta expectativa de Canguilhem vem se concretizando ao longo do tempo, por meio dos estudos decorrentes da Teoria Celular, conforme delineamos ao final deste capítulo, e este fato corrobora a ideia de dinamicidade e provisoriedade da ciência, defendida pelos filósofos da ciência desde meados do século XX.

## 2.1 PRIMEIRAS PALAVRAS: DELIMITAÇÕES E JUSTIFICATIVAS

Ao analisarmos os eventos associados ao processo de construção da Teoria Celular, é possível constatar que, ao longo do tempo, ocorreram mudanças nas ideias que influenciaram a forma como os cientistas concebiam as propriedades e funções dos organismos vivos, o que conseqüentemente contribuiu para a elaboração do conceito de célula e da própria Teoria Celular. Estas ideias estiveram permeadas pelas concepções filosóficas e pelo contexto histórico, social e cultural de cada época em que viveram estes pesquisadores, caracterizando aspectos que contribuem para o caráter dinâmico e provisório da ciência.

Neste trabalho, não temos a intenção de defender nenhuma escola de pensamento filosófico ou enquadrar os eventos aqui descritos nas ideias de algum epistemólogo que busque explicar o desenvolvimento da ciência por meio de termos próprios ou períodos estabelecidos. Dessa forma, não correremos o risco de entrarmos em contradição no que se refere à nossa defesa de que estes episódios podem ser analisados a partir de diferentes perspectivas e que, portanto, não caberia aqui a rigidez de um ajustamento epistemológico.

No entanto, não podemos desconsiderar que, independente dos pressupostos sustentados por diferentes epistemólogos, tais como Karl Popper, Thomas Kuhn, Paul Feyerabend, podemos observar, ainda que implicitamente, que é recorrente a defesa da ciência como produto da atividade humana, do processo histórico da construção do conhecimento, das teorias como orientadoras das investigações científicas, bem como a rejeição ao hegemônico modelo empírico-indutivo da ciência, o qual ainda hoje mantém reflexos na educação em ciências. Estas reflexões epistemológicas, ocorridas especialmente a partir da segunda metade do século XX, fundamentam as explicações sobre as visões deformadas<sup>32</sup> acerca da ciência, possivelmente veiculadas pela educação em ciências, como a aceitação do método empírico-indutivo relacionado à neutralidade das descobertas científicas, com frequência propagada pelos livros didáticos.

De um modo geral, os trabalhos que discorrem acerca da Teoria Celular a partir de uma perspectiva histórico-filosófica da ciência apresentam abordagens diferentes no que se refere à ênfase dada à contribuição dos vários pesquisadores envolvidos, ao contexto histórico da época e concepções filosóficas relacionadas, de maneira que os episódios históricos que culminaram na proposição da Teoria Celular podem ser analisados sob pontos de vista diversos, o que nos motivou a selecionar ideias de um conjunto de autores que se dedicaram a explorar este tema, na tentativa de compor um panorama histórico-filosófico da Teoria Celular.

Portanto, as reflexões expostas a respeito das influências que determinadas correntes filosóficas exerceram no processo de elaboração da Teoria Celular, bem

---

<sup>32</sup> Termo utilizado por Gil Pérez *et al.* (2001) e Cachapuz *et al.* (2005) para designar as concepções epistemológicas que expressam, em conjunto, uma imagem ingênua, profundamente afastada do que é a construção do conhecimento científico.

como a descrição dos episódios históricos envolvidos, não tem como foco principal o desenvolvimento de uma pesquisa historiográfica, mas servir de subsídio para investigar como estes episódios, permeados por suas respectivas concepções filosóficas, são apresentados nos livros didáticos de biologia e, em que medida esta forma de apresentação reafirma ou enfrenta concepções epistemológicas acerca da natureza da ciência e da construção do conhecimento científico que se distanciam largamente da forma como se constroem e produzem os conhecimentos científicos.

Neste ponto, antes de focarmos na Teoria Celular, refletir sobre o que caracteriza uma teoria científica, nos assegura a possibilidade de uma discussão epistemológica mais fundamentada.

## 2.2 O QUE CARACTERIZA UMA TEORIA CIENTÍFICA?

Considerando a extensão desta temática, dadas as amplas discussões historicamente desenvolvidas pela filosofia da ciência, o que apresentamos aqui é uma explanação sucinta sobre o que caracteriza uma teoria científica, com base em pressupostos defendidos por alguns filósofos da ciência que se ocuparam em discutir esta questão. Tendo em foco que o tema da biologia analisado nesta pesquisa refere-se à Teoria Celular, a qual é usada como conteúdo base para a investigação das concepções sobre a natureza da ciência nos livros didáticos, torna-se importante a referência a aspectos pontuais das ideias defendidas por estes filósofos, no que concerne às suas definições sobre teoria.

Responder o que é uma teoria científica não é tarefa fácil, considerando as várias reflexões filosóficas que já foram feitas e certamente continuarão a ocorrer neste sentido. No entanto, à medida em que os estudos e reflexões sobre a ciência são ampliados e amadurecem, distanciam-se cada vez mais da concepção ingênua que normalmente se constitui durante a formação inicial não só na área biológica, mas também nas diversas áreas da ciência e da educação em ciências. Mesmo com estes

avanços, optamos pela discussão sobre o que caracteriza uma teoria científica, ao invés de defini-la, visto que, ainda existem interpretações discordantes.

Para início das reflexões, pontuamos que há algumas décadas, podemos encontrar, no âmbito da epistemologia, vários consensos referentes à forma como se dá a pesquisa científica. Freire-Maia (1998, p. 30) reforça o fato de que a pesquisa mais básica origina-se de uma hipótese (teórica) e as descobertas em ciência não são geradas pelos fatos, mas são resultado de uma interpretação deles. Segundo este autor, “os fatos da ciência são, pois, fatos selecionados, interpretados, marcados de teoria”.

Considerando que a ciência objetiva a busca da verossimilhança por meio da interpretação dos fatos, Freire-Maia (1998) aposta na filosofia da ciência como fundamental para a reflexão sobre os pressupostos fundamentais e os procedimentos gerais da pesquisa científica, ao realizar o julgamento crítico do método científico, colaborando para contextualizar o conhecimento científico e procurando saber de que forma os cientistas atingem sua meta. Logo, os princípios utilizados pela filosofia da ciência na sua reflexão sobre o fazer científico, indubitavelmente conduzem a ponderações sobre o que seria uma teoria científica.

Freire-Maia (1998), em suas considerações filosóficas sobre a ciência, apresenta algumas definições sobre o que é e o que não é uma teoria, afirmando que:

Uma teoria não é uma declaração protocolar (enunciado empírico) e nem mesmo uma generalização obtida de declarações protocolares. É uma tentativa de explicação da ocorrência de um fenômeno ou [...] de uma série de fenômenos [...] (FREIRE-MAIA, 1998, p. 68).

Lorenzano (2011) apresenta uma discussão a respeito da adequação da concepção clássica das teorias no contexto da filosofia geral das ciências e aproxima esta discussão da análise de teorias em biologia, a partir de argumentos que expõem dois pontos de vista opostos: os que sustentam que a biologia não possui leis próprias e os que defendem que não há leis nas teorias biológicas ou que estas não necessitam de leis ou ainda, tais leis teriam um significado diferente do usual. O autor posiciona-se a favor de um enfoque unificado das teorias e das leis das ciências. Apesar de sua análise ser voltada para a teoria da genética clássica de populações, usaremos suas

ideias a respeito das questões globais sobre a concepção clássica das teorias e sobre a natureza das leis.

Sabemos que durante o período do positivismo lógico (1920-1950), foi muito discutido o conceito de teoria empírica. Segundo Lorenzano (2011, p. 54), a concepção clássica, também conhecida como sintática, define teorias como “conjuntos de enunciados organizados dedutiva ou axiomáticamente”. Rudolf Carnap (1891-1970), um dos principais defensores deste movimento filosófico, na tentativa de superar esta definição do que seria uma teoria, sustenta que as teorias científicas compõem-se de: um sistema axiomático, composto de axiomas, que são os enunciados básicos primitivos da teoria; e um sistema de regras semânticas de interpretação. Lorenzano (2011) afirma que a definição de Carnap seria uma versão mais madura e elaborada da concepção clássica de teoria.

Seguindo o objetivo dos positivistas lógicos, os quais buscavam uma rigorosa demarcação do “científico” e do “não-científico”, por meio do *princípio do verificacionismo*<sup>33</sup>, Carnap (2009) valoriza o caráter empírico da ciência, ao afirmar que:

[...] o significado de um enunciado está no método de sua verificação. Um enunciado diz tanto quanto é verificável a seu respeito. Portanto, uma sentença pode ser usada apenas para asseverar uma proposição empírica, se é que ela é usada para asseverar alguma coisa. Se algo estivesse, a princípio, além da experiência possível, não poderia ser nem pensado nem questionado (CARNAP, 2009, p. 305).

Dessa forma, para Carnap (2009, p. 305), “enunciados metafísicos significativos são impossíveis”, uma vez que a metafísica pretende “descobrir e formular uma espécie de conhecimento que não seja acessível à ciência empírica”.

Karl Popper dirigiu sérias críticas ao critério de demarcação de Carnap, pois considerava que a metafísica possuía significado, devido ao seu relevante papel na construção de algumas teorias científicas, e propõe o critério da *falseabilidade*, apoiado no sistema filosófico do racionalismo crítico (POPPER, 1974). Em sua crítica ao positivismo lógico, Popper (1974) apresenta a *falseabilidade* e não a *verificabilidade*

<sup>33</sup> Metodologia filosófica que determina a verificação de uma hipótese por meio do método empírico como a última forma de saber se a hipótese é verdadeira ou não.



como critério de demarcação de teorias, ou seja, entre o que é ciência empírica e o que não é ciência (metafísica) e, dessa forma, sustenta uma definição do que caracterizaria uma teoria científica. Nas palavras de Popper (1974):

[..] a meu ver, não existe a chamada indução. Nestes termos, inferências que levam a teorias, partindo-se de enunciados singulares ‘verificados pela experiência’ (não importa o que isto possa significar) são logicamente inadmissíveis. Consequentemente, as teorias *nunca* são empiricamente verificáveis. Se quisermos evitar o erro positivista de eliminar, por força de critério de demarcação, que estabeleçamos, os sistemas teóricos de ciência natural, deveremos escolher um critério que nos permita incluir, no domínio da ciência empírica até mesmo os enunciados insuscetíveis de verificação (POPPER, 1974, p. 41- 42, grifo do autor).

Segundo Popper (1974, p. 42), as teorias só podem ser validadas por meio do recurso a provas empíricas no sentido negativo: “deve ser possível refutar, pela experiência, um sistema científico empírico”, ou seja, se as conclusões que se pode deduzir logicamente da teoria tiverem sido falseadas por meio de aplicações práticas e experimentos, esse resultado falseará também a teoria.

Freire-Maia (1998) defende que uma teoria pretende explicar e não somente descrever ou generalizar, não é decorrente dos fatos, não surge da experimentação ou observação, mas da imaginação do cientista. Também sustenta que as teorias devem ter bom caráter preditivo, pois cada vez que a predição dá certo, há uma nova corroboração da teoria. E, numa forte inclinação ao modo popperiano de compreender o que seria uma teoria, o autor sustenta que:

Por definição, uma teoria não pode ser verificada como se verificam as generalizações a partir de declarações protocolares [...] As teorias não podem ser provadas. Se surgem fatos contrários às expectativas geradas por uma teoria, esses fatos a refutam; se, porém, são a favor dela, não a provam – simplesmente não a refutam [...]. Se ela é falseada, é desejável substituí-la por outra ou reformá-la; se é corroborada, poderá ser aceita até que venha a ser falseada [...] (FREIRE-MAIA, 1998, p. 68).

Logo, segundo esta forma de analisar o caráter científico de uma teoria, Freire-Maia (1998) apoia-se nas ideias de Popper no que se refere a existência de dois tipos de teorias: as falseáveis, consideradas científicas e as não falseáveis, consideradas não científicas, ou seja, uma teoria seria científica quando é testável, sendo testada e

verificada como falsa, continua científica apesar de errada. Freire-Maia (1998, p. 88) acrescenta que “a substituição (histórica) de uma teoria por outra pode ocorrer por outros motivos além da refutação e da corroboração, isto é, por motivos – pelo menos em parte - não popperianos”. Segundo o autor, uma teoria científica, completamente amparada nos pressupostos de Popper deveria ser expressa com a declaração de quais fatos, ao serem observados, falseariam esta teoria.

Avançando um pouco mais nas discussões estabelecidas pela filosofia da ciência no século XX, ocorre passagem da perspectiva logicista para a perspectiva historicista a partir da década de 1960 e, dessa forma, a caracterização do que seria uma teoria científica passa por reflexões que levam em conta o aspecto histórico da construção do conhecimento. Thomas Kuhn, ao estabelecer o conceito de paradigma, traz embutida a noção de teoria científica. Kuhn (2011, p. 107) esclarece que “uma teoria científica, após ter atingido o status de paradigma, somente é considerada inválida quando existe uma alternativa disponível para substituí-la”. Dessa forma, fica evidente a defesa da transitoriedade das teorias na ciência por meio da possibilidade de mudança dos paradigmas aceitos num determinado momento histórico pela comunidade científica.

Kuhn (2011, p. 188) dirige críticas contra o método de falseamento de Popper, afirmando que “se todo e qualquer fracasso na tentativa de adotar a teoria e dados fosse motivo para a rejeição de teorias, todas as teorias deveriam ser sempre rejeitadas”.

Freire-Maia (1998) destaca uma diferença expressiva entre as ideias de Popper e Kuhn e, ao fazer um paralelo entre as concepções destes cientistas, afirma que quando os cientistas não conseguem resolver alguns quebra-cabeças dentro de um paradigma e com as armas que este lhes oferece, este fato é considerado como fracasso deles (Kuhn) e não como uma descoberta falseadora (Popper) do paradigma.

Encontramos uma proposta mais ousada em Feyerabend (1977), o qual argumenta que o dogmatismo na ciência deveria ser definitivamente superado, uma vez que considera irrelevante a distinção entre observação e teoria. Sobre esta questão Feyerabend (1977, p. 263) sugere “uma nova terminologia que não mais separe o que

se acha tão intimamente ligado, seja no desenvolvimento do indivíduo, seja no da ciência”.

Não compartilhamos deste radicalismo epistemológico defendido por Feyerabend, especialmente porque a distinção entre observação e teoria é preponderante entre os filósofos da ciência, independente dos argumentos utilizados para explicar os processos científicos, conforme apontamos na sequência.

Feyerabend (1977), ao expor suas contraposições e concordâncias às concepções sobre ciência desenvolvidas por Lakatos, compartilha a ideia de que existe uma sucessão de teorias – denominada *programa de pesquisa* - num determinado campo ao invés de uma única teoria científica. No entanto, ao contrário de Lakatos, não formula juízo acerca do *estágio* em que um *programa de pesquisa* se encontra em determinado instante, mas estabelece comparação com a história dos programas concorrentes.

Numa crítica clara ao positivismo e ao método de Popper, Feyerabend (1977) explica que:

[...] a metodologia dos programas de pesquisa difere radicalmente do indutivismo, do falseamentismo e de outras filosofias ainda mais paternalistas. O indutivismo exige o *abandono* das teorias a que falta suporte empírico. O falseamentismo exige o *abandono* de teorias que deixem de apresentar maior conteúdo empírico do que suas predecessoras. Todos exigem o *abandono* de teorias incoerentes ou de baixo conteúdo empírico. A metodologia dos programas de pesquisa, como vimos, *não* inclui essas exigências, nem *pode* incluí-las. Seu *rationale* — ‘proporcionar espaço livre’ — e os argumentos que estabelecem a necessidade de padrões mais liberais tornam impossível especificar as condições em que um programa de pesquisa *deve* ser abandonado ou em que se torna *irracional* continuar a dar-lhe apoio. *Qualquer* opção do cientista será racional, porque é compatível com os padrões. A ‘razão’ deixa de exercer influência sobre as ações do cientista (FEYERABEND, 1977, p. 289-290, grifos do autor).

De acordo com a epistemologia do racionalismo crítico de Popper, uma teoria que contrarie um enunciado básico aceito deve ser abandonada, de forma que são proibidas as hipóteses *ad hoc*. Feyerabend (1977), entretanto, defende a necessidade de hipóteses *ad hoc*:

[...] hipóteses *ad hoc* e aproximações *ad hoc* criam uma área experimental de contato entre os ‘fatos’ e aquelas partes de uma concepção nova que parecem capazes de explicá-los em alguma ocasião futura e após acréscimo de muitos

elementos adicionais. [...]. Talvez tenham de ser conservadas para sempre, se as linhas dominantes estiverem parcialmente inacabadas [...]. Ou são incorporadas à nova teoria como teoremas, levando a uma redefinição dos termos básicos da ideologia anterior [...]. A exigência de que o conteúdo-verdade da teoria anterior, *tal como concebido enquanto essa teoria dominava incontestemente*, seja abrangido pelo conteúdo verdade da teoria sucessora é violada, assim em um caso, como no outro (FEYERABEND, 1977, p. 278, grifos do autor).

Recentemente, o filósofo Michel Ghins (2013, p. 24) discorre a respeito dos requisitos de cientificidade de uma teoria afirmando que, além da adequação empírica<sup>34</sup>, relacionada não somente às observações passadas e atuais, mas também às observações futuras (predição), “as qualidades exigidas mais frequentemente lembradas pelos filósofos das ciências e pelos próprios cientistas são a universalidade, a simplicidade e o poder explicativo”.

Sobre a universalidade ou grau de generalidade, Ghins (2013, p. 24) afirma que “uma teoria mais geral será preferida a uma teoria acerca de um domínio mais limitado”. A respeito da predição e explicação dos fenômenos, o autor esclarece que:

Utilizamos uma teoria científica não somente para predizer resultados de observação de forma numerosa, variada e precisa. Presumimos também que ela seja capaz de explicar os fenômenos. Os cientistas procuram entender, por meio de teorias, a evolução de certos aspectos dos fenômenos ao longo do tempo (GHINS, 2013, p. 25).

Ghins (2013, p. 26) defende uma concepção de teoria, denominada de *sintética*, a qual procura conciliar a abordagem semântica e sintática, assim definida: “uma teoria científica é um conjunto de modelos e de proposições satisfeitas (tornadas verdadeiras) por esses modelos”.

Na tentativa de responder o que é uma teoria científica (ou demonstrar o quanto difícil é esta tarefa), Bastos Filho (1998) tece comentários sobre os critérios de cientificidade – que demarcam o conhecimento científico do conhecimento não científico - de Platão, Carnap e Popper. O autor destaca que Platão chamou de ciência, em grego *episteme*, o conhecimento verdadeiro, não contingente. O conhecimento científico platônico seria certo e universal, o que caracteriza a epistemologia

---

<sup>34</sup> Segundo Ghins (2013), uma teoria será empiricamente adequada se ela contiver estruturas empíricas (valores calculados) homomórficas ao conjunto de modelos de dados (mensurações), os quais podem ser construídos a partir do conjunto de estruturas perceptivas de um determinado fenômeno.

essencialista. Dessa forma, o critério de cientificidade de Platão é a *verdade* e o conhecimento não científico seria relativo a conjecturas.

Bastos Filho (1998, p. 19) alerta que atualmente é difícil sustentar esta tese radicalmente essencialista de que as teorias científicas devam ser expressão da verdade, pois “teorias de grande poder explicativo e de grande abrangência são substituídas por outras mais gerais e embasadas em princípios explicativos diferentes”.

Considerando as dificuldades do critério de demarcação de Platão, Bastos Filho (1998, p. 20), apresenta outro caminho: o critério de *significação* de Carnap, segundo o qual, conforme vimos, o conhecimento científico restringe-se a aquilo que faz sentido e a metafísica abrange aquilo que não faz sentido. Bastos Filho (1998) explica que, ao contrário de Platão, Popper defende que as teorias científicas não são expressões da verdade, mas sim, conjecturas.

Corroborando nosso pensamento sobre a dificuldade em definir o que é uma teoria científica, Bastos Filho (1998, p. 32) sustenta que: “nenhum critério de cientificidade é universalmente aceito [...]. Todos eles suscitam dificuldades”.

Para uma discussão de caráter mais sistemático, retornamos à abordagem inicialmente apresentada sobre a concepção clássica das teorias, na qual as leis constituem os axiomas representantes da teoria. Segundo esta abordagem, portanto, uma teoria científica seria um conjunto de proposições. Lorezano (2011) descreve uma das estratégias utilizadas pelos filósofos alemães Carl Hempel e Paul Oppenheim, no ano de 1948, para ilustrar o conceito de lei (fundamental), baseado na compreensão de *enunciado legitiforme*, o qual possui as seguintes características: tem forma universal; possui alcance ilimitado no tempo e no espaço; não se refere explicitamente a objetos particulares; contém apenas termos gerais.

Sobre as características do tipo de enunciado caracterizado anteriormente, Lorenzano (2011, p. 57) esclarece que para diferenciar as generalizações que são leis das generalizações acidentais, “são adicionadas ao critério sintático, proporcionado pela condição de universalidade, considerações semânticas relativas ao âmbito de aplicação das leis”, sem referência explícita ou implícita a objetos particulares, lugares ou momentos específicos.

A concepção empirista da explicação científica - conhecida como *modelo dedutivo-nomológico da explicação* - proposta por Hempel e Oppenheim, identifica, de acordo com Ghins (2013, p. 25), “o poder explicativo de uma teoria à sua capacidade de efetuar predições a partir de leis gerais”. Um resultado de uma observação é explicado se for possível deduzi-lo de uma lei geral e de ‘condições iniciais’.

Quando se discute a natureza das leis, Lorenzano (2011) afirma que são esclarecidas questões filosóficas globais muito problemáticas, como por exemplo, da relação entre epistemologia e metafísica. O autor apresenta uma rápida distinção entre os três principais tipos de análises das leis, ou seja, sobre a natureza das leis: a dos *regularistas humeanos*, a dos *regularistas realistas* e a dos *necessitaristas* (universalistas). Segundo os *regularistas humeanos*, não haveria necessidades na natureza e caso houvesse, seriam projetadas por meio da ciência ou do conhecimento do homem. Os *regularistas realistas* sustentam que há algum tipo de necessidade na natureza, que independe do conhecimento humano e defendem as leis como generalizações, enquanto os *necessitaristas (universalistas)* defendem igualmente a presença de necessidades na natureza, não projetadas, mas para eles as leis não seriam generalizações.

Segundo Lorenzano (2011), *regularidades humeanas* seria a abordagem defendida pela proposta de Hempel e Oppenheim, apesar de não distinguirem satisfatoriamente as generalizações que são leis das acidentais. No entanto, o autor destaca o que seria a intenção destes filósofos:

[...] caracterizar as leis levando em conta os próprios enunciados gerais e não aquilo que eles expressam, como certo tipo de regularidade, sem recorrer a uma suposta necessidade na natureza, e tampouco, impondo apenas explicitamente, a condições epistêmicas, impondo apenas condições sintáticas e semânticas (LORENZANO, 2011, p. 60).

Um exemplo recente da dificuldade natural que temos em definir teoria científica foi o “retorno” a explicações metafísicas feito por Ghins (2013), o qual discorre acerca das concepções regularista e necessitarista das leis e, após apontar o que, na sua perspectiva, são dificuldades intransponíveis destas abordagens, defende uma

metafísica neoaristotélica das leis, baseada em poderes causais, no intuito de explicar a existência de regularidades na natureza.

Segundo a concepção realista defendida por Ghins (2013), a existência de regularidades na natureza torna uma lei verdadeira, mas o que funda sua nomicidade são os poderes causais inerentes às entidades.

O que tornam as leis verdadeiras são, antes de tudo, os modelos, os quais são estruturas matemáticas. [...]. Um sistema real tem a possibilidade de comportar-se do modo como prescreve a teoria, sob certas condições.” [...]. Esta possibilidade real [...] trata-se de um poder causal natural [...] (GHINS, 2013, p. 85).

Falar que a ciência produz uma verdade comprovada, irrefutável e infalível é algo que vem sendo questionado historicamente com mais intensidade a partir do século XX no campo da epistemologia, pois se acredita que as verdades na ciência são transitórias. Quanto a esta questão, Ghins (2013) apresenta uma posição que se alinha a tais reflexões, ao explicar o tipo de realismo que defende:

A versão de realismo que proponho é moderada porque ela é falibilista, seletiva e parcimoniosa. O realista moderado não pretende encontrar uma maneira de imunizar-se de todo erro, pois ele aceita revisar suas crenças a partir de eventuais novos dados empíricos. Além disso, certas entidades inobserváveis e certas proposições que descrevem seus comportamentos podem ser consideradas – aproximadamente – verdadeiras. Por essa razão, o realista moderado é parcimonioso. Somente crenças legitimadas por um feixe convergente de observações e de medidas precisas merecem sua adesão. Tais crenças são forçosamente limitadas e numericamente escassas (GHINS, 2013, p. 50).

Assim, fica explícito que a verdade das teorias científicas, de acordo com a concepção defendida por Ghins, pode ser revisada e, neste sentido, a ideia de transitoriedade da ciência fica resguardada.

As versões sobre as teorias científicas apresentadas, cada uma com suas peculiaridades, não nos permite adotar uma que serviria de modelo para enquadrar a Teoria Celular, mas nos fornecem subsídios para fazermos uma releitura do processo de construção desta teoria sob o enfoque da filosofia da ciência. Neste trabalho, levamos em consideração ideias em comum sustentadas pelos pensadores apresentados, pois estas são a fundamentação para a defesa de concepções

epistemológicas sobre a natureza da ciência mais coerentes com o processo de construção das teorias científicas.

Por fim, admitimos ser bem evidente o fato de que a Teoria Celular é uma generalização, decorrente das observações de células animais e vegetais ao microscópio ao longo dos anos. No período em que foi proposta, a ideia de que explicações científicas são generalizações derivadas de uma série de observações ainda prevalecia devido à hegemonia do método empírico-indutivo. No entanto, esta teoria não é uma simples generalização, orientada por este método. Encontramos em Araújo-Jorge (2010) uma reflexão epistemológica esclarecedora sobre a elaboração da Teoria Celular:

A Teoria de Schwann se diferencia, ao mesmo tempo, de construções especulativas que descuidam da confrontação sistemática com a experiência e de certos procedimentos indutivos que se limitam a estabelecer fatos gerais a partir da comparação de dados, com objetivo de tornar o conhecimento comunicável. É antes de tudo um avanço orientado para uma problemática: Pode-se explicar a matéria viva a partir de uma mesma unidade funcional? (ARAÚJO-JORGE, 2010, p. 47).

Araújo-Jorge (2010, p. 47) apresenta duas características peculiares da Teoria Celular: foi confirmada por meio da experiência e, “em vez de saturar-se de hipóteses, ganhou coerência e simplicidade graças ao descarte de certos erros iniciais, como o da *formação livre de células* a partir de um blastema fundamental”, também estimulou a investigação na área biológica, favorecendo um grande desenvolvimento da biologia geral.

Canguilhem (2012) nos esclarece ainda mais sobre a natureza e abrangência da Teoria Celular, ao afirmar que:

Certamente, o sentido da teoria celular é bastante claro: é o sentido de uma extensão do método analítico à totalidade dos problemas teóricos formulados pela experiência. Mas o valor dessa mesma teoria reside tanto nos obstáculos suscitados por ela quanto nas soluções que ela permite, notadamente no rejuvenescimento provocado por ela no terreno biológico do velho debate concernente às relações do contínuo e do descontínuo (CANGUILHEM, 2012, p. 80).



A seguir apresentamos o contexto filosófico envolvido no processo de construção da Teoria Celular, fundamental para a compreensão dos mecanismos externos que influenciaram a produção deste conhecimento fundamental para a área das ciências biológicas.

### 2.3 A INFLUÊNCIA DAS CORRENTES FILOSÓFICAS VITALISMO E MECANICISMO NA CONCEPÇÃO DE VIDA

Ernst Mayr (1904-2005), biólogo evolucionista alemão, escreveu amplamente sobre os diversos modos pelos quais as ideias da biologia foram afetadas pelas correntes dominantes do pensamento ocidental, de forma que será um importante referencial, em especial para a elucidação dos princípios orientadores das correntes filosóficas vitalista, mecanicista e organicista, importantes para a compreensão da questão central deste capítulo. Ainda que não tenha se dedicado diretamente ao estudo da Teoria Celular, Mayr apresenta importantes reflexões filosóficas sobre as ciências da vida.

Ao analisar os avanços da biologia no século XIX, Ronan (1987, p. 17), afirma que “a teoria da célula, tal como se desenvolveu no século XIX, era mais que uma questão de definição material dentro de uma área específica - era uma tentativa de enfrentar a questão básica: Que é o organismo?”.

No século XIX, época em que foi proposta a Teoria Celular, atribuída a Matthias Schleiden (1804-1881) e Theodor Schwann (1810-1882), ainda havia a disputa entre as concepções vitalista e mecanicista acerca da escolha de um único modelo para a compreensão da natureza viva. Logo, segundo Prestes (1997, p. 37), “não bastava explicar a célula. Era preciso enquadrá-la numa concepção mais ampla da própria vida”.

Sobre as interpretações a respeito do fenômeno da vida, fundamentais para a compreensão da célula, Mayr (1998) relata que desde os tempos dos epicuristas e de Aristóteles até as primeiras décadas do século XX, vitalismo e mecanicismo apresentaram-se como duas correntes filosóficas opostas.

Mais recentemente, Mayr (2008) retoma a discussão sobre o que significa *vida* e esclarece que:

Quando os biólogos e filósofos falam da *vida*, no entanto, eles não estão se referindo à vida (quer dizer, ao viver), em oposição à morte, e sim da vida em oposição à falta dela em um objeto inanimado. Elucidar a natureza dessa entidade chamada *vida* tem sido um dos principais objetivos da biologia. O problema aqui é que *vida* remete a alguma *coisa* - uma substância ou uma força - e, durante séculos, os filósofos e os biólogos, tentaram, em vão, identificar essa força ou substância vital (MAYR, 2008, p. 20, grifos do autor).

Mayr (2008) reforça que desde o século XVI as discussões sobre o que é vida e como explicar os processos vivos tem sido objeto de controvérsias e que em certos períodos da história e centros intelectuais, os mecanicistas (mais tarde chamados fisicalistas) pareciam prevalecer, e em outros períodos e locais as ideias vitalistas pareciam vencer o debate.

Segundo Mayr (1998, p. 119), “talvez ninguém mais do que o filósofo René Descartes (1596-1650) contribuiu tanto para a difusão da imagem mecanicista do mundo”. O autor explica que a ideia mecanicista de redução dos organismos a uma classe de autômatos, promovida por Descartes, teve o resultado de ofender os filósofos naturalistas da época, que eram adeptos do vitalismo.

Especificamente no século XIX, no qual foi proposta a Teoria Celular, Capra (1997) comenta que a concepção mecanicista da vida foi estabelecida como uma firme doutrina entre os biólogos, contribuindo para avanços consideráveis na biologia, tais como a Teoria Celular, embriologia e microbiologia. Estas descobertas apoiaram fortemente a biologia, na física e na química, levando os cientistas a procurarem explicações físico-químicas das propriedades e funções dos organismos vivos.

Segundo Mayr (1998), muitos mecanicistas do século XVII e XVIII não faziam uma distinção significativa entre uma pedra e um organismo vivo. Jacob (1983, p. 118) também apresenta esta semelhança estabelecida de acordo com a visão mecânica do século XVIII, ao esclarecer que “partículas vivas e moléculas orgânicas representavam apenas o meio de encontrar nos corpos vivos a natureza descontínua da matéria e de ordenar o mundo dos seres como o das coisas”.

Mayr (1998) afirma que alguns biólogos, para explicar os processos vitais, invocaram a força materialista invisível (*vis viva*) postulada por muitos dos seguidores de Newton. No entanto, outros autores *a posteriori* acreditavam que esta *força vital* não obedecia às leis da química e da física, dando continuidade à tradição que começou com Aristóteles e outros filósofos antigos: a escola vitalista, a qual ainda manteve defensores nas primeiras décadas do século XX, os quais reivindicavam, de acordo com Mayr (2008) que os organismos vivos possuíam propriedades que não poderiam ser encontradas na matéria inerte e que, portanto, conceitos e teorias biológicas não poderiam ser reduzidos às leis da física e da química.

No contexto da Teoria Celular, no entanto, existe, segundo Paty (1995, p. 59), outro tipo de redução relacionada ao fenômeno da vida, o qual esclarece: “Se a Teoria Celular se constituiu contra o reducionismo físico-químico, ela opera, entretanto, uma redução propriamente biológica dos organismos à célula elementar”<sup>35</sup>.

Em relação ao vitalismo, dado o longo período de influência desta concepção nas ideias biológicas, torna-se oportuno mais alguns esclarecimentos sobre esta corrente filosófica. Segundo Mayr (2008), a escola vitalista surgiu a partir da necessidade dos naturalistas de propor argumentos “científicos” (não metafísicos e não teológicos) contra o fisicalismo e explicar a natureza da vida, de forma que esta foi a ocupação dos vitalistas desde a revolução científica do século XVII até grande parte do século XIX.

Mayr (2008) defende que desde que emergiu no século XVII, o vitalismo foi um contramovimento, uma revolta contra a filosofia da revolução científica e contra o fisicalismo. Porém, as explicações vitalistas eram duvidosas e pouco convincentes, pois não havia uma teoria coesa. O autor descreve grupos distintos de vitalistas que defendiam variadas explicações sobre aspectos dos organismos vivos que os fisicalistas não davam conta de esclarecer: presença de uma força vital, de forças psicológicas ou de uma substância denominada *protoplasma*, que não podia ser encontrada na matéria inanimada.

---

<sup>35</sup> No próximo subitem apresentamos algumas explicações sobre o significado do *reducionismo biológico* junto à noção de *organização*, que permeiam as concepções filosóficas sobre a vida, importantes para a compreensão de que, com a Teoria Celular, a biologia não admite o reducionismo físico-químico dos processos.

A partir da segunda metade do século XVII, podemos citar alguns exemplos destas tentativas de explicar o mundo orgânico, descritos por Mayr (2008), época em que o agente vital foi caracterizado como um fluido, o qual foi substituído progressivamente pelo conceito de *força vital*. Neste contexto, vários cientistas são considerados representantes do vitalismo, tais como Johannes Müller (1801-1858), fisiologista alemão adepto da *força vital* como explicação das manifestações da vida, o qual teve Schleiden e Schwann como discípulos e também o anatomista e fisiologista francês Xavier Bichat (1771-1802), o qual, na busca de uma estrutura básica comum aos seres vivos definiu o *tecido* como o componente elementar dos corpos vivos, sendo considerado um dos precursores que se dedicaram ao estudo da célula.

Segundo Paty (1995, p.58), “o vitalismo exprimia a necessidade de considerar as características próprias do ser vivo, sua irreducibilidade ao mecanicismo”. Numa reflexão sobre uma dicotomia existente na concepção vitalista no contexto da Teoria Celular, o autor afirma que:

[...] o defeito do vitalismo era considerar que o ser vivo, ao mesmo tempo que se inseria no mundo físico, constituía uma exceção a suas leis; e, por outro lado enunciar suas exigências em forma de restrições ou obstáculos, que caberia à teoria celular superar - a vida como totalidade indivisível e como continuidade, enquanto que, ao contrário, é a cada parte, a cada célula que a teoria celular atribui as propriedades do ser vivo (PATY, 1995, p. 58).

Mayr (2008) tenta explicar o fato de ser surpreendente a durabilidade do vitalismo e sua vasta aceitação na biologia, tendo em vista as muitas fragilidades e contradições desta doutrina, ao afirmar que na época não existia nenhuma alternativa à teoria reducionista da vida como máquina e, ainda, que o vitalismo possuía o apoio de várias ideologias dominantes, como a *teleologia*<sup>36</sup>. O autor salienta que na Alemanha, Kant teve uma forte influência sobre o vitalismo, especialmente na escola do *teleomecanicismo*<sup>37</sup>. Schwann, um dos propositores da Teoria Celular, não admitiu a existência da *força vital*.

A respeito do pensamento de Schwann, Teulón (1982) argumenta que quando o biólogo alemão propõe a Teoria Celular, sua posição filosófica é a de um racionalista

<sup>36</sup> Visão de mundo finalista que prevalecia antes de Darwin, baseada na ideia de objetivo, de propósito na natureza (MAYR, 2005).

<sup>37</sup> Tentativa de explicar os processos fisiológicos mecanicamente (MAYR, 2008).

cristão, com pensamento alinhado a Descartes e Leibniz. O autor esclarece que, seguindo Descartes, Schwann acredita que o espírito humano pode descobrir verdades eternas por sua própria atividade autônoma e na linha de Leibniz, acredita que as verdades eternas da razão constituem a essência do espírito divino e, em consequência, Deus não as transgride na criação. Teulón (1982) transcreve um trecho de uma lição que Schwann teria ministrado a seus alunos, anos depois da elaboração da Teoria Celular, do qual destacamos:

[...] A ideia que se expressa na formação de um organismo não está situada nas forças do próprio organismo, mas transcende a natureza, ou seja, está em Deus. Deus criou a matéria com suas forças. Esta, uma vez criada, atua cegamente, de acordo com as leis da necessidade (FLORKIN<sup>38</sup>, apud TEULÓN, 1982, p. 251, tradução nossa).

Da mesma forma que teve ampla e rápida aceitação na biologia, o declínio da concepção vitalista, por volta de 1920, segundo Mayr (1998; 2008), ocorreu de forma veloz devido a, pelo menos, quatro fatores: a não existência de um método para testar a afirmação dogmática de uma *força vital*, o que impedia a busca de um reducionismo constitutivo que esclarecesse as funções básicas dos organismos vivos; a descrença gradual na constituição dos organismos vivos por uma substância diferente da matéria inanimada, o *protoplasma*, tornando-se possível explicar as propriedades da matéria viva em termos de macromoléculas.

Outros dois fatores que contribuíram para a queda do vitalismo, de acordo com os relatos de Ernst Mayr foram: o esclarecimento dos processos fisiológicos a partir de explicações físico-químicas em nível celular e molecular, tornando supérflua qualquer interpretação vitalista e finalmente, o desenvolvimento de novos conceitos biológicos - a genética e o darwinismo - os quais ofereciam explicações pertinentes para fenômenos que os vitalistas buscavam auxílio numa substância ou *força vital*.

Mayr (2008) comenta a respeito da crítica dos fisicalistas sobre o fato de que o vitalismo teria sido simplesmente um impedimento ao desenvolvimento da biologia e

---

<sup>38</sup> FLORKIN, Theodorides Jean. M. Naissance et déviation de la théorie cellulaire dans l'oeuvre de Théodore Schwann. In: **Revue d'histoire des sciences et de leurs applications**, v. 13, n. 4. p. 363-364, 1960.

que também teria transferido os fenômenos da vida para o campo da metafísica. O autor posiciona-se contrário à generalização de tais argumentos, especialmente quando direcionado à Müller, o qual foi capaz de articular os aspectos da vida que os fisicalistas não conseguiram elucidar e defende que mesmo as explicações de Müller não tenham sido válidas, elas suscitaram problemas a serem resolvidos e, portanto, Mayr (2008, p.36) defende que “o vitalismo foi um movimento necessário para demonstrar a vacuidade do fisicalismo raso na tentativa de explicar a vida”.

Jacob (1983, p. 99) também compartilha da ideia sobre a importância do vitalismo nos primórdios da biologia ao afirmar que “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”.

Antes, porém, da sua derrocada, o vitalismo foi uma concepção recorrente nas ideias dos cientistas. No contexto da Teoria Celular, o médico alemão Rudolf Virchow (1821-1902), após defender o mecanicismo nos seus escritos iniciais e rejeitar o conceito de *força vital*, converte o seu mecanicismo num *neovitalismo* ao iniciar sua clássica obra “Patologia Celular”.

## 2.4 A EMERGÊNCIA DO ORGANICISMO

Para compreendermos de que forma a unidade estrutural dos seres vivos passou a ser a célula, e, conseqüentemente, a Teoria Celular foi sendo consolidada, bem como pontuarmos o que se considerava a respeito da composição dos seres vivos antes desta teoria, apresentamos alguns esclarecimentos sobre a organização dos seres vivos.

No pano de fundo da rivalidade entre as correntes filosóficas vitalista e mecanicista, emerge, no século XVIII, a ideia de organização, assim delineada por Jacob (1983):

Na segunda metade do século XVIII e na passagem para o século seguinte, pouco a pouco se transforma a própria natureza do conhecimento empírico. A

análise e a comparação tendem a se exercer não mais somente sobre os elementos que compõem os objetos, mas sobre as relações internas que se estabelecem entre estes elementos. Progressivamente, é no interior dos corpos que reside a possibilidade de sua existência. É a interação das partes que dá significado ao todo. [...]. O que rege a forma, as propriedades e o comportamento de um ser vivo é sua organização. É pela organização que os seres se distinguem das coisas [...] (JACOB, 1983, p. 81).

Mayr (2008) relata que desde o declínio do vitalismo, até os dias atuais, o organicismo corresponde à corrente filosófica dominante, segundo a qual as características únicas dos organismos vivos não se devem à sua composição, e sim à sua organização.

Dada a importância desta concepção filosófica para a compreensão da Teoria Celular, consideramos essencial tecer algumas considerações sobre como a noção de uma composição elementar dos seres vivos se relaciona com ideia de organização.

Jacob (1983) destaca que em meados do século XVIII, já se encontram referências a *seres organizados* ou *corpos organizados* e a partir da segunda metade deste século a ideia de uma composição dos seres vivos em unidades elementares mostra-se com frequência nas publicações, apesar de, naquele momento, representar uma exigência não da anatomia, mas da lógica. O autor acrescenta que a redução dos organismos a um conjunto de unidades foi resultante da *teoria corpuscular da matéria*, de forma que estas unidades elementares que compunham os seres organizados, chamadas de *partículas vivas* ou *moléculas orgânicas* teriam o mesmo papel dos átomos em relação às coisas, porém seriam partículas especiais, específicas dos seres vivos, de forma que na geração dos seres organizados, o que é reproduzido à semelhança dos pais é a articulação e disposição destas unidades, ou seja, sua organização. Isto seria uma “solução” para o problema da geração dos seres vivos em contraposição à pré-formação, apesar de ainda não possuir, no século XVIII, aparato conceitual nem técnico para investigar a “ordem oculta” que seria responsável pela geração.

Claramente percebe-se a influência do fisicalismo nestas proposições, pois tais unidades elementares, conforme afirma Jacob (1983, p. 89), “visam apenas a adaptar a interpretação mecanicista do mundo vivo à interpretação newtoniana do universo”, de

forma que a reprodução seria apenas o mecanismo que permite o agrupamento das unidades.

Durante a segunda metade do século XVIII, Jacob (1983) esclarece que frente à diversidade das estruturas e dos processos observados nos seres organizados, surge a necessidade de busca por uma unidade de composição e funcionamento dos corpos vivos, onde, aos poucos, o funcionamento de órgãos independentes, não mais interessava, mas suas inter-relações, pois um ser vivo seria “um todo em que as partes dependem umas das outras, sendo que cada uma desempenha uma função específica no interesse geral” (JACOB, 1983, p. 90). Dessa forma, a organização muda o seu papel nos seres vivos, passando a fornecer, ao final deste século, um “fundamento oculto”, uma “arquitetura secreta atrás do visível das formas” à totalidade do ser e de seu funcionamento.

Jacob (1983) comenta que o estabelecimento do conceito de organização numa posição central do conjunto dos organismos vivos conduziu a, pelo menos, três consequências: a totalidade do ser vivo, a partir de então concebido como um conjunto integrado de funções e, portanto, de órgãos; o estabelecimento de diferentes relações entre as funções realizadas pelos seres vivos e as condições do meio externo; e uma divisão radical dos seres em seres orgânicos e seres inorgânicos, ocorrendo dessa forma a separação definitiva dos seres e das coisas, inicialmente por meio do recurso à *força vital*, característica do vitalismo e, mais tarde, do reforço dado pela química orgânica.

Capra (1997) faz um paralelo entre o vitalismo e o organicismo, destacando o que aproxima e afasta estas duas correntes filosóficas:

Tanto o vitalismo como o organicismo opõem-se à redução da biologia à física e à química. Ambas as escolas afirmam que, embora as leis da física e da química sejam aplicáveis aos organismos, elas são insuficientes para uma plena compreensão do fenômeno da vida. O comportamento de um organismo vivo como um todo integrado não pode ser entendido somente a partir do estudo de suas partes. Os vitalistas e os biólogos organicistas diferem nitidamente em suas respostas à pergunta: ‘Em que sentido exatamente o todo é mais que a soma de suas partes?’ Os vitalistas afirmam que alguma entidade, força ou campo não-físico deve ser acrescentada às leis da física e da química para se entender a vida. Os biólogos organicistas afirmam que o ingrediente adicional é o entendimento da ‘organização’, ou das ‘relações organizadoras’ (CAPRA, 1997, p. 37).



Com a mudança de foco nos estudos dos seres vivos, onde se passa de uma classificação simples de animais e vegetais (que considerava apenas da análise dos caracteres isoladamente), para o estudo do ser vivo (cuja organização faria emergir propriedades singulares) surge, de forma independente, uma nova ciência, denominada *biologia* por três cientistas: Jean-Baptiste de Lamarck (1744-1829), Gottfried Reinhold Treviranus (1776-1837) e Lorenz Oken (1779-1851). A biologia, durante o século XIX, desenvolveu sua linguagem, conceitos e métodos próprios, muito distantes das ideias fisicalistas, que não se aplicavam aos fenômenos biológicos, o que levou alguns autores, como Mayr (2005) a defendê-la como ciência autônoma.

Segundo Jacob (1983), a ideia de organização, de totalidade, requer uma finalidade, uma vez que não é possível dissociar a estrutura de sua significação. Partindo desta premissa, Jacob (1983, p. 96) afirma que “a finalidade do ser vivo tem assim sua origem na própria ideia do organismo, porque as partes devem se produzir reciprocamente, porque devem se ligar entre si para formar o todo”.

É possível compreender, portanto, que no início do século XIX, de acordo com Jacob (1983, p. 109), “o que é objeto de análise não é mais um agrupamento qualquer de estruturas entre uma infinidade de combinações, mas um sistema de relações que se articulam na profundidade do organismo”.

Jacob (1983) comenta que, no século XIX, a análise da organização dos seres vivos passa a avançar para o nível da microestrutura, o qual mantém a totalidade do ser, na medida em que as células não estão simplesmente reunidas conservando sua própria individualidade, mas estas unidades elementares juntam-se em uma individualidade de ordem superior, o organismo.

Aqui temos um ponto chave para elucidarmos a importância da Teoria Celular e o que possibilitou sua proposição, pois somente com a ideia da “individualidade do todo”, ou seja, quando se reconhece este tipo de relação entre as unidades elementares do ser vivo e sua totalidade integrada, os *alvéolos*, *utrículos*, *bexigas*, *células*<sup>39</sup>, observados ao microscópio a partir do século XVII passaram a ter significado.

---

<sup>39</sup> Estes termos referem-se a diferentes denominações dadas por diversos pesquisadores do passado durante as primeiras observações das estruturas que atualmente conhecemos como *células*, conforme apresentamos na reconstrução histórica da elaboração desta teoria.

Como veremos adiante, os estudos sobre a composição dos seres vivos está atrelado ao estudo sobre reprodução. Jacob (1983) sintetiza a relevância da Teoria Celular dentro deste novo contexto científico:

A importância da teoria celular reside no fato de que ela dá uma solução comum a dois problemas aparentemente distintos: decompondo os seres em células, cada uma delas dotadas de todas as propriedades do ser vivo, dá à sua reprodução ao mesmo tempo um significado e um mecanismo (JACOB, 1983, p. 123).

Mayr destaca que a concepção organicista, que engloba a ideia de organização, procura explicar os processos vitais com a incorporação de princípios aplicáveis do mecanicismo e do vitalismo, concepções estas que influenciaram a Teoria Celular em diferentes momentos, num movimento alternado. Sobre os “acertos” destas últimas concepções, Mayr (2008) afirma que:

Os fisicalistas acertaram ao insistir em que não há um componente metafísico da vida e que, no nível molecular, ela pode ser explicada de acordo com os princípios da física e da química. Ao mesmo tempo, os vitalistas estavam certos ao afirmar que, ainda assim, os organismos não são a mesma coisa que a matéria inerte, mas possuem diversas características autônomas, em particular, seu programa genético historicamente adquirido, algo que não se conhece na matéria inanimada. Os organismos são sistemas multiordenados, bem diferentes de qualquer coisa encontrada no mundo inanimado (MAYR, 2008, p. 21).

Dessa forma, apesar de serem correntes filosóficas rivais, a queda do vitalismo, no início do século XX, não proporcionou o triunfo do mecanicismo, mas permitiu a consolidação de uma concepção filosófica sobre o fenômeno da vida iniciada no século XVII: o organicismo, o qual, segundo Mayr (2008, p. 38), significava um novo paradigma onde os processos no nível molecular poderiam ser explicados completamente por mecanismos físico-químicos, porém em níveis de integração mais altos tais mecanismos seriam desprezíveis, pois “são substituídos pelas características emergentes dos sistemas organizados”.

### 2.4.1 Existe reducionismo na Teoria Celular?

Martinez (2011) comenta que nas discussões em história da ciência e filosofia da ciência é possível discernir vários entendimentos sobre o significado do reducionismo. Mayr (2005) também partilha desta ideia ao destacar a diversidade do uso deste termo na literatura e o esforço de autores de diferentes áreas para a classificação dos tipos de redução.

No contexto das concepções filosóficas que permeiam o processo de construção da Teoria Celular, trataremos da *redução estrita/explicativa* (MAYR, 2005), defendida pelos reducionistas da área biológica, os quais alegam que as propriedades emergentes nos sistemas organizados não existem, ou seja, o todo não é mais que a soma de suas partes.

Ernst Mayr faz uma distinção entre o processo de *redução* e *análise*, enfatizando que a rejeição à filosofia do reducionismo para os processos biológicos não exclui a *análise*, pois esta é necessária para a compreensão dos *sistemas complexos*<sup>40</sup>. Mayr (2005, p. 84) exemplifica que “a teoria celular de Schwann e Schleiden obteve sucesso porque mostrava que plantas e animais são constituídos dos mesmos elementos básicos: células”.

Capra (1997), no entanto, parece não fazer distinção entre análise e redução, contrapondo-se à perspectiva de análise dos sistemas biológicos, defendendo o pensamento contextual, oposto ao pensamento analítico, de forma que, para o autor:

[...] os sistemas não podem ser entendidos pela análise. As propriedades das partes não são propriedades intrínsecas, mas só podem ser entendidas dentro do contexto do todo mais amplo. Desse modo, a relação entre as partes e o todo foi revertida. Na abordagem sistêmica, as propriedades das partes podem ser entendidas apenas a partir da organização do todo. Em consequência disso, o pensamento sistêmico concentra-se não em blocos de construção básicos, mas em princípios de organização básicos. [...]. A análise significa isolar alguma coisa a fim de entendê-la; o pensamento sistêmico significa colocá-la no contexto de um todo mais amplo (CAPRA, 1997, p. 40).

---

<sup>40</sup> Sistemas biológicos dotados de qualidades como reprodução, regulação, adaptação, crescimento e organização hierárquica, o que os diferencia dos sistemas inanimados (MAYR, 2005).

Sobre a posição dos biólogos a respeito do reducionismo, Mayr (2005) afirma que até a queda do vitalismo, os biólogos não vitalistas defendiam o reducionismo estrito. De acordo com Capra (1997, p. 76), os defensores desta concepção afirmam que “todos os organismos vivos são, em última análise, constituídos dos mesmos átomos e moléculas que são os componentes da matéria inorgânica, e que as leis da biologia podem, portanto, ser reduzidas às da física e da química”. Posteriormente, Mayr (2005), afirma que esta crença ficou restrita aos fisicalistas, enquanto grande parte dos biólogos adotava o *organicismo holista*<sup>41</sup>, recusando o reducionismo físico-químico.

Capra (1997) comenta que, mesmo sendo verdade o fato de que todos os organismos vivos sejam, em última análise, feitos de átomos e de moléculas, há alguma coisa a mais na vida, não-material e irreduzível - um padrão de organização.

Mayr (2005) propõe alguns argumentos que sustentam uma abordagem diferente para a análise biológica, não pautada no reducionismo, dentre eles: a compreensão de que todos os sistemas biológicos são sistemas ordenados (de forma que suas propriedades são decorrentes dessa organização, não simplesmente das propriedades físico-químicas dos seus componentes) e a frequente ocorrência das *propriedades emergentes*<sup>42</sup> em *sistemas complexos* que não podem ser explicadas pelos componentes desses sistemas.

Logo, contextualizando para a célula, a emergência de propriedades, tais como funções desempenhadas pelas organelas celulares ou a permeabilidade seletiva da membrana plasmática, aponta que em níveis inferiores de organização molecular da célula, estas propriedades são inexistentes. Historicamente, quando reconstruímos a produção de conhecimento biológico a partir dos estudos anatômicos dos gregos antigos, passando pelos estudos fisiológicos de William Harvey, pelos estudos histológicos de Bichat até chegarmos aos estudos citológicos, pode-se constatar outro tipo de reducionismo: o biológico, do organismo à célula.

---

<sup>41</sup> Abordagem que inclui o estudo das interações de níveis superiores em um sistema complexo, incompatível com as tentativas de reduzir a biologia à física e química (MAYR, 2005).

<sup>42</sup> Segundo Capra (1997), no começo da década de 1920, o filósofo C. D. Broad cunhou o termo *propriedades emergentes* para as propriedades que emergem num determinado nível, mas não existem em níveis inferiores.

## 2.5 A INFLUÊNCIA DA *NATURPHILOSOPHIE* ALEMÃ NOS ESTUDOS SOBRE A CÉLULA

Além da influência da constante oposição entre vitalismo e mecanicismo e o estabelecimento do organicismo, outra corrente filosófica influenciou os primeiros estudos sobre a célula no século XIX: a *Naturphilosophie*<sup>43</sup>. Para Mayr (2008), esta vertente da filosofia alemã, proposta por Schelling e seus seguidores no começo do século XIX, era um tipo de vitalismo metafísico. No entanto, defende que as filosofias práticas de biólogos como Müller, conforme vimos, eram mais antifisicalistas do que metafísicas.

De acordo com De Souza (2010) pode-se afirmar que o romantismo alemão ultrapassou os limites de um simples movimento artístico, uma vez que seus representantes podem ser identificados não somente no campo da literatura e das artes, mas também no domínio da filosofia, da religião e da ciência (*Naturphilosophie*), sendo que é sobre este último campo que deteremos nossa atenção no que concerne à Teoria Celular. Segundo Capra (1997), o movimento romântico foi a primeira forte oposição ao mecanicismo no final do século XVIII e no século XIX, época em que a preocupação básica dos biólogos era o problema da forma biológica.

Sobre a investigação da natureza, por exemplo, uma das divergências entre o mecanicismo e a *Naturphilosophie*, conforme relatado por Braga, Guerra e Reis (2006a) é que, segundo esta concepção, os filósofos naturalistas deveriam investigar a natureza como um todo organizado, ao contrário dos mecanicistas, os quais a separavam em partes para compreendê-la. Outra diferença refere-se ao fato de que os mecanicistas acreditavam que a matéria era algo inerte, enquanto para os adeptos da *Naturphilosophie*, a matéria possuía atividade própria, ideia influenciada pelo vitalismo.

Braga, Guerra e Reis (2006b), fazem uma contextualização a respeito da influência desta corrente de pensamento na elaboração da Teoria Celular:

---

<sup>43</sup> Movimento filosófico que pretendia se opor à razão mecanicista defendida pelo iluminismo. Friedrich Schelling (1775-1854) foi um dos maiores representantes dessa corrente, que recebeu influência do idealismo e do romantismo alemão.

Tanto o mecanicismo materialista quanto a *Naturphilosophie* tinham adeptos em vários países. A comunidade científica francesa, herdeira de Descartes, era sobretudo mecanicista e materialista, enquanto a germânica, herdeira de Leibniz, tendia a se alinhar com a *Naturphilosophie*. [...]. Apesar de trabalharem de forma independente, Schleiden[...] e Schwann [...], tiveram formação similar no contexto germânico. Quando olharam ao microscópio, perceberam que as células não eram apenas um elemento estrutural dos tecidos, mas continha em seu interior uma atividade própria, possivelmente o princípio da vida preconizada pela *Naturphilosophie* (BRAGA; GUERRA; REIS, 2006b, p. 145).

Corroborando estas ideias, encontramos em Canguilhem (2012) uma clara descrição da influência da *Naturphilosophie* nos estudos de alguns pesquisadores reconhecidamente envolvidos no processo de construção da Teoria Celular:

[...] Oken pertence à Escola romântica dos filósofos da natureza fundada por Schelling. As especulações desta escola exerceram tanta influência sobre os médicos e biólogos alemães da primeira metade do século XIX quanto sobre os homens de letras. Entre Oken e os primeiros biólogos conscientes de encontrar nos fatos de observação os primeiros assentamentos da teoria celular, a filiação se estabelece sem descontinuidade; Schleiden, que formulou a teoria celular, no que concerne aos vegetais, professou na Universidade de Léna, por onde pairava a lembrança viva do ensino de Oken. Schwann, que generalizou a teoria celular estendendo-a a todos os seres vivos (1839-1842), viveu na sociedade de Schleiden e de Johannes Müller, a quem teve como mestre. Ora, Johannes Müller pertenceu, em sua juventude, à escola dos filósofos da natureza (CANGUILHEM, 2012, p. 57).

No entanto, embora influenciado inicialmente pelo contexto da *Naturphilosophie*, Mayr (1998) comenta que Schleiden fazia parte da geração de biólogos alemães que contestaram os princípios desta corrente filosófica e utilizava explicações reducionistas físico-químicas, próprias do mecanicismo. Segundo Ferreira (2013), Schwann também realizou suas pesquisas seguindo o pensamento mecanicista. Para o autor, esta geração de cientistas alemães marca a passagem da pesquisa especulativa (*Naturphilosophie*) à mensuração e experimentação características da segunda metade do século XIX (*Naturwissenschaft*).

Para Mayr (2008), tanto Schwann quanto Schleiden possuíam uma visão de mundo teleológica. Schwann era católico devoto e Schleiden, que dirigiu fortes críticas à *Naturphilosophie*, baseou sua teoria da ciência em Kant, apesar de intitular-se empírico e indutivo.

Não se pode negar, entretanto, que as ideias defendidas pela *Naturphilosophie* contribuíram para o desenvolvimento da ciência. Braga, Guerra e Reis (2006a),

destacam a ampla influência desta corrente filosófica no contexto científico do século XIX:

Apesar de não haver consenso sobre o valor científico da *Naturphilosophie*, não se pode negar que os movimentos de crítica ao mecanicismo [...] trouxeram novas questões à ciência, contribuições que deixaram suas marcas. Estudá-los é fundamental para compreender muitas teorias científicas então desenvolvidas. Certamente, sem a crítica à filosofia mecanicista, a ciência do século XIX seria outra, teria uma história diferente (BRAGA; GUERRA; REIS, 2006a, p. 61).

Dessa forma, fica clara a influência de ideologias na elaboração e aceitação de teorias pelos cientistas e, especificamente no caso da Teoria Celular, não se pode desconsiderar o contexto filosófico, histórico, social e cultural quando se pretende investigar as concepções sobre a natureza da ciência veiculadas por textos que se propõe a tratar de tal assunto, como no caso dos textos dos livros didáticos.

Quando se tenta identificar a influência das concepções descritas anteriormente nos episódios históricos envolvidos na construção da Teoria Celular, constata-se que, na maioria das vezes, tais concepções aparecem de forma velada, pois as ideias divulgadas pelos cientistas não revelam explicitamente o contexto filosófico em que o conhecimento foi produzido, conforme poderá ser observado na história que esta teoria tem para nos mostrar.

## 2.6 SÍNTESE DOS EPISÓDIOS HISTÓRICOS ENVOLVIDOS NA PROPOSIÇÃO DA TEORIA CELULAR

Conforme já sinalizado anteriormente, dado todo o processo histórico não linear de elaboração da Teoria Celular, torna-se inviável para este trabalho sua total reconstrução histórica, uma vez que a pesquisa historiográfica desvia-se do escopo deste trabalho, constituindo-se um objeto de pesquisa que atende a objetivos diferentes dos que são pretendidos nesta dissertação.

Dessa forma, o estudo histórico da Teoria Celular apresentado neste trabalho foi baseado em fontes secundárias com apoio de publicações originais para corroborar algumas ideias, uma vez que o foco principal da pesquisa é a investigação de interfaces possíveis entre história e filosofia da ciência e a educação em ciências e não a pesquisa historiográfica.

Apresentamos uma breve exposição dos episódios históricos envolvidos na proposição da Teoria Celular considerados relevantes para subsidiar a pesquisa, tendo em vista um dos nossos objetivos, a investigação das concepções sobre a natureza da ciência em textos de livros didáticos. Portanto, levamos em conta, aspectos relativos ao processo coletivo e histórico de construção do conhecimento, ao contexto da época, ao caráter provisório e dinâmico da ciência, às controvérsias, aos métodos utilizados pelos cientistas e aos estudos decorrentes da teoria.

Inicialmente, é importante ressaltar que a análise do percurso histórico da construção da Teoria Celular nos mostra que, por muito tempo, as estruturas visíveis ao microscópio óptico não conduziram à noção da célula como unidade morfofuncional da vida, conforme nossa compreensão atual. Desde a primeira observação da célula atribuída a Robert Hooke (1635-1703) em 1663 até a publicação da Teoria Celular por Schwann em 1839 passaram-se 174 anos, o que nos leva a caracterizá-la como um evento científico evolucionário, dadas as lentas modificações ocorridas na percepção da célula.

Mas o que ocorreu nesses quase dois séculos entre a primeira observação da célula e a proposição da Teoria Celular? A história da construção da Teoria Celular mostra que não basta ver células sob as lentes do microscópio para transformá-la em objeto de análise e compreendê-la. De acordo com Jacob (1983, p. 22) “para que um objeto seja acessível à análise, não basta aperceber-se dele. É preciso também que uma teoria esteja pronta para acolhê-lo”.

Jacob (1983) destaca que a transformação pela qual passou o estudo dos seres vivos ao longo do tempo teve pouca relação com o surgimento de instrumentos que aumentavam o poder de resolução dos sentidos, mas foi consequência de uma mudança de enfoque, que “ilumina algum aspecto de um objeto, alguma relação até então invisível”. (JACOB, 1983, p. 21).



Mayr (2008), ao contrário, numa concepção estritamente internalista da ciência, atribui o avanço nos estudos da biologia celular, sua popularização, ao aperfeiçoamento dos microscópios, iluminação de objetos, imersão em óleo, técnicas para fixação de tecidos e uso de corantes biológicos. Segundo o autor, “a inadequação dos primeiros instrumentos muitas vezes levou a observações errôneas, e esta foi uma das razões para as controvérsias iniciais da citologia”. (MAYR, 2008, p. 122). Jacob (1983) parece conferir aos instrumentos um papel auxiliar, e não determinante da atividade científica ao afirmar que “o aperfeiçoamento do microscópio, associado a técnicas de dissociação de tecidos e de coloração, contribuíram para a revelação da célula com seus componentes” (JACOB, 1983, p. 123).

Uma análise externalista pode ser encontrada nas reflexões de Messias Júnior (2006, p. 59), ao atribuir a não elaboração de uma Teoria Celular já no século XVII, a “limitações de ordem histórica e social”. Para o autor, Schwann parece ter evitado a armadilha das analogias sociais sobre as relações célula-organismo com as de indivíduo-sociedade.

Braga, Guerra e Reis (2006b) parecem sugerir um equilíbrio entre a influência internalista e externalista na construção da Teoria Celular ao defenderem que esta teoria foi resultado da confluência de dois fatores ocorridos em alguns estados futuramente pertencentes à Alemanha a partir de sua unificação, em 1871. Os autores explicam que “o primeiro, de ordem técnica, estava ligado ao aperfeiçoamento da fabricação de lentes. O segundo relacionava-se à corrente filosófica denominada *Naturphilosophie*, que influenciou fortemente a formação dos cientistas naqueles estados” (BRAGA; GUERRA; REIS, 2006b, p. 144).

Além das questões relacionadas ao uso da microscopia na investigação da célula, deve-se considerar que a discussão entre o pensamento mecanicista e vitalista para as explicações científicas sobre a vida, permeada pela influência da *Naturphilosophie* alemã, parece ter contribuído para a lacuna temporal entre a primeira visão da célula atribuída a Robert Hooke e a proposição da Teoria Celular.

No decorrer desta síntese histórica, tornar-se-á evidente que desde as primeiras observações da célula ao microscópio, diversas interpretações foram feitas sobre esta estrutura, influenciadas tanto pelo contexto de cada época, quanto pelo

conhecimento disponível, porém, independentemente do que a célula significava para os pesquisadores, a Teoria Celular colaborou para o estabelecimento mais consistente da unidade do mundo orgânico, busca que gerou muitas controvérsias científicas.

Mayr (1998) afirma que as descrições de objetos microscópicos feitas por grandes microscopistas como Nehemiah Grew (1628-1711), Marcelo Malpighi (1628-1694) e Antonie van Leeuwenhoek (1632-1723) nos 150 anos após a primeira observação da célula por Hooke em 1663, ocorreram mais por entretenimento do que por ciência propriamente dita. Mayr (1998) acrescenta que pouca novidade foi descrita de 1740 a 1820 e, as referências ocasionais feitas às células neste período evidenciavam mais as fibras e demais estruturas longitudinais do que as próprias células. Interessante destacar que, mesmo considerando os instrumentos como determinantes da atividade científica, Mayr (1998) esclarece, por exemplo, que as investigações de Robert Brown<sup>44</sup>, Schleiden e Schwann foram feitas com microscópios caseiros.

Isto não significa, em nosso entendimento, que houve uma estagnação na produção científica neste período, ao contrário, existiam outros focos de pesquisa, tais como os estudos anatômicos, fisiológicos, histológicos, embriológicos, sobre a geração/reprodução dos organismos e ainda a busca pela unidade estrutural básica dos seres vivos.

Prestes (1997) aponta que Robert Hooke, membro ativo da Royal Society<sup>45</sup>, foi o primeiro a observar uma estrutura que ele denominou de célula, porém não se pode concluir que ele, assim como outros microscopistas da época, viam células sob as lentes dos microscópios tal como a conhecemos hoje, uma vez que as estruturas representadas em seus desenhos eram designadas pelos mais diferentes termos: *poros microscópicos, utrículos, sáculos, bolhas, bexigas ou células*.

No final do século XVII, por exemplo, Baker (1948) e Teulón (1982) comentam que, sob o domínio universal da *fibra*, Malpighi tinha notado a existência de *utrículi siu sacculi* na estrutura vegetal e que Grew, usou indiscriminadamente os termos *bexiga*,

---

<sup>44</sup> Robert Brown (1773-1858), botânico e físico escocês, realizou os primeiros estudos sobre o núcleo das células vegetais.

<sup>45</sup> Instituição destinada à promoção do conhecimento científico. Foi fundada em 28 de novembro de 1660, em Londres.

*poros* e, tomando emprestado o termo de Hooke, *células*, este último, evidentemente, não possuía o significado atual.

Vale ressaltar que, de acordo com Prestes (1997) e Martins (2011), não havia interesse biológico nas observações de Hooke, mas suas contribuições foram importantíssimas para o desenvolvimento da microscopia. Na sua obra “Micrografia ou algumas descrições fisiológicas de pequenos corpos, feitas com lentes de aumento, com observações e investigações sobre os mesmos”<sup>46</sup> (1665), Hooke publicou um total de 60 desenhos de materiais variados observados sob as lentes de um microscópio óptico construído por ele, seguidos de descrições minuciosas, tais como fios de seda, areia, lâmina de uma navalha, vidro, carvão, plantas, insetos, penas de aves, fósseis.

Sobre sua mais famosa observação, a fina fatia de cortiça, que nos faz inclui-lo no recorte da Teoria Celular, Hooke descreve que:

[...] a julgar pela leveza e flexibilidade da cortiça, que certamente a textura não poderia ser mais curiosa, [...] se eu usasse algumas outras aplicações adicionais, eu poderia discerni-la com um microscópio [...], e incidindo uma luz sob uma lente espessa plano-convexa, pude perceber claramente que ela era toda perfurada e porosa como um favo de mel, mas os poros não eram regulares, contudo não se diferenciavam de um favo de mel nesses detalhes (HOOKE, 1665, p. 112-113, tradução nossa).

Prestes (1997) esclarece a relação de Hooke com a célula, afirmando que se deve a Hooke apenas o pioneirismo da observação e a criação do termo. A palavra *célula* vem do latim *cellula*, que significa cubículo ou cela e corresponderia à comparação feita por Hooke entre as pequenas cavidades visualizadas por ele e as celas ocupadas por monges em mosteiros. Com o conhecimento atual, esta analogia não faz sentido, uma vez que células não são simples cavidades, mas um conjunto de estruturas e substâncias diversas. Isto significa que o termo é impróprio para caracterizá-la, mas se manteve em uso.

Seguindo os padrões científicos da época, Hooke demonstra claramente sua concepção empirista no prefácio de *Micrographia*, ao escrever:

---

<sup>46</sup> Título original: “Micrographia, or some physiological descriptions of minute bodies made by magnifying glasses with observations and inquiries thereupon”.

A verdade é que, até o presente, as Ciências da natureza têm sido sobretudo fruto da atividade do cérebro e da fantasia: já é hora de voltar à simplicidade e à segurança das observações referidas a objetos e materiais diretamente acessíveis à experiência (HOOKE, 1665, tradução nossa).

Considerando os aspectos internos da ciência no que se refere ao embate à observação neutra dos objetos científicos, as discussões epistemológicas colocadas em oposição ao método empírico-indutivo na ciência feitas por Popper, Lakatos, Kuhn, Feyerabend, dentre outros, pressupõem que as observações são orientadas pelas teorias e até mesmo pelas expectativas do observador. Assim, como pioneiro na observação da célula e sem expectativa de analisar “biologicamente” a cortiça, era natural que Hooke tivesse uma interpretação muito diferente da concepção atual de célula.

De qualquer forma, fica evidente o caráter empírico-indutivo das investigações de Hooke, fato recorrente na pesquisa dos cientistas associados direta ou indiretamente à Teoria Celular, uma vez que as contribuições à esta teoria estão estreitamente relacionadas com generalizações a partir de observações ao microscópio, ainda que tivesse como pano de fundo a questão sobre a existência de uma unidade funcional para a matéria viva.

Treviranus, por exemplo, generaliza suas observações apresentando o seguinte relato: “O primeiro princípio de toda a organização do ser vivo é uma agregação de pequenas bexigas que não têm nenhuma conexão com a outra. Destas surgem todos os corpos vivos, assim como todas elas são dissolvidas neles novamente” (TREVIRANUS<sup>47</sup> apud BAKER, 1952, p. 161, tradução nossa).

Durante o século XVIII a unidade estrutural dos seres vivos era a *fibra*, um único tipo de fibra compunha todos os órgãos (TEULÓN, 1982; JACOB, 1983). De acordo com Teulón (1982), no século anterior, René Descartes (1596-1650) e Malpighi já defendiam a *fibra* como elemento último estrutural dos tecidos corporais. Mas a posição da *fibra* como o elemento estrutural morfológico do corpo não era suficiente, pois de acordo com Teulón (1982):

---

<sup>47</sup> TREVIRANUS, G. R., 1805. *Biologie, oder Philosophie der lebenden Naturfur Naturforscher und Aerzte*. v. 3. Gottingen (Rower).

Era preciso intelectualizá-la vitalmente. Será Glisson<sup>48</sup>, que mescla o conhecimento de seu significado como um elemento vital. A fibra, diz ele, é o portador da vida e elemento genuíno, não apenas formal, mas também funcional do corpo vivo. A partir dela, a maior parte dos biólogos vem a pensar que a atividade vital dos órgãos e o conjunto destes, têm seu princípio e causa nas partes sólidas do organismo vivo, em definitivo, em suas fibras, que se encontrariam animadas, em si mesmas, por uma força específica. Aconteceu, portanto, a interpretação biológica da fibra para a fisicalização da vida, da qual aquela é expressão (TEULÓN, 1982 p. 243-244, tradução nossa).

De certo modo, segundo Teulón (1982) o *paradigma da fibra* no século XVIII culminou com a obra de Haller<sup>49</sup>, onde se alcança um novo momento no problema dos fenômenos vitais, por meio da designação de *força vital*, tão influente no pensamento dos médicos e biólogos. Prestes (1998) relata que diversas investigações foram feitas ao longo deste século e a anatomia animal e vegetal foi estabelecendo-se em nível dos *tecidos*. Durante todo o século XVIII, não houve consenso entre os cientistas sobre a constituição celular dos vegetais e, somente em 1805 que Treviranus conseguiu isolar as células de um tecido vegetal.

Segundo Ronan (1987), o pioneiro neste campo de investigação foi Bichat, o qual, à época de sua morte, havia identificado 21 tipos de tecidos nos órgãos - mucosa, tecidos fibrosos - descrevendo sua distribuição. De acordo com Jacob (1983, p. 120), surge com Bichat, um dos representantes do vitalismo, “um nível suplementar de organização, um intermediário entre o órgão e a molécula”, o componente elementar dos corpos vivos: o tecido, considerado a matéria-prima destinada à execução de uma função específica, onde a articulação das moléculas formaria um tecido, dando aos seres vivos suas qualidades próprias. Essa definição atende aos padrões da biologia do começo do século XIX, uma vez que a continuidade do tecido corresponde de certa forma à totalidade do ser vivo.

No entanto, segundo Teulón (1982) no final do século XVIII, alguns biólogos começam a questionar se os tecidos enunciados por Bichat, bem como a fibra seriam a unidade morfológica dos organismos vivos. Estes questionamentos, de acordo com

---

<sup>48</sup> Francis Glisson (1597-1677), formado em Cambridge, anatomista, filósofo e considerado o primeiro iatroquímico inglês, que, motivado pelos estudos do trânsito e movimento intestinal e da contração cardíaca, tematiza o tono muscular, a *passio* fibrilar, o corpo fibroso e avança a existência de uma propriedade vital – a irritabilidade.

<sup>49</sup> O suíço Albrecht von Haller (1708- 1777) foi um influente fisiologista do século XVII. Para ele, o organismo seria composto de elementos básicos, as fibras.

Teulón (1982, p. 243, tradução nossa), abrem caminho, nas primeiras décadas do século XIX, para o estabelecimento do *paradigma globular*, “onde se considera o glóbulo como unidade elementar da vida, portadora em si da força essencial”.

Esta nova forma de ver o que hoje concebemos como célula, teve início ainda no século XVII. Prestes (1997; 1998) comenta que a observação das células animais, muito menores que as vegetais e denominadas *glóbulos* era dificultada pela ausência da parede celular, estrutura presente nos vegetais e visível ao microscópio óptico. Dessa maneira, os glóbulos sanguíneos foram as únicas estruturas microscópicas individuais de natureza animal vistas por mais de um século, a partir da sua primeira observação por Leeuwenhoek, em 1673. Mais que isso, ao longo do tempo, todos os microscopistas viam glóbulos em várias partes isoladas dos animais: no cérebro, nos nervos, nos músculos, na pele.

Segundo Messias Júnior (2010, p. 62), “os globulistas propunham que os tecidos animais continham glóbulos, mas ao que parece, eles nunca afirmaram que esses tecidos eram formados por glóbulos”. O autor esclarece que o problema dos “glóbulos” ilusórios, produzidos pela aberração cromática levou esta corrente histórica a ser vista hoje como um erro de interpretação.

Além da controvérsia sobre qual seria a unidade do mundo orgânico - fibras, tecidos ou glóbulos, havia a controvérsia na interpretação do que seria a célula. Sobre este fato, Teulón (1982) comenta que:

Durante o século XVIII, [...], os biólogos tinham duas interpretações do que seria então chamado de uma célula: ou é uma entidade real ou uma mera lacuna ou cavidade oca. Para Haller, por exemplo, as células seriam espaços cavernosos ou aureolar em uma rede tridimensional de fibras (TEULÓN, 1982, p. 248, tradução nossa).

De qualquer forma, os estudos com as células vegetais e glóbulos animais abrem caminho para uma mudança de contexto na busca pela unidade básica constituinte dos organismos vivos, com o deslocamento das investigações do nível macroscópico dos tecidos para o da microestrutura.

Segundo Teulón (1982) quase todos os biólogos eram adeptos do vitalismo entre 1800 e 1850, período no qual foi proposta a Teoria Celular de Schleiden e

Schwann. Teulon (1982) afirma que, a partir da observação ou da experimentação, os biólogos vitalistas acreditavam que os fatos científicos só adquiririam caráter científico por meio da referência à *força vital*, ideia defendida pelos fibrilaristas tardios e os globulistas destas décadas. Interessante considerar que, conforme vimos anteriormente, Schleiden e Schwann, embora influenciados inicialmente pelo vitalismo, rebelaram-se contra este pensamento, de forma que suas explicações recusavam esta corrente filosófica a favor de uma explicação mecânica dos fenômenos vitais.

A concepção mecanicista foi reforçada, de acordo com Prestes (1997; 1998) pela síntese artificial de substâncias orgânicas no século XIX. Mayr (2008, p.35) esclarece que “a síntese da substância ureia em laboratório no ano de 1828, foi a primeira demonstração da conversão artificial de compostos inorgânicos em uma molécula orgânica. Segundo Prestes (1997; 1998), este feito também contribuiu para um novo campo de pesquisa, baseado na fisiologia e anatomia comparadas e que substituiu a noção de animal-máquina pela concepção de organismo como um todo formado por mais que a soma de suas partes.

Este era o cenário para a Teoria Celular. Observando os episódios anteriores à elaboração desta teoria no ano de 1839, percebe-se que a ideia de uma estrutura básica comum aos seres vivos não foi ineditismo de Schleiden e Schwann. Vários pesquisadores aventuraram-se nesta busca, dentre eles: Bichat (1802), Oken (1805), Henri Dutrochet (1824), podendo ser considerados, segundo Prestes (1997), precursores que se dedicaram ao estudo da célula.

Segundo Prestes (1997), em 1805, Oken publicou um estudo no qual afirma que os organismos são gerados a partir de pequenas células ou bexigas. Porém, pelo fato de seu trabalho não incluir relatos exatos de suas observações e não possuir elaboração teórica, suas ideias não foram aceitas pela comunidade científica. Teulón (1982) afirma que Oken reivindicou para si a autoria da Teoria Celular.

Sobre as pesquisas de Oken, Ronan (1987) comenta que:

Na década de 1830, a Naturphilosophie ganhara grande impulso na Alemanha. Lorenz Oken, que estava preocupado em encontrar uma unidade da qual se pudesse originar a imensa diversidade de criaturas, tomou a célula como resposta embora seus argumentos fossem filosóficos - ele rejeitava o estudo microscópico (RONAN, 1987, p. 18).

Dutrochet foi outro cientista que teve suas ideias rejeitadas pela comunidade científica, segundo Prestes (1997), com a noção de que as células constituem a estrutura básica de formação dos órgãos animais no ano de 1824, reafirmando a semelhança na constituição dos glóbulos animais às células vegetais, treze anos depois. Porém, após a correção das distorções causadas pelas lentes cromáticas, houve uma desconfiança da comunidade científica em relação às ilusões de óptica relacionadas aos glóbulos.

Além deste fato, conforme descreve Prestes (1997), da mesma forma que Oken, Dutrochet não apresentou detalhes na sua argumentação, tal como fez Schwann em 1839 e também não possuía respostas para o grande debate dos seus contemporâneos: Qual seria a origem da vida?

Outro pesquisador que poderia ter seu nome associado à proposição da Teoria Celular foi F. J. F. Meyen (1804-1840), o qual, segundo Mayr (2008) publicou uma monografia com informações precisas sobre as células vegetais.

Em relação ao núcleo da célula, o qual foi transformado por Schleiden e Schwann na maior evidência para a homologia entre as células animais e vegetais (JACOB, 1983; PRESTES, 1997), podemos identificar uma situação que remonta à necessidade de uma teoria que favoreça a interpretação dos objetos observados. Segundo Prestes (1997), dado o seu “tamanho”, o núcleo celular começa a ser observado desde o início do século XVIII, porém na época não havia suspeita da sua importância para a célula e ele nem foi nomeado, mesmo aparecendo nas ilustrações de Leeuwenhoek em 1700 e Trembley<sup>50</sup> em 1744. Essa massa única, mais densa, mais sombria, foi denominada *núcleo* por Robert Brown somente em 1833, ao estudar células de orquídeas. Nas palavras de Brown (apud BAKER, 1949):

[...] em cada célula da epiderme de grande parte dessa família [Orquidaceae], especialmente daquelas com folhas membranosas, é observada uma auréola única, geralmente mais opaca que a membrana da célula [...] Esta auréola, ou núcleo da célula como talvez deva ser chamada, não é confinada na epiderme, sendo também encontrada [...] em muitos casos, no parênquima ou células internas do tecido. Posso observar aqui que estou diante de um caso de

---

<sup>50</sup> Abraham Trembley (1710-1784) foi um naturalista suíço, um dos primeiros a desenvolver experimentos na área da zoologia.



aparente exceção ao núcleo solitário em cada utrículo ou célula (BROWN<sup>51</sup>, apud BAKER, 1949, p.101, tradução nossa).

Mayr (2008) observa que Brown se absteve de especular sobre o significado do núcleo e que esta investigação foi realizada por Schleiden em 1838, conforme veremos na síntese que segue sobre os trabalhos deste botânico e do zoólogo Schwann.

Mayr (1998) relata que Schleiden propôs em 1838 uma teoria denominada *formação livre das células*, onde sugeriu a constituição de um núcleo por cristalização da matéria granular dos componentes celulares, o qual cresceria e formaria uma nova célula em torno de si. Segundo o autor, esta teoria foi alvo de uma controvérsia importante a respeito da ocorrência ou não deste processo e, embora tenha se revelado inapropriada, Schleiden contribuiu para o processo de consolidação da citologia, ao propor uma teoria na tentativa de explicar o problema da origem de novas células.

De acordo com Prestes (1997) e Messias Júnior (2010), a originalidade do trabalho de Schleiden foi investigar o processo de formação da célula, no qual o núcleo seria o responsável. Ele propôs um processo por deposição de camadas em um tecido fino e sem forma, que chamou de blastema, semelhante ao mecanismo físico-químico que ocorre em cristais, conforme descrito anteriormente. Para Schleiden, formava-se primeiro o citoblasto (como chamou o núcleo), depois o citoplasma e por último a membrana e parede celular.

Segundo Prestes (1997), a preocupação teórica de Schleiden era explicar a função do núcleo na célula, logo o botânico ignorou explicações anteriores sobre a multiplicação das células vegetais por divisão, uma vez que ao núcleo não era atribuído um papel importante. A importância dada ao núcleo por Schleiden é facilmente observável no seu livro “Contribuições à Fitogênese”<sup>52</sup>, de 1838, no qual o botânico caracteriza as células em função da sua localização no núcleo. Neste livro, Schleiden afirma que as células são as unidades constitutivas das plantas. A generalização da Teoria Celular para os reinos animal e vegetal foi feita por Schwann.

Mayr (1998) acredita que a ideia da formação estritamente físico-química do núcleo e das células por cristalização obteve aceitação da comunidade científica devido

---

<sup>51</sup> BROWN, Robert, **Trans. Linn. Soc**, 16, 685p. 1833.

<sup>52</sup> Título original: “Contributions to Phytogenesis”.

ao contexto extremamente fisicalista e reducionista da época. Mayr (2008, p. 124) enfatiza o apoio ao pensamento reducionista da época ao reforçar que “a composição celular tanto dos animais quanto das plantas demonstra que as células são os componentes elementares dos organismos”.

Schwann deixou registrado em seu livro “Pesquisas microscópicas sobre a analogia da estrutura e do desenvolvimento entre as plantas e animais”<sup>53</sup>, publicado originalmente em 1839, que suas ideias basearam-se na contribuição de Schleiden sobre processo de formação das células, onde relata ter observado o mesmo fenômeno em tecidos embrionários, como a cartilagem e o tecido nervoso, em fibras musculares e vasos capilares (SCHWANN, 1847; PRESTES, 1997; MAYR, 1998; MESSIAS JÚNIOR, 2010). Neste livro, Schwann (1847, p. 163, tradução nossa) afirma que “o processo de formação das células de plantas foi claramente explicado pela pesquisa de Schleiden e parece ser o mesmo em todas as células vegetais”.

Nesse contexto, tendo como base estudos embriológicos com a célula-ovo, Schwann reduz a concepção do organismo para a célula, localizando na própria célula a base de todas as funções vitais, sendo, portanto, um reducionismo de propriedades e não uma redução físico-química, conforme relatado pelo próprio pesquisador:

[...] se constatamos que algumas dessas partes elementares [...] são capazes de se separar do organismo e que seguem um crescimento independente, podemos então concluir que cada parte elementar, cada célula, possui um poder próprio, uma vida independente, através da qual seria capacitada a desenvolver-se independentemente, desde que as relações com o exterior fossem semelhantes às que encontra no organismo. A célula-ovo dos animais nos fornece o exemplo de tais células independentes, crescendo à parte no organismo (SCHWANN, 1847, p. 192, tradução nossa).

De acordo com Téulon (1982), como consequência, o problema fundamental da resistência do corpo é reduzido ao problema das forças fundamentais de cada uma das células individuais: a força plástica e resistência metabólica. Considerando que as atividades celulares, concentradas nas membranas da célula e do núcleo, teriam duas finalidades diferentes, Schwann afirma que:

---

<sup>53</sup> Título original: “Microscopical researches into the accordance in the structure and growth of animals and plants”.

[...] Estes fenômenos podem ser classificados em dois grupos naturais: em primeiro lugar, os fenômenos relativos à combinação das moléculas para formar a célula e que podem ser chamados de fenômenos plásticos das células; em segundo lugar, os decorrentes das mudanças químicas, que ocorrem tanto nas partículas que compõem a própria célula quanto no citoplasma circundante e que devem ser chamadas de fenômenos metabólicos (SCHWANN, 1846, p. 193, tradução nossa).

De acordo com Prestes (1997), Schwann responde ao debate vitalismo x mecanicismo apontando que a diferença entre o orgânico e o inorgânico é a forma de organização das suas partes, o que demonstra a oscilação do pensamento da época entre as duas concepções sobre a explicação do fenômeno vida.

Jacob (1983, p. 124) explica que Schwann sugere que a “célula é a origem necessária de todo corpo organizado” e Prestes (1997, p. 52) complementa esta ideia, afirmando que, por possuírem formas diversas, “a evidência da similaridade entre as células reside em sua origem e não em sua aparência”.

Diz Schwann:

As partes elementares dos tecidos são formadas por células de modalidade semelhantes, se bem que muito diversificadas; de modo que se pode dizer que existe um princípio universal de desenvolvimento para as partes elementares dos organismos e que este princípio é a formação das células (SCHWANN, 1847, p. 165, tradução nossa).

A Teoria Celular rejeita em parte, segundo Jacob (1983) uma das exigências fundamentais do vitalismo: a totalidade indivisível, a ideia da continuidade, segundo à qual a vida permaneceria inacessível à análise. Jacob esclarece que para Bichat esta continuidade se dava na textura dos tecidos e para Oken, numa fusão de células, denominada *massa infusória*.

Schwann discorda exatamente destas ideias vitalistas de totalidade e continuidade e, ao considerar as causas da nutrição e crescimento dos seres vivos, afirma que “a causa da nutrição e do crescimento, reside não só na totalidade do organismo, mas em suas partes elementares, as células” (SCHWANN, 1847, p. 15).

No entanto, de acordo com Mayr (1998), ideias vitalistas ainda permeavam as afirmações de muitos pesquisadores, como aquelas que se referiam às células como

*organismos elementares*, reduzindo todas as partes dos organismos à célula, o que provocou reações dos fisicalistas.

Mayr (1998) sintetiza a importância da generalização de Schwann para a biologia ao afirmar que:

O fato de tanto os animais como as plantas consistirem no mesmo elemento fundamental, as células, consistiu uma peça adicional de evidência da unidade da vida, e foi celebrado como uma das grandes teorias biológicas, a teoria celular. Isto ajudou a conferir substância à palavra “biologia” (cunhada por Lamarck e Treviranus), que era até então um programa bastante vago (MAYR, 1998, p. 731).

Segundo Prestes (1997), os dois pilares da Teoria Celular de Schwann foram: a constatação funcional do núcleo nas células animais e admissão de que estas células originam-se de maneira semelhante às células vegetais, com algumas diferenças. A autora constata que a contribuição inédita de Schwann em relação ao núcleo foi considerá-lo como a estrutura responsável pelo processo de formação de novas células. Percebe-se, dessa forma, que Schleiden e Schwann tinham em comum a ideia da importância do núcleo para a célula.

Ainda assim, a concepção de célula para Schleiden e Schwann, de acordo com Mayr (1998) era de um elemento principalmente estrutural e somente a partir de 1840, quando se ampliaram os estudos sobre a célula e seus componentes, começaram a ocorrer mudanças no conceito de Teoria Celular e o papel fisiológico da célula foi considerado.

A Teoria Celular de Schleiden e Schwann, que considerava a origem do núcleo a partir do citoplasma ou outras substâncias orgânicas amorfas é, segundo Mayr (2008, p. 124) um “exemplo da influência das ideologias na aceitação de teorias”, uma vez que a mesma ajustava-se tanto ao pensamento epigenético<sup>54</sup> dos embriologistas quanto à teoria da geração espontânea, os quais ainda eram amplamente aceitas naquela época. No entanto, de acordo com Mayr (1998; 2008), Robert Remak<sup>55</sup> (1815-1865) refutou completamente esta teoria no ano de 1855, a partir de uma investigação sobre o

---

<sup>54</sup> Teoria contrária ao preformismo, a epigênese defende que as partes do adulto aparecem como produtos do desenvolvimento embrionário, mas não estão presentes como partes no início do desenvolvimento (MAYR, 2008).

<sup>55</sup> Embriologista, fisiologista e neurologista alemão, aluno de Johannes Müller na Universidade de Berlim.

desenvolvimento embrionário de rãs a partir de 1852, na qual além de mostrar que o ovo da rã é uma célula, todas as novas células eram resultantes da divisão de células preexistentes.

Mayr (1998; 2008) acrescenta que Rudolf Virchow, igualmente contrário à geração espontânea, seguiu as conclusões de Remak e demonstrou também que toda célula se origina por divisão de uma célula preexistente, ao investigar tecidos normais e patológicos do homem e de outros animais. Virchow, em 1855, cunhou a famosa frase *Omnis cellula e cellula*, ou seja, todas as células derivam de células, rejeitando a teoria da geração espontânea tanto para o desenvolvimento das partes individuais como para o organismo como um todo.

Numa reflexão sobre a mudança de pensamento acerca da Teoria Celular de Schleiden e Schwann e a influência direta do método empírico nesta mudança, Mayr (2008) comenta:

Não é fácil estabelecer o que realmente causou a mudança na teoria das células. Supostamente o aperfeiçoamento dos microscópios e das técnicas de microscopia estava envolvido, bem como a escolha de Remak de um material particularmente adequado, o embrião de rã. Por outro lado, a nova teoria estava em aparente oposição à epigênese e à teoria da geração espontânea, ambas ainda dominantes na época. Parece, pelo menos neste caso, que as descobertas empíricas simplesmente varreram qualquer apreensão sobre a aparente violação de ideias amplamente difundidas (MAYR, 2008, p. 124-125).

Mayr (2008) afirma que a princípio, a “nova” Teoria Celular não considerava o papel do núcleo na célula, tal como concebemos atualmente e, ainda que Remak tivesse divulgado suas observações a respeito da divisão do núcleo precedendo a divisão da célula, esta ideia foi rejeitada por outros cientistas, levando a transcorrer cerca de 30 anos até a compreensão do processo de divisão celular e a elaboração do aforismo de Flemming<sup>56</sup>, *Omnis nucleus e nucleus*, ou seja, todos os núcleos derivam do núcleo.

Para Messias Júnior e Silva (2011), a teoria de que todos os seres vivos são compostos por células só ganhou força com o apoio de Virchow. O autor sugere que

---

<sup>56</sup> Walther Flemming (1843-1905) foi um biólogo alemão que investigou o processo de divisão celular e descreveu sistematicamente o comportamento dos cromossomos no núcleo celular durante o processo de divisão no final da década de 1870.

esse apoio só existiu em razão das ideologias políticas do médico, que via na Teoria Celular um exemplo natural da utopia socialista, ao considerar a ideia de um organismo formado por milhares de células individuais, trabalhando em harmonia.

Tais ideias, segundo Messias Júnior (2006, p. 59), foram, portanto, decisivas, “pois o levaram a conceber o organismo como uma república de células, independentes e ao mesmo tempo solidárias, que não precisavam de um cáiser para dizer o que fazer”. Esta concepção também é compartilhada por Capra (1997, p. 36), ao afirmar que “as funções biológicas, em vez de refletirem a organização do organismo como um todo, eram agora concebidas como resultados de interações entre os blocos de construção celulares”.

Capra (1997), ao contrário da maioria dos autores que discorrem sobre a Teoria Celular, considera que o objeto de estudo dos biólogos mudou de organismos para células apenas quando Virchow formulou a Teoria Celular moderna.

Dessa forma, percebe-se claramente o embate de ideologias entre os filósofos naturalistas, os quais consideravam o organismo como um todo e as ideias de Virchow, o qual concebia o organismo como uma associação de células, numa alusão ao socialismo.

Além das discussões ideológicas que permearam o processo de construção da Teoria Celular, deve-se considerar que, como toda nova proposição no campo da ciência, esta teoria não foi acolhida de forma unânime pela comunidade científica. Paty (1995) cita que Auguste Comte<sup>57</sup>, por exemplo, era contrário à Teoria Celular, pois uma vez que não admitia que a sociedade fosse apenas um agregado de indivíduos, não aceitava, da mesma forma, que o organismo fosse somente a soma de suas células.

Conforme vimos, a teoria de que todos os seres vivos são compostos por unidades biológicas microscópicas foi delineada durante muito tempo, com contribuições de diversos cientistas, influências de concepções filosóficas, disputas entre ideologias, controvérsias, rupturas ou continuidades com mudanças.

Esta breve exposição nos permite ter uma ideia dos eventos ocorridos neste período da história da ciência, o qual não deve ser desconsiderado na educação em

---

<sup>57</sup> Filósofo considerado o grande sistematizador da sociologia e fundador do positivismo na primeira metade do século XIX.

biologia e que, portanto, merece um tratamento elaborado e cuidadoso ao ser apresentado, em especial, nos livros didáticos, historicamente recursos tão influentes na formação científica dos alunos.

### 2.6.1 Desdobramentos da Teoria Celular

Um dos estudos decorrentes do processo de construção da Teoria Celular foi sobre a natureza da fertilização. A partir do momento que o aforismo de Virchow, *Omnis cellula e cellula* foi aceito pela comunidade científica, foram possíveis novas investigações sobre o processo de fertilização, o qual já era alvo de especulações por filósofos gregos antes de Cristo.

Mesmo que o processo de divisão celular, especialmente do núcleo, não fosse ainda compreendido naquela época, Mayr (1998) afirma que essa nova interpretação da célula abriu caminho para perguntas do tipo: “Se todas as partes do corpo consistem em células, será isso válido também para as gônadas?” (MAYR, 1998, p. 733). Segundo o autor, estas perguntas seriam consequências da Teoria Celular e o esclarecimento do papel das células na fertilização seria fundamental para o desenvolvimento de uma teoria sobre a hereditariedade.

Dessa forma, depois da consolidação da Teoria Celular, segundo Mayr (1998), era natural que se questionasse se essa teoria se aplicava também aos espermatozoides e óvulos. No ano de 1841, por meio de estudos sobre a espermatogênese, Albert von Kölliker<sup>58</sup> (1817-1905) estabeleceu que os espermatozoides são células, o que só ocorreu no ano de 1952 em relação aos óvulos, com os estudos de Remak, conforme relatado anteriormente.

Pode-se inferir que, uma vez que óvulos e espermatozoides foram identificados como células, um dos caminhos para a compreensão da hereditariedade seria proveniente do estudo da célula e do seu núcleo.

---

<sup>58</sup> Anatomista, biólogo e fisiologista suíço, aluno de Johannes Müller na Universidade de Berlim.

Outra ideia que se desenvolveu em decorrência dos estudos sobre a célula, segundo Prestes (1998), foi a construção do conceito de reprodução, o qual exigiu uma nova abordagem sobre a origem do desenvolvimento dos organismos. Prestes (1997; 1998) esclarece que desde a Antiguidade, o termo *geração* estava relacionado ao aparecimento dos seres vivos a partir dos seus progenitores ou a partir da matéria inanimada, de forma espontânea. Com o desenvolvimento da noção de organismo, em finais do século XVIII, a ideia de geração foi substituída pela ideia de reprodução e os biólogos do século XIX passaram a investigar a reprodução em nível celular.

Segundo Jacob (1983), o estudo sobre a reprodução dos seres vivos foi o campo que sofreu mais modificações pela Teoria Celular, de forma que, gradativamente, com o aperfeiçoamento do microscópio e observações rigorosas o antigo debate sobre a pré-formação e a epigênese chega ao fim. Jacob (1983) afirma que:

Na origem de todo o organismo, há portanto uma unidade extraída da geração precedente. Esta unidade se divide pela segmentação e as células assim formadas se diferenciam para executar funções diferentes, associam-se em tecidos e em órgãos, constituem estruturas de onde emerge a arquitetura do animal ou da planta (JACOB, 1983, p. 132-133).

Também é relevante considerar as mudanças ocorridas no pensamento biológico no século XX, que se refletem na concepção atual sobre a unidade morfofuncional da vida. A respeito deste fato, Di Mare (2002) esclarece que:

Com a formulação da Teoria Celular, a célula passa a ser considerada a unidade da vida, entretanto hoje, com o aperfeiçoamento da microscopia, da química, física e biologia esta unidade está reduzida à escala molecular. As técnicas moleculares, como a tecnologia do DNA recombinante fazem surgir uma nova etapa no conhecimento e pensamento biológico, desde a sua utilização para desvendar os mecanismos pelos quais a hereditariedade se expressa, até, logicamente, às manipulações que podem ocorrer alterando o curso evolutivo natural dos organismos.

Abre-se a discussão sobre os aspectos éticos e lógicos, envolvidos através das técnicas do DNA recombinante, o que se constitui um dos maiores temas da Biologia contemporânea (DI MARE, 2002, p. 135).

A identificação dos vírus, seres acelulares, mas dotados de material genético, no final do século XIX, também nos permite reflexões sobre o alcance da Teoria Celular. No entanto, tais reflexões fogem do escopo deste trabalho, considerando o



recorte adotado para o estudo. De qualquer forma, não se pode desconsiderar a existência desses seres e o potencial impacto que podem causar numa análise mais aprofundada sobre o que é a vida.

Por meio desta análise sucinta da Teoria Celular e, levando-se em conta os objetivos traçados nesta pesquisa, foi possível contemplar a produção coletiva do conhecimento científico, o contexto da época de produção, algumas controvérsias e métodos de pesquisa, bem como a dinamicidade e provisoriedade da ciência, características alinhadas às concepções sobre a natureza da ciência defendidas neste trabalho. A transposição destas ideias num livro didático do ensino médio requer a utilização de uma linguagem acessível a este nível de ensino, sem, no entanto, simplificar o processo histórico de construção deste conhecimento. Já num livro de ensino superior, espera-se uma abordagem mais ampla dos processos históricos. A apresentação dos episódios associados ao processo de construção da Teoria Celular necessita, portanto, de um embasamento teórico que pode ser adquirido por meio de estudos sobre a história e filosofia da ciência, considerando o contexto educacional.

### **3 O LIVRO DIDÁTICO: POLÍTICAS, CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO, IMPORTÂNCIA E NATUREZA DA CIÊNCIA VEICULADA**

Apresentamos neste capítulo um breve histórico das políticas públicas brasileiras voltadas para o livro didático, os critérios de avaliação utilizados pelos Programas de avaliação dos livros didáticos de biologia, bem como algumas considerações e reflexões a respeito da importância destes no contexto da educação em ciências e em biologia, especificamente no âmbito das concepções sobre a natureza da ciência, as quais indubitavelmente são veiculadas pelos textos destes livros. Também discorreremos sobre a abordagem histórico-filosófica em livros didáticos de biologia por meio de referências da área.

#### **3.1 BREVE HISTÓRICO DAS POLÍTICAS PÚBLICAS BRASILEIRAS PARA O LIVRO DIDÁTICO**

Na mesma linha de pensamento que temos sobre a veiculação do conhecimento científico, o qual deveria ser apresentado não simplesmente sob a forma de produto, mas com destaque ao seu processo de construção, apresentaremos uma descrição do processo de estabelecimento e consolidação das políticas públicas direcionadas ao livro didático no Brasil, uma vez que nosso objeto de estudo são livros didáticos avaliados e selecionados por um Programa gerido pelo governo.

Freitag, Motta e Costa (1987) defendem que a história e a política do livro didático no Brasil são aspectos indissociáveis e sugerem que o livro didático não tem uma história própria no Brasil, pois, segundo os autores:

Sua história não passa de uma seqüência de decretos, leis e medidas governamentais que se sucedem, a partir de 1930, de forma aparentemente desordenada, e sem a correção ou a crítica de outros setores da sociedade (partidos, sindicatos, associações de pais e mestres, associações de alunos, equipes científicas, etc.). Essa história da seriação de leis e decretos somente passa a ter sentido, quando interpretada à luz das mudanças estruturais como

um todo, ocorridas na sociedade brasileira, desde o Estado Novo até a Nova República (FREITAG; MOTTA; COSTA, 1987, p. 5).

Partindo desse pressuposto, neste momento pretendemos realizar uma breve revisão histórica das políticas públicas adotadas pelo governo para o livro didático no Brasil, na tentativa de promover uma compreensão do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) que vigora atualmente. Nesta trajetória, ficará evidente que a natureza da política do Ministério de Educação e Cultura (MEC) para o livro didático foi passando por transformações ao longo de sua história, o que atende nosso objetivo para esta pesquisa.

A respeito deste percurso histórico das relações entre o governo brasileiro e o livro didático, Batista (2001, p. 11) afirma que, “o PNLD, tal como hoje se caracteriza, é o resultado de diferentes e sucessivas propostas e ações para definir as relações do Estado com o livro didático brasileiro”. Höfling (2006, p. 21), sobre a dinamicidade de consolidação desta política, esclarece que “o programa de distribuição de livros - e materiais - didáticos pelo Ministério da Educação passou por diferentes formas e, sua execução, por diferentes órgãos”.

Na literatura sobre esta temática, normalmente o marco inicial adotado para as reconstruções históricas é a década de 1930, em virtude de ter ocorrido nesta década importantes ações políticas voltadas para o livro didático, como a criação do Instituto Nacional do Livro e a Comissão Nacional do Livro Didático.

O primeiro movimento das políticas públicas voltadas ao Livro Didático foi a criação do Instituto Nacional do Livro (INL) no ano de 1937, pelo Decreto Lei 93/37, quando, segundo Freitag, Motta e Costa (1987), ocorreram as primeiras iniciativas desenvolvidas pelo Estado Novo para assegurar a divulgação e distribuição de obras de interesse educacional, científico e cultural. As autoras esclarecem que este órgão, subordinado ao MEC, estruturou-se em vários órgãos operacionais menores, com destaque à Coordenação do Livro Didático, a qual tinha como competência: “planejar as atividades relacionadas com o livro didático e estabelecer convênios com órgãos e instituições que assegurassem a produção e distribuição do livro didático” (FREITAG; MOTTA; COSTA, 1987, p. 6).

No artigo 2º do Decreto-Lei nº 93, de 21 de dezembro de 1937 são dadas as competências do Instituto Nacional do Livro:

- a) Organizar e publicar a Enciclopédia Brasileira e o Dicionário da Língua Nacional, revendo-lhes as sucessivas edições;
- b) Editar toda sorte de obras raras ou preciosas, que sejam de grande interesse para a cultura nacional;
- c) Promover as medidas necessárias para aumentar, melhorar e baratear a edição de livros no país bem como para facilitar a importação de livros estrangeiros;
- d) Incentivar a organização e auxiliar a manutenção de bibliotecas públicas em todo o território nacional (BRASIL, 1937, p. 1).

Buscando estabelecer as condições de produção, importação e utilização do livro didático, foi assinado o Decreto-Lei nº 1.006, de 30 de dezembro de 1938. No artigo 2º deste decreto encontra-se a primeira definição do que deve ser compreendido como livro didático no contexto das políticas públicas:

Para os efeitos da presente lei, são considerados livros didáticos os compêndios e os livros de leitura de classe.  
 § 1º Compêndios são os livros que exponham, total ou parcialmente, a matéria das disciplinas constantes dos programas escolares.  
 § 2º Livros de leitura de classe são os livros usados para leitura dos alunos em aula (BRASIL, 1939, p. 1).

Höfling (2006, p. 22) explica que “através desse Decreto foram estabelecidos impedimentos à autorização para edição de livros didáticos e exigências quanto à correção de informação e linguagem”.

Por meio deste mesmo decreto foi instituída a Comissão Nacional do Livro Didático (CNLD), composta de sete membros especializados nas áreas de metodologia das línguas, metodologia das ciências e metodologia das técnicas, designados pelo Presidente da República. As competências da CNLD são estabelecidas no artigo 10º:

- a) Examinar os livros didáticos que lhe forem apresentados, e proferir julgamento favorável ou contrário à autorização de seu uso;
- b) Estimular a produção e orientar a importação de livros didáticos;
- c) Indicar os livros didáticos estrangeiros de notável valor, que mereçam ser traduzidos e editados pelos poderes públicos, bem como sugerir-lhes a abertura de concurso para a produção de determinadas espécies de livros didáticos de sensível necessidade e ainda não existentes no país;

d) Promover periodicamente, a organização de exposições nacionais dos livros didáticos cujo uso tenha sido autorizado na forma desta lei (BRASIL, 1939, p. 1).

Analisando as competências citadas anteriormente, constatam-se as atribuições majoritariamente voltadas para o aspecto político do livro didático, o que nos leva a concordar com Bomény (1984), quando afirma que a CNLD tinha muito mais a função de um controle político-ideológico que propriamente uma função didática. A autora analisa que, no artigo 20 do Decreto- Lei nº 1.006/38, dos onze impedimentos listados para a autorização do livro, apenas cinco relacionam-se a aspectos essencialmente didáticos.

No entanto, de certa forma, o decreto em questão parece disponibilizar elementos para avaliação dos livros didáticos pela CNLD ao apresentar as causas que impedem a autorização do livro didático e determinar que ficaria sob responsabilidade desta comissão sugerir mudanças nas obras didáticas para que se tornasse possível a autorização de seu uso e que após as modificações, a obra deveria novamente ser avaliada pela Comissão, para a decisão definitiva (BRASIL, 1939, p. 2).

O Decreto-Lei nº 1.177 de 29 de março de 1939 amplia o número dos membros da CNLD de sete para dezessete componentes. Segundo Freitag, Motta e Costa (1987), o controle que esta comissão tinha sobre a produção e circulação do livro didático era proporcional ao controle que o próprio ministro exercia sobre a comissão.

Naquele período, segundo Núñez *et al.* (2003), o livro já era considerado um instrumento da educação política e ideológica, sendo o Estado responsável pelo exame oficial das obras. Sobre as escolhas dos livros, os autores relatam que:

[...] os professores faziam as escolhas dos livros a partir de uma lista pré-determinada na base dessa regulamentação legal. Art. 208, Inciso VII da Constituição Federal do Brasil, em que fica definido que o Livro Didático e o Dicionário da Língua Portuguesa são um direito constitucional do educando brasileiro (NÚÑEZ *et al.* 2003, p. 1).

No ano de 1945, pelo Decreto-Lei nº 8.460, de 26 de dezembro, é consolidada a legislação sobre as condições de produção, importação e utilização do livro didático, conferindo autonomia ao professor para a escolha do livro a ser utilizado pelos alunos, conforme definido no art. 5º:

Os poderes públicos não poderão determinar a obrigatoriedade de adoção de um só livro ou de certos e determinados livros para cada grau ou ramo de ensino nem estabelecer preferência entre os livros didáticos de uso autorizado, sendo livre aos professores de ensino primário, secundário, normal e profissional a escolha de livros para uso dos alunos, uma vez que constem da relação oficial das obras de uso autorizado (BRASIL, 1945, p. 1).

Este mesmo decreto, segundo Höfling (2006) estabeleceu novas proporções funcionais para a CNLD e centralizou em nível federal o poder de legislar sobre o livro didático. A autora acrescenta que o Estado passou a ser o responsável pelo processo de adoção de livros em todos os estabelecimentos de ensino brasileiros, mas que com a criação de Comissões Estaduais do Livro Didático em alguns estados, aos poucos esta função foi sendo descentralizada.

Segundo Freitag, Motta e Costa (1987), no ano de 1945 houve questionamentos sobre a legitimidade desta comissão, de forma que o próprio Ministro da Educação, dois anos depois, solicita um parecer jurídico a respeito da legalidade ou não da CNLD, a qual permaneceu dotada dos mesmos poderes.

No ano de 1966, durante o regime militar, dentre os vários acordos firmados entre o MEC e a Agência Norte-Americana para o Desenvolvimento Internacional (USAID), um deles, com participação do Sindicato Nacional de Editores de Livros (SNEL), permitiu a criação da Comissão do Livro Técnico e do Livro Didático (COLTED).

De acordo com Ferreira e Selles (2005), a origem deste convênio foi o cenário do lançamento do satélite artificial soviético *Sputnik 1*<sup>59</sup>, em 1957, levando Estados Unidos e Inglaterra a compreenderem suas desvantagens tecnológicas, em parte, como decorrentes de uma educação deficiente em ciências, o que os levou a organizar centros e comitês para a produção de materiais didáticos e para financiar projetos em países da América Latina. Segundo as autoras, a produção de coleções de livros didáticos para o que chamamos hoje de ensino médio foi resultado da associação de cientistas, educadores e professores nesses centros e comitês.

---

<sup>59</sup> Foi o primeiro de uma série de satélites artificiais soviéticos, lançado em 4 de outubro de 1957, sendo o também o primeiro satélite artificial da Terra, o qual auxiliou na identificação das camadas da alta atmosfera do planeta, constituindo, junto com os *Sputnik 2*, *3*, *4* e *5*, o *Programa Sputnik* da extinta União Soviética.

Foi assegurada, então, a partir deste convênio, a distribuição gratuita de 51 milhões de livros, por três anos consecutivos com o objetivo de coordenar as ações referentes à produção, edição e distribuição do livro didático (FREITAG; MOTTA; COSTA, 1987; BATISTA, 2001).

Segundo Ferreira e Selles (2005), a USAID apoiou a publicação da coleção de livros didáticos produzida pela equipe do “Biological Sciences Curriculum Study” (BSCS), traduzida e adaptada pelo Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBECC). Vale ressaltar que a introdução da temática *Teoria Celular* no currículo escolar do ensino médio deu-se por meio dos livros didáticos da coleção BSCS, cujo caráter empírico é destacado por Ferreira e Selles (2005, p. 8): “os exercícios propostos e as leituras recomendadas privilegiam, em muitos casos, idéias evolutivas e aspectos de uma ciência empírica, objetiva e exata – baseada em fatos e provas [...]”.

A partir de uma investigação sobre as influências mútuas entre as ciências biológicas e a disciplina escolar biologia, evidenciadas na versão azul do BSCS, Ferreira e Selles (2005) afirmam que não apenas as ciências biológicas influenciaram a disciplina escolar biologia, mas essa última pôde contribuir para o abandono de uma visão fragmentada da primeira.

A influência da USAID na educação brasileira não ficou restrita aos livros didáticos. Arapiraca (1979, p. 168) destaca que ocorreram treinamentos para técnicos brasileiros em educação, os quais não foram proporcionados nos padrões mais desenvolvidos do ensino norte-americano, mas tiveram como parâmetro as comunidades de baixa renda, o que pode, segundo o autor, ser constatado “a partir das atividades e dos conteúdos dos cursos ministrados aos bolsistas brasileiros que tinham determinação de aplicarem aqui os conhecimentos recebidos lá nos EUA”. Arapiraca (1979, p. 166) comenta que estes cursos tinham o intuito de “identificar os EUA como parâmetro de civilização ou mesmo Centro de Produção inquestionável da ciência”.

Sobre a incorporação dessas novidades, dentre elas a disponibilização dos kits de experiência, Beltran, Saito e Trindade (2014) afirmam que:

[...] surtiu pouco efeito nas práticas tradicionais adotadas por grande parte dos professores. Entretanto, os projetos norte-americanos contribuíram para se pensar em novas formas de ensino de ciências e constituíram o germe de

algumas iniciativas nacionais na década de 1980 (BELTRAN; SAITO; TRINDADE, 2014, p. 109).

Freitag (1997) relata que a proposta da COLTED era um programa de desenvolvimento que incluiria a instalação de bibliotecas e um curso de treinamento de instrutores e professores em várias etapas sucessivas, desde o nível federal até os menores níveis dos municípios e das escolas. Segundo a autora, tal “ajuda” americana foi descrita por críticos da educação no Brasil como um controle americano tanto em nível de mercado quanto ideológico.

De acordo com Höfling (2006), a Fundação Nacional de Material Escolar (FENAME), criada em outubro de 1967 pela Lei nº 5.327, de 2 de outubro de 1967, ficou encarregada da produção e distribuição do material didático para as escolas. Como a FENAME não possuía recursos financeiros suficientes para esta tarefa, em 1970 foi implementado pelo MEC um sistema de coedição com as editoras nacionais para a edição das obras, com recursos do INL, por meio da Portaria Ministerial nº 35 de 11 de março de 1970.

Batista (2001) pontua que no ano de 1971 o INL passou a desenvolver o Programa do Livro Didático para o Ensino Fundamental (PLIDEF), encarregando-se das atribuições administrativas e do gerenciamento dos recursos financeiros, antes responsabilidade da COLTED. Segundo o autor, devido o fim do convênio MEC/USAID, tornou-se indispensável a implantação do sistema de contribuição financeira das unidades federadas para o Fundo do Livro Didático, como contrapartida estadual.

Segundo Höfling (2000; 2006), a partir de 1972 até 1975, o INL assumiu a responsabilidade de promover e agilizar o Programa de Coedição de Obras Didáticas em parceria com as editoras, por meio do Programa Especial de Coedição, o Programa do Livro Didático (PLID), o qual abrangia os diferentes níveis de ensino: Programa do Livro Didático para o Ensino Fundamental (PLIDEF), Programa do Livro Didático para o Ensino Médio (PLIDEM), Programa do Livro Didático para o Ensino Superior (PLIDES) e Programa do Livro Didático para o Ensino Supletivo (PLIDESU).

A partir do Decreto presidencial nº 77.107 de 4 de fevereiro de 1976, no entanto, a FENAME sofreu modificações estruturais, sendo encarregada de assumir o PLID, até então sob responsabilidade do INL, órgão subordinado ao MEC (BATISTA,



2001; HÖFLING, 2006). Batista (2001) relata que os recursos eram oriundos do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE) e das contribuições das contrapartidas mínimas estabelecidas para participação dos estados.

Neste momento histórico, o PLID não obteve sucesso, pois, segundo Batista (2001), a destinação de recursos foi insuficiente para atender a todos os alunos do ensino fundamental das escolas públicas, o que resultou na exclusão da grande maioria das escolas públicas municipais.

Höfling (2006) comenta que foi delegada também à FENAME, pelo decreto citado anteriormente, a responsabilidade de desenvolver as atividades do Programa de Coedição de Obras Didáticas e comenta as implicações desta ação:

[...] o aumento da tiragem dos livros e a criação de um mercado seguro para as editoras decorrentes do interesse do Governo Federal em obter boa parte dessa tiragem para distribuí-la gratuitamente às escolas e bibliotecas das Unidades Federadas.

Com o sistema de coedição, de censor oficial dos livros didáticos usados nas escolas brasileiras, o Estado foi assumindo também o papel de financiador desses livros (HÖFLING, 2006, p. 22).

Dessa forma, o governo assume a compra dos livros para distribuir a parte das escolas a partir de 1976, o que se observa até hoje. Höfling (2006) acrescenta que com a reestruturação da FENAME a seleção de títulos a serem coeditados começa a ser realizada por especialistas desta Fundação, por meio de Instrumentos de Avaliação elaborados internamente.

Percebemos aqui um claro delineamento de uma estrutura semelhante ao atual Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), no qual o governo também constitui equipes avaliadoras, financia a compra e distribui os livros didáticos.

Freitag, Motta e Costa (1987) comentam que no ano de 1980 aparece claramente pela primeira vez a vinculação da política governamental do livro didático com a criança carente, ao serem lançadas as diretrizes do PLIDEF, seguidas do PLIDEM e PLIDESU.

A Lei nº 7091, de 18 de abril de 1983, altera a denominação FENAME, para Fundação de Assistência ao Estudante (FAE), vinculada ao MEC. Esta lei também amplia as finalidades da Fundação para garantir, além do livro didático, o acesso ao

material escolar, à alimentação escolar e às bolsas de estudo e manutenção (BRASIL, 1983). Höfling (2000; 2006) relata que a FAE incorporou os programas que eram da alçada da FENAME e do Instituto Nacional de Assistência ao Estudante (INAE) e também PLID. O sistema de coedição encerrou-se no ano de 1984 e a aquisição dos livros produzidos pelas editoras participantes do PLID passou a ser realizada pelo MEC.

Freitag, Motta e Costa (1987) apontam que esta centralização da política assistencialista do governo foi censurada por críticos da política oficial do livro didático no Brasil, os quais alertaram para os problemas decorrentes dessa ação governamental:

[...] dificuldades de distribuição do livro dentro dos prazos previstos, lobbies das empresas e editoras junto aos órgãos estatais responsáveis, o autoritarismo implícito na tomada de decisões por delegacias regionais e secretarias estaduais de educação na escolha do livro, etc (FREITAG; MOTTA; COSTA, 1987, p. 9).

Freitag, Motta e Costa (1987) acrescentam que essas críticas foram apresentadas ao presidente da FAE em reuniões do Comitê de Consultores para a Área Didático-pedagógica, criado em 1984 e composto por cientistas e políticos de diversas áreas. Este comitê, segundo os autores, teve um trabalho menos atuante do que o apresentado pelas duas comissões anteriores (a CNLD e a COLTED), limitando-se a algumas sugestões, que foram parcialmente integradas ao Decreto 91.542 de 1º de agosto de 1985, assinado pelo presidente nos primeiros meses da Nova República.

A respeito do caráter assistencialista que permeia as políticas públicas a partir da instituição da FAE, Freitag, Motta e Costa (1987) ressalta uma peculiaridade do livro didático brasileiro, o qual “adquire [...] uma função que não lhe é atribuída em outros países do mundo, sua destinatária quase exclusiva passa a ser a criança carente de recurso [...]” (FREITAG; MOTTA; COSTA, 1987, p. 11). As autoras ampliam a análise sobre a influência dos fatores externos às políticas públicas voltadas ao livro didático, ao declararem que:

A importância dada pelo governo ao livro didático e o controle crescente sobre ele exercido pelo governo federal, pelos estados e municípios decorrem da percepção de que é necessário compensar — via políticas públicas — as desigualdades criadas por um sistema econômico e social injusto, com enormes

discrepâncias sócio-econômicas entre ricos e pobres (FREITAG; MOTTA; COSTA, 1987, p. 11).

Um marco significativo na história da relação do Estado com o livro didático brasileiro, segundo Batista (2001) foi estabelecido pelo Decreto-Lei nº91.542, de 19 de agosto de 1985, que definiu e fixou parte das características atuais do PNLD. Segundo Höfling (2001; 2006), com este decreto, o PLID é substituído pelo PNLD, o qual estabeleceu como objetivo o atendimento de todos os alunos de primeira a oitava série do primeiro grau das escolas públicas federais, estaduais, territoriais, municipais e comunitárias do país, com prioridade para os componentes básicos *Comunicação e Expressão e Matemática*.

Batista (2001) comenta que o Decreto-Lei nº91.542 traz mudanças significativas, tais como: maiores exigências técnicas para a produção de obras com maior durabilidade, visando a reutilização dos livros (exceto para a 1ª série); o término da participação financeira dos estados, passando para a FAE o controle do processo decisório e a aquisição dos livros com recursos do Governo Federal; a escolha do livro pelo conjunto de professores e sua distribuição gratuita às escolas.

A redação dos artigos 1º, 2º e 3º do decreto em questão deixa em evidência a essência do Programa:

**Art. 1º.** Fica instituído o Programa Nacional do Livro Didático, com a finalidade de distribuir livros escolares aos estudantes matriculados nas escolas públicas de 1º Grau.

**Art. 2º.** O Programa Nacional do Livro Didático será desenvolvido com a participação dos professores do ensino de 1º Grau, mediante análise e indicação dos títulos dos livros a serem adotados.

**Art. 3º.** Constitui requisito para o desenvolvimento do Programa, de que trata este Decreto, a adoção de livros reutilizáveis (BRASIL, 1985, p. 1).

A criação do PNLD, no ano de 1985, definiu, portanto, as principais diretrizes que orientam até hoje as relações do Estado com o livro didático. Batista (2001) relata que tais diretrizes estão baseadas em cinco pontos centrais:

(i) centralização das ações de planejamento, compra e distribuição; (ii) utilização exclusiva de recursos federais; (iii) atuação restrita à compra de livros, sem participação no campo da produção editorial, deixada a cargo da iniciativa privada; (iv) escolha do livro pela comunidade escolar; (v) distribuição gratuita do livro a alunos e docentes (BATISTA, 2001, p. 16).

Batista (2001) discorre sobre uma série de dificuldades enfrentadas pelo PNLD, no decurso do seu desenvolvimento: a posição inicial do MEC de atuar como simples mediador entre os professores e o campo da produção editorial; a natureza centralizada; a utilização exclusiva de recursos federais e limitações no atendimento de apenas determinadas disciplinas, séries e redes do sistema público de ensino de acordo com os recursos disponíveis.

Para enfrentar esses obstáculos, Batista (2001) explica que o MEC, por meio do FNDE, disponibilizou no ano de 1993, recursos para aquisição do livro didático da ordem de 270 milhões de UFIR (152 milhões de reais em julho de 1993). Neste mesmo ano, a FAE demonstra preocupação com a qualidade dos livros didáticos distribuídos às escolas, o que resulta na publicação da obra “Definição de Critérios para Avaliação dos Livros Didáticos”, composta por análises de cada livro do PNLD nas áreas de português, matemática, estudos sociais e ciências, bem como uma análise global dos demais (BRASIL, 1994). Na introdução deste documento, encontra-se um relato bem consciente da defasagem existente em termos de avaliação da qualidade do livro didático:

Até há bem pouco tempo *não* havia no MEC/FAE parâmetros definidores de qualidade dos livros didáticos adquiridos pelo Programa Nacional do Livro Didático - PNLD. Por sua vez, os sistemas estaduais e municipais de educação não realizaram, até agora, uma escolha adequada às suas propostas pedagógicas, mesmo naquelas unidades [...] em que equipes curriculares produziram estudos e estabeleceram critérios.

Para avaliar, pois, a produção utilizada pelos professores de todo Brasil foram estabelecidos critérios que focalizam tanto os aspectos da produção física do livro, como os aspectos relativos à formulação metodológica, à atualização e acerto da informação científica, concebidos em um projeto gráfico que incorpore as diversas linguagens da era da imagem, em que vivemos (BRASIL, 1994, p. 9).

No caso do ensino de ciências, os objetivos traçados neste documento foram:

Organização de lista de critérios de análise dos livros didáticos de Ciências e Programa de Saúde; Teste dos critérios de análise elaborados nos livros didáticos adquiridos pela FAE em 1991; Identificação das principais tendências/aspectos presentes nos livros didáticos quanto à estrutura, concepções que veiculam, aspectos metodológicos e subsídios para o professor; Criação das condições preliminares necessárias para posterior

divulgação dos critérios elaborados e testados junto aos usuários (BRASIL, 1994, p. 81).

A respeito desta ação do MEC, Leão e Megid Neto (2006, p. 34) comentam que “a preocupação com a qualidade do livro didático tem início em 1994, quando o MEC passa a implementar medidas visando avaliar o livro didático brasileiro de maneira contínua e sistemática”.

Batista (2001) salienta que para avaliar os livros didáticos, o MEC estruturou comissões por área de conhecimento para a elaboração de critérios de avaliação das obras, sua discussão com os editores e autores e o desenvolvimento do processo de avaliação. Segundo Höfling (2001), a atuação mais sistemática destas comissões teve início em 1996.

Sobre os critérios de avaliação das obras, Batista (2001) discorre que:

[...] definiram-se, como *critérios comuns de análise*, a adequação didática e pedagógica, a qualidade editorial e gráfica, a pertinência do manual do professor para uma correta utilização do livro didático e para a atualização do docente. Definiu-se, ainda, então, como *critérios eliminatórios*, que os livros: não poderiam expressar preconceitos de origem, raça, sexo, cor, idade ou quaisquer outras formas de discriminação; não poderiam induzir ao erro ou conter erros graves relativos ao conteúdo da área, como, por exemplo, erros conceituais (BATISTA, 2001, p. 13).

Numa crítica ao papel das editoras neste processo, Höfling (2000) ressalta que:

Pensando nos atores envolvidos em um programa como o PNLD (especialistas e técnicos do MEC, do FNDE, autores de livros didáticos, editores, professores, alunos), seguramente é possível indicar os grupos editoriais privados como o setor mais organizado, com canais estabelecidos, para fazer valer suas posições e seus interesses (HÖFLING, 2001, p. 167).

Um fato que merece destaque neste momento é que no ano de 1995 o MEC apresentou ao Conselho Nacional de Secretários Estaduais de Educação (CONSED), uma proposta de descentralização do planejamento e da execução do PNLD e de participação financeira dos estados. Dos estados que aderiram à proposta, apenas São Paulo e Minas Gerais passaram a realizar o Programa de modo descentralizado até o ano de 2000 (BATISTA, 2001). Dessa forma, o processo de avaliação referido aqui não contempla estes dois Estados.

Os resultados de todo o processo de avaliação, no qual foram analisados os livros inscritos de português, matemática, ciências e estudos sociais de 1ª a 4ª séries, compuseram o PNLD/1997. A análise deu origem a uma classificação dos livros em quatro categorias: *excluídos; não recomendados; recomendados com ressalvas; recomendados*.

Com a extinção da FAE, a partir de 1997, a responsabilidade de gestão do PNLD fica sob o controle do FNDE – autarquia federal, vinculada ao MEC, criada pela Lei nº 5.537 em 1968 – com recursos oriundos principalmente do Salário-Educação. (HÖFLING, 2000; 2006).

Com o prosseguimento do Programa, os novos documentos resultantes dos estudos de análise e avaliação de coleções didáticas para o ensino fundamental receberam a denominação de “Guia de Livros Didáticos” (MEGID NETO, 2002; LEÃO; MEGID NETO, 2006).

Seguiram-se, então, nos anos posteriores, versões do PNLD com seus respectivos Guias. No PNLD/1999 foram avaliados pela primeira vez os livros destinados às séries finais do ensino fundamental (5ª a 8ª séries) nas áreas de língua portuguesa, matemática, ciências, história, geografia. A partir desta versão, a menção *Não Recomendado* foi retirada do processo de avaliação. O PNLD/2001 voltou a analisar livros para as séries iniciais (1ª a 4ª séries) nas áreas de língua portuguesa, alfabetização, matemática, ciências e estudos sociais (BRASIL, 2014a).

No ano de 2003 é instituído o Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio (PNLEM) pela Resolução/CD/FNDE nº 38, de 15 de outubro, de forma que a avaliação de livros didáticos para o ensino médio teve início em 2004. Ao descrever as etapas de execução do PNLEM, esta resolução estabelece que os livros sejam selecionados a partir do processo de escolha dos livros pelos professores, no âmbito das escolas. O financiamento deste Programa inicialmente ocorreu com recursos provenientes de dotações consignadas na Lei Orçamentária da União e de contratos de empréstimos internacionais (BRASIL, 2003).

Ao comparar o PNLEM ao programa anterior, o PNLD, El-Hani, Roque e Rocha (2011) afirmam que:

O Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio sofreu, em sua concepção, significativa influência do programa correspondente para o ensino fundamental, o PNLD, que vem avaliando as obras didáticas adquiridas pelo governo brasileiro desde 1995 (EL-HANI; ROQUE; ROCHA, 2011, p. 213).

Sobre a operacionalização do Programa Nacional do Livro Didático, Turin (2013) comenta que é extremamente difícil, tendo como responsáveis o FNDE, a Secretaria de Educação Básica (SEB), as Secretarias de Educação dos Estados, as escolas e os professores.

Os dois primeiros artigos da Resolução nº38/2003 caracterizam a natureza do PNLEM no contexto da sua origem, conforme se pode observar no texto legal:

Art. 1º - Prover as escolas do ensino médio das redes estadual, do Distrito Federal e municipal de livros didáticos de qualidade, para uso dos alunos, abrangendo os componentes curriculares de Português e Matemática por meio do Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio – PNLEM.

Art. 2º - A execução do Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio – PNLEM no seu Projeto-Piloto (2005 – 2007) obedecerá aos seguintes critérios:

I. o atendimento será realizado de forma progressiva aos alunos de 1ª, 2ª e 3ª séries, matriculados em escolas públicas, onde será implantada a escola básica ideal, além dessas, naquelas localizadas nas regiões norte e nordeste, prioritariamente.

II. as escolas que integram os sistemas de educação estadual e municipal mencionadas no inciso I deverão estar cadastradas no Censo Escolar, realizado anualmente pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais – INEP (BRASIL, 2003, p. 1).

Com a implantação, em janeiro de 2007, do Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação (FUNDEB), em substituição ao Fundo de Manutenção e Desenvolvimento do Ensino Fundamental e Valorização do Magistério (FUNDEF), os recursos foram ampliados para atender às necessidades não só do ensino fundamental, como era anteriormente, mas, também, da educação infantil e do ensino médio (BRASIL, 2011a).

A partir da Resolução/CD/FNDE nº 2, de 3 de abril de 2007, que altera o cronograma de atendimento do PNLEM, todas as regiões passam a ser atendidas pelo Programa e outras disciplinas vão sendo gradualmente inseridas, destacando-se a biologia, a qual tem sua primeira distribuição de livros no ano de 2007, já abrangendo a totalidade de alunos de todas as regiões do país (BRASIL, 2006).

Três anos mais tarde, o Decreto nº 7.084, publicado em 27 de janeiro de 2010, regulamentou a avaliação, seleção, aquisição e distribuição dos materiais didáticos para toda a educação básica. A amplitude do Programa é expressa no texto da lei:

Art. 1º Os programas de material didático executados no âmbito do Ministério da Educação são destinados a prover as escolas de educação básica pública das redes federal, estaduais, municipais e do Distrito Federal de obras didáticas, pedagógicas e literárias, bem como de outros materiais de apoio à prática educativa, de forma sistemática, regular e gratuita (BRASIL, 2010, p. 1).

Dessa forma, na sua edição mais recente - PNLD 2012 - o antigo PNLEM foi incorporado ao Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), executado pelo FNDE e pela Secretaria da Educação Básica (SEB/MEC). A avaliação das obras ocorreu durante o ano de 2010, e culminou na divulgação dos Guias de Livros Didáticos – PNLD 2012, os quais servem de instrumento de apoio ao processo de escolha pelos professores, por meio do qual são apresentados, os critérios utilizados na avaliação e as resenhas das obras aprovadas (BRASIL, 2011b).

Esta sucinta reconstrução histórica das políticas públicas para o livro didático nos mostra que houve um aprimoramento das ações governamentais no intuito de atender de forma cada vez mais ampla e sistemática os alunos da educação básica. Esta ampla distribuição dos livros, inevitavelmente o coloca como protagonista do trabalho pedagógico em sala de aula, o que requer muita responsabilidade das editoras, avaliadores do Programa e também dos professores, aos quais recai a escolha final do livro adotado pela escola por um período de três anos, até que seja substituído após outro processo de seleção.

No caso da disciplina biologia, ocorreram até agora quatro edições deste Programa de Avaliação dos Livros Didáticos: PNLEM/2007, PNLEM/2009, PNLD/2012 e o recente PNLD/2015<sup>60</sup>. Atendendo a um dos objetivos desta pesquisa, a seguir apresentamos os critérios utilizados para avaliação da abordagem histórico-filosófica nesses livros no PNLD/2012, bem como uma comparação resumida com os critérios utilizados no Programa de Avaliação anterior.

---

<sup>60</sup> O Guia PNLD/2015 foi divulgado na etapa final desta dissertação, logo não foi incluído em nossas análises.



### 3.2 CRITÉRIOS UTILIZADOS PELO PROGRAMA NACIONAL DO LIVRO DIDÁTICO PARA A ESCOLHA DOS LIVROS DE BIOLOGIA EM RELAÇÃO À ABORDAGEM HISTÓRICO-FILOSÓFICA

No ano de 2007, pela primeira vez, foram distribuídos os livros de biologia a todos os alunos e professores do ensino médio das escolas públicas de todo o Brasil. De acordo com El-Hani, Roque e Rocha (2011), como a avaliação é realizada cerca de dois anos antes da aquisição dos livros, durante o ano de 2005, o PNLEM realizou a primeira avaliação dos livros didáticos de biologia do ensino médio publicados no Brasil. Os autores descrevem que:

O objetivo do Programa é universalizar a distribuição de livros didáticos para estudantes de ensino médio das escolas públicas brasileiras. A aquisição dos livros deve ser baseada na escolha pelo professor. O propósito da avaliação é, de um lado, analisar quais livros didáticos submetidos pelas editoras devem ser recomendados para compra pelo Ministério da Educação (MEC), por satisfazerem critérios mínimos de qualidade, e, de outro, produzir resenhas críticas dos livros recomendados, reunidas em um guia que deve orientar a escolha pelos professores (EL-HANI; ROQUE; ROCHA, 2011, p. 212-213).

O processo de escolha do livro didático tem acompanhado a tendência de incorporação de componentes histórico-filosóficos na educação, uma vez que na avaliação dos livros tanto pelo PNLD/2012 quanto pelo PNLEM/2007 e PNLEM/2009, existem critérios relacionados à abordagem histórico-filosófica.

Em relação ao PNLD/2012, no que concerne à disciplina biologia, conforme esclarecimento do Guia de livros didáticos, a avaliação pedagógica das obras foi realizada por um grupo de professores da área das ciências naturais, vinculados a Universidades e a escolas de educação básica do país. Das 16 coleções avaliadas, foram selecionadas oito coleções e excluídas oito (BRASIL, 2011).

A avaliação das obras didáticas do PNLD/2012 foi realizada com base em critérios de duas naturezas: *critérios comuns* para os diversos componentes curriculares e *critérios específicos* para cada componente curricular.

A partir dos *critérios eliminatórios* específicos para a área de ciências da natureza e suas tecnologias - componente curricular biologia e dos *critérios comuns*

para os diversos componentes curriculares foi elaborada a ficha de avaliação organizada em cinco Blocos de Análise para as obras didáticas de biologia.

Quando uma obra didática não contemplava os critérios estabelecidos, era excluída do Guia do Livro Didático, o qual apresenta resenhas das obras didáticas aprovadas.

Na ficha de avaliação organizada em blocos de análise, os critérios de avaliação referentes à história e filosofia da ciência foram identificados no bloco 2, no bloco 4 e no bloco 5. O bloco 2 trata da *abordagem teórico- metodológica e proposta didático- pedagógica*, o bloco 4 refere-se a *conceitos, linguagens e procedimentos* e no bloco 5 encontra-se a avaliação do Manual do Professor.

Descrevemos a seguir os critérios de avaliação relativos à abordagem histórico-filosófica da ciência do PNLD/2012.

No Bloco 2, item 2.7 do Guia PNLD/2012, encontramos o seguinte critério:

Auxilia na construção de uma visão de que o conhecimento biológico e as teorias em Biologia se constituem em modelos explicativos, elaborados em determinados contextos sociais e culturais, superando a visão a-histórica de que a vida se estabelece como uma articulação mecânica de partes (BRASIL, 2011, p. 12).

No Bloco 4, item 4.7, o critério descrito é: “Apresenta o conhecimento biológico de modo a superar a compreensão a-histórica de que a vida se estabelece como uma articulação mecânica de partes” (BRASIL, 2011, p. 14).

No guia PNLD/2012, é explicitado na ficha de avaliação um bloco de análise destinado ao Manual do Professor, no qual encontramos, dentre vários aspectos, um item destinado à abordagem histórico-filosófica, além dos comentários sobre estes manuais nas resenhas dos livros. Observamos uma preocupação com aspectos relativos à história e filosofia da ciência no item 5.9 do Bloco 5:

Considera o papel mediador do (a) professor (a) como auxiliar na condução das atividades didáticas, numa perspectiva de rompimento com uma visão finalista e antropocêntrica do fenômeno biológico e que não apresente uma visão de ciência meramente empirista e indutivista (BRASIL, 2011, p. 14).

Quando se compara os critérios de avaliação dos livros didáticos em termos da *construção do conhecimento científico* presentes no PNLEM/2009 e no PNLD/2012, constata-se que estes critérios são claramente reduzidos nesta última avaliação, na qual, conforme apresentado, aparecem apenas 3 critérios relativos à abordagem histórico-filosófica, incluindo o Manual do Professor. A avaliação do PNLEM/2009 apresentou 6 critérios *eliminatórios* e 8 *critérios de qualificação*.

Dada esta discrepância, tratamos de também expor brevemente o processo de avaliação do PNLEM/2009, bem como apresentamos os critérios avaliativos das obras deste Programa.

Na apresentação do Catálogo do PNLEM/2009 é feito o esclarecimento de que no mesmo constam as obras avaliadas para o PNLEM/2007. Neste, é relatado que a avaliação do ano de 2005 foi realizada por uma equipe de 26 especialistas das mais variadas áreas das ciências biológicas e da pesquisa em ensino de biologia, provenientes de universidades públicas de várias regiões do Brasil (BRASIL, 2006, p. 7).

O Catálogo do PNLEM/2009 disponibiliza, além das *resenhas* das 9 obras selecionadas, o instrumento de análise: uma *ficha de avaliação* contendo os critérios utilizados para avaliar os aspectos conceituais, éticos e metodológicos das obras didáticas. A ficha apresenta aspectos utilizados para avaliar os *critérios eliminatórios e de qualificação*. Dentre estes, destacamos os *aspectos sobre a construção do conhecimento científico* (itens B.3 e C.3, respectivamente), apresentados no quadro a seguir (QUADRO 1).

ASPECTOS AVALIADOS RELACIONADOS À ABORDAGEM HISTÓRICO-FILOSÓFICA DA CIÊNCIA NO PNLEM/2009.
<p><b>- CRITÉRIOS ELIMINATÓRIOS<sup>61</sup></b></p> <p><b>B.3 ASPECTOS SOBRE A CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO.</b></p> <p>- A obra apresenta a ciência como sendo a única forma de conhecimento, sem reconhecer a diversidade de formas do conhecimento humano e as diferenças entre elas.</p> <p>A obra apresenta:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- o conhecimento científico como verdade absoluta ou retrato da realidade.</li> <li>- a ciência como neutra, sem reconhecer a influência de valores e interesses sobre a prática científica.</li> <li>- As analogias e as metáforas presentes na obra são utilizadas de forma inadequada, sem a devida explicitação das semelhanças e diferenças em relação aos fenômenos estudados.</li> <li>- Na obra, são negligenciadas a abrangência teórica e a pertinência educacional no tratamento dos assuntos, priorizando conceitos e teorias secundárias, que não se encontram claramente estabelecidas, ou</li> </ul>

<sup>61</sup> Após cada aspecto é solicitada a marcação de ( ) Sim (Apresentar argumentos abaixo, exemplificando) ou ( ) Não e “observações”.

mesmo pseudocientíficas, em detrimento dos conceitos e das teorias centrais, estruturadoras do pensamento biológico.

- Na obra, os conceitos centrais da área são apresentados de forma compartimentada e linear, sem a preocupação de abordá-los de forma recorrente, em diferentes contextos explicativos e situações concretas, dificultando, assim, a construção de sistemas conceituais mais integrados.

**- CRITÉRIOS DE QUALIFICAÇÃO<sup>62</sup>**

**C.3 ASPECTOS SOBRE A CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO.**

- Construção de uma compreensão integrada da Biologia, caso seja disciplinar, ou das várias disciplinas abordadas, caso a obra seja interdisciplinar.

- Criação de condições para aprendizagem de ciências, particularmente da Biologia, como processo de produção cultural do conhecimento, valorizando a história e a filosofia das ciências.

- Tratamento da história da ciência integrado à construção dos conceitos desenvolvidos, evitando resumir-la a biografias de cientistas ou a descobertas isoladas.

- Abordagem adequada de modelos científicos, evitando confundi-los com a realidade.

- Abordagem adequada da metodologia científica, evitando apresentar um suposto Método Científico como uma sequência rígida de etapas a serem seguidas.

- Proposição de atividades que favoreçam formação de espírito investigativo, como atividades em que os alunos levantem hipóteses sobre fenômenos naturais e desenvolvam maneiras de testá-las, ou em que utilizem evidências para julgar a plausibilidade de modelos e explicações.

- Estímulo ao uso do conhecimento científico como elemento para a compreensão dos problemas contemporâneos, para a tomada de decisões e a inserção dos alunos em sua realidade social.

- Proposição de discussões sobre as relações entre ciência, tecnologia e sociedade, dando elementos para a formação de um cidadão capaz de apreciar criticamente e posicionar-se diante das contribuições e dos impactos da ciência e da tecnologia sobre a vida social e individual.

QUADRO 1 - ASPECTOS AVALIADOS EM RELAÇÃO À ABORDAGEM HISTÓRICO-FILOSÓFICA DA CIÊNCIA NO CATÁLOGO DO PNLEM/2009 - BIOLOGIA.

FONTE: A AUTORA (ADAPTADO DE BRASIL, 2008).

Ainda em relação ao catálogo do PNLEM/2009, os comentários referentes aos Manuais dos Professores apresentam-se ao longo das resenhas sem a definição de critérios explícitos para a avaliação deste instrumento.

Os aspectos avaliados relacionados à abordagem histórico-filosófica da ciência no PNLEM/2009, portanto, são mais amplos e variados do que os encontrados no PNLD/2012, o que pode refletir numa significativa diferença nas concepções sobre a natureza da ciência veiculadas nos livros dos respectivos programas. No entanto, tal

<sup>62</sup> Os conceitos utilizados são: O= ótimo; B=Bom; R= Regular; I= Insatisfatório; Após cada aspecto é acrescentado “Justificar a menção. Exemplificar”.

investigação ultrapassa os limites dos nossos objetivos para esta pesquisa, mas delinea-se como uma interessante possibilidade de análise futura.

Mesmo com esta discrepância em relação aos aspectos relacionados à abordagem histórico-filosófica da ciência, quando analisamos os critérios avaliativos dos livros didáticos de biologia PNLD/2012, ainda é possível identificar uma proposta de avaliação que considera a busca pela superação de visões deformadas sobre a ciência (GIL PÉREZ *et al.*, 2001; CACHAPUZ *et al.*, 2005), uma vez que é nítida a preocupação com o tipo de concepção veiculada pelo livro didático e valorizam-se algumas questões epistemológicas relativas às discussões atuais sobre a construção do conhecimento científico.

Buscando uma correlação com o objetivo central desta pesquisa, no quadro a seguir (QUADRO 2) apresentamos a identificação das visões deformadas sobre a ciência (GIL PÉREZ *et al.*, 2001; CACHAPUZ *et al.*, 2005) com potencial de serem enfrentadas, de acordo com cada aspecto analisado na avaliação dos livros didáticos.

ASPECTO ANALISADO	VISÕES DEFORMADAS A ENFRENTAR
<b>Bloco 2; item 2.7:</b> Auxilia na construção de uma visão de que o conhecimento biológico e as teorias em Biologia se constituem em modelos explicativos, elaborados em determinados contextos sociais e culturais, superando a visão a-histórica de que a vida se estabelece como uma articulação mecânica de partes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- empírico-indutivista e ateórica;</li> <li>- aproblemática e ahistórica ;</li> <li>- descontextualizada.</li> </ul>
<b>Bloco 4; item 4.7:</b> Apresenta o conhecimento biológico de modo a superar a compreensão a-histórica de que a vida se estabelece como uma articulação mecânica de partes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- aproblemática e ahistórica.</li> </ul>
<b>Bloco 5; item 5.9:</b> Considera o papel mediador do(a) professor(a) como auxiliar na condução das atividades didáticas, numa perspectiva de rompimento com uma visão finalista e antropocêntrica do fenômeno biológico e que não apresente uma visão de ciência meramente empirista e indutivista.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- aproblemática e ahistórica;</li> <li>- empírico-indutivista e ateórica.</li> </ul>

QUADRO 2 - IDENTIFICAÇÃO DAS “VISÕES DEFORMADAS A ENFRENTAR” IDENTIFICADAS NOS CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO RELACIONADOS À ABORDAGEM HISTÓRICO-FILOSÓFICA DA CIÊNCIA DO PNLD/2012 – BIOLOGIA.

FONTE: A AUTORA (ADAPTADO DE BRASIL, 2011).

### 3.3 A IMPORTÂNCIA DOS LIVROS DIDÁTICOS NA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA

A relevância dada aos livros didáticos na educação em ciências é secular. Barra e Lorenz (1986) contextualizam que:

Desde a instituição do ensino público secundário no Brasil, em 1838, os materiais didáticos utilizados nos colégios desempenham um importante papel no ensino de ciências. Tais materiais - apostilas, compêndios, livros didáticos ou cadernos de trabalho - não só estabeleciam os conteúdos a serem ensinados como também influíam na metodologia empregada pelos professores em sala de aula. Através da seleção e organização de seus conteúdos e da forma de ensiná-los, os materiais didáticos estabeleciam, também, a filosofia do ensino de ciências em diferentes épocas (BARRA; LORENZ, 1986, p. 1970).

Conforme afirma Quesado (2012), o papel que o livro didático ocupa na educação se revelou de maneira mais evidente nos últimos anos e, além disso, “órgãos internacionais encarregados do financiamento em matéria de educação afirmam que o livro didático é um dos recursos mais importantes que se emprega nas escolas” (QUESADO, 2012, p. 91).

De forma semelhante, Vasconcelos e Souto (2003, p. 93) fazem uma constatação que demonstra a relevância dos livros didáticos na educação em ciências: “[...] no ensino de ciências, os livros didáticos constituem um recurso de fundamental importância, já que representam em muitos casos o único material de apoio didático disponível para alunos e professores”.

A importância do livro didático no cenário da educação também pode ser certificada, segundo Martins (2012):

[...] pelo debate em torno da sua função na democratização de saberes socialmente legitimados e relacionados a diferentes campos de conhecimento, pela polêmica acerca do seu papel como estruturador da atividade docente, pelos interesses econômicos em torno da sua produção e comercialização, e pelos investimentos de governos em programas de avaliação (MARTINS, 2012, p. 13).

Segundo Quesado (2012), a importância dos livros didáticos é também atestada pelos esforços empreendidos na sua avaliação, referindo-se à avaliação criteriosa que

os livros didáticos brasileiros de ensino fundamental são submetidos desde 1998, promovida pelo MEC por meio do PNLD.

Além disso, Vasconcelos e Souto (2003), ao proporem um conjunto de critérios a serem utilizados por professores na escolha do livro, tendo como base o conteúdo zoológico, elencam algumas características fundamentais que os livros didáticos de ciências devem apresentar:

O livro de Ciências deve propiciar ao aluno uma compreensão científica, filosófica e estética de sua realidade, oferecendo suporte no processo de formação dos indivíduos/cidadãos. Conseqüentemente, deve ser um instrumento capaz de promover a reflexão sobre os múltiplos aspectos da realidade e estimular a capacidade investigativa do aluno para que ele assuma a condição de agente na construção do seu conhecimento (VASCONCELOS; SOUTO, 2003, p. 94).

Porém, Vasconcelos e Souto (2003) destacam ainda que a maioria dos livros de ciências disponíveis no mercado brasileiro apresentam uma disposição linear de informações e uma fragmentação do conhecimento que limitam a perspectiva interdisciplinar e, numa análise mais cuidadosa, verificamos que restringem também a integração dos conhecimentos dentro da própria disciplina. Neste estudo, realizado três anos antes da produção do primeiro Guia destinado à avaliação dos livros didáticos do ensino médio de biologia, é possível verificar crítica à presença explícita de duas visões deformadas da ciência que consideramos neste trabalho: a *visão cumulativa, de crescimento linear* e a *visão exclusivamente analítica*.

Considerando que é muito comum o uso de livros didáticos nas salas de aula pelos professores das diversas disciplinas do currículo escolar, a história da ciência veiculada está diretamente ligada ao conteúdo destes livros, uma vez que, segundo Carmo (2011) e Martins (2006a) a maioria dos professores não possuem formação adequada sobre a história da ciência. Em relação a esta questão, Delizoicov (2006) comenta que:

Como um dos materiais para disseminar o conhecimento sistematizado, os livros destinados à educação científica, de forma geral, são organizados com o objetivo de familiarizar rapidamente o estudante com a estrutura conceitual de um determinado campo do saber. Como consequência são realizadas simplificações e apenas o resultado de todo um processo de produção de conhecimento é apresentado. As incertezas, as controvérsias e as disputas

entre os pesquisadores para que um conhecimento seja aceito e estabelecido na comunidade científica, acabam ficando ausentes da sala de aula (DELIZOICOV, 2006, p. 265).

Tal constatação é preocupante na perspectiva da educação científica, uma vez que o livro didático de ciências parece desempenhar um papel muito importante na construção de uma imagem sobre a ciência, a qual, segundo Quesado (2012), se apresenta por diversas vezes sem compromisso com uma concepção adequada sobre a natureza da ciência, conforme discorreremos na sequência.

### 3.4 A NATUREZA DA CIÊNCIA NOS LIVROS DIDÁTICOS

Devido o papel de protagonista que os livros didáticos assumiram historicamente na sala de aula, no caso específico da educação em biologia, é inegável que estes livros têm grande influência na construção de concepções acerca da natureza da ciência por parte dos estudantes. Quesado (2012) relata algumas maneiras pelas quais o livro didático exerce esta função:

[...] Este papel é desempenhado tanto pela presença de formas utilizadas como meio de veiculação destas ideias, tais como a seleção de imagens que podem resvalar numa visão mítica do cientista, a existência de lapsos históricos que induzem a uma visão de Ciência como sucessão de acertos, o uso de termos que associam a atividade científica a um empreendimento solitário, quanto pela ausência (QUESADO, 2012, p. 93).

Fernandes e Porto (2012, p. 420) também compartilham desta ideia ao afirmar que “cada livro didático traz consigo, explícita ou implicitamente, concepções a respeito da natureza da ciência e do conhecimento científico”.

Contudo, Quesado (2012) assegura que o pequeno espaço no texto do livro didático reflete a pouca importância dada ao tema e constrói concepções sobre a natureza da ciência que fomentam o reforço a uma ideia de que o valor da ciência está em seu produto final e não na sua atividade processual.



A preocupação com este aspecto dos livros didáticos, segundo Campos e Cachapuz (1997), data de quase três décadas atrás e foi anunciada pelos autores quando afirmam que os estudos sobre livros didáticos relacionados com a natureza da ciência começaram a ser realizados desde o final da década de 80, devido à importância atribuída a partir daquela época, pelos pesquisadores em educação, às concepções de alunos e professores sobre a natureza da ciência no processo de ensino-aprendizagem das ciências.

Mesmo depois de transcorridos quase 30 anos da emergência deste campo de pesquisa, Fernandes e Porto (2012) ainda apontam críticas relacionadas à forma atual como a história da ciência é apresentada nos livros didáticos:

[...] a história da ciência aparece nos livros didáticos com uma função persuasiva, de reafirmar a estrutura da ciência atual. Embora essa estratégia didática seja compreensível e venha obtendo sucesso no alcance dos objetivos a que se propõe, não deixa de ser paradoxal que, para ensinar ciência, seja omitida a análise de uma de suas características essenciais, que é o modo como ela é produzida (FERNANDES; PORTO, 2012, p. 420).

Tais críticas reforçam a necessidade de investigar sistematicamente como estão sendo apresentadas as concepções sobre a natureza da ciência nos livros didáticos de biologia, especialmente após o estabelecimento do Programa Nacional do Livro Didático para esta disciplina, ocorrido no ano de 2007, uma vez que estas concepções integram alguns dos critérios de avaliação das obras, conforme já apresentado.

Uma alternativa complementar para averiguar a forma como a construção do conhecimento científico é apresentada no texto do livro didático, além da análise de conteúdo propriamente dita, seria a investigação das informações sobre a natureza da ciência por meio das categorias desenvolvidas por Quesado (2012), as quais detalhamos na continuidade.

### 3.4.1 A função desempenhada por aspectos sobre a natureza da ciência no texto do livro didático

O grau de importância concedido à natureza da ciência no texto do livro didático pode, segundo Quesado (2012), ser mensurado pelo papel didático que a citação sobre algum aspecto da natureza da ciência exerce no texto, ou seja, qual a contribuição deste aspecto na construção do conteúdo científico. As categorias apresentadas pela autora são: *enriquecimento*, *desenvolvimento de conteúdo*, *legitimação*.

A função de *enriquecimento* refere-se, segundo Quesado (2012), a informações sobre a natureza da ciência que, apesar de não estarem no ponto central do texto, contextualizam o tópico descrito, porém, por possuírem caráter ilustrativo adicionam pouco valor às ideias do texto, ou seja, caso estas informações sejam retiradas não haverá prejuízos para a compreensão do texto.

Outra categoria descrita por Quesado (2012) é *desenvolvimento de conteúdo*, a qual é caracterizada por trechos utilizados como instrumentos para a construção dos relatos presentes nos livros didáticos. Nesta função, encontram-se as informações que contextualizam o conteúdo e são essenciais para sua compreensão, como as que fazem inferências sobre a transitoriedade das explicações científicas.

A função de *legitimação* é identificada quando os aspectos sobre a natureza da ciência colaboram na construção de autoridade do conhecimento científico. Esta função pode ser revelada, de acordo com Quesado (2012):

[...] através da evocação da autoridade do cientista, de discussões sobre a superioridade da Ciência sobre outros modos de conhecimento, a irrefutabilidade do conhecimento científico pelo uso de evidências experimentais e / ou argumentação racional. [...] Referências mais claras ao método ou à experimentação também podem apresentar um caráter legitimador, confrontando sensações com informações científicas, reforçando o caráter exato da Ciência, a irrefutabilidade da evidência empírica (QUESADO, 2012, p. 102).

As funções desempenhadas pelos aspectos sobre a natureza da ciência no texto do livro didático relatadas anteriormente podem indicar, portanto, o valor atribuído à natureza da ciência nestes livros.

### 3.5 PANORAMA DE PESQUISAS SOBRE A ABORDAGEM HISTÓRICO-FILOSÓFICA DA CIÊNCIA EM LIVROS DIDÁTICOS DE BIOLOGIA

Em relação à biologia, uma das primeiras publicações no Brasil que orientam quanto à utilização didática da história e filosofia da ciência é o artigo de Martins (1998), o qual discorre acerca do uso da história da ciência como abordagem útil para tornar a aprendizagem mais interessante, dá sugestões sobre o que se deve evitar quando se utiliza a história da ciência na educação em ciências e faz uma análise da história da biologia presente em alguns conteúdos descritos em livros didáticos.

Naquele trabalho, a autora analisa, numa visão histórica, alguns livros didáticos de biologia, com relação a três conteúdos - geração espontânea, a teoria de evolução de Lamarck e a teoria cromossômica da hereditariedade. Com base em textos originais dos temas analisados, Martins (1998) identificou o uso superficial e falho da história da ciência que se faz nos livros didáticos, afirmando que tal uso transmite uma concepção distorcida do que é a ciência e elencou quatro pontos de concepções históricas errôneas da ciência apresentados nos livros didáticos analisados. São eles:

Aquilo que atualmente aceitamos é correto e foi aprovado de forma definitiva por alguém, no passado; é possível se identificar quem fez e quando foi feita cada descoberta científica importante; na História da Ciência, há os 'heróis' (os que chegam à verdade) e os 'vilões' (que só fazem confusões e cometem erros); e os grandes cientistas do passado não se enganavam e já tinham chegado exatamente às ideias que nós aceitamos hoje em dia (MARTINS, 1998, p. 20).

Na mesma perspectiva de investigação histórica, Carneiro e Gastal (2005) relatam que desde a década de 60 do século passado, quando a biologia se constituiu enquanto disciplina escolar, substituindo a disciplina história natural no currículo, aspectos históricos são apresentados na introdução de conceitos científicos em livros didáticos de biologia. Para as autoras, este fato é reflexo do consenso entre os pesquisadores em relação à inserção de elementos da história e filosofia das ciências nos currículos escolares e em cursos de formação de professores.

No entanto, argumentam as autoras:

[...] ainda falta uma análise crítica do tipo de história veiculada nesses livros e de como a concepção de História e Filosofia das Ciências deve ser trabalhada nos diferentes níveis de escolaridade. Assim, o que se deveria questionar é a concepção de história veiculada nesses materiais e não a sua ausência (CARNEIRO; GASTAL, 2005, p. 34).

A análise de Carneiro e Gastal (2005) consiste no exame de livros do ensino médio e universitário, constatando que a concepção de história da biologia veiculada pelos livros didáticos destes dois níveis de ensino caracteriza-se por reforçar uma imagem de ciência que já se vem tentando enfrentar nas últimas décadas: a ciência linear, descontextualizada, individualista.

Um dos trabalhos de referência nesta linha foi realizado por Pretto (1985) que, ao analisar o conteúdo dos livros didáticos de ciências em Salvador, Bahia, nas três redes de ensino, obtém como uma das suas conclusões:

A apresentação da ciência é absolutamente a-histórica. Sem referência a seu processo de criação e muito menos ao contexto em que foi criada. E, o que é pior, na tentativa de suprir esta lacuna passa uma visão da História da Ciência como se fosse [...] um armazém, um depósito onde se guardam as vidas dos cientistas, seus feitos e suas obras (PRETTO, 1985, p. 77).

Mais recentemente, encontram-se pesquisas também alinhadas com as ideias de Pretto (1985), tais como os trabalhos desenvolvidos por Carneiro e Gastal (2005) e Rosa e Silva (2010), que investigam de que modo a história da ciência está sendo apresentada nos livros didáticos, tendo como ponto de partida as narrativas contidas nos próprios livros.

Carneiro e Gastal (2005) apresentam um trecho do Manual do Professor do Projeto “Biological Sciences Curriculum Study” – BSCS (1983), livros cujas versões são bem conhecidas no Brasil devido à sua tradução e adaptação para uso em nosso país, os quais, apesar de ter sido bastante criticado nos últimos anos por dar muita ênfase ao chamado “método científico” foi, segundo as autoras, um dos materiais curriculares produzidos nos anos 60 que já apresentava preocupação com a contextualização histórica. O Manual do Professor deste projeto destaca que:

A apresentação destes aspectos pode ser útil por contribuir para dar ao 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. Por isso, sempre que possível, a narrativa do inquérito, os exercícios e outros materiais descrevem a investigação em termos de pessoas, lugares e incidentes que nela estão envolvidos (BSCS, 1983, p. 27).

Rosa e Silva (2010) investigam o episódio da transformação bacteriana em livros didáticos de biologia do ensino médio por meio de uma análise que segue o padrão historiográfico da história de problemas de Mayr (1998), de modo a explorar as potencialidades historiográficas possibilitadas pelas narrativas destes livros.

Ferreira e Selles (2005) argumentam que, na tentativa de unificação e modernização da biologia como nova ciência, a versão azul do BSCS apresenta o estudo da célula numa perspectiva evolutiva, ressaltando o carácter unificador e de sustentação da Teoria Celular para esta ciência. As autoras, no entanto, enfatizam que a versão azul do BSCS apresenta de forma explícita uma visão experimental das ciências biológicas e parecem discordar de Carneiro e Gastal (2005) quanto à interpretação do teor histórico destes livros ao descreverem:

Quando a Teoria Celular é apresentada, a estratégia da obra é recorrer aos registos históricos clássicos, dos tipos factuais e bastante heróicos, ressaltando aspectos do desenvolvimento tecnológico e instrumental que deram suporte ao estudo da célula em detrimento de aspectos conceituais (FERREIRA; SELLES, 2005, p. 9).

Uma abordagem diferente daquela apresentada nos livros didáticos sobre o sistema circulatório humano, proposta por Deliziocov (2006), envolve a problematização do conhecimento além do estudo deste conteúdo, a fim de estimular o raciocínio e a criticidade do aluno para uma melhor compreensão dos fenômenos, numa comparação com as questões problematizadoras que levaram o cientista William Harvey a investigar o movimento do sangue no corpo humano, no século XVII. Esta autora sugere que a forma como os conteúdos são veiculados pelos livros didáticos precisa ser reformulada sob um estilo de pensamento pedagógico diferente, considerando a dimensão problematizadora necessária ao ensino de ciências.

Martins e Brito (2006) também apresentam contribuições sobre a abordagem histórica presente em livros didáticos discutindo a questão a partir da análise de exemplos relacionados à genética e à evolução, mostrando problemas encontrados, tais como: os autores descrevem de modo errôneo as hipóteses do pesquisador por desconhecerem completamente sua obra original; ignoram totalmente o contexto da época em que viveram os estudiosos mencionados e parecem não atribuir a mínima importância a este aspecto; o tipo de narrativa empregada contribui para a ideia de que existem os cientistas geniais. As autoras contribuem com novos dados em relação ao conteúdo e à contextualização da época em que os episódios descritos ocorreram, por meio de fontes historiográficas e escritos originais de Charles Darwin.

Na busca por pesquisas referentes à abordagem histórico-filosófica da ciência em livros didáticos de biologia, selecionamos alguns trabalhos de dissertação, os quais são descritos resumidamente a seguir.

Um ano antes da primeira distribuição dos livros de biologia pelo extinto PNLEM - Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio - Santos (2006) publica uma pesquisa intitulada “História e filosofia da ciência nos livros didáticos de biologia do ensino médio: análise do conteúdo sobre a origem da vida”. Neste trabalho, a autora busca responder a três questionamentos: A história da ciência está presente nos livros didáticos, como ela está sendo apresentada? b) A forma pela qual a história da ciência aparece nos livros didáticos é considerada adequada para um ensino de boa qualidade? c) Como a história da ciência vem sendo utilizada, uma vez que ela pode ser um excelente recurso pedagógico? Apoiada na epistemologia de Thomas Kuhn e pelas ideias do pesquisador contemporâneo Michael Matthews, a autora fez análise de quatro livros didáticos de biologia do ensino médio sobre o conteúdo “a origem da vida” e os paradigmas da *biogênese* e *abiogênese*. A partir das categorias: linearidade; ciência normal; paradigma; quebra-cabeça e relação teoria/experimento, a autora realizou uma descrição qualitativa das formas pelas quais a história e filosofia da ciência se encontram nestes livros didáticos, concluindo que há ausência de uma estruturação da história da ciência apresentada, de forma que tornem os assuntos mais compreensíveis, incorporando conflitos teóricos de ideias e os contextos políticos, econômicos e ideológicos (religião) envolvidos na produção deste conhecimento.

Batista (2007) desenvolveu a pesquisa intitulada “História da ciência: investigação do tema em livros didáticos do ensino fundamental”. Apesar de não ser direcionada ao ensino médio, esta pesquisa oferece contribuições importantes: apresenta uma análise das duas coleções de livros didáticos de ciências do ensino fundamental de 5ª a 8ª séries mais usadas nas escolas estaduais de Santa Catarina, por meio da construção de uma ficha de investigação, a qual é sugerida como contribuição aos professores de ciências do ensino fundamental na avaliação dos exemplares durante o processo de escolha do livro didático. O objetivo do trabalho foi identificar a presença da história da ciência nos textos que compõem os livros didáticos, uma vez que os documentos oficiais, como os PCN sugerem que a partir do ensino de ciências, sejam incorporados elementos relativos à abordagem histórico-filosófica. A autora observou os livros de 8ª série contemplam o maior número de textos relacionados à história da ciência e com maior abrangência; os exemplares de 6ª série apresentaram textos superficiais, enquanto a presença da história da ciência nos livros de 5ª e 7ª séries foi rara.

Outra pesquisa alinhada às anteriores e desenvolvida por Rosa (2008) recebeu o título de “História e filosofia da ciência nos livros didáticos de biologia do ensino médio: análise do conteúdo sobre o episódio da transformação bacteriana e a sua relação com a descoberta do DNA como material genético”. Neste trabalho, a autora responde ao seguinte questionamento: “Que tipo de história está sendo apresentada nos livros didáticos, já que ela é um excelente recurso pedagógico?” Utilizando como referencial teórico Robert Olby, Ernst Mayr e Thomas Kuhn, Rosa (2008) analisou nove livros didáticos de biologia do ensino médio e uma apostila, por meio de um quadro-resumo que apresenta os principais aspectos analisados nos livros: os episódios históricos e a classificação dos tipos de história, segundo Mayr (1998). A autora verifica em sua análise, por meio de uma descrição qualitativa, que a maioria dos livros apresenta a história como ilustração dos acontecimentos científicos e relatos sobre os cientistas que contribuíram para o desenvolvimento do tema. Rosa (2008) também se refere a problemas de estruturação referente à forma que a história da ciência aparece nos livros analisados.

“O evolucionismo no ensino de biologia: investigação das teorias de Lamarck e Darwin expostas nos livros didáticos de biologia do plano nacional do livro didático do ensino médio – PNLEM” é o título da dissertação de Motolla (2011), a qual investiga o modo como o conceito de evolução, elaborado por Lamarck e Darwin, é apresentado nos livros didáticos de biologia selecionados pelo PNLEM/2007, por meio de procedimentos de coleta e análise de dados de natureza qualitativa. Além dos problemas conceituais, o autor identifica que em alguns livros didáticos, há uma visão ahistórica da ciência, a falta de uma contextualização sociocultural e uma carência em relação à história e à filosofia da biologia.

Nunes (2012) desenvolveu a dissertação intitulada “Sucessão ecológica: análise das concepções de estudantes ingressantes em um curso de biologia por meio da história e transposição deste conceito”, a qual teve o objetivo de analisar como os alunos ingressantes em um curso de licenciatura em ciências biológicas compreendem o tema “sucessão ecológica”, na tentativa de obter um indicador que auxilie na elaboração de estratégias didáticas que considerem suas concepções alternativas. No intuito de compreender as concepções apresentadas pelos licenciandos, foram analisados livros didáticos e apostilas utilizadas por eles durante o ensino médio, onde a autora verificou que esse conceito geralmente é apresentado de maneira dogmática, simplista e fragmentada. Nunes (2012) conclui que há uma forte relação entre o livro didático e a concepção dos licenciandos, sendo necessário, portanto, uma revisão na qualidade desses materiais e que existe a necessidade de que o conceito de sucessão ecológica seja abordado pelos livros didáticos de uma forma mais abrangente, utilizando, por exemplo, as concordâncias e as controvérsias entre os pesquisadores deste campo do conhecimento.

Conforme exposto, podemos constatar o papel de destaque dado ao livro didático no cenário da educação e de pesquisas que o adotam como objeto de estudo, na área da biologia e das ciências de um modo geral.



## 4 METODOLOGIA

Adotamos nesta pesquisa a abordagem quali-quantitativa do tipo documental/bibliográfica (LAKATOS; MARCONI, 2003) e a desenvolvemos por meio da metodologia da análise de conteúdo proposta por Moraes (1999), com o intuito de responder à nossa pergunta inicial: *Quais concepções sobre a natureza da ciência são veiculadas nos livros didáticos de biologia aprovados pelo PNLD/2012 e em livros universitários, em particular no tratamento do tema Teoria Celular?*

Nosso objeto de estudo corresponde a 11 livros didáticos: 8 livros na versão do aluno, referentes ao 1º ano do ensino médio da disciplina biologia aprovados no PNLD/2012 e os 3 livros do nível universitário mais frequentes nas referências bibliográficas dos livros do PNLD/2012. A escolha dos exemplares do 1º ano do nível médio deve-se ao fato de que o tema *Teoria Celular* é desenvolvido no primeiro volume das obras, a fim de atender a tradição de organização dos conteúdos da disciplina biologia.

Segundo Lüdke e André (1986), os livros didáticos são caracterizados como sendo de natureza instrucional e possibilita a análise documental, a qual possui várias vantagens, uma vez que constitui uma fonte rica e estável de dados, apresenta baixo custo e seu uso necessita apenas do tempo e atenção do pesquisador na seleção e análise dos documentos mais relevantes. Este método também é considerado uma técnica exploratória, pois abre caminho para pesquisas posteriores ao indicar problemas que devem ser mais bem explorados por meio de outros métodos.

Realizamos a análise dos resultados por meio da análise de conteúdo, a qual Moraes (1999) define da seguinte maneira:

A análise de conteúdo constitui uma metodologia de pesquisa usada para descrever e interpretar o conteúdo de toda classe de documentos e textos. Essa análise, conduzindo a descrições sistemáticas, qualitativas ou quantitativas, ajuda a reinterpretar as mensagens e a atingir uma compreensão de seus significados num nível que vai além de uma leitura comum (MORAES, 1999, p. 8).

Moraes (1999, p. 8) esclarece que os dados provenientes das diversas fontes, tais como: cartas, jornais, livros, fotografias, entrevistas, vídeos, dentre outros, “chegam ao investigador em estado bruto, necessitando, então ser processados para, dessa maneira, facilitar o trabalho de compreensão, interpretação e inferência a que aspira a análise de conteúdo”. O autor acrescenta que, como não é possível uma leitura neutra, pois toda leitura se estabelece numa interpretação, podemos considerar a análise de conteúdo uma interpretação pessoal por parte do pesquisador com relação à percepção que este tem dos dados.

O processo de análise de conteúdo é projetado por Moraes (1999) em cinco etapas, a saber: 1) *preparação das informações*; 2) *unitarização ou transformação do conteúdo em unidades*; 3) *categorização ou classificação das unidades em categorias*; 4) *descrição*; e 5) *interpretação*.

Na etapa de *preparação das informações*, é preciso identificar as diferentes amostras de informação a serem analisadas. Para isto, Moraes (1999) recomenda uma leitura de todos os materiais para que se decida sobre quais deles efetivamente estão de acordo com os objetivos da pesquisa. Na sequência, deve-se dar início ao processo de codificação dos materiais, a fim de convencionar um código que possibilite identificar rapidamente cada elemento da amostra de documentos a serem analisados.

Nesta pesquisa, o recorte considerado para análise da Teoria Celular corresponde ao período de tempo compreendido desde a descrição do episódio da observação da cortiça por Robert Hooke, em 1663 até a proposição dos enunciados da Teoria Celular atribuídos a Mathias Schleiden (1838) e Theodor Schwann (1839), bem como seus desdobramentos, de acordo com Prestes (1997; 1998). Logo, os materiais analisados foram os textos que constam nos capítulos referentes a estes episódios do volume 1 de cada uma das 8 coleções selecionadas pelo PNLD/2012, uma vez que o conteúdo sobre a Teoria Celular encontra-se tradicionalmente neste volume das coleções. Nos livros universitários, normalmente este tema encontra-se nos livros ou seção de biologia celular.

O processo seguinte refere-se à *unitarização*, a qual consiste basicamente em reler todos os materiais a fim de *definir* e, posteriormente, *identificar as unidades de análise*. Moraes (1999) aponta que é necessária a definição da natureza das *unidades*

*de análise*, as quais podem ser palavras, frases, temas ou mesmo os documentos na íntegra. Tal definição depende do problema a ser investigado, dos objetivos da pesquisa e dos tipos de materiais a serem analisados. Nesta pesquisa, as *unidades de análise* relacionadas com a identificação das concepções sobre a natureza da ciência nos livros didáticos são constituídas de palavras e frases.

Após serem identificadas as *unidades de análise*, cada unidade deve receber códigos adicionais, associados ao sistema de identificação elaborado na etapa anterior. Em seguida, cada uma das *unidades de análise* deve ser *isolada*, considerando que será posteriormente classificada. Este processo de fragmentação vem acompanhado da reescrita ou reelaboração, para que tenham significado mesmo fora do seu contexto original. Moraes (1999) destaca que a perda de informação do material analisado devido ao isolamento das *unidades de análise* e à interpretação do pesquisador é compensada pelo aprofundamento em compreensão proporcionado pela análise. Um recurso para interpretar de forma mais completa a mensagem do texto é poder recorrer periodicamente ao contexto de onde se origina cada *unidade de análise* através da definição de unidades mais amplas, as *unidades de contexto*.

A terceira etapa da análise de conteúdo proposta por Moraes (1999) é a *categorização*, na qual ocorre a classificação dos dados por semelhança ou analogia, segundo critérios semânticos, sintáticos, léxicos ou expressivos<sup>63</sup>. Esta fase é considerada pelo autor uma das etapas mais criativas da análise de conteúdo. Nesta pesquisa, as categorias foram constituídas segundo critérios semânticos, os quais originam *categorias temáticas*.

Convém destacar que a abordagem da análise de conteúdo seguida é do tipo *dedutiva-verificatória*, a qual, segundo Moraes (1999, p. 20), parte de teorias e hipóteses, que direcionam o processo, definindo a natureza dos dados e sua organização. Logo, nesta abordagem “as categorias são fornecidas ou estabelecidas *a priori*, seja a partir da teoria, seja dos objetivos ou das questões de pesquisa”.

A respeito do processo de análise dos dados, Moraes (1999) adverte que:

---

<sup>63</sup> *Crítérios semânticos* originam categorias temáticas; *crítérios sintáticos* definem categorias a partir de verbos, adjetivos, substantivos, etc; *crítérios léxicos* apresentam ênfase nas palavras e seus sentidos e *crítérios expressivos* concentram-se em problemas de linguagem.

[...] a análise do material se processa de forma cíclica e circular, e não de forma seqüencial e linear. Os dados não falam por si. É necessário extrair deles o significado. Isto em geral não é atingido num único esforço. O retorno periódico aos dados, o refinamento progressivo das categorias, dentro da procura de significados cada vez melhor explicitados, constituem um processo nunca inteiramente concluído, em que a cada ciclo podem atingir-se novas camadas de compreensão (MORAES, 1999, p. 12).

Moraes (1999) orienta quanto aos critérios que devem ser seguidos para o estabelecimento das categorias na análise de conteúdo: *a validade, a exaustividade, a homogeneidade, a exclusividade e a consistência*. No que concerne à primeira característica necessária, o autor esclarece que:

[...] A validade ou pertinência das categorias exige que todas as categorias criadas sejam significativas e úteis em termos do trabalho proposto, sua problemática, seus objetivos e sua fundamentação teórica. Além disto, todos os aspectos significativos do conteúdo investigado e dos objetivos e problemas da pesquisa devem estar representados nas categorias (MORAES, 1999, p. 15).

Segundo as orientações de Moraes (1999), para atender ao critério de *validade* das categorias definidas *a priori* utilizadas neste trabalho, construímos as mesmas a partir das reflexões apresentadas nos referenciais teóricos que abordam concepções epistemológicas sobre a natureza da ciência e a construção do conhecimento científico, bem como suas possíveis implicações para o ensino das ciências (GIL PÉREZ *et al.*, 2001; CACHAPUZ *et al.*, 2005). Tais reflexões, segundo os autores, foram feitas na tentativa de “questionar concepções e práticas assumidas de forma acrítica e a aproximar-se de concepções epistemológicas mais adequadas que, se devidamente reforçadas, podem ter incidência positiva sobre o ensino” (GIL PÉREZ *et al.*, 2001, p. 127). Dessa forma, também contemplamos uma das exigências da abordagem dedutiva-verificatória, na qual, segundo Moraes (1999, p. 20), “as categorias necessitam ser justificadas a partir de um sólido fundamento teórico”.

Para atender ao critério de *exaustividade* ou *inclusividade*, Moraes (1999) recomenda que cada conjunto de categorias seja de tal forma abrangente, que possibilite a inclusão de todas as *unidades de análise* significativas, levando-se em consideração os objetivos da análise. Quanto à *homogeneidade*, a organização das categorias deve ser baseada em um único princípio ou critério de classificação. Outro critério a ser obedecido refere-se à *exclusividade* ou *exclusão mútua*, isto é, uma

mesma *unidade de análise* não pode ser incluída em mais de uma categoria. As categorias precisam, ainda, segundo Moraes (1999), cumprir o critério de *objetividade, consistência ou fidedignidade*, o qual permite que as regras possam ser aplicadas consistentemente ao longo de toda a análise, desde que o conjunto de categorias seja objetivo. Apesar das críticas relacionadas a este critério em pesquisas qualitativas, o autor recomenda sua aplicação na constituição de conjuntos de categorias.

Moraes (1999) reforça que nas categorias definidas *a priori*, os critérios de validade, exaustividade, homogeneidade, exclusividade e objetividade já precisam ser contemplados antecipadamente, enquanto que nas *categorias emergentes*, se existirem, tais critérios deverão ser construídos ao longo da análise.

A *descrição* corresponde à quarta etapa do processo de análise de conteúdo e configura-se como o primeiro momento de transmissão do resultado de categorização. Segundo Moraes (1999, p. 18), “é o momento de expressar os significados captados e intuídos nas mensagens analisadas”.

Segundo esta metodologia, em pesquisas com abordagem quantitativa, a descrição deverá ser feita com a apresentação de tabelas e quadros compostos pelas categorias construídas, bem como pelas frequências e percentuais de cada uma delas. Nas abordagens qualitativas, a descrição envolve a elaboração de um texto síntese que comunique os significados presentes nas *unidades de análise* incluídas em cada uma das categorias, com o apoio de “citações diretas” dos dados originais.

A qualidade da análise de conteúdo depende da execução da última etapa do processo: a *interpretação*, fase indispensável, onde, segundo Moraes (1999, p. 18) se busca “atingir uma compreensão mais aprofundada do conteúdo das mensagens”, em especial nas pesquisas qualitativas. Este esforço de interpretação envolve tanto os conteúdos explícitos quanto os conteúdos implícitos de forma consciente ou não pelos autores do material analisado.

Apresentamos a seguir o processo de análise de conteúdo com base nas etapas descritas anteriormente, conforme desenvolvido por Moraes (1999) separadamente para os livros do PNLD/2012 e para os livros universitários.

## 4.1 DESENVOLVIMENTO DA ANÁLISE DE CONTEÚDO DOS LIVROS DO PNLD/2012

## 4.1.1 Primeira etapa: Preparação das informações

Os livros selecionados para análise e seus respectivos códigos de identificação encontram-se no quadro a seguir (QUADRO 3).

CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO	REFERÊNCIAS
LD1	LOPES, Sônia; ROSSO, Sérgio. Citologia e envoltórios celulares. In: _____. <b>Bio</b> . São Paulo: Saraiva, v.1, 2010, p. 256-258; 263-264.
LD2	SILVA JÚNIOR, César da; SASSON, Sezar; CALDINI JÚNIOR, Nelson. In: _____. A célula, unidade fundamental dos seres vivos. <b>Biologia</b> . São Paulo: Saraiva, v. 1, 10ª ed., 2010, p. 200-201.
LD3	PEZZI, Antônio; GOWDAK, Demétrio Ossowski; MATTOS, Neide Simões de. A célula como componente estrutural. In: _____. <b>Biologia</b> . São Paulo: FTD, v.1, 2010, p. 10-11.
LD4	MENDONÇA, Vivian; LAURENCE, Janet. Introdução à Citologia e membranas celulares. In: _____. <b>Biologia para a nova geração</b> . São Paulo: Nova Geração, v. 1, 2010, p. 145-146.
LD5	AMABIS, José Mariano; MARTHO, Gilberto Rodrigues. A descoberta da célula viva. In: _____. <b>Biologia</b> . São Paulo: Moderna, v. 1, 3ª ed., 2010, p. 92-95.
LD6	LINHARES, Sérgio; GEWANDSZNAJDER, Fernando. Uma visão geral da célula. In: _____. <b>Biologia Hoje</b> . São Paulo: Ática, v. 1, 2010, p. 90-91.
LD7	BIZZO, Nélío. A organização básica da vida. In: _____. <b>Novas Bases da Biologia</b> . São Paulo: Ática, v. 1, 2010, p. 57-61.
LD8	AGUILAR, João Batista <i>et al.</i> Introdução à Citologia. In: _____. <b>Ser protagonista Biologia</b> . São Paulo: Edições SM, v. 1, 2009, p. 78-80.

QUADRO 3 - OBRAS APROVADAS NO PNLD/ 2012 – BIOLOGIA COM REFERÊNCIA AOS CAPÍTULOS QUE TRATAM DO TEMA TEORIA CELULAR.

FONTE: A AUTORA.

#### 4.1.2 Segunda etapa: Unitarização (identificação das unidades de contexto)

Identificamos as *unidades de contexto* nos 8 livros didáticos, as quais receberam códigos adicionais relacionados ao sistema de identificação anterior. Apresentamos a transformação do conteúdo em unidades nos próximos quadros.

No LD1 identificamos 09 (nove) *unidades de contexto* expostas no QUADRO 4:

CÓDIGO	UNIDADES DE CONTEXTO
LD1.1	[...] O que esse cientista viu foram as paredes celulares das células que formam a cortiça, pois a imagem foi obtida a partir de células mortas. A fotomicrografia aqui mostrada ilustra o que Hooke observou, porém com aumento muito maior [...]. (legenda de imagem- p. 256)
LD1.2	A citologia teve seu início com as observações do cientista inglês Robert Hooke (1635-1703). (5º parágrafo- p. 257)
LD1.3	Na obra <i>Micrographia</i> (1665), Hooke publicou diversos desenhos representando suas observações ao microscópio. Os de cortes de cortiça, um material inerte e revelavam uma estrutura reticulada evidenciando uma infinidade de diminutas câmaras, as quais denominou célula (do latim <i>cella</i> , que significa pequeno compartimento ou recinto- o termo era usado para designar os pequenos aposentos dos religiosos nos mosteiros e conventos) (6º parágrafo- p. 257)
LD1.4	[...] Leeuwenhoek conheceu a obra <i>Micrographia</i> de Hooke e se interessou em analisar diversos materiais com seus aparelhos (2º parágrafo- p. 258)
LD1.5	Além de sua grande capacidade de produzir boas lentes de aumento, Leeuwenhoek era cuidadoso e muito curioso, observando tudo o que se pudesse ser colocado sob suas lentes. Como não sabia desenhar, contratou um desenhista para ilustrar o que ele estava observando e passou a descrever com detalhes tudo o que via. (3º parágrafo- p. 258)
LD1.6	Seu trabalho, com os seres microscópicos foi muito importante para a época. A partir de 1673, Leeuwenhoek começou a enviar cartas com suas descobertas para a Royal Society of London, e em 1678 Hooke foi consultado para confirmar as informações desse comerciante desconhecido da ciência. Após a confirmação de Hooke, os trabalhos de Leeuwenhoek passaram a ser publicados na famosa revista científica <i>Philosophical Transactions of the Royal Society</i> . (3º parágrafo- p. 258)
LD1.7	Após os trabalhos de Hooke, outros cientistas interessaram-se pelo estudo microscópico dos seres vivos, desenvolvendo assim, essa importante área da Biologia que é a Citologia. (4º parágrafo- p. 263)
LD1.8	Em 1838, dois pesquisadores alemães, Matthias Schleiden (1804-1881) e Theodor Schwann (1810-1882), formularam a teoria celular, segundo a qual todos os seres vivos são formados por células [...]. (5º parágrafo- p. 263)
LD1.9	Atualmente sabe-se que os vírus são as únicas exceções a essa teoria, pois não são formados por células, porém dependem delas para sua reprodução. (2º parágrafo- p. 264)

QUADRO 4 – UNIDADES DE CONTEXTO IDENTIFICADAS EM LD1.

FONTE: A AUTORA.

Apesar da nossa pesquisa não incluir análise de imagens, excepcionalmente, excertos de duas legendas de imagens permaneceram como integrantes de duas *unidades de contexto*, devido às informações apresentadas, as quais não são contempladas no texto dos seus respectivos livros: as *unidades de análise* LD1.1 e LD7.2.

No LD2 detectamos 08 (oito) *unidades de contexto* apresentadas no QUADRO 5:

CÓDIGO	UNIDADES DE CONTEXTO
LD2.1	Em 13 de abril de 1663, o inglês Robert Hooke apresentou à recém- fundada Royal Society of London (o equivalente à academia de Ciências do Reino Unido), o resultado de suas observações, ao microscópio, de finas fatias de cortiça, entre outros materiais. (1º parágrafo- p. 200)
LD2.2	Foi a primeira vez que alguém utilizou o termo célula para referir-se à unidade básica dos tecidos vivos. (1º parágrafo- p. 200)
LD2.3	Na verdade, o tecido mais externo da casca de certas árvores- como é o caso do sobreiro, da qual se retira a cortiça- é composto de células mortas, que perderam todo o seu conteúdo e apresentam apenas as membranas esqueléticas impregnadas por um material ceroso, a suberina. (2º parágrafo- p. 200)
LD2.4	O que Hooke observou, então, foram as paredes celulares das células da cortiça, como se pode comprovar na imagem abaixo, em que esse material foi fotografado ao microscópio eletrônico de varredura. (2º parágrafo- p. 200)
LD2.5	Outro pesquisador do século 17, o holandês Anton von Leeuwenhoek, possivelmente influenciado pelos trabalhos de Hooke, contribuiu bastante para desbravar, ao microscópio, o mundo do “muito pequeno”. Leeuwenhoek observou e descreveu protozoários, bactérias, glóbulos vermelhos, espermatozoides, entre outras estruturas, tendo mandado seus resultados à Royal Society, da Inglaterra, da qual foi eleito membro. (1º parágrafo- p. 201)
LD2.6	Nos anos seguintes, um número cada vez maior de observações levou à ideia de que tanto as plantas como animais - as duas categorias de seres vivos reconhecidas na época - eram constituídos por células. (2º parágrafo- p. 201)
LD2.7	Mas foi apenas em meados do século XIX, graças aos trabalhos de cientistas como os alemães T. Schwann, M. Schleiden (1839) e R. Virchow (1858), que se generalizou o que hoje é conhecido como Teoria Celular. (2º parágrafo- p. 201)
LD2.8	À época em que a teoria foi enunciada, os vírus - descobertos pouco antes de 1900 – ainda não eram conhecidos. Por causa deles, faríamos hoje exceção à primeira e à terceira afirmações: os vírus são a menor forma de vida existente, mas não são constituídos por células, e sim por uma estrutura diversa daquela encontrada nos demais seres vivos. (3º parágrafo- p. 201)

QUADRO 5 – UNIDADES DE CONTEXTO IDENTIFICADAS EM LD2.  
FONTE: A AUTORA.



Apresentamos no QUADRO 6 as 09 (nove) *unidades de contexto* identificadas no LD3:

CÓDIGO	UNIDADES DE CONTEXTO
LD3.1	O nome célula (do grego <i>kytos</i> = célula e do latim <i>cella</i> = espaço vazio) foi empregado pela primeira vez em 1665 por Robert Hooke, ao descrever suas investigações sobre a estrutura da cortiça, tecido vegetal morto, que ele realizou com o auxílio de um microscópio formado apenas por duas lentes: uma ocular e uma objetiva. (1º parágrafo-p. 10)
LD3.2	Hooke verificou que a cortiça era composta de uma massa de minúsculas câmaras, que ele denominou células. Hooke observou, na verdade, apenas as paredes celulares que persistiram após a morte e a degeneração das células, como um favo de abelhas totalmente vazio. (2º parágrafo-p. 10)
LD3.3	Em 1674, Anton van Leeuwenhoek, estudioso contemporâneo de Hooke, também munido de um microscópio, todavia um pouco mais aperfeiçoado, reconheceu a existência de organismos formados por uma única célula e certa organização no interior daqueles seres unicelulares. (3º parágrafo-p. 10)
LD3.4	Por 200 anos o estudo da célula ficou restrito àqueles que dispunham de um microscópio e, apenas no século XIX, esse estudo ganhou profundidade, culminando com a criação da teoria celular. (4º parágrafo-p. 10)
LD3.5	[...] A teoria segundo a qual todos os organismos, com exceção dos vírus, são constituídos de células foi proposta pelo botânico Mathias Schleiden (1838) e pelo zoólogo Theodor Schwann (1839). (5º parágrafo-p. 10)
LD3.6	A aplicação da teoria celular na embriologia se deu a Kölliker (1841), que identificou o óvulo e o espermatozoide como células, de cuja fusão resulta a célula-ovo ou zigoto, início de nova vida animal ou vegetal. (1º parágrafo-p. 11)
LD3.7	Em 1855, o médico Rudolf Virchow generalizou o conceito de que não existe geração espontânea de células e todas elas se originam de outras preexistentes. (1º parágrafo-p. 11)
LD3.8	Em 1882, Walter Fleming descreveu a divisão celular por mitose. (1º parágrafo-p. 11)
LD3.9	A moderna teoria celular pode ser resumida em quatro conceitos fundamentais: 1. A menor unidade de vida é a célula; 2. Todo ser vivo pluricelular provém de uma célula: o zigoto; 3. Todas as células provêm de outras preexistentes; 4. Todas as reações metabólicas de um organismo vivo partem das células. (2º parágrafo-p. 11)

QUADRO 6 – UNIDADES DE CONTEXTO IDENTIFICADAS EM LD3.  
FONTE: A AUTORA.

No LD4 identificamos 05 (cinco) *unidades de contexto* expostas no QUADRO 7:

CÓDIGO	UNIDADES DE CONTEXTO
LD4.1	Em 1665, Robert Hooke, um cientista inglês, estava trabalhando com um microscópio rudimentar e observou uma delgada fatia de cortiça: ele conseguiu, pela primeira vez, distinguir os contornos de uma célula. (2º parágrafo-p. 145)
LD4.2	O termo célula é diminutivo de “cela”, que significa cavidade. Assim, Hooke descreveu pequenas cavidades no tecido vegetal que observou (2º parágrafo-p. 145).
LD4.3	A cortiça é retirada do caule de algumas plantas; trata-se de um tecido morto, utilizado principalmente para a fabricação de rolhas. O que Hooke observou foi a parede celular que delimita as células das plantas e que permanece mesmo após

	a morte da célula. (2º parágrafo-p. 145)
LD4.4	Embora Hooke já houvesse observado a célula em 1665, somente em 1838 foi comprovada por Schleiden a existência de células em plantas e em 1839 foi comprovada por Schwann a existência de células em animais. (3º parágrafo-p. 145)
LD4.5	Esses dois cientistas, Schleiden e Schwann, estabeleceram o que ficou conhecido como doutrina celular: “todo ser vivo é formado por células”. De fato, existem seres unicelulares e multicelulares, mas todos os seres vivos, com exceção dos vírus, são formados por células. (1ºe 2º parágrafos-p. 146)

QUADRO 7 – UNIDADES DE CONTEXTO IDENTIFICADAS EM LD4.

FONTE: A AUTORA.

No LD5 identificamos 17 (dezessete) *unidades de contexto* apresentadas no QUADRO 8:

CÓDIGO	UNIDADES DE CONTEXTO
LD5.1	A invenção do microscópio mostrou que há grande semelhança entre os organismos, quando observados no nível microscópico: todos são constituídos por células, minúsculos compartimentos onde ocorrem as reações fundamentais à vida. (1º parágrafo, p. 92)
LD5.2	Há menos de 400 anos, um vasto mundo novo foi descoberto pela humanidade: o mundo microscópico. Em vez de chegar a eles a bordo de caravelas, os pesquisadores pioneiros foram transportados pelas lentes dos seus rudimentares microscópios. (1º parágrafo- p. 93)
LD5.3	A invenção do microscópio possibilitou a descoberta das células e inaugurou um novo campo de investigação científica, a Citologia (do grego <i>Kytos</i> , célula, e <i>logos</i> , estudo), atualmente mais conhecido como Biologia Celular. (1º parágrafo- p. 93)
LD5.4	[...] foi o holandês Antonie van Leeuwenhoek (1632-1723) o primeiro estudioso a empregar um microscópio na investigação da natureza, registrando cuidadosamente suas observações. Leeuwenhoek aprendeu técnicas ópticas e construiu microscópios de uma só lente, com os quais observou água estagnada, sangue e esperma, descobrindo nesses materiais, respectivamente, microrganismos, hemácias (células vermelhas do sangue) e espermatozoides. (2º parágrafo- p. 93)
LD5.5	Estimulados pelas descobertas de Leeuwenhoek, cientistas ingleses encarregaram o físico Robert Hooke (1635-1703) de construir um microscópio. [...]. (3º parágrafo- p. 93)
LD5.6	Em 8 de abril de 1663, Robert Hooke apresentou seu microscópio aos cientistas londrinos; o material escolhido para a observação microscópica foi uma planta de musgo. Em novo encontro, na semana seguinte, o físico inglês mostrou aos cientistas finas fatias de cortiça, material cuja baixa densidade deve-se à sua porosidade, no nível microscópico. Ele comparou as cavidades microscópicas da cortiça às celas (pequenos quartos) de um convento, denominando-as, em inglês <i>cells</i> . O termo em português, célula, deriva do latim <i>cellula</i> , diminutivo de <i>cella</i> , que significa pequeno compartimento. (1º parágrafo- p. 94)
LD5.7	Hooke continuou seus estudos microscópicos e obteve material suficiente para produzir um alentado livro sobre o assunto, intitulado <i>Micrographia</i> , publicado em 1665. Ao observar partes vivas de plantas, ele e outros pesquisadores notaram compartimentos semelhantes aos da cortiça, com a diferença de que o espaço interno das células vivas era preenchido por um material gelatinoso. Nos anos seguintes o termo “célula” passou a denominar o conteúdo completo dessas “caixinhas” microscópicas que formam o corpo das plantas. (2º parágrafo- p. 94)

LD5.8	As observações microscópicas estenderam-se a todos os seres vivos e mostraram que os animais também eram constituídos por bolsas microscópicas de aspecto gelatinoso, cujo conteúdo parecia corresponder aos das caixinhas microscópicas presentes em plantas; assim essas bolsas também foram chamadas de células. (3º parágrafo- p. 94)
LD 5.9	[...] Baseados em estudos sobre muitos tipos de plantas e animais, os cientistas alemães Mathias Schleiden (1804-1881) e Theodor Schwann (1810-1882), lançaram a ideia de que todos os seres vivos são formados por células. Essa foi a base para a teoria celular, que se desenvolveu nos anos seguintes. (4º parágrafo- p. 94)
LD5.10	Schwann e Schleiden publicaram essas ideias independentemente, em 1838 e 1839, respectivamente. (5º parágrafo- p. 94)
LD5.11	Importantes biólogos da época, como o fisiologista francês Claude Bernard (1813-1878) e o patologista alemão Rudolf Virchow (1821-1902), apoiaram desde início as ideias de Schleiden e Schwann, o que facilitou sua aceitação pela comunidade científica. Convencidos de que a célula era o constituinte fundamental de todos os seres vivos, os biólogos passaram a imaginar como elas surgiam. (1º parágrafo- p. 95)
LD5.12	Um dos defensores de que uma célula somente podia originar-se de uma célula preexistente era Rudolf Virchow, que, em 1855, sintetizou seu pensamento em uma frase em latim, a qual, depois, se tornou célebre: “ <i>Omnis cellula ex cellula</i> ”, cujo significado é: toda célula se origina de outra célula”. (2º parágrafo- p. 95)
LD5.13	Em 1878, o biólogo alemão Alexander Flemming (1843-1905) descreveu detalhadamente o processo de divisão de uma célula em duas, que ele denominou mitose. (3º parágrafo- p. 95)
LD5.14	A proposição inicial de Schleiden e Schwann (todos os seres vivos são formados por células), complementada por novas descobertas e conclusões, passou a constituir a teoria celular, que se apoia em três premissas fundamentais. [...] (4º parágrafo- p. 95)
LD5.15	A teoria celular é uma das mais importantes generalizações da Biologia. Ela estabelece que, apesar das diferenças quanto à forma e à função, todos os seres vivos têm em comum o fato de serem constituídos por células. Para compreendermos plenamente o fenômeno da vida, portanto, precisamos conhecer as células. (5º parágrafo- p. 95)
LD5.16	As pesquisas mostram que os vírus não apresentam células na sua constituição, isto é, são acelulares. Será que essas descobertas invalidam ou enfraquecem a teoria celular, segundo a qual todos os seres vivos são constituídos por pelo menos uma célula? (6º parágrafo- p. 95)
LD5.17	[...] se não encontram células vivas nas quais possam se reproduzir, os vírus não realizam nenhuma atividade vital. Isso confirma que as atividades essenciais à vida ocorrem somente no interior de células vivas e que estas são, de fato, as unidades básicas dos seres vivos. (7º parágrafo- p. 95)

QUADRO 8 – UNIDADES DE CONTEXTO IDENTIFICADAS EM LD5.

FONTE: A AUTORA.

Apresentamos no QUADRO 9 as 11 (onze) *unidades de contexto* detectadas no

LD6:

CÓDIGO	UNIDADES DE CONTEXTO
LD6.1	Entre 1621 e 1723 viveu na Holanda Anton van Leeuwenhoek [...], comerciante de tecidos que dedicava boa parte do seu tempo ao estudo da natureza e tinha notável habilidade para polir lentes e torná-las muito finas (as lentes eram usadas para examinar as fibras do tecido e atestar sua qualidade). (1º parágrafo- p. 90)

LD6.2	Veja como Leeuwenhoek descreveu uma de suas observações: “Das inúmeras maravilhas que pude descobrir na natureza, essa foi pra mim a mais maravilhosa de todas. E devo dizer que, em minha opinião, jamais diante de meus olhos se manifestou espetáculo mais prazeroso do que aquele de milhares de seres vivos, que se deslocavam, uns entre os outros, cada um dotado de movimento próprio, habitando uma pequenina gota de água.” (3º parágrafo- p. 90)
LD6.3	[...] Todo o progresso do conhecimento é fruto do trabalho de muitos pesquisadores ao longo dos séculos. (1º parágrafo- p. 91)
LD6.4	Na mesma época em que Leeuwenhoek desenvolvia suas lentes e realizava suas observações de um mundo pequeno demais para ser observado a olho nu, o cientista inglês Robert Hooke (1635- 1703) [...] observou pedaços de cortiça com o auxílio de um microscópio formado por duas ou mais lentes associadas, dentro de um tubo de metal. Ele descreveu pequenas cavidades no interior daqueles pedaços e deu-lhes o nome de células (diminutivo latino de <i>cella</i> , lugar fechado, pequeno, cômodo). (2º parágrafo- p. 91)
LD6.5	De fato, como a cortiça é um tecido de células mortas (serve para proteger o tronco das árvores), o que Hooke viu foi apenas o envoltório da célula (a parede celular) e o espaço vazio antes ocupado pela célula viva. (2º parágrafo- p. 91)
LD6.6	Na década de 1820, o botânico escocês Robert Brown (1777- 1858) [...] descobriu um pequeno corpo no interior de vários tipos de células e o chamou de núcleo. (3º parágrafo- p. 91)
LD6.7	Em 1838, o botânico alemão Matthias Schleiden (1804-1881) [...] concluiu que a célula era a unidade básica de todas as plantas. Um ano mais tarde, o zoólogo alemão Theodor Schwann (1810-1882) generalizou esse conceito para os animais. Surgia, assim, a teoria celular de Schwann e Schleiden: “Todos os seres vivos são formados por células”. (3º parágrafo- p. 91)
LD6.8	Mais ainda havia uma questão: de onde vinham as células? Alguns achavam que elas podiam surgir de algum líquido do corpo. Em 1858 o médico alemão Rudolf Virchow (1821-1902) [...] afirmou que toda célula provém de outra, querendo dizer que uma célula é capaz de se reproduzir. Virchow fez mais uma afirmação ousada para a época: as doenças seriam consequência de problemas nas células. (4º parágrafo- p. 91)
LD6.9	Dessa forma, a célula passava a ser também responsável pela hereditariedade. (5º parágrafo- p. 91)
LD6.10	Ao longo do século XX foram descobertas várias estruturas, chamadas organelas, responsáveis por diferentes funções no interior da célula. Aos poucos ganhou força a ideia de que a célula é a menor parte da estrutura de um organismo que mantém as propriedades da vida: é capaz de nutrir-se, crescer, multiplicar-se, etc. Ela corresponde, portanto, à unidade morfológica e fisiológica dos seres vivos. (6º parágrafo- p. 91)
LD6.11	Com base nessas descobertas e em outras, elaborou-se a teoria celular. Seus princípios fundamentais são: todos os seres vivos são formados por células. Alguns têm o corpo formado por uma única célula. Portanto, a célula é a unidade morfofisiológica dos seres vivos; a célula é a menor unidade viva. As propriedades vitais de um organismo dependem das propriedades vitais de suas células, nas quais ocorrem as reações do metabolismo. Portanto a célula é a unidade fisiológica dos seres vivos; as células surgem sempre de outras células. Cada uma contém as informações hereditárias de todo o organismo. (7º parágrafo- p. 91)

QUADRO 9 – UNIDADES DE CONTEXTO IDENTIFICADAS EM LD6.  
 FONTE: A AUTORA.

No LD7 identificamos 15 (quinze) *unidades de contexto* expostas no QUADRO

10:

CÓDIGO	UNIDADES DE CONTEXTO
LD7.1	[...] Do mesmo modo como se inventou uma forma diferente de observar o céu e perceber detalhes nunca antes vistos, os seres vivos também passaram a ser observados em detalhes invisíveis a olho nu. A evolução tecnológica dos instrumentos de observação nos permitiu perceber e entender detalhes cada vez menores, que chegam hoje ao nível molecular. (1º parágrafo- p. 57)
LD 7.2	[...] o retrato do naturalista holandês Antoni van Leeuwenhoek, pai da microscopia. [...] retrato de Theodor Schwann, fisiologista alemão que definiu a célula como a unidade básica da vida. (legenda de imagem- p. 57)
LD7.3	A partir do século XVI a Europa passou por grandes transformações, que mudaram profundamente o pensamento ocidental [...]. Entre elas, surgiu o microscópio, um aparelho que permitia ver o mundo pequeno. Com esse novo aparelho, foi possível explorar de perto e em detalhes o material biológico. (1º parágrafo- p. 58)
LD7.4	Assim, um novo campo do conhecimento passou a se desenvolver e hoje temos uma compreensão muito diferente, e com grande riqueza de detalhes, da base microscópica da vida. Embora ainda exista muito por descobrir e compreender, podemos estudar a base da vida em detalhes antes inacessíveis, desde a organização das células até as substâncias e os elementos químicos que as compõem. (2º parágrafo- p. 58)
LD7.5	Um dos primeiros cientistas a estudar a vida microscópica foi o holandês Antoni van Leeuwenhoek (1632-1723). Ele observou e descreveu minúsculas criaturas e ajudou no desenvolvimento do microscópio. (1º parágrafo- p. 59)
LD7.6	O termo célula foi cunhado pelo cientista inglês Robert Hooke (1635-1703), ao analisar um corte fino de cortiça em um aparelho mais desenvolvido. Ele observou uma estrutura, invisível a olho nu, que lembrava um favo de mel. (2º parágrafo- p. 59)
LD7.7	O nome escolhido por Hooke denominava o espaço vazio, as cavidades observadas. Mais tarde, descobriu-se que aqueles espaços estavam preenchidos por material vivo. Com o tempo, a célula passou a ser vista como uma estrutura viva. (3º parágrafo- p. 58)
LD7.8	[...] Por meio de Telescópios, não há nada mais tão distante da nossa vista e, com a ajuda de Microscópios não há nada tão pequeno que não possa ser investigado. Portanto, há um novo Mundo descoberto a ser compreendido. Por esses meios os céus estão se abrindo e um vasto número de novas Estrelas, e novos Movimentos, e novas Produções neles aparecem, dos quais os antigos astrônomos tinham total desconhecimento. Dessa forma, a própria terra, que está tão próxima de nós, sob nossos pés, mostra coisas inteiramente novas para nós, e em cada pequena partícula de sua de matéria podemos agora encontrar uma vastidão de Criaturas tão numerosas quanto antes reconhecíamos no universo inteiro. Trecho da introdução de <i>Micrographia</i> (1665), Robert Hooke. (boxe-p. 59)
LD7.9	Foi, entretanto, apenas no século XIX que as observações de células ganharam a forma de uma teoria que se tornou famosa, a Teoria Celular. Em sua formulação moderna, a Teoria Celular é sustentada por quatro afirmações amplamente comprovadas. Ela estabelece que: todos os seres vivos do planeta são formados por uma ou mais células que apresentam uma organização básica comum; toda célula se origina de outra célula; toda informação hereditária do organismo está contida em suas células, dando origem a células filhas, estas recebem toda a informação hereditária das células parentais; no interior das células ocorre o grande conjunto de reações químicas que mantém os organismos vivos, como as

	reações de oxidação dos alimentos e a fabricação de substâncias, como as proteínas [...] (1º parágrafo- p. 60)
LD7.10	A Teoria Celular foi proposta na década de 1830 por dois microscopistas alemães, Matthias Jakob Schleiden (1804- 1881), um botânico, e por Theodor Schwann (1810-1882), um médico que pesquisava diversos processos metabólicos em animais. Ela foi originalmente formulada nos seguintes termos: “As partes elementares dos tecidos são células, semelhantes no geral, mas diferentes na forma e na função. As células têm ocorrência universal nos seres vivos, e seu estudo é fundamental para a compreensão do desenvolvimento de animais e vegetais”. (2º parágrafo- p. 60)
LD7.11	Na segunda metade do século XVIII, a Teoria Celular enfrentou diversos questionamentos, entre eles o do botânico alemão Julius von Sachs (1832- 1897). (1º parágrafo- p. 61)
LD7.12	Von Sachs discordava da ideia de que um organismo fosse apenas a soma de suas células e propôs o que ficou conhecido como teoria Orgânica. De acordo com esta teoria, o conjunto de células de um organismo adquire propriedades muito diferentes daquelas que as células isoladas possuem, o que chamamos hoje de propriedades emergentes. A formulação moderna da Teoria Celular admite parte das duas teorias originais, tanto a de von Sachs como a de Schleiden e Schwann. (2º parágrafo- p. 61)
LD7.13	Matthias Jakob Schleiden (1804-1881). Nasceu em Hamburgo e foi educado em Heidelberg, na Alemanha. Chegou a trabalhar como advogado, mas dedicou-se integralmente à Botânica, tempos depois. Em vez de focar suas pesquisas em classificações, como faziam os botânicos contemporâneos, estudou a estrutura de plantas observando-as ao microscópio. Foi professor de botânica na Universidade de Jena e, em 1838, escreveu um livro no qual afirmava que as diferentes partes dos vegetais são compostas de células. Tornou-se conhecido por ter desenvolvido, juntamente com Theodor Schwann, a Teoria Celular. Reconheceu a importância do núcleo na divisão celular e, em 1863, tornou-se professor de botânica na Universidade de Tartu, à época conhecida como Universidade de Dorpat, localizada na atual Estônia. Faleceu em Frankfurt, na Alemanha. (boxe- p. 60)
LD7.14	Theodor Schwann (1810-1882). Estudou Medicina em Berlim e trouxe muitas contribuições à Biologia, entre elas o desenvolvimento da Teoria Celular, juntamente com Matthias Schleiden. Descobriu as células do sistema nervoso periférico, denominadas células de Schwann, em sua homenagem, e também a enzima digestiva pepsina. Cunhou o termo metabolismo ao referir-se ao conjunto de processos químicos de um organismo biológico. Suas pesquisas contribuíram também para o início dos estudos embriológicos, pois ele observou como um organismo completo se forma a partir da primeira célula resultante da fecundação, o ovo. Lecionou em duas universidades situadas na Bélgica: a universidade de Lovain (1838) e a Universidade de Liège (1848). (boxe-p. 60)
LD7.15	Julius von Sachs (1832- 1897). Botânico alemão, natural da cidade de Breslau. Desde muito novo demonstrou interesse por História Natural, tornando-se assistente do fisiologista Jan Purkinge. Iniciou seus estudos na Universidade do Rei Carlos, de Praga, em 1851, e se tornou doutor em Filosofia em 1856. Posteriormente trabalhou em diversas instituições, atuando na área de Botânica. Trouxe importantes contribuições às pesquisas em fisiologia vegetal, tendo estudado o metabolismo e o desenvolvimento vegetal, a germinação das sementes e o cultivo de plantas na água, além de fazer várias descobertas sobre a fotossíntese. (boxe-p. 61)

QUADRO 10 – UNIDADES DE CONTEXTO IDENTIFICADAS EM LD7.

FONTE: A AUTORA.



E, por fim, as 12 (doze) *unidades de contexto* do LD8 são apresentadas no QUADRO 11:

CÓDIGO	UNIDADES DE CONTEXTO
LD8.1	O desenvolvimento dos microscópios trouxe importantes contribuições para o avanço da Biologia. A compreensão sobre a origem e constituição dos seres vivos teve de ser completamente revista após as descobertas relacionadas à estrutura e organização das células. (1º parágrafo- p. 78)
LD8.2	O aparecimento dos microscópios eletrônicos, no século XX, possibilitou descobrir que o interior da célula é ocupado por muitas e variadas estruturas altamente especializadas, responsáveis por todas as funções capazes de manter a célula viva. (1º parágrafo- p. 78)
LD8.3	Na Holanda, no século XVI, Hans Jansen e seu filho Zacharias eram fabricantes de óculos. Eles descobriram que duas lentes, alinhadas e montadas em um tubo, proporcionavam grande aumento nas imagens, permitindo visualizar objetos muito pequenos, antes invisíveis a olho nu. Embora não tivessem feito uso científico de sua descoberta, os Jansen lançaram as bases do que viria a ser um dos mais importantes avanços na Biologia. (1º parágrafo- p. 79)
LD8.4	Na segunda metade do século XVII, dois observadores independentes, o holandês Anton van Leeuwenhoek (1632-1723) e o inglês Robert Hooke (1635-1702) construíram seus próprios microscópios (do grego <i>micro</i> , “pequeno”, e <i>scopo</i> , “visão”) e fizeram importantes descobertas. Na mesma época, outros microscopistas, tais como Grew na Inglaterra e Malpighi na Itália, confirmaram e ampliaram essas observações. (2º parágrafo- p. 79)
LD8.5	O microscópio de Leeuwenhoek era bastante rudimentar, composto apenas de uma placa de metal com um orifício, onde se encaixava uma lente de vidro. O material a ser observado era colocado sobre um parafuso, que permitia aproximá-lo ou afastá-lo para focalização. Leeuwenhoek pôde ver as hemácias do sangue, os espermatozoides no sêmen e, observando gotas de água, descobriu algas, protozoários e outros seres unicelulares. (3º parágrafo- p. 79)
LD8.6	Embora ainda não soubesse que se tratava de bactérias, Leeuwenhoek descreveu assim sua descoberta: “Eram incrivelmente pequenos, tão pequenos a meu ver, que acredito que mesmo que cem desses diminutos ‘animais’ fossem postos um ao lado do outro, não alcançariam sequer o tamanho de um grão de areia”. (3º parágrafo- p. 79)
LD8.7	Na Inglaterra, o pesquisador Robert Hooke construiu um microscópio composto (formado por um tubo e duas lentes), no qual observou diferentes materiais, como animais muito pequenos e detalhes de plantas. Suas observações foram publicadas no livro <i>Micrographia</i> , de 1665. No entanto, sua mais importante contribuição foi feita em decorrência da observação de fatias muito finas de cortiça, um tecido morto encontrado na casca de muitas árvores, cuja estrutura porosa lhe chamou a atenção. Hooke estava investigando as propriedades da cortiça e, examinando sua estrutura interna sob o microscópio, julgou que seu aspecto poroso se assemelhava a um favo de mel. Os compartimentos sextavados de um favo de mel eram chamados <i>cellulae</i> (do latim, <i>cella</i> , “pequeno quarto”). Hooke comparou cada um dos compartimentos a pequenas “celas”, e chamou-os de células (do inglês <i>cells</i> ). (5º parágrafo- p. 79)
LD8.8	As descobertas desses dois microscopistas, embora amplamente publicadas (Leeuwenhoek, por exemplo, escreveu sistematicamente durante mais de vinte anos para a Real Sociedade de Ciências de Londres e para a Academia de Ciências de Paris), não receberam muita atenção na época e permaneceram assim por quase duzentos anos. Em parte, isso se devia ao fato de não existir ainda conhecimento suficiente que permitisse compreender a célula como parte constituinte de um organismo. Também era um problema o fato de cada cientista construir seu próprio microscópio, quase sempre de modo artesanal, o que levava

	à obtenção de imagens de baixa qualidade, às vezes bastante distorcidas, dificultando a reprodução dos resultados. Por outro lado, foi durante esse período que se aperfeiçoou a construção de microscópios e um grande número de estudos sobre a célula pôde ser realizado. (6º parágrafo- p. 79)
LD8.9	Nascido em Hamburgo, na Alemanha, Matthias Schleiden (1804-1881) abandonou a advocacia para dedicar-se ao estudo de botânica. Schleiden não via com bons olhos os botânicos da época, que se limitavam a descrever e nomear estruturas vegetais. Suas observações microscópicas detalhadas permitiram formular um conceito inteiramente novo a respeito das plantas: para ele, esses seres eram constituídos por unidades muito pequenas, as células, e seu crescimento seria o resultado da formação de novas células. (1º parágrafo- p. 80)
LD8.10	Theodor Schwann (1810-1882) era médico e, desde o início de sua vida acadêmica, interessou-se pelo estudo da fisiologia dos animais, especialmente das células nervosas e musculares. Assim como Schleiden, Schwann foi aluno de Johannes Peter Müller (1801-1858), professor de fisiologia em Berlim, que o convidou a trabalhar como assistente de pesquisa. Durante os anos em que esteve sob a orientação de Müller, a carreira de Schwann foi muito produtiva. Sua contribuição mais importante veio do seu encontro com Schleiden, entre 1837 e 1838, com quem discutiu as semelhanças entre o núcleo das células vegetais e animais. Schwann estava convencido de que os animais, assim como as plantas estudadas por Schleiden, eram todos formados por células. (2º parágrafo- p. 80)
LD8.11	As investigações conduzidas por eles tiveram grande impacto na Biologia. Para Schwann, as células constituíam a base da organização estrutural dos seres vivos, e estavam presentes em todos eles, embora variassem na forma e na função. Segundo suas próprias palavras, “a célula é a mola mestra universal do desenvolvimento e está presente em cada organismo. A essência da vida é a formação da célula”. Suas ideias permitiram que a botânica e a zoologia, até então áreas distintas, fossem unificadas, o que levou a uma melhor compreensão do fenômeno da vida. (3º parágrafo- p. 80)
LD8.12	Anos mais tarde, Rudolf Virchow (1821-1902), também aluno de Müller, concluiu que as doenças, assim como a própria vida em si, ocorriam no nível da célula. Virchow descobriu também que todas as células se originavam de outras células preexistentes e resumiu sua conclusão numa frase em latim que se tornou famosa no meio científico: <i>Omnis cellula e cellula</i> , que significa “Toda célula vem de outra célula”. Suas descobertas contribuíram para consolidar o que ficou conhecido como Teoria Celular. As únicas exceções em relação a este tipo de organização são os vírus, considerados acelulares [...]. (4º e 5º parágrafos- p. 80)

QUADRO 11 – UNIDADES DE CONTEXTO IDENTIFICADAS EM LD8.

FONTE: A AUTORA.

Identificamos, portanto, nos 8 livros do PNLD/2012 analisados, um total de 87 (oitenta e sete) *unidades de contexto* relacionadas à temática Teoria Celular. Na próxima etapa são desenvolvidas as *categorias temáticas* que orientam a classificação das *unidades de análise*.



#### 4.1.3 Terceira etapa: Categorização dos livros do PNLD/2012

O quadro a seguir contempla o desenvolvimento das categorias *a priori*. Estas categorias foram definidas com base em concepções epistemológicas acerca da natureza da ciência e da construção do conhecimento científico, as quais a educação em ciências pode estar transmitindo, de forma velada ou explícita (GIL PÉREZ *et al.*, 2001; CACHAPUZ *et al.*, 2005). Imediatamente após cada explicação da categoria, apresentamos uma proposta de enfrentamento destas concepções, gerando categorias que se contrapõe às concepções propostas por Gil Pérez *et al.* (2001) e Cachapuz *et al.* (2005), sobre as quais apresentamos uma síntese no quadro seguinte (QUADRO 12).

CATEGORIA	ORIGEM/EXPLICAÇÃO DA CATEGORIA	ENFRENTAMENTO
Ciência não influenciada por fatores externos.	Surge da <i>visão descontextualizada</i> , na qual o trabalho científico é apresentado fora do seu contexto histórico, filosófico, social, político, cultural, econômico de produção, no qual a tecnologia é considerada uma mera aplicação dos conhecimentos científicos.	Esta concepção pode ser enfrentada quando se considera que a <b>ciência é influenciada por fatores externos</b> - contexto histórico, filosófico, social, político, cultural, econômico de produção, no qual se verifica independência histórica da tecnologia em relação à ciência.
Ciência como atividade individual.	Origina-se da <i>visão individualista e elitista</i> , na qual a produção científica é vista como uma atividade individual, podendo incorrer numa visão estereotipada do cientista.	Esta concepção pode ser enfrentada quando se apresenta a <b>ciência como atividade coletiva</b> , considerando o intercâmbio de ideias entre os cientistas.
Observação neutra e em busca da descoberta científica.	Surge da <i>visão empírico-indutivista e atórica</i> , a qual considera a ciência isenta de interesses, em busca do “descobrimto”. Enfatiza o papel “neutro” da observação e da experimentação, desconsiderando o papel essencial das hipóteses e das teorias, que orientam todo o processo.	Esta concepção pode ser enfrentada quando se considera que toda <b>observação é influenciada por uma teoria</b> , ou seja, não existe neutralidade na ciência, de forma que as hipóteses atuam como orientadoras da investigação.
Método científico clássico.	Origina-se da <i>visão rígida</i> , que considera o método científico como uma única sequência de etapas fixas e bem definidas.	Esta concepção pode ser enfrentada quando se apresenta o <b>pluralismo metodológico</b> , considerando também o caráter intuitivo e da criatividade nas

		investigações científicas.
Conhecimento científico verdadeiro e definitivo.	Surge da <i>visão aproblemática e ahistórica</i> , na qual a ciência é apresentada como um conjunto de conhecimentos elaborados e definitivos, sem referir aos problemas que lhes deram origem, à sua evolução e às dificuldades encontradas.	Esta concepção pode ser enfrentada quando se apresenta a <b>ciência dinâmica</b> , com referência aos problemas que lhes deram origem, sua evolução, dificuldades encontradas, bem como as limitações ou possíveis perspectivas.
Fragmentação e/ou simplificação do conhecimento.	Origina-se da <i>visão exclusivamente analítica</i> , na qual o trabalho científico é visto de forma compartimentalizada e simplista, numa tendência à perspectiva epistemológica reducionista, na qual o todo pode ser compreendido pelo conhecimento das partes.	Esta concepção pode ser enfrentada quando se apresenta os <b>processos de unificação do conhecimento</b> em diferentes campos da ciência e a construção de corpos coerentes de conhecimento (teorias) cada vez mais amplos. Dessa forma, também se enfrenta a posição epistemológica reducionista.
Linearidade da ciência.	Surge da <i>visão cumulativa e linear</i> , onde o conhecimento científico é visto como fruto de um crescimento linear e cumulativo, sem considerar as crises, rupturas, continuidades e controvérsias.	Esta concepção pode ser enfrentada quando se apresenta o conhecimento científico como resultado de <b>processos de questionamentos, mudanças, crises, rupturas, continuidades e controvérsias</b> .

QUADRO 12 – CATEGORIAS A PRIORI ELABORADAS PARA ANÁLISE DOS LIVROS DIDÁTICOS DE BIOLOGIA - PNLD/2012.  
FONTE: A AUTORA.

Conforme pontuamos anteriormente, a partir destas categorias *a priori*, elaboramos um segundo conjunto de categorias, as quais dizem respeito à superação daquelas concepções epistemológicas que podem constituir-se em “imagem deformada e empobrecida da ciência no ensino” (CACHAPUZ *et al.*, 2005, p. 54). Consideramos que esta *categorização* relaciona-se ao enfrentamento de visões deformadas sobre a ciência<sup>64</sup> na educação em ciências.

No quadro a seguir (QUADRO 13) encontra-se uma síntese dos dois conjuntos de categorias utilizados na análise desenvolvida nesta pesquisa, a qual lembramos, investiga as concepções sobre a natureza da ciência veiculadas nos livros de biologia quando estes tratam do tema Teoria Celular.

<sup>64</sup> Conforme já explicitado, referem-se a concepções distorcidas ou empobrecidas do trabalho científico (CACHAPUZ *et al.*, 2005).

CATEGORIAS REFERENTES A VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA	CATEGORIAS REFERENTES AO ENFRENTAMENTO/SUPERAÇÃO DE VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA
Ciência não influenciada por fatores externos.	Ciência influenciada por fatores externos.
Ciência como atividade individual.	Ciência como atividade coletiva.
Observação neutra e em busca da descoberta científica.	Observação influenciada por uma teoria.
Método científico clássico.	Pluralismo metodológico.
Conhecimento científico verdadeiro e definitivo.	Caráter histórico e dinâmico da ciência.
Fragmentação e/ou simplificação do conhecimento.	Unificação do conhecimento científico.
Linearidade da ciência.	Rupturas e/ou controvérsias científicas.

QUADRO 13 – CATEGORIAS *A PRIORI* UTILIZADAS NA ANÁLISE DOS LIVROS DIDÁTICOS DE BIOLOGIA - PNLD/2012.  
FONTE: A AUTORA.

Elaboramos, portanto, 14 categorias *a priori* para análise dos livros didáticos. Apresentamos a *categorização*, bem como a codificação das *unidades de análise* nos subitens a seguir.

#### 4.1.3.1 Categorização referente a visões deformadas sobre a ciência

Nos quadros a seguir apresentamos a *primeira categorização*, relativa às visões deformadas sobre a ciência encontradas quando se analisa as compreensões acerca da natureza da ciência e do trabalho científico veiculadas pelos livros didáticos que “a própria educação científica costuma transmitir por ação ou omissão” (CACHAPUZ *et al.*, 2005, p. 40).

Em relação ao LD1 encontramos a seguinte classificação (QUADRO 14), com 07 (sete) *unidades de análise* distribuídas em 04 (quatro) categorias:

CÓDIGO	UNIDADES DE CONTEXTO E DE ANÁLISE	CATEGORIAS <i>A PRIORI</i>
LD1.8A	Em 1838, dois pesquisadores alemães, Matthias Schleiden (1804-1881) e Theodor Schwann (1810-1882), formularam a teoria celular, segundo a qual todos os seres vivos são formados por células [...]. (5º parágrafo- p. 263)	Conhecimento científico verdadeiro e definitivo.

LD1.2B	A citologia teve seu início com as <b>observações do cientista inglês Robert Hooke</b> (1635-1703). (5º parágrafo- p. 257)	Observação/descrição neutra e em busca da descoberta científica.
LD1.3A	Na obra <i>Micrographia</i> (1665), Hooke publicou <b>diversos desenhos representando suas observações ao microscópio. Os de cortes de cortiça, um material inerte, revelavam uma estrutura reticulada evidenciando uma infinidade de diminutas câmaras, as quais denominou célula</b> (do latim <i>cella</i> , que significa pequeno compartimento ou recinto- o termo era usado para designar os pequenos aposentos dos religiosos nos mosteiros e conventos) (6º parágrafo- p. 257)	
LD1.5B	Além de sua grande capacidade de produzir boas lentes de aumento, Leeuwenhoek era cuidadoso e muito curioso, <b>observando tudo o que pudesse ser colocado sob suas lentes.</b> Como não sabia desenhar, <b>contratou um desenhista para ilustrar o que ele estava observando e passou a descrever com detalhes tudo o que via.</b> (3º parágrafo- p. 258)	
LD1.2A	A <b>citologia teve seu início com as observações do cientista inglês Robert Hooke</b> (1635-1703). (5º parágrafo- p. 257)	Ciência como atividade individual.
LD1.5A	<b>Além de sua grande capacidade de produzir boas lentes de aumento, Leeuwenhoek era cuidadoso e muito curioso,</b> observando tudo o que pudesse ser colocado sob suas lentes. Como não sabia desenhar, contratou um desenhista para ilustrar o que ele estava observando e passou a descrever com detalhes tudo o que via. (3º parágrafo- p. 258)	
<b>CÓDIGO</b>	<b>UNIDADES DE CONTEXTO E DE ANÁLISE</b>	<b>CATEGORIA EMERGENTE</b>
LD1.1A	[...] <b>O que esse cientista viu foram as paredes celulares das células que formam a cortiça, pois a imagem foi obtida a partir de células mortas. A fotomicrografia aqui mostrada ilustra o que Hooke observou, porém com aumento muito maior [...].</b> (legenda de imagem- p. 256)	Relato histórico centrado no presente (whiggismo).

QUADRO 14 – CATEGORIZAÇÃO REFERENTE A VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA DO LD1.

FONTE: A AUTORA.

Durante a *primeira categorização* dos livros didáticos, com exceção de LD7, houve a emergência de uma categoria intitulada “relato histórico centrado no presente”, que caracteriza a distorção histórica chamada *whiggismo*<sup>65</sup>. Justificamos esta categoria

<sup>65</sup> Conforme anteriormente definido nas p. 55 e p. 64 desta dissertação.

*emergente* devido a ocorrência de relatos anacrônicos, mas sem relação direta com as características da “concepção aproblemática e ahistórica”, que originou a categoria *a priori* “conhecimento científico verdadeiro e definitivo”, conforme explicação apresentado no QUADRO 12 e discutida anteriormente. Nas etapas de descrição e interpretação dos resultados, discutimos com detalhes a classificação das *unidades de análise* nesta categoria.

A categorização das *unidades de análise* em LD2 é apresentada no QUADRO 15, no qual podemos constatar 08 (oito) *unidades de análise* distribuídas em 04 (quatro) categorias:

CÓDIGO	UNIDADES DE CONTEXTO E DE ANÁLISE	CATEGORIAS A PRIORI
LD2.1B	Em 13 de abril de 1663, o inglês <b>Robert Hooke</b> apresentou à recém-fundada Royal Society of London (o equivalente à academia de Ciências do Reino Unido), o resultado de suas <b>observações, ao microscópio, de finas fatias de cortiça, entre outros materiais.</b> (1º parágrafo- p. 200)	Observação/descrição neutra e em busca da descoberta científica.
LD2.5B	Outro pesquisador do século 17, o holandês Anton von <b>Leeuwenhoek</b> , possivelmente influenciado pelos trabalhos de Hooke, contribuiu bastante para <b>desbravar, ao microscópio, o mundo do “muito pequeno”</b> . Leeuwenhoek <b>observou e descreveu protozoários, bactérias, glóbulos vermelhos, espermatozoides, entre outras estruturas</b> , tendo mandado seus resultados à Royal Society, da Inglaterra, da qual foi eleito membro. (1º parágrafo- p. 201)	
LD2.6A	Nos anos seguintes, <b>um número cada vez maior de observações levou à ideia de que tanto as plantas como animais - as duas categorias de seres vivos reconhecidas na época - eram constituídos por células.</b> (2º parágrafo- p. 201)	Método científico clássico.
LD2.1A	<b>Em 13 de abril de 1663, o inglês Robert Hooke apresentou à recém-fundada Royal Society of London (o equivalente à academia de Ciências do Reino Unido), o resultado de suas observações, ao microscópio, de finas fatias de cortiça, entre outros materiais.</b> (1º parágrafo- p. 200)	Ciência como atividade individual.
CÓDIGO	UNIDADES DE CONTEXTO E ANÁLISE	CATEGORIA EMERGENTE
LD2.2A	<b>Foi a primeira vez que alguém utilizou o termo célula para referir-se à unidade básica dos tecidos vivos.</b> (1º parágrafo- p. 200)	Relato histórico centrado no presente (whiggismo).
LD2.3A	<b>Na verdade, o tecido mais externo da casca de certas árvores- como é o caso do sobreiro, da qual se retira a cortiça - é composto de células mortas,</b>	

	que perderam todo o seu conteúdo e apresentam apenas as membranas esqueléticas impregnadas por um material ceroso, a suberina. (2º parágrafo- p. 200)	
LD2.5C	Outro pesquisador do século 17, o holandês Anton von Leeuwenhoek, possivelmente influenciado pelos trabalhos de Hooke, contribuiu bastante para desbravar, ao microscópio, o mundo do “muito pequeno”. <b>Leeuwenhoek observou e descreveu protozoários, bactérias, glóbulos vermelhos, espermatozoides, entre outras estruturas</b> , tendo mandado seus resultados à Royal Society, da Inglaterra, da qual foi eleito membro. (1º parágrafo- p. 201)	
LD2.4A	<b>O que Hooke observou, então, foram as paredes celulares das células da cortiça, como se pode comprovar</b> na imagem abaixo, em que esse material foi fotografado ao microscópio eletrônico de varredura (2º parágrafo- p. 200)	

QUADRO 15 – CATEGORIZAÇÃO REFERENTE A VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA DO LD2.

FONTE: A AUTORA.

A categoria *emergente* relativa ao *whiggismo* também apareceu nesta etapa da análise do LD2, bem como nos demais livros didáticos, conforme veremos na exposição dos quadros a seguir.

O QUADRO 16 contempla a classificação de 11 (onze) *unidades de análise* do LD3 em 05 (cinco) categorias:

CÓDIGO	UNIDADES DE CONTEXTO E DE ANÁLISE	CATEGORIAS A PRIORI
LD3.1A	O nome célula (do grego <i>kytos</i> = célula e do latim <i>cella</i> = espaço vazio) foi empregado pela primeira vez em 1665 por Robert Hooke, ao descrever suas investigações sobre a estrutura da cortiça, tecido vegetal morto, que ele realizou com o auxílio de um microscópio formado apenas por duas lentes: uma ocular e uma objetiva. (1º parágrafo-p. 10)	Ciência como atividade individual.
LD3.6A	A aplicação da teoria celular na embriologia se deu a Kölliker (1841), que identificou o óvulo e o espermatozoide como células, de cuja fusão resulta a célula-ovo ou zigoto, início de nova vida animal ou vegetal. (1º parágrafo-p. 11)	
LD3.7A	Em 1855, o médico Rudolf Virchow generalizou o conceito de que não existe geração espontânea de células e todas elas se originam de outras preexistentes. (1º parágrafo-p. 11)	
LD3.8A	Em 1882, Walter Fleming descreveu a divisão celular por mitose. (1º parágrafo-p. 11)	
LD3.2A	Hooke verificou que a cortiça era composta de uma massa de minúsculas câmaras, que ele	Observação/descrição

	denominou células. Hooke <b>observou</b> , na verdade, apenas as paredes celulares que persistiram após a morte e a degeneração das células, como um favo de abelhas totalmente vazio. (2º parágrafo-p. 10)	neutra e em busca da descoberta científica.
LD3.4A	<b>Por 200 anos o estudo da célula ficou restrito àqueles que dispunham de um microscópio e, apenas no século XIX, esse estudo ganhou profundidade, culminando com a criação da teoria celular.</b> (4º parágrafo-p. 10)	Linearidade da ciência.
LD3.9A	<b>A moderna teoria celular pode ser resumida em quatro conceitos fundamentais: 1. A menor unidade de vida é a célula; 2. Todo ser vivo pluricelular provém de uma célula: o zigoto; 3. Todas as células provêm de outras preexistentes; 4. Todas as reações metabólicas de um organismo vivo partem das células.</b> (2º parágrafo-p. 11)	Conhecimento científico verdadeiro e definitivo.
<b>CÓDIGO</b>	<b>UNIDADES DE CONTEXTO E DE ANÁLISE</b>	<b>CATEGORIA EMERGENTE</b>
LD3.1B	O nome célula (do grego <i>kytos</i> = célula e do latim <i>cella</i> = espaço vazio) foi empregado pela primeira vez em 1665 por Robert Hooke, ao descrever suas investigações sobre a estrutura da <b>cortiça, tecido vegetal morto</b> , que ele realizou com o auxílio de um microscópio formado apenas por duas lentes: uma ocular e uma objetiva. (1º parágrafo-p. 10)	Relato histórico centrado no presente (whiggismo).
LD3.2B	Hooke verificou que a cortiça era composta de uma massa de minúsculas câmaras, que ele denominou células. Hooke <b>observou, na verdade, apenas as paredes celulares que persistiram após a morte e a degeneração das células</b> , como um favo de abelhas totalmente vazio. (2º parágrafo-p. 10)	
LD3.3A	Em 1674, Anton van <b>Leeuwenhoek</b> , estudioso contemporâneo de Hooke, também munido de um microscópio, todavia um pouco mais aperfeiçoado, <b>reconheceu a existência de organismos formados por uma única célula e certa organização no interior daqueles seres unicelulares.</b> (3º parágrafo-p. 10)	
LD3.5A	[...] <b>A teoria segundo a qual todos os organismos, com exceção dos vírus, são constituídos de células foi proposta pelo botânico Mathias Schleiden (1838) e pelo zoólogo Theodor Schwann (1839).</b> (5º parágrafo-p. 10)	

QUADRO 16 – CATEGORIZAÇÃO REFERENTE A VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA DO LD3.

FONTE: A AUTORA.

A classificação dos dados em LD4 é apresentada no QUADRO 17, no qual podemos verificar 07 (sete) *unidades de análise* dispostas em 05 (cinco) categorias:



CÓDIGO	UNIDADES DE CONTEXTO E DE ANÁLISE	CATEGORIAS A PRIORI
LD4.1A	Em 1665, <b>Robert Hooke</b> , um cientista inglês, estava trabalhando com um <b>microscópio rudimentar e observou uma delgada fatia de cortiça</b> : ele conseguiu, pela primeira vez, distinguir os contornos de uma célula. (2º parágrafo-p. 145)	Ciência como atividade individual.
LD4.4A	Embora <b>Hooke</b> já houvesse <b>observado a célula em 1665</b> , somente <b>em 1838 foi comprovada por Schleiden</b> a existência de células em plantas e <b>em 1839 foi comprovada por Schwann</b> a existência de células em animais. (3º parágrafo-p. 145)	
LD4.2A	O termo célula é diminutivo de “cela”, que significa cavidade. Assim, <b>Hooke descreveu pequenas cavidades no tecido vegetal que observou</b> .	Observação/descrição neutra e em busca da descoberta científica.
LD4.4B	Embora <b>Hooke</b> já houvesse <b>observado a célula em 1665</b> , somente <b>em 1838 foi comprovada por Schleiden</b> a existência de células em plantas e <b>em 1839 foi comprovada por Schwann</b> a existência de células em animais. (3º parágrafo-p. 145)	Linearidade da ciência.
LD4.5A	<b>Esses dois cientistas, Schleiden e Schwann, estabeleceram o que ficou conhecido como doutrina celular: “todo ser vivo é formado por células”</b> . De fato, existem seres unicelulares e multicelulares, mas todos os seres vivos, com exceção dos vírus, são formados por células. (1º e 2º parágrafos-p. 146)	Conhecimento científico verdadeiro e definitivo.
CÓDIGO	UNIDADES DE CONTEXTO E DE ANÁLISE	CATEGORIA EMERGENTE
LD4.1B	Em 1665, <b>Robert Hooke</b> , um cientista inglês, estava <b>trabalhando com um microscópio rudimentar</b> e observou uma delgada fatia de cortiça: ele <b>conseguiu, pela primeira vez, distinguir os contornos de uma célula</b> . (2º parágrafo-p. 145)	Relato histórico centrado no presente (whiggismo).
LD4.3A	A <b>cortiça</b> é retirada do caule de algumas plantas; trata-se de um <b>tecido morto</b> , utilizado principalmente para a fabricação de rolhas. <b>O que Hooke observou foi a parede celular que delimita as células das plantas e que permanece mesmo após a morte da célula</b> . (2º parágrafo-p. 145)	

QUADRO 17 – CATEGORIZAÇÃO REFERENTE ÀS VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA DO LD4.

FONTE: A AUTORA.



O QUADRO 18 refere-se à categorização de 18 (dezoito) *unidades de análise* em 05 (cinco) categorias do LD5:

CÓDIGO	UNIDADES DE CONTEXTO E DE ANÁLISE	CATEGORIAS A PRIORI
LD5.1A	A invenção do microscópio mostrou que <b>há grande semelhança entre os organismos, quando observados no nível microscópico: todos são constituídos por células, minúsculos compartimentos onde ocorrem as reações fundamentais à vida.</b> (1º parágrafo- p. 92)	Conhecimento científico verdadeiro e definitivo.
LD5.8A	<b>As observações microscópicas estenderam-se a todos os seres vivos e mostraram que os animais também eram constituídos por bolsas microscópicas de aspecto gelatinoso,</b> cujo conteúdo parecia corresponder aos das caixinhas microscópicas presentes em plantas; assim <b>essas bolsas também foram chamadas de células.</b> (3º parágrafo- p. 94)	
LD5.12B	Um dos defensores de que uma célula somente podia originar-se de uma célula preexistente era <b>Rudolf Virchow, que, em 1855, sintetizou seu pensamento em uma frase em latim, a qual, depois, se tornou célebre: “Omnis cellula ex cellula”,</b> cujo significado é: toda célula se origina de outra célula”. (2º parágrafo- p. 95)	
LD5.14A	<b>A proposição inicial de Schleiden e Schwann (todos os seres vivos são formados por células), complementada por novas descobertas e conclusões, passou a constituir a teoria celular, que se apoia em três premissas fundamentais. [...]</b> (4º parágrafo- p. 95)	
LD5.15A	<b>A teoria celular é uma das mais importantes generalizações da Biologia. Ela estabelece que, apesar das diferenças quanto à forma e à função, todos os seres vivos têm em comum o fato de serem constituídos por células.</b> Para compreendermos plenamente o fenômeno da vida, portanto, precisamos conhecer as células. (5º parágrafo- p. 95)	
LD5.3A	A invenção do microscópio possibilitou a <b>descoberta das células</b> e inaugurou um novo campo de investigação científica, a Citologia (do grego <i>Kytos</i> , célula, e <i>logos</i> , estudo), atualmente mais conhecido como Biologia Celular. (1º parágrafo- p. 93)	Observação/descrição neutra e em busca da descoberta científica.
LD5.2B	Há menos de 400 anos, <b>um vasto mundo novo foi descoberto</b> pela humanidade: <b>o mundo microscópico.</b> Em vez de chegar a eles a bordo de caravelas, os pesquisadores pioneiros foram transportados pelas lentes dos seus rudimentares microscópios. (1º parágrafo- p. 93)	
LD5.4A	[...] foi o holandês Antonie van <b>Leeuwenhoek</b> (1632-1723) o primeiro estudioso a empregar um	

	microscópio na investigação da natureza, <b>registrando cuidadosamente suas observações.</b> Leeuwenhoek aprendeu técnicas ópticas e construiu microscópios de uma só lente, com os quais <b>observou água estagnada, sangue e esperma, descobrindo nesses materiais,</b> respectivamente, microrganismos, hemácias (células vermelhas do sangue) e espermatozoides. (2º parágrafo- p. 93)	
LD5.5A	Estimulados pelas <b>descobertas de Leeuwenhoek,</b> cientistas ingleses encarregaram o físico Robert Hooke (1635-1703) de construir um microscópio. [...] (3º parágrafo- p. 93)	
LD5.6B	Em 8 de abril de 1663, Robert Hooke apresentou seu microscópio aos cientistas londrinos; <b>o material escolhido para a observação microscópica foi uma planta de musgo.</b> Em novo encontro, na semana seguinte, o físico inglês mostrou aos cientistas finas fatias de cortiça, material cuja baixa densidade deve-se à sua porosidade, no nível microscópico. Ele comparou as cavidades microscópicas da cortiça às celas (pequenos quartos) de um convento, denominando-as, em inglês <i>cells</i> . O termo em português, célula, deriva do latim <i>cellula</i> , diminutivo de <i>cella</i> , que significa pequeno compartimento. (1º parágrafo- p. 94)	
LD5.4B	[...] foi o holandês Antonie van <b>Leeuwenhoek (1632-1723) o primeiro estudioso a empregar um microscópio na investigação da natureza,</b> registrando cuidadosamente suas observações. Leeuwenhoek aprendeu técnicas ópticas e construiu microscópios de uma só lente, com os quais observou água estagnada, sangue e esperma, descobrindo nesses materiais, respectivamente, microrganismos, hemácias (células vermelhas do sangue) e espermatozoides. (2º parágrafo- p. 93)	
LD5.6A	<b>Em 8 de abril de 1663, Robert Hooke apresentou seu microscópio aos cientistas londrinos;</b> o material escolhido para a observação microscópica foi uma planta de musgo. <b>Em novo encontro, na semana seguinte, o físico inglês mostrou aos cientistas finas fatias de cortiça,</b> material cuja baixa densidade deve-se à sua porosidade, no nível microscópico. <b>Ele comparou as cavidades microscópicas da cortiça às celas (pequenos quartos) de um convento,</b> denominando-as, em inglês <i>cells</i> . O termo em português, célula, deriva do latim <i>cellula</i> , diminutivo de <i>cella</i> , que significa pequeno compartimento. (1º parágrafo- p. 94)	Ciência como atividade individual
LD5.7A	<b>Hooke continuou seus estudos microscópicos e obteve material suficiente para produzir um alentado livro sobre o assunto, intitulado <i>Micrographia</i>,</b> publicado em	

	1665. Ao observar partes vivas de plantas, ele e outros pesquisadores notaram de compartimentos semelhantes aos da cortiça, com a diferença de que o espaço interno das células vivas era preenchido por um material gelatinoso. Nos anos seguintes o termo “célula” passou a denominar o conteúdo completo dessas “caixinhas” microscópicas que formam o corpo das plantas. (2º parágrafo- p. 94)	
LD5.10A	<b>Schwann e Schleiden publicaram essas ideias independentemente, em 1838 e 1839, respectivamente.</b> (5º parágrafo- p. 94)	
LD5.13A	Em 1878, o biólogo alemão <b>Alexander Flemming</b> (1843-1905) <b>descreveu detalhadamente o processo de divisão de uma célula em duas, que ele denominou mitose.</b> (3º parágrafo- p. 95)	
LD5.7C	Hooke continuou seus estudos microscópicos e obteve material suficiente para produzir um alentado livro sobre o assunto, intitulado <i>Micrographia</i> , publicado em 1665. Ao observar partes vivas de plantas, ele e outros pesquisadores notaram compartimentos semelhantes aos da cortiça, com a diferença de que o espaço interno das células vivas era preenchido por um material gelatinoso. <b>Nos anos seguintes o termo “célula” passou a denominar o conteúdo completo dessas “caixinhas” microscópicas que formam o corpo das plantas.</b> (2º parágrafo- p. 94)	Linearidade da ciência.
LD5.9B	[...] Baseados em estudos sobre muitos tipos de plantas e animais, os cientistas alemães Mathias Schleiden (1804-1881) e Theodor Schwann (1810-1882), lançaram a ideia de que todos os seres vivos são formados por células. <b>Essa foi a base para a teoria celular, que se desenvolveu nos anos seguintes.</b> (4º parágrafo- p. 94)	
<b>CÓDIGO</b>	<b>UNIDADES DE CONTEXTO E DE ANÁLISE</b>	<b>CATEGORIA EMERGENTE</b>
LD5.2C	Há menos de 400 anos, um vasto mundo novo foi descoberto pela humanidade: o mundo microscópico. Em vez de chegar a eles a bordo de caravelas, os pesquisadores pioneiros foram transportados pelas lentes dos seus <b>rudimentares microscópios.</b> (1º parágrafo- p. 93)	Relato histórico centrado no presente (whiggismo).

QUADRO 18 – CATEGORIZAÇÃO REFERENTE ÀS VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA DO LD5.

FONTE: A AUTORA.

A categorização das *unidades de análise* em LD6 é apresentada no QUADRO 19, no qual podemos constatar 11 (onze) *unidades de análise* distribuídas em 05 (cinco) categorias:

CÓDIGO	UNIDADES DE CONTEXTO E DE ANÁLISE	CATEGORIAS A PRIORI
LD6.1A	Entre 1621 e 1723 viveu na Holanda <b>Anton van Leeuwenhoek [...], comerciante de tecidos que dedicava boa parte do seu tempo ao estudo da natureza e tinha notável habilidade para polir lentes e torná-las muito finas</b> (as lentes eram usadas para examinar as fibras do tecido e atestar sua qualidade). (1º parágrafo- p. 90)	Ciência como atividade individual.
LD6.4A	<b>Na mesma época</b> em que <b>Leeuwenhoek</b> desenvolvia suas lentes e <b>realizava suas observações</b> de um mundo pequeno demais para ser observado a olho nu, o cientista inglês <b>Robert Hooke (1635-1703) [...] observou pedaços de cortiça</b> com o auxílio de um microscópio formado por duas ou mais lentes associadas, dentro de um tubo de metal. [...]. Ele descreveu pequenas cavidades no interior daqueles pedaços e deu-lhes o nome de células (diminutivo latino de <i>cella</i> , lugar fechado, pequeno, cômodo). (2º parágrafo- p. 91)	
LD6.4B	Na mesma época em que <b>Leeuwenhoek</b> desenvolvia suas lentes e <b>realizava suas observações de um mundo pequeno demais para ser observado a olho nu</b> , o cientista inglês <b>Robert Hooke (1635- 1703) [...] observou pedaços de cortiça</b> com o auxílio de um microscópio formado por duas ou mais lentes associadas, dentro de um tubo de metal. [...]. <b>Ele descreveu pequenas cavidades no interior daqueles pedaços e deu-lhes o nome de células</b> (diminutivo latino de <i>cella</i> , lugar fechado, pequeno, cômodo). (2º parágrafo- p. 91)	Observação/descrição neutra e em busca da descoberta científica.
LD6.6A	Na década de 1820, o botânico escocês <b>Robert Brown (1777-1858) [...] descobriu um pequeno corpo no interior de vários tipos de células e o chamou de núcleo.</b> (3º parágrafo- p. 91)	
LD6.10B	Ao longo do século XX <b>foram descobertas várias estruturas, chamadas organelas</b> , responsáveis por diferentes funções no interior da célula. Aos poucos ganhou força a ideia de que a célula é a menor parte da estrutura de um organismo que mantém as propriedades da vida: é capaz de nutrir-se, crescer, multiplicar-se, etc. Ela corresponde, portanto, à unidade morfológica e fisiológica dos seres vivos. (6º parágrafo- p. 91)	
LD6.11A	<b>Com base nessas descobertas e em outras, elaborou-se a teoria celular.</b> Seus princípios fundamentais são: todos os seres vivos são formados por células. Alguns têm o corpo formado por uma única célula. Portanto, a célula é a unidade morfofisiológica dos seres vivos; a célula é a menor unidade viva. As propriedades vitais de um organismo dependem das propriedades vitais de suas células, nas quais ocorrem as reações do metabolismo. Portanto a célula é a unidade fisiológica dos seres vivos; as células surgem	

	sempre de outras células. Cada uma contém as informações hereditárias de todo o organismo (7º parágrafo- p. 91)	
LD6.10A	<b>Ao longo do século XX foram descobertas várias estruturas</b> , chamadas organelas, responsáveis por diferentes funções no interior da célula. <b>Aos poucos ganhou força a ideia de que a célula é a menor parte da estrutura de um organismo que mantém as propriedades da vida:</b> é capaz de nutrir-se, crescer, multiplicar-se, etc. Ela corresponde, portanto, à unidade morfológica e fisiológica dos seres vivos. (6º parágrafo- p. 91)	Linearidade da ciência.
LD6.7A	Em 1838, o botânico alemão Matthias <b>Schleiden</b> (1804-1881) [...] <b>concluiu que a célula era a unidade básica de todas as plantas.</b> Um ano mais tarde, o zoólogo alemão Theodor <b>Schwann</b> (1810-1882) <b>generalizou esse conceito para os animais. Surgia, assim, a teoria celular de Schwann e Schleiden: “Todos os seres vivos são formados por células”.</b> (3º parágrafo- p. 91)	Conhecimento científico verdadeiro e definitivo.
LD6.8B	Mais ainda havia uma questão: de onde vinham as células? Alguns achavam que elas podiam surgir de algum líquido do corpo. Em 1858 o médico alemão <b>Rudolf Virchow</b> (1821-1902) [...] <b>afirmou que toda célula provém de outra</b> , querendo dizer que uma célula é capaz de se reproduzir. <b>Virchow fez mais uma afirmação ousada para a época: as doenças seriam consequência de problemas nas células.</b> (4º parágrafo- p. 91)	
LD6.11B	Com base nessas descobertas e em outras, elaborou-se a <b>teoria celular. Seus princípios fundamentais são:</b> todos os seres vivos são formados por células. Alguns têm o corpo formado por uma única célula. Portanto, a célula é a unidade morfofisiológica dos seres vivos; a célula é a menor unidade viva. As propriedades vitais de um organismo dependem das propriedades vitais de suas células, nas quais ocorrem as reações do metabolismo. Portanto a célula é a unidade fisiológica dos seres vivos; as células surgem sempre de outras células. Cada uma contém as informações hereditárias de todo o organismo (7º parágrafo- p. 91)	
<b>CÓDIGO</b>	<b>UNIDADES DE CONTEXTO E DE ANÁLISE</b>	<b>CATEGORIA EMERGENTE</b>
LD6.5A	<b>De fato, como a cortiça é um tecido de células mortas</b> (serve para proteger o tronco das árvores), <b>o que Hooke viu foi apenas o envoltório da célula</b> (a parede celular) <b>e o espaço vazio antes ocupado pela célula viva.</b> (2º parágrafo- p. 91)	Relato histórico centrado no presente (whiggismo).

QUADRO 19 – CATEGORIZAÇÃO REFERENTE A VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA DO LD6.

FONTE: A AUTORA.

O QUADRO 20 contempla a classificação de 12 (doze) *unidades de análise* do LD7 em 05 (cinco) categorias:

CÓDIGO	UNIDADES DE CONTEXTO E DE ANÁLISE	CATEGORIAS A PRIORI
LD7.1A	[...] Do mesmo modo como se inventou uma forma diferente de observar o céu e perceber detalhes nunca antes vistos, <b>os seres vivos também passaram a ser observados em detalhes invisíveis a olho nu.</b> A evolução tecnológica dos instrumentos de observação nos permitiu perceber e entender detalhes cada vez menores, que chegam hoje ao nível molecular. (1º parágrafo- p. 57)	Observação/descrição neutra e em busca da descoberta científica.
LD7.3B	A partir do século XVI a Europa passou por grandes transformações, que mudaram profundamente o pensamento ocidental. [...]. Entre elas, surgiu o <b>microscópio</b> , um aparelho que permitia ver o mundo pequeno. Com esse novo aparelho, <b>foi possível explorar de perto e em detalhes o material biológico.</b> (1º parágrafo- p. 58)	
LD7.5B	Um dos primeiros cientistas a estudar a vida microscópica foi o holandês Antoni van <b>Leeuwenhoek</b> (1632-1723). Ele <b>observou e descreveu minúsculas criaturas</b> e ajudou no desenvolvimento do microscópio. (1º parágrafo- p. 59)	
LD7.6A	O termo célula foi cunhado pelo cientista inglês <b>Robert Hooke</b> (1635-1703), <b>ao analisar um corte fino de cortiça em um aparelho mais desenvolvido.</b> Ele <b>observou uma estrutura, invisível a olho nu, que lembrava um favo de mel.</b> (2º parágrafo- p.59)	
LD7.7B	O nome escolhido por Hooke denominava o espaço vazio, as cavidades observadas. Mais tarde, <b>descobriu-se que aqueles espaços estavam preenchidos por material vivo.</b> Com o tempo, a célula passou a ser vista como uma estrutura viva. (3º parágrafo- p. 59)	
LD7.15C	<b>Julius von Sachs</b> (1832- 1897). Botânico alemão, natural da cidade de Breslau. Desde muito novo demonstrou interesse por História Natural, tornando-se assistente do fisiologista Jan Purkinge. Iniciou seus estudos na Universidade do Rei Carlos, de Praga, em 1851, e se tornou doutor em Filosofia em 1856. Posteriormente trabalhou em diversas instituições, atuando na área de Botânica. Trouxe importantes contribuições às pesquisas em fisiologia vegetal, tendo estudado o metabolismo e o desenvolvimento vegetal, a germinação das sementes e o cultivo de plantas na água, <b>além de fazer várias descobertas sobre a fotossíntese.</b> (boxe-p. 61)	

LD 7.2A	[...] o retrato do <b>naturalista holandês Antoni van Leeuwenhoek, pai da microscopia</b> . [...] retrato de Theodor <b>Schwann, fisiologista alemão que definiu a célula como a unidade básica da vida</b> . (legenda de imagem- p. 57)	Ciência como atividade individual.
LD7.14C	Theodor <b>Schwann</b> (1810-1882). Estudou Medicina em Berlim e trouxe muitas contribuições à Biologia, entre elas o desenvolvimento da Teoria Celular, juntamente com Matthias Schleiden. <b>Descobriu as células do sistema nervoso periférico</b> , denominadas células de Schwann, em sua homenagem, <b>e também a enzima digestiva pepsina</b> . Cunhou o termo metabolismo ao referir-se ao conjunto de processos químicos de um organismo biológico. Suas pesquisas contribuíram também para o início dos estudos embriológicos, pois ele observou como um organismo completo se forma a partir da primeira célula resultante da fecundação, o ovo. Lecionou em duas universidades situadas na Bélgica: a universidade de Lovain (1838) e a Universidade de Liège (1848). (boxe-p. 60)	
LD7.9A	Foi, entretanto, apenas no século XIX que <b>as observações de células ganharam a forma de uma teoria que se tornou famosa, a Teoria Celular</b> . Em sua formulação moderna, a Teoria Celular é sustentada por quatro afirmações amplamente comprovadas. Ela estabelece que: todos os seres vivos do planeta são formados por uma ou mais células que apresentam uma organização básica comum; toda célula se origina de outra célula; toda informação hereditária do organismo está contida em suas células, dando origem a células filhas, estas recebem toda a informação hereditária das células parentais; no interior das células ocorre o grande conjunto de reações químicas que mantém os organismos vivos, como as reações de oxidação dos alimentos e a fabricação de substâncias, como as proteínas (1º parágrafo- p. 60)	Método científico clássico.
LD7.9B	Foi, entretanto, apenas no século XIX que as observações de células ganharam a forma de uma teoria que se tornou famosa, a Teoria Celular. Em sua formulação moderna, <b>a Teoria Celular é sustentada por quatro afirmações amplamente comprovadas</b> . Ela estabelece que: <b>todos os seres vivos do planeta são formados por uma ou mais células que apresentam uma organização básica comum; toda célula se origina de outra célula; toda informação hereditária do organismo está contida em suas células, dando origem a células filhas, estas recebem toda a informação hereditária das células parentais; no interior das células ocorre o grande conjunto de reações químicas que mantém os organismos vivos, como as reações de oxidação dos</b>	Conhecimento científico verdadeiro e definitivo.

	<b>alimentos e a fabricação de substâncias, como as proteínas.</b> (1º parágrafo- p. 60)	
LD7.13B	Matthias Jakob <b>Schleiden</b> (1804-1881). Nasceu em Hamburgo e foi educado em Heidelberg, na Alemanha. Chegou a trabalhar como advogado, mas dedicou-se integralmente à Botânica, tempos depois. Em vez de focar suas pesquisas em classificações, como faziam os botânicos contemporâneos, estudou a estrutura de plantas observando-as ao microscópio. Foi professor de botânica na Universidade de Jena e, em 1838, escreveu um livro no qual <b>afirmava que as diferentes partes dos vegetais são compostas de células.</b> Tornou-se conhecido por ter desenvolvido, juntamente com Theodor Schwann, a Teoria Celular. Reconheceu a importância do núcleo na divisão celular e, em 1863, tornou-se professor de botânica na Universidade de Tartu, à época conhecida como Universidade de Dorpat, localizada na atual Estônia. Faleceu em Frankfurt, na Alemanha. (boxe- p. 60)	
LD7.7A	O nome escolhido por Hooke denominava o espaço vazio, as cavidades observadas. <b>Mais tarde, descobriu-se que aqueles espaços estavam preenchidos por material vivo. Com o tempo, a célula passou a ser vista como uma estrutura viva.</b> (3º parágrafo- p. 59)	Linearidade da ciência.

QUADRO 20 – CATEGORIZAÇÃO REFERENTE A VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA DO LD7.

FONTE: A AUTORA.

E, por fim, em relação ao LD8 encontramos a seguinte classificação (QUADRO 21), com 12 (doze) *unidades de análise* distribuídas em 06 (seis) categorias:

CÓDIGO	UNIDADES DE CONTEXTO E DE ANÁLISE	CATEGORIAS A PRIORI
LD8.7A	Na Inglaterra, o pesquisador <b>Robert Hooke construiu um microscópio composto</b> (formado por um tubo e duas lentes), <b>no qual observou diferentes materiais</b> , como animais muito pequenos e detalhes de plantas. <b>Suas observações foram publicadas no livro <i>Micrographia</i>, de 1665.</b> No entanto, sua mais importante contribuição foi feita em decorrência da observação de fatias muito finas de cortiça, um tecido morto encontrado na casca de muitas árvores, cuja estrutura porosa lhe chamou a atenção. <b>Hooke estava investigando as propriedades da cortiça e, examinando sua estrutura interna sob o microscópio,</b> julgou que seu aspecto poroso se assemelhava a um favo de mel. Os compartimentos sextavados de um favo de mel eram chamados <i>cellulae</i> (do latim, <i>cella</i> , “pequeno quarto”). Hooke comparou cada um dos	Ciência como atividade individual.



	compartimentos a pequenas “celas”, e chamou-os de células (do inglês <i>cells</i> ). (5º parágrafo- p. 79)	
LD8.2B	O aparecimento dos microscópios eletrônicos, no século XX, possibilitou <b>descobrir que o interior da célula é ocupado por muitas e variadas estruturas altamente especializadas</b> , responsáveis por todas as funções capazes de manter a célula viva. (1º parágrafo- p. 78)	Observação/descrição neutra e em busca da descoberta científica.
LD8.4A	Na segunda metade do século XVII, dois <b>observadores</b> independentes, o holandês Anton van <b>Leeuwenhoek</b> (1632-1723) e o inglês Robert <b>Hooke</b> (1635-1702) construíram seus próprios microscópios (do grego <i>micro</i> , “pequeno”, e <i>scopo</i> , “visão”) e <b>fizeram importantes descobertas</b> . Na mesma época, outros microscopistas, tais como <b>Grew</b> na Inglaterra e <b>Malpighi</b> na Itália, <b>confirmaram e ampliaram essas observações</b> . (2º parágrafo- p. 79)	
LD8.5B	O microscópio de Leeuwenhoek era bastante rudimentar, composto apenas de uma placa de metal com um orifício, onde se encaixava uma lente de vidro. O material a ser observado era colocado sobre um parafuso, que permitia aproximá-lo ou afastá-lo para focalização. <b>Leeuwenhoek pôde ver as hemácias do sangue, os espermatozoides no sêmen e, observando gotas de água, descobriu algas, protozoários e outros seres unicelulares</b> . (3º parágrafo- p. 79)	
LD8.7B	Na Inglaterra, o pesquisador <b>Robert Hooke</b> construiu um microscópio composto (formado por um tubo e duas lentes), no qual <b>observou diferentes materiais, como animais muito pequenos e detalhes de plantas</b> . Suas observações foram publicadas no livro <i>Micrographia</i> , de 1665. No entanto, <b>sua mais importante contribuição foi feita em decorrência da observação de fatias muito finas de cortiça</b> , um tecido morto encontrado na casca de muitas árvores, cuja estrutura porosa lhe chamou a atenção. <b>Hooke estava investigando as propriedades da cortiça e, examinando sua estrutura interna sob o microscópio, julgou que seu aspecto poroso se assemelhava a um favo de mel</b> . Os compartimentos sextavados de um favo de mel eram chamados <i>cellulae</i> (do latim, <i>cella</i> , “pequeno quarto”). Hooke comparou cada um dos compartimentos a pequenas “celas”, e chamou-os de células (do inglês <i>cells</i> ). (5º parágrafo- p. 79)	
LD8.8A	<b>As descobertas desses dois microscopistas</b> , embora amplamente publicadas (Leeuwenhoek, por exemplo, escreveu sistematicamente durante mais de vinte anos para a Real Sociedade de Ciências de Londres e para a Academia de Ciências de Paris), não receberam muita atenção	

	<p>na época e permaneceram assim por quase duzentos anos. Em parte, isso se devia ao fato de não existir ainda conhecimento suficiente que permitisse compreender a célula como parte constituinte de um organismo. Também era um problema o fato de cada cientista construir seu próprio microscópio, quase sempre de modo artesanal, o que levava à obtenção de imagens de baixa qualidade, às vezes bastante distorcidas, dificultando a reprodução dos resultados. Por outro lado, foi durante esse período que se aperfeiçoou a construção de microscópios e um grande número de estudos sobre a célula pôde ser realizado. (6º parágrafo- p. 79)</p>	
LD8.12B	<p>Anos mais tarde, Rudolf <b>Virchow</b> (1821-1902), também aluno de Müller, <b>concluiu que as doenças, assim como a própria vida em si, ocorriam no nível da célula.</b> Virchow <b>descobriu também que todas as células se originavam de outras células preexistentes</b> e resumiu sua conclusão numa frase em latim que se tornou famosa no meio científico: <i>Omnis cellula e cellula</i>, que significa “Toda célula vem de outra célula”. <b>Suas descobertas contribuíram para consolidar o que ficou conhecido como Teoria Celular.</b> As únicas exceções em relação a este tipo de organização são os vírus, considerados acelulares [...] (4º e 5º parágrafos- p. 80)</p>	<p>Conhecimento científico verdadeiro e definitivo.</p>
LD8.9B	<p>Nascido em Hamburgo, na Alemanha, Matthias Schleiden (1804-1881) abandonou a advocacia para dedicar-se ao estudo de botânica. <b>Schleiden não via com bons olhos os botânicos da época, que se limitavam a descrever e nomear estruturas vegetais. Suas observações microscópicas detalhadas permitiram formular um conceito inteiramente novo a respeito das plantas: para ele, esses seres eram constituídos por unidades muito pequenas, as células, e seu crescimento seria o resultado da formação de novas células.</b> (1º parágrafo- p. 80)</p>	<p>Método científico clássico.</p>
LD8.8B	<p><b>As descobertas desses dois microscopistas, embora amplamente publicadas (Leeuwenhoek, por exemplo, escreveu sistematicamente durante mais de vinte anos para a Real Sociedade de Ciências de Londres e para a Academia de Ciências de Paris), não receberam muita atenção na época e permaneceram assim por quase duzentos anos.</b> Em parte, isso se devia ao fato de não existir ainda conhecimento suficiente que permitisse compreender a célula como parte constituinte de um organismo. Também era um problema o fato de cada cientista construir seu próprio microscópio, quase sempre de modo artesanal, o que levava à obtenção de imagens de baixa qualidade, às vezes bastante distorcidas, dificultando a reprodução dos resultados. Por</p>	<p>Linearidade da ciência.</p>

	outro lado, foi durante esse período que se aperfeiçoou a construção de microscópios e um grande número de estudos sobre a célula pôde ser realizado. (6º parágrafo- p. 79)	
LD8.12A	<b>Anos mais tarde</b> , Rudolf <b>Virchow</b> (1821-1902), também aluno de Müller, <b>concluiu que as doenças, assim como a própria vida em si, ocorriam no nível da célula.</b> Virchow descobriu também que todas as células se originavam de outras células preexistentes e resumiu sua conclusão numa frase em latim que se tornou famosa no meio científico: <i>Omnis cellula e cellula</i> , que significa “Toda célula vem de outra célula”. Suas descobertas contribuíram para consolidar o que ficou conhecido como Teoria Celular. As únicas exceções em relação a este tipo de organização são os vírus, considerados acelulares [...] (4º e 5º parágrafos- p. 80)	
<b>CÓDIGO</b>	<b>UNIDADES DE CONTEXTO E ANÁLISE</b>	<b>CATEGORIA EMERGENTE</b>
LD8.5A	<b>O microscópio de Leeuwenhoek era bastante rudimentar</b> , composto apenas de uma placa de metal com um orifício, onde se encaixava uma lente de vidro. O material a ser observado era colocado sobre um parafuso, que permitia aproximá-lo ou afastá-lo para focalização. Leeuwenhoek pôde ver as hemácias do sangue, os espermatozoides no sêmen e, observando gotas de água, descobriu algas, protozoários e outros seres unicelulares. (3º parágrafo- p. 79)	
LD8.7C	Na Inglaterra, o pesquisador Robert Hooke construiu um microscópio composto (formado por um tubo e duas lentes), no qual observou diferentes materiais, como animais muito pequenos e detalhes de plantas. Suas observações foram publicadas no livro <i>Micrographia</i> , de 1665. No entanto, sua mais importante contribuição foi feita em decorrência da observação de fatias muito finas de <b>cortiça, um tecido morto encontrado na casca de muitas árvores</b> , cuja estrutura porosa lhe chamou a atenção. Hooke estava investigando as propriedades da cortiça e, examinando sua estrutura interna sob o microscópio, julgou que seu aspecto poroso se assemelhava a um favo de mel. Os compartimentos sextavados de um favo de mel eram chamados <i>cellulae</i> (do latim, <i>cella</i> , “pequeno quarto”). Hooke comparou cada um dos compartimentos a pequenas “celas”, e chamou-os de células (do inglês <i>cells</i> ). (5º parágrafo- p. 79)	Relato histórico centrado no presente (whiggismo).

QUADRO 21 – CATEGORIZAÇÃO REFERENTE A VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA DO LD8.

FONTE: A AUTORA.

#### 4.1.3.2 Categorização referente ao enfrentamento de visões deformadas sobre a ciência.

Nos quadros a seguir apresentamos a *segunda categorização*, referente às informações veiculadas pelos livros didáticos do PNLD/2012, as quais consideramos que enfrentam as visões deformadas sobre a ciência nos livros analisados.

Em relação ao LD1 encontramos a seguinte classificação (QUADRO 22), com 04 (quatro) *unidades de análise* distribuídas em 02 (duas) categorias:

CÓDIGO	UNIDADES DE CONTEXTO E DE ANÁLISE	CATEGORIAS A PRIORI
LD1.4A	[...] Leeuwenhoek conheceu a obra <i>Micrographia</i> de Hooke e se interessou em analisar diversos materiais com seus aparelhos. (2º parágrafo- p. 258)	Ciência como atividade coletiva.
LD1.6A	Seu trabalho, com os seres microscópicos foi muito importante para a época. A partir de 1673, Leeuwenhoek começou a enviar cartas com suas descobertas para a Royal Society of London, e em 1678 Hooke foi consultado para confirmar as informações desse comerciante desconhecido da ciência. Após a confirmação de Hooke, os trabalhos de Leeuwenhoek passaram a ser publicados na famosa revista científica <i>Philosophical Transactions of the Royal Society</i> . (3º parágrafo- p. 258)	
LD1.7A	Após os trabalhos de Hooke, outros cientistas interessaram-se pelo estudo microscópico dos seres vivos, desenvolvendo assim, essa importante área da Biologia que é a Citologia. (4º parágrafo- p. 263)	
LD1.9A	Atualmente sabe-se que os vírus são as únicas exceções a essa teoria, pois não são formados por células, porém dependem delas para sua reprodução. (2º parágrafo- p. 264)	Caráter histórico e dinâmico da ciência.

QUADRO 22 – CATEGORIZAÇÃO REFERENTE AO ENFRENTAMENTO DE VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA DO LD1.  
FONTE: A AUTORA.

A categorização das *unidades de análise* em LD2 é apresentada no QUADRO 23, no qual podemos constatar 04 (quatro) *unidades de análise* distribuídas em 02 (duas) categorias:

CÓDIGO	UNIDADES DE CONTEXTO E DE ANÁLISE	CATEGORIAS A PRIORI
LD2.5A	Outro pesquisador do século 17, o holandês Anton von Leeuwenhoek, possivelmente influenciado pelos trabalhos de Hooke, contribuiu bastante para desbravar, ao microscópio, o mundo do “muito pequeno”. Leeuwenhoek observou e descreveu protozoários, bactérias, glóbulos vermelhos, espermatozoides, entre outras estruturas, tendo mandado seus resultados à Royal Society, da Inglaterra, da qual foi eleito membro. (1º parágrafo- p. 201)	Ciência como atividade coletiva
LD2.7A	Mas foi apenas em meados do século XIX, graças aos trabalhos de cientistas como os alemães T. Schwann, M. Schleiden (1839) e R. Virchow (1858), que se generalizou o que hoje é conhecido como Teoria Celular. (2º parágrafo- p. 201)	
LD2.6B	Nos anos seguintes, um número cada vez maior de observações levou à ideia de que tanto as plantas como animais - as duas categorias de seres vivos reconhecidas na época - eram constituídos por células. (2º parágrafo- p. 201)	Caráter histórico e dinâmico da ciência.
LD2.8A	A época em que a teoria foi enunciada, os vírus - descobertos pouco antes de 1900 – ainda não eram conhecidos. Por causa deles, faríamos hoje exceção à primeira e à terceira afirmações: os vírus são a menor forma de vida existente, mas não são constituídos por células, e sim por uma estrutura diversa daquela encontrada nos demais seres vivos. (3º parágrafo- p. 201).	

QUADRO 23 – CATEGORIZAÇÃO REFERENTE AO ENFRENTAMENTO DE VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA DO LD2.

FONTE: A AUTORA.

Destacamos que em LD3 e LD4 não identificamos categorias relativas ao enfrentamento de visões deformadas sobre a ciência.

O QUADRO 24 contempla a classificação das 07 (sete) unidades de análise do LD5 em 02 (duas) categorias:

CÓDIGO	UNIDADES DE CONTEXTO E DE ANÁLISE	CATEGORIAS A PRIORI
LD5.2A	Há menos de 400 anos, um vasto mundo novo foi descoberto pela humanidade: o mundo microscópico. Em vez de chegar a eles a bordo de caravelas, os pesquisadores pioneiros foram transportados pelas lentes dos seus rudimentares microscópios. (1º parágrafo- p. 93)	
LD5.7B	Hooke continuou seus estudos microscópicos e obteve material suficiente para produzir um alentado livro sobre o assunto, intitulado <i>Micrographia</i> , publicado em 1665. Ao observar	

	partes vivas de plantas, ele e outros pesquisadores notaram compartimentos semelhantes aos da cortiça, com a diferença de que o espaço interno das células vivas era preenchido por um material gelatinoso. Nos anos seguintes o termo “célula” passou a denominar o conteúdo completo dessas “caixinhas” microscópicas que formam o corpo das plantas. (2º parágrafo- p. 94)	Ciência como atividade coletiva.
LD5.9A	[...] Baseados em estudos sobre muitos tipos de plantas e animais, os cientistas alemães Mathias Schleiden (1804-1881) e Theodor Schwann (1810-1882), lançaram a ideia de que todos os seres vivos são formados por células. Essa foi a base para a teoria celular, que se desenvolveu nos anos seguintes. (4º parágrafo- p. 94)	
LD5.11A	Importantes biólogos da época, como o fisiologista francês Claude Bernard (1813-1878) e o patologista alemão Rudolf Virchow (1821-1902), apoiaram desde início as ideias de Schleiden e Schwann, o que facilitou sua aceitação pela comunidade científica. Convencidos de que a célula era o constituinte fundamental de todos os seres vivos, os biólogos passaram a imaginar como elas surgiam. (1º parágrafo- p. 95)	Caráter histórico e dinâmico da ciência.
LD5.12A	Um dos defensores de que uma célula somente podia originar-se de uma célula preexistente era Rudolf Virchow, que, em 1855, sintetizou seu pensamento em uma frase em latim, a qual, depois, se tornou célebre: “ <i>Omnis cellula ex cellula</i> ”, cujo significado é: toda célula se origina de outra célula”. (2º parágrafo- p. 95)	
LD5.16A	As pesquisas mostram que os vírus não apresentam células na sua constituição, isto é, são acelulares. Será que essas descobertas invalidam ou enfraquecem a teoria celular, segundo a qual todos os seres vivos são constituídos por pelo menos uma célula? (6º parágrafo- p. 95)	
LD5.17A	[...] se não encontram células vivas nas quais possam se reproduzir, os vírus não realizam nenhuma atividade vital. Isso confirma que as atividades essenciais à vida ocorrem somente no interior de células vivas e que estas são, de fato, as unidades básicas dos seres vivos. (7º parágrafo- p. 95)	

QUADRO 24 – CATEGORIZAÇÃO REFERENTE AO ENFRENTAMENTO DE VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA DO LD5.

FONTE: A AUTORA.

A categorização das *unidades de análise* em LD6 são apresentadas no QUADRO 25, no qual podemos verificar 05 (cinco) *unidades de análise* distribuídas em 02 (duas) categorias:

CÓDIGO	UNIDADE DE CONTEXTO	CATEGORIAS A PRIORI
LD6.3A	[...] <b>Todo o progresso do conhecimento é fruto do trabalho de muitos pesquisadores ao longo dos séculos.</b> (1º parágrafo- p. 91)	Ciência como atividade coletiva.
LD6.2A	<b>Veja como Leeuwenhoek descreveu uma de suas observações: “Das inúmeras maravilhas que pude descobrir na natureza, essa foi pra mim a mais maravilhosa de todas. E devo dizer que, em minha opinião, jamais diante de meus olhos se manifestou espetáculo mais prazeroso do que aquele de milhares de seres vivos, que se deslocavam, uns entre os outros, cada um dotado de movimento próprio, habitando uma pequenina gota de água.”</b> (3º parágrafo- p. 90)	Caráter histórico e dinâmico da ciência.
LD6.8A	<b>Mais ainda havia uma questão: de onde vinham as células?</b> Alguns achavam que elas podiam surgir de algum líquido do corpo. Em 1858 o médico alemão Rudolf Virchow (1821-1902) [...] afirmou que toda célula provém de outra, querendo dizer que uma célula é capaz de se reproduzir. Virchow fez mais uma afirmação ousada para a época: as doenças seriam consequência de problemas nas células. (4º parágrafo- p. 91)	
LD6.9A	Dessa forma, <b>a célula passava a ser também responsável pela hereditariedade.</b> (5º parágrafo- p. 91)	
LD6.1B	Entre 1621 e 1723 viveu na Holanda <b>Anton van Leeuwenhoek [...], comerciante de tecidos</b> que dedicava boa parte do seu tempo ao estudo da natureza e tinha notável habilidade para polir lentes e torná-las muito finas ( <b>as lentes eram usadas para examinar as fibras do tecido e atestar sua qualidade</b> ). (1º parágrafo- p. 90)	Ciência influenciada por fatores externos.

QUADRO 25 – CATEGORIZAÇÃO REFERENTE AO ENFRENTAMENTO DE VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA DO LD6.

FONTE: A AUTORA.

O QUADRO 26 refere-se à categorização de 14 (quatorze) *unidades de análise* em 05 (cinco) categorias do LD7:

CÓDIGO	UNIDADES DE CONTEXTO E DE ANÁLISE	CATEGORIAS A PRIORI
LD7.4A	Assim, um novo campo do conhecimento passou a se desenvolver e hoje temos uma compreensão muito diferente, e com grande riqueza de detalhes, da base microscópica da vida. Embora ainda exista muito por descobrir e compreender, podemos estudar a base da vida em detalhes antes inacessíveis, desde a organização das células até as substâncias e os elementos químicos que as compõem. (2º parágrafo- p.58)	Caráter histórico e dinâmico da ciência.
LD7.8A	[...] Por meio de Telescópios, não há nada mais tão distante da nossa vista e, com a ajuda de Microscópios não há nada tão pequeno que não possa ser investigado. Portanto, há um novo Mundo descoberto a ser compreendido. Por esses meios os céus estão se abrindo e um vasto número de novas Estrelas, e novos Movimentos, e novas Produções neles aparecem, dos quais os antigos astrônomos tinham total desconhecimento. Dessa forma, a própria terra, que está tão próxima de nós, sob nossos pés, mostra coisas inteiramente novas para nós, e em cada pequena partícula de sua de matéria podemos agora encontrar uma vastidão de Criaturas tão numerosas quanto antes reconhecíamos no universo inteiro. Trecho da introdução de <i>Micrographia</i> (1665), Robert Hooke. (boxe-p. 59)	
LD7.10A	A Teoria Celular foi proposta na década de 1830 por dois microscopistas alemães, Matthias Jakob Schleiden (1804- 1881), um botânico, e por Theodor Schwann (1810-1882), um médico que pesquisava diversos processos metabólicos em animais. Ela foi originalmente formulada nos seguintes termos: “As partes elementares dos tecidos são células, semelhantes no geral, mas diferentes na forma e na função. As células têm ocorrência universal nos seres vivos, e seu estudo é fundamental para a compreensão do desenvolvimento de animais e vegetais”. (2º parágrafo- p. 60)	
LD7.12B	Von Sachs discordava da ideia de que um organismo fosse apenas a soma de suas células e propôs o que ficou conhecido como Teoria Orgânica. De acordo com esta teoria, o conjunto de células de um organismo adquire propriedades muito diferentes daquelas que as células isoladas possuem, o que chamamos hoje de propriedades emergentes. A formulação moderna da Teoria Celular admite parte das duas teorias originais, tanto a de Von Sachs como a de Schleiden e Schwann. (2º parágrafo- p. 61)	



LD7.14D	Theodor <b>Schwann</b> (1810-1882). Estudou Medicina em Berlim e trouxe muitas contribuições à Biologia, entre elas o desenvolvimento da Teoria Celular, juntamente com Matthias Schleiden. Descobriu as células do sistema nervoso periférico, denominadas células de Schwann, em sua homenagem, e também a enzima digestiva pepsina. Cunhou o termo metabolismo ao referir-se ao conjunto de processos químicos de um organismo biológico. <b>Suas pesquisas contribuíram também para o início dos estudos embriológicos, pois ele observou como um organismo completo se forma a partir da primeira célula resultante da fecundação, o ovo.</b> Lecionou em duas universidades situadas na Bélgica: a universidade de Lovain (1838) e a Universidade de Liège (1848). (boxe-p. 60)	
LD7.3A	<b>A partir do século XVI a Europa passou por grandes transformações, que mudaram profundamente o pensamento ocidental [...].</b> Entre elas, surgiu o microscópio, um aparelho que permitia ver o mundo pequeno. Com esse novo aparelho, foi possível explorar de perto e em detalhes o material biológico. (1º parágrafo- p. 58)	Ciência influenciada por fatores externos.
LD7.5A	<b>Um dos primeiros cientistas a estudar a vida microscópica foi o holandês Antoni van Leeuwenhoek</b> (1632-1723). Ele observou e descreveu minúsculas criaturas e ajudou no desenvolvimento do microscópio. (1º parágrafo- p. 59)	
LD7.14B	Theodor <b>Schwann</b> (1810-1882). Estudou Medicina em Berlim e <b>trouxe muitas contribuições à Biologia, entre elas o desenvolvimento da Teoria Celular, juntamente com Matthias Schleiden.</b> Descobriu as células do sistema nervoso periférico, denominadas células de Schwann, em sua homenagem, e também a enzima digestiva pepsina. Cunhou o termo metabolismo ao referir-se ao conjunto de processos químicos de um organismo biológico. Suas pesquisas contribuíram também para o início dos estudos embriológicos, pois ele observou como um organismo completo se forma a partir da primeira célula resultante da fecundação, o ovo. Lecionou em duas universidades situadas na Bélgica: a universidade de Lovain (1838) e a Universidade de Liège (1848). (boxe-p. 60)	Ciência como atividade coletiva.
LD7.15B	<b>Julius von Sachs</b> (1832- 1897). Botânico alemão, natural da cidade de Breslau. Desde muito novo demonstrou interesse por História Natural, tornando-se assistente do fisiologista Jan Purkinge. Iniciou seus estudos na Universidade do Rei Carlos, de Praga, em 1851, e se tornou doutor em Filosofia em 1856. Posteriormente trabalhou em diversas instituições, atuando na área de Botânica. <b>Trouxe importantes contribuições às</b>	

	pesquisas em fisiologia vegetal, tendo estudado o metabolismo e o desenvolvimento vegetal, a germinação das sementes e o cultivo de plantas na água, além de fazer várias descobertas sobre a fotossíntese. (boxe-p. 61)	
LD7.11A	Na segunda metade do século XVIII, a Teoria Celular enfrentou diversos questionamentos, entre eles o do botânico alemão Julius von Sachs (1832- 1897). (1º parágrafo- p. 61)	Rupturas e/ou controvérsias científicas.
LD7.12A	Von Sachs discordava da ideia de que um organismo fosse apenas a soma de suas células e propôs o que ficou conhecido como Teoria Orgânica. De acordo com esta teoria, o conjunto de células de um organismo adquire propriedades muito diferentes daquelas que as células isoladas possuem, o que chamamos hoje de propriedades emergentes. A formulação moderna da Teoria Celular admite parte das duas teorias originais, tanto a de von Sachs como a de Schleiden e Schwann. (2º parágrafo- p. 61)	
<b>CÓDIGO</b>	<b>UNIDADES DE CONTEXTO E ANÁLISE</b>	<b>CATEGORIA EMERGENTE</b>
LD7.13A	Matthias Jakob Schleiden (1804-1881). Nasceu em Hamburgo e foi educado em Heidelberg, na Alemanha. Chegou a trabalhar como advogado, mas dedicou-se integralmente à Botânica, tempos depois. Em vez de focar suas pesquisas em classificações, como faziam os botânicos contemporâneos, estudou a estrutura de plantas observando-as ao microscópio. Foi professor de botânica na Universidade de Jena e, em 1838, escreveu um livro no qual afirmava que as diferentes partes dos vegetais são compostas de células. Tornou-se conhecido por ter desenvolvido, juntamente com Theodor Schwann, a Teoria Celular. Reconheceu a importância do núcleo na divisão celular e, em 1863, tornou-se professor de botânica na Universidade de Tartu, à época conhecida como Universidade de Dorpat, localizada na atual Estônia. Faleceu em Frankfurt, na Alemanha. (boxe- p. 60)	Biografia do pesquisador.
LD7.14A	Theodor Schwann (1810-1882). Estudou Medicina em Berlim e trouxe muitas contribuições à Biologia, entre elas o desenvolvimento da Teoria Celular, juntamente com Matthias Schleiden. Descobriu as células do sistema nervoso periférico, denominadas células de Schwann, em sua homenagem, e também a enzima digestiva pepsina. Cunhou o termo metabolismo ao referir-se ao conjunto de processos químicos de um organismo biológico. Suas pesquisas contribuíram também para o início dos estudos embriológicos, pois ele observou como um organismo completo se forma a partir da primeira célula resultante da fecundação, o ovo. Lecionou em duas	

	universidades situadas na Bélgica: a universidade de Lovain (1838) e a Universidade de Liège (1848). (boxe-p. 60)	
LD7.15A	Julius von Sachs (1832- 1897). Botânico alemão, natural da cidade de Breslau. Desde muito novo demonstrou interesse por História Natural, tornando-se assistente do fisiologista Jan Purkinge. Iniciou seus estudos na Universidade do Rei Carlos, de Praga, em 1851, e se tornou doutor em Filosofia em 1856. Posteriormente trabalhou em diversas instituições, atuando na área de Botânica. Trouxe importantes contribuições às pesquisas em fisiologia vegetal, tendo estudado o metabolismo e o desenvolvimento vegetal, a germinação das sementes e o cultivo de plantas na água, além de fazer várias descobertas sobre a fotossíntese. (boxe-p. 61)	

QUADRO 26 – CATEGORIZAÇÃO REFERENTE AO ENFRENTAMENTO DE VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA DO LD7.

FONTE: A AUTORA.

Podemos verificar no QUADRO 27, 12 (doze) *unidades de análise* classificadas em 04 (quatro) categorias do LD8:

CÓDIGO	UNIDADES DE CONTEXTO E DE ANÁLISE	CATEGORIAS A PRIORI
LD8.1A	O desenvolvimento dos microscópios trouxe importantes contribuições para o avanço da Biologia. A compreensão sobre a origem e constituição dos seres vivos teve de ser completamente revista após as descobertas relacionadas à estrutura e organização das células. (1º parágrafo- p. 78)	Caráter histórico e dinâmico da ciência.
LD8.2A	O aparecimento dos microscópios eletrônicos, no século XX, possibilitou descobrir que o interior da célula é ocupado por muitas e variadas estruturas altamente especializadas, responsáveis por todas as funções capazes de manter a célula viva. (1º parágrafo- p. 78)	
LD8.3B	Na Holanda, no século XVI, Hans Jansen e seu filho Zacharias eram fabricantes de óculos. Eles descobriram que duas lentes, alinhadas e montadas em um tubo, proporcionavam grande aumento nas imagens, permitindo visualizar objetos muito pequenos, antes invisíveis a olho nu. Embora não tivessem feito uso científico de sua descoberta, os Jansen lançaram as bases do que viria a ser um dos mais importantes avanços na Biologia. (1º parágrafo- p. 79)	
LD8.6A	Embora ainda não soubesse que se tratava de bactérias, Leeuwenhoek descreveu assim sua descoberta: “Eram incrivelmente pequenos, tão pequenos a meu ver, que acredito que mesmo	

	<b>que cem desses diminutos ‘animais’ fossem postos um ao lado do outro, não alcançariam sequer o tamanho de um grão de areia”. (3º parágrafo- p. 79)</b>	
LD8.8C	As descobertas desses dois microscopistas, embora amplamente publicadas (Leeuwenhoek, por exemplo, escreveu sistematicamente durante mais de vinte anos para a Real Sociedade de Ciências de Londres e para a Academia de Ciências de Paris), não receberam muita atenção na época e permaneceram assim por quase duzentos anos. <b>Em parte, isso se devia ao fato de não existir ainda conhecimento suficiente que permitisse compreender a célula como parte constituinte de um organismo. Também era um problema o fato de cada cientista construir seu próprio microscópio, quase sempre de modo artesanal, o que levava à obtenção de imagens de baixa qualidade, às vezes bastante distorcidas, dificultando a reprodução dos resultados. Por outro lado, foi durante esse período que se aperfeiçoou a construção de microscópios e um grande número de estudos sobre a célula pôde ser realizado.</b> (6º parágrafo- p. 79)	
LD8.11B	As investigações conduzidas por eles tiveram grande impacto na Biologia. Para <b>Schwann</b> , as células constituíam a base da organização estrutural dos seres vivos, e estavam presentes em todos eles, embora variassem na forma e na função. <b>Segundo suas próprias palavras, “a célula é a mola mestra universal do desenvolvimento e está presente em cada organismo. A essência da vida é a formação da célula”.</b> Suas ideias permitiram que a botânica e a zoologia, até então áreas distintas, fossem unificadas, o que levou a uma melhor compreensão do fenômeno da vida. (3º parágrafo- p. 80)	
LD8.4B	Na segunda metade do século XVII, dois observadores independentes, o holandês Anton van Leeuwenhoek (1632-1723) e o inglês Robert Hooke (1635-1702) construíram seus próprios microscópios (do grego <i>micro</i> , “pequeno”, e <i>scopo</i> , “visão”) e fizeram importantes descobertas. <b>Na mesma época, outros microscopistas, tais como Grew na Inglaterra e Malpighi na Itália, confirmaram e ampliaram essas observações.</b> (2º parágrafo- p. 79)	Ciência como atividade coletiva.
LD8.10B	Theodor Schwann (1810-1882) era médico e, desde o início de sua vida acadêmica, interessou-se pelo estudo da fisiologia dos animais, especialmente das células nervosas e musculares. Assim como Schleiden, <b>Schwann</b> foi aluno de Johannes Peter Müller (1801-1858), professor de fisiologia em Berlim, que o convidou a trabalhar	

	como assistente de pesquisa. Durante os anos em que esteve sob a orientação de Müller, a carreira de Schwann foi muito produtiva. <b>Sua contribuição mais importante veio do seu encontro com Schleiden, entre 1837 e 1838, com quem discutiu as semelhanças entre o núcleo das células vegetais e animais. Schwann estava convencido de que os animais, assim como as plantas estudadas por Schleiden, eram todos formados por células.</b> (2º parágrafo- p. 80)	
LD8.11A	<b>As investigações conduzidas por eles tiveram grande impacto na Biologia.</b> Para Schwann, as células constituíam a base da organização estrutural dos seres vivos, e estavam presentes em todos eles, embora variassem na forma e na função. Segundo suas próprias palavras, “a célula é a mola mestra universal do desenvolvimento e está presente em todos eles, embora variassem na forma e na função. A essência da vida é a formação da célula”. Suas ideias permitiram que a botânica e a zoologia, até então áreas distintas, fossem unificadas, o que levou a uma melhor compreensão do fenômeno da vida. (3º parágrafo- p. 80)	
LD8.3A	<b>Na Holanda, no século XVI, Hans Jansen e seu filho Zacharias eram fabricantes de óculos. Eles descobriram que duas lentes, alinhadas e montadas em um tubo, proporcionavam grande aumento nas imagens, permitindo visualizar objetos muito pequenos, antes invisíveis a olho nu.</b> Embora não tivessem feito uso científico de sua descoberta, os Jansen lançaram as bases do que viria a ser um dos mais importantes avanços na Biologia. (1º parágrafo- p. 79)	Ciência influenciada por fatores externos.
<b>CÓDIGO</b>	<b>UNIDADES DE CONTEXTO E ANÁLISE</b>	<b>CATEGORIA EMERGENTE</b>
LD8.9A	<b>Nascido em Hamburgo, na Alemanha, Matthias Schleiden (1804-1881) abandonou a advocacia para dedicar-se ao estudo de botânica. Schleiden não via com bons olhos os botânicos da época, que se limitavam a descrever e nomear estruturas vegetais.</b> Suas observações microscópicas detalhadas permitiram formular um conceito inteiramente novo a respeito das plantas: para ele, esses seres eram constituídos por unidades muito pequenas, as células, e seu crescimento seria o resultado da formação de novas células. (1º parágrafo- p. 80)	Biografia do pesquisador.
LD8.10A	<b>Theodor Schwann (1810-1882) era médico e, desde o início de sua vida acadêmica, interessou-se pelo estudo da fisiologia dos animais, especialmente das células nervosas e musculares. Assim como Schleiden, Schwann foi aluno de Johannes Peter Müller (1801-1858), professor de fisiologia em Berlim, que o convidou a trabalhar como assistente de</b>	

	<p><b>pesquisa. Durante os anos em que esteve sob a orientação de Müller, a carreira de Schwann foi muito produtiva.</b> Sua contribuição mais importante veio do seu encontro com Schleiden, entre 1837 e 1838, com quem discutiu as semelhanças entre o núcleo das células vegetais e animais. Schwann estava convencido de que os animais, assim como as plantas estudadas por Schleiden, eram todos formados por células. (2º parágrafo- p. 80)</p>	
--	---	--

QUADRO 27 – CATEGORIZAÇÃO REFERENTE AO ENFRENTAMENTO DE VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA DO LD8.

FONTE: A AUTORA.

Durante a *segunda categorização* dos livros didáticos, em LD7, bem como em LD8, houve a emergência de uma categoria intitulada “biografia do pesquisador”, identificada em excertos que trazem dados mais pormenorizados da vida do pesquisador. Justificamos esta categoria *emergente* pelo fato de não considerarmos as biografias analisadas, associadas às contribuições dos pesquisadores, uma maneira isolada de apresentar a história da ciência, considerando que, tanto em LD7 quanto em LD8, a categoria mais frequente está relacionada ao caráter histórico da ciência. Logo, entendemos esta categoria *emergente* como complementar, e não substituta da abordagem histórica.

Apresentamos a seguir a análise de conteúdo dos livros universitários, seguindo as mesmas etapas anteriormente desenvolvidas para os livros do PNLD/2012.

## 4.2 DESENVOLVIMENTO DA ANÁLISE DE CONTEÚDO DOS LIVROS UNIVERSITÁRIOS

### 4.2.1 Primeira etapa: Preparação das informações

Os livros universitários selecionados para análise foram os 03 (três) mais citados nas referências dos livros do PNLD/2012 e seus respectivos códigos de identificação encontram-se no quadro a seguir (QUADRO 28).

CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO	REFERÊNCIAS
LDI	RAVEN, Peter H.; EVERT, Ray F.; EICHHORN, Susan E. A célula vegetal e o ciclo celular. In: _____. <b>Biologia Vegetal</b> . 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007, p. 39 a 76.
LDII	Alberts, Bruce <i>et al.</i> Visualização das células. In: _____. <b>Biologia Molecular da Célula</b> . 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004, p. 547 a 580. Alberts, Bruce. <i>et al.</i> Ciclo celular e morte celular programada. In: _____. <b>Biologia Molecular da Célula</b> . 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004, p. 983 a 1026.
LDIII	Alberts, Bruce <i>et al.</i> Introdução às células. In: _____. <b>Fundamentos de Biologia Celular</b> . 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006, p. 1 a 38.

QUADRO 28 - OBRAS MAIS REFERENCIADAS PELOS AUTORES DOS LIVROS DO PNLD/ 2012 – BIOLOGIA.

FONTE: A AUTORA.

O livro universitário LDI, em sua última edição, foi encontrado nas referências de 04 livros do PNLD/2012 (LD1, LD2, LD3, LD5); diferentes edições do LDII foram identificadas nas referências de 04 livros do PNLD/2012 (LD4, LD5, LD7, LD8), sendo utilizada a penúltima edição em virtude da disponibilidade; em relação ao LDIII, 02 livros do PNLD/2012 o utilizaram como referência (LD1, LD6), 01 livro utilizou a versão original em inglês (LD2) e 01 livro utilizou a 1ª edição em português (LD3).

#### 4.2.2 Segunda etapa: Unitarização (identificação das unidades de contexto)

Identificamos as *unidades de contexto* nos 03 (três) livros universitários, as quais receberam códigos adicionais relacionados ao sistema de identificação anterior. Apresentamos a transformação do conteúdo em *unidades de contexto* nos próximos quadros.

No LDI identificamos 09 (nove) *unidades de contexto* apresentadas no QUADRO 29:

CÓDIGO	UNIDADES DE CONTEXTO
LDI.1	A percepção de que todos os organismos são constituídos por células foi um dos mais importantes avanços conceituais na história da biologia, porque ela fornece um tópico unificador para o estudo de todos os seres vivos. Quando estudados ao nível celular, mesmo os organismos mais diferentes, são em sua organização física e em suas propriedades químicas notavelmente similares entre si. (3º parágrafo - p. 39-40)

LDI.2	A teoria celular foi formulada no início do século XIX, antes da apresentação da teoria da evolução de Darwin, mas estes dois grandes conceitos unificadores estão bastante relacionados [...]. (3º parágrafo - p. 40)
LDI.3	Em sua forma clássica, a teoria celular propunha que os corpos dos animais e das plantas são agregados de células individualizadas e diferenciadas. (boxe - p. 40)
LDI.4	Os proponentes desta teoria acreditavam que as atividades de plantas ou animais como um todo devem ser encaradas como a soma das atividades das células individuais constituintes, sendo estas últimas de primordial importância. Este conceito tem sido comparado à teoria da democracia de Jefferson, que considerava a nação como independente e secundária, em direitos e privilégios em relação aos estados individuais que a constituem. (boxe - p. 40)
LDI.5	Na última metade do século 19 foi formulada uma teoria alternativa à teoria celular. Conhecida como teoria organismal, ela substituiu algumas das ideias defendidas pela teoria celular. Os proponentes da teoria organismal consideram o organismo inteiro como de primordial importância, ao invés de células individuais. A planta ou animal pluricelular é visto não meramente como um grupo de unidades independentes, mas como uma massa relativamente contínua de protoplasma, a qual no curso da evolução subdividiu-se em células. (boxe - p. 40)
LDI.6	A teoria organismal originou-se em parte pelos resultados de pesquisa fisiológica que demonstrou a necessidade da coordenação das atividades dos vários órgãos, tecidos e células para o crescimento e o desenvolvimento normal do organismo. (boxe - p. 40)
LDI.7	No século 19, o botânico alemão Julius von Sachs concisamente estabeleceu a teoria organismal quando escreveu “Die Pflanze bildet Zelle, nicht die Zelle pflanzen”, que significa “A planta forma células, as células não formam plantas”. (boxe - p. 40)
LDI.8	Em sua forma moderna a teoria celular estabelece de um modo simples que: (1) todos os organismos vivos são compostos de uma ou mais células; (2) as reações químicas de um organismo vivo, incluindo as de biossíntese e as de seus processos de liberação de energia ocorrem nas células; (3) as células originam-se de outras células; e (4) as células contêm a informação hereditária do organismo do qual elas são uma parte, e esta informação é passada da célula parental para a célula filha. (boxe - p. 40)
LDI.9	As teorias celular e organismal não são mutuamente exclusivas. Juntas elas fornecem uma significativa visão da estrutura e função em níveis celular e de organismo. (boxe - p. 40)

QUADRO 29 – UNIDADES DE CONTEXTO IDENTIFICADAS EM LDI.  
FONTE: A AUTORA.

Apresentamos no QUADRO 30 as 02 (duas) *unidades de contexto* identificadas no LDII:

CÓDIGO	UNIDADES DE CONTEXTO
LDII.1	Somente quando os microscópios ópticos de boa qualidade tornaram-se disponíveis, no início do século XIX, pôde-se descobrir que todos os tecidos vegetais e animais são agregados de células individuais. Essa descoberta, proposta como doutrina celular por Schleiden e Schwann, em 1838, marca o nascimento formal da biologia celular. (5º parágrafo - p. 547-548)
LDII.2	“Onde surge uma célula, existia uma célula prévia, exatamente como os animais só surgem de animais e as plantas de plantas”. Esta doutrina celular, proposta em 1858 pelo patologista alemão Rudolf Virchow, traz uma profunda mensagem de continuidade da vida. (1º parágrafo - p. 983)

QUADRO 30 – UNIDADES DE CONTEXTO IDENTIFICADAS EM LDII.  
FONTE: A AUTORA.



No LDIII detectamos 04 (quatro) *unidades de contexto* expostas no QUADRO 31:

CÓDIGO	UNIDADES DE CONTEXTO
LDIII.1	[...] Utilizando um instrumento como esse, Robert Hooke examinou um pedaço de rolha e em 1665 comunicou para a Royal Society de Londres que a cortiça era composta de uma massa de diminutas câmaras que ele chamou de “células”. O nome células foi estendido até para a estrutura que Hooke descreveu, que eram apenas as paredes celulares que permaneceram depois que as estruturas vegetais vivas dentro delas morreram. Mais tarde, Hooke e alguns outros dos seus contemporâneos foram capazes de visualizar células vivas. (3º parágrafo - p. 6)
LDIII.2	A emergência da biologia celular como uma ciência distinta foi um processo gradual para o qual vários indivíduos contribuíram, mas o seu nascimento oficial normalmente é dito ser marcado por duas publicações: uma pelo botânico Matthias Schleiden, em 1838, e a outra pelo zoólogo Theodor Schwann, em 1838. Nesses artigos, Schleiden e Schwann documentaram o resultado de uma investigação sistemática de tecidos vegetais e animais com o microscópio óptico, mostrando que as células eram os blocos universais de construção de todos os tecidos vivos. (4º parágrafo - p. 6)
LDIII.3	O seu trabalho e o de outros microscopistas do século XIX lentamente conduziram à compreensão de que todas as células vivas eram formadas pela divisão de células existentes – um princípio algumas vezes chamado de <i>a teoria da célula</i> . (4º parágrafo - p. 6)
LDIII.4	A implicação de que os organismos vivos não surgem espontaneamente, porém podem ser gerados apenas a partir de organismos existentes, foi ansiosamente contestada, mas ela foi finalmente confirmada por experimentos realizados nos anos de 1860 por Louis Pasteur. (4º parágrafo - p. 6-7)

QUADRO 31 – UNIDADES DE CONTEXTO IDENTIFICADAS EM LDIII.  
 FONTE: A AUTORA.

Identificamos, portanto, nos três livros universitários analisados, um total de 15 (quinze) *unidades de contexto* relacionadas à temática Teoria Celular.

#### 4.2.3 Terceira etapa: Categorização dos livros universitários

Para a categorização dos livros universitários, utilizamos as mesmas categorias *a priori* da análise dos livros do PNLD/2012 (QUADRO 13).

#### 4.2.3.1 Categorização referente a visões deformadas sobre a ciência

Nos quadros seguintes apresentamos a *terceira categorização*, relacionada às visões deformadas sobre a ciência encontradas nos livros universitários.

O QUADRO 32 contempla a classificação de 03 (três) *unidades de análise* do LDI em 02 (duas) categorias:

CÓDIGO	UNIDADES DE CONTEXTO E DE ANÁLISE	CATEGORIAS A <i>PRIORI</i>
LDI.7A	No século 19, o botânico alemão <b>Julius von Sachs</b> concisamente estabeleceu a teoria <b>organismal</b> quando escreveu “Die Pflanze bildet Zelle, nicht die Zelle pflanzen”, que significa “ A planta forma células, as células não formam plantas”. (boxe - p. 40)	Ciência como atividade individual.
LDI.7B	No século 19, o botânico alemão <b>Julius von Sachs</b> concisamente estabeleceu a teoria <b>organismal</b> quando escreveu “Die Pflanze bildet Zelle, nicht die Zelle pflanzen”, que significa “ <b>A planta forma células, as células não formam plantas</b> ”. (boxe - p. 40)	Conhecimento científico verdadeiro e definitivo.
LDI.8A	<b>Em sua forma moderna a teoria celular estabelece de um modo simples que: (1) todos os organismos vivos são compostos de uma ou mais células; (2) as reações químicas de um organismo vivo, incluindo as de biossíntese e as de seus processos de liberação de energia ocorrem nas células; (3) as células originam-se de outras células; e (4) as células contém a informação hereditária do organismo do qual elas são uma parte, e esta informação é passada da célula parental para a célula filha.</b> (boxe - p. 40)	

QUADRO 32 – CATEGORIZAÇÃO REFERENTE A VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA DO LDI.

FONTE: A AUTORA.

A categorização das *unidades de análise* em LDII é apresentada no QUADRO 33, no qual podemos constatar 04 (quatro) *unidades de análise* distribuídas em 04 (quatro) categorias:

CÓDIGO	UNIDADES DE CONTEXTO E DE ANÁLISE	CATEGORIAS A PRIORI
LDII.1A	<b>Somente quando os microscópios ópticos de boa qualidade tornaram-se disponíveis</b> , no início do século XIX, <b>pôde-se descobrir que todos os tecidos vegetais e animais são agregados de células individuais</b> . Essa descoberta, proposta como doutrina celular por Schleiden e Schwann, em 1838, marca o nascimento formal da biologia celular. (5º parágrafo - p. 547-548)	Observação/descrição neutra e em busca da descoberta científica.
LDII.2A	<b>“Onde surge uma célula, existia uma célula prévia, exatamente como os animais só surgem de animais e as plantas de plantas”</b> . Esta doutrina celular, proposta em 1858 pelo patologista alemão Rudolf Virchow, traz uma profunda mensagem de continuidade da vida. (1º parágrafo - p. 983)	Conhecimento científico verdadeiro e definitivo.
LDII.1B	Somente quando os microscópios ópticos de boa qualidade tornaram-se disponíveis, no início do século XIX, pôde-se descobrir que todos os tecidos vegetais e animais são agregados de células individuais. <b>Essa descoberta, proposta como doutrina celular</b> por Schleiden e Schwann, <b>em 1838, marca o nascimento formal da biologia celular</b> . (5º parágrafo - p. 547-548)	Linearidade da ciência.
LDII.2B	<b>“Onde surge uma célula, existia uma célula prévia, exatamente como os animais só surgem de animais e as plantas de plantas”</b> . Esta doutrina celular, proposta em 1858 pelo patologista alemão Rudolf Virchow, traz uma profunda mensagem de continuidade da vida. (1º parágrafo - p. 983)	Ciência como atividade individual.

QUADRO 33 – CATEGORIZAÇÃO REFERENTE A VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA DO LDII.

FONTE: A AUTORA.

Em relação ao LDIII encontramos a seguinte classificação (QUADRO 34), com 07 (sete) *unidades de análise* distribuídas em 05 (cinco) categorias:

CÓDIGO	UNIDADES DE CONTEXTO E DE ANÁLISE	CATEGORIAS A PRIORI
LDIII.1A	[...] <b>Utilizando um instrumento como esse, Robert Hooke examinou um pedaço de rolha e em 1665 comunicou para a Royal Society de Londres que a cortiça era composta de uma massa de diminutas câmaras que ele chamou de “células”</b> . O nome células foi estendido até para a estrutura que Hooke descreveu, que eram apenas as paredes celulares que permaneceram depois que as estruturas vegetais vivas dentro delas morreram. Mais tarde, Hooke e alguns outros dos seus contemporâneos foram capazes de visualizar células vivas. (3º parágrafo - p. 6)	Ciência como atividade individual.

LDIII.2B	A emergência da biologia celular como uma ciência distinta foi um processo gradual para o qual vários indivíduos contribuíram, mas o <b>seu nascimento oficial normalmente é dito ser marcado por duas publicações:</b> uma pelo botânico Matthias Schleiden, em 1838, e a outra pelo zoólogo Theodor Schwann, em 1838. Nesses artigos, Schleiden e Schwann documentaram o resultado de uma investigação sistemática de tecidos vegetais e animais com o microscópio óptico, mostrando que as células eram os blocos universais de construção de todos os tecidos vivos. (4º parágrafo - p. 10)	Linearidade da ciência.
LDIII.3B	O seu trabalho e o de outros microscopistas do século XIX <b>lentamente conduziram à compreensão</b> de que todas as células vivas eram formadas pela divisão de células existentes – um princípio algumas vezes chamado de <i>a teoria da célula</i> . (4º parágrafo - p. 6)	
LDIII.3C	O seu trabalho e o de outros microscopistas do século XIX lentamente conduziram à compreensão de que <b>todas as células vivas eram formadas pela divisão de células existentes – um princípio algumas vezes chamado de a teoria da célula</b> . (4º parágrafo - p. 6)	Conhecimento científico verdadeiro e definitivo.
LDIII.4B	<b>A implicação de que os organismos vivos não surgem espontaneamente</b> , porém podem ser gerados apenas a partir de organismos existentes, foi ansiosamente contestada, mas ela <b>foi finalmente confirmada por experimentos realizados nos anos de 1860 por Louis Pasteur</b> . (4º parágrafo - p. 6-7)	
LDIII.2C	A emergência da biologia celular como uma ciência distinta foi um processo gradual para o qual vários indivíduos contribuíram, mas o seu nascimento oficial normalmente é dito ser marcado por duas publicações: uma pelo botânico Matthias Schleiden, em 1838, e a outra pelo zoólogo Theodor Schwann, em 1838. Nesses artigos, <b>Schleiden e Schwann documentaram o resultado de uma investigação sistemática de tecidos vegetais e animais com o microscópio óptico, mostrando que as células eram os blocos universais de construção de todos os tecidos vivos</b> . (4º parágrafo - p. 10)	Método científico clássico.
<b>CÓDIGO</b>	<b>UNIDADES DE CONTEXTO E ANÁLISE</b>	<b>CATEGORIA EMERGENTE</b>
LDIII.1A	[...] Utilizando um instrumento como esse, Robert Hooke examinou um pedaço de rolha e em 1665 comunicou para a Royal Society de Londres que a cortiça era composta de uma massa de diminutas câmaras que ele chamou de “células”. <b>O nome células foi estendido até para a estrutura que Hooke descreveu, que eram apenas as paredes celulares que permaneceram depois que as estruturas vegetais vivas dentro delas morreram</b> . Mais tarde, Hooke e alguns outros dos	Relato histórico centrado no presente (whiggismo).

	seus contemporâneos foram capazes de visualizar células vivas. (3º parágrafo - p. 6)	
--	--	--

QUADRO 34 – CATEGORIZAÇÃO REFERENTE A VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA DO LDIII.

FONTE: A AUTORA.

#### 4.2.3.2 Categorização referente ao enfrentamento de visões deformadas sobre a ciência

Nos quadros a seguir apresentamos a *quarta categorização*, referente às categorias de enfrentamento das visões deformadas sobre a ciência encontradas nos livros universitários.

A categorização das *unidades de análise* em LDI é apresentada no QUADRO 35, no qual podemos constatar 04 (quatro) *unidades de análise* distribuídas em 09 (nove) categorias:

CÓDIGO	UNIDADES DE CONTEXTO E DE ANÁLISE	CATEGORIAS A PRIORI
LDI.1A	<b>A percepção de que todos os organismos são constituídos por células foi um dos mais importantes avanços conceituais na história da biologia, porque ela fornece um tópico unificador para o estudo de todos os seres vivos.</b> Quando estudados ao nível celular, mesmo os organismos mais diferentes, são em sua organização física e em suas propriedades químicas notavelmente similares entre si. (3º parágrafo - p. 39-40)	Caráter histórico e dinâmico da ciência.
LDI.3A	<b>Em sua forma clássica, a teoria celular propunha que os corpos dos animais e das plantas são agregados de células individualizadas e diferenciadas.</b> (boxe - p. 40)	
LDI.5A	<b>Na última metade do século 19 foi formulada uma teoria alternativa à teoria celular. Conhecida como teoria organísmal, ela substituiu algumas das ideias defendidas pela teoria celular.</b> Os proponentes da teoria organísmal consideram o organismo inteiro como de primordial importância, ao invés de células individuais. A planta ou animal pluricelular é visto não meramente como um grupo de unidades independentes, mas como uma massa relativamente contínua de protoplasma, a qual no curso da evolução subdividiu-se em células. (boxe - p. 40)	

LDI.6A	<b>A teoria organismal originou-se em parte pelos resultados de pesquisa fisiológica que demonstrou a necessidade da coordenação das atividades dos vários órgãos, tecidos e células para o crescimento e o desenvolvimento normal do organismo.</b> (boxe - p. 40)	
LDI.4A	<b>Os proponentes desta teoria acreditavam que as atividades de plantas ou animais como um todo devem ser encaradas como a soma das atividades das células individuais constituintes, sendo estas últimas de primordial importância.</b> Este conceito tem sido comparado à teoria da democracia de Jefferson, que considerava a nação como independente e secundária, em direitos e privilégios em relação aos estados individuais que a constituem. (boxe - p. 40) (boxe - p. 40)	Ciência como atividade coletiva.
LDI.5B	Na última metade do século 19 foi formulada uma teoria alternativa à teoria celular. Conhecida como teoria organismal, ela substituiu algumas das ideias defendidas pela teoria celular. <b>Os proponentes da teoria organismal consideram o organismo inteiro como de primordial importância, ao invés de células individuais.</b> A planta ou animal pluricelular é visto não meramente como um grupo de unidades independentes, mas como uma massa relativamente contínua de protoplasma, a qual no curso da evolução subdividiu-se em células. (boxe - p. 40)	
LDI.2A	<b>A teoria celular foi formulada no início do século XIX, antes da apresentação da teoria da evolução de Darwin, mas estes dois grandes conceitos unificadores estão bastante relacionados [...].</b> (3º parágrafo - p. 40)	
LDI.9A	<b>As teorias celular e organismal não são mutuamente exclusivas. Juntas elas fornecem uma significativa visão da estrutura e função em níveis celular e de organismo.</b> (boxe - p. 40)	Unificação do conhecimento científico.
LDI.4B	Os proponentes desta teoria acreditavam que as atividades de plantas ou animais como um todo devem ser encaradas como a soma das atividades das células individuais constituintes, sendo estas últimas de primordial importância. <b>Este conceito tem sido comparado à teoria da democracia de Jefferson, que considerava a nação como independente e secundária, em direitos e privilégios em relação aos estados individuais que a constituem.</b> (boxe - p. 40)	Ciência influenciada por fatores externos.

QUADRO 35 – CATEGORIZAÇÃO REFERENTE AO ENFRENTAMENTO DE VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA DO LDI.  
 FONTE: A AUTORA.

A categorização das *unidades de análise* em LDII é apresentada no QUADRO 36, no qual podemos verificar 01 (uma) *unidade de análise* em 01 (uma) categoria:

CÓDIGO	UNIDADE DE CONTEXTO E DE ANÁLISE	CATEGORIA A <i>PRIORI</i>
LDII.1C	Somente quando os microscópios ópticos de boa qualidade tornaram-se disponíveis, no início do século XIX, pôde-se descobrir que todos os tecidos vegetais e animais são agregados de células individuais. <b>Essa descoberta, proposta como doutrina celular por Schleiden e Schwann</b> , em 1838, marca o nascimento formal da biologia celular. (5º parágrafo - p. 547-548)	Ciência como atividade coletiva.

QUADRO 36 – CATEGORIZAÇÃO REFERENTE AO ENFRENTAMENTO DE VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA DO LDII.

FONTE: A AUTORA.

Em relação ao LDIII encontramos a seguinte classificação (QUADRO 37), com 03 (três) *unidades de análise* distribuídas em 02 (duas) categorias:

CÓDIGO	UNIDADES DE CONTEXTO E DE ANÁLISE	CATEGORIAS A <i>PRIORI</i>
LDIII.2A	<b>A emergência da biologia celular</b> como uma ciência distinta <b>foi um processo</b> gradual <b>para o qual vários indivíduos contribuíram</b> , mas o seu nascimento oficial normalmente é dito ser marcado por duas publicações: uma pelo botânico Matthias Schleiden, em 1838, e a outra pelo zoólogo Theodor Schwann, em 1838. Nesses artigos, Schleiden e Schwann documentaram o resultado de uma investigação sistemática de tecidos vegetais e animais com o microscópio óptico, mostrando que as células eram os blocos universais de construção de todos os tecidos vivos. (4º parágrafo - p. 10)	Ciência como atividade coletiva.
LDIII.3A	<b>O seu trabalho e o de outros microscopistas do século XIX</b> lentamente conduziram à compreensão de que todas as células vivas eram formadas pela divisão de células existentes – um princípio algumas vezes chamado de <i>a teoria da célula</i> . (4º parágrafo - p. 6)	
LDIII.4A	<b>A implicação de que os organismos vivos não surgem espontaneamente, porém podem ser gerados apenas a partir de organismos existentes, foi ansiosamente contestada</b> , mas ela foi finalmente confirmada por experimentos realizados nos anos de 1860 por Louis Pasteur. (4º parágrafo - p. 6-7)	Rupturas e/ou controvérsias científicas.

QUADRO 37 – CATEGORIZAÇÃO REFERENTE AO ENFRENTAMENTO DE VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA DO LDIII.

FONTE: A AUTORA.

O último momento da análise é constituído pela quarta e quinta etapas da metodologia da análise de conteúdo proposta por Moraes (1999), a *descrição* e a *interpretação* dos resultados, respectivamente, as quais apresentamos simultaneamente no próximo capítulo, destinado à análise quali-quantitativa dos livros didáticos e discussão dos resultados.



## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando o aspecto quali-quantitativo desta pesquisa, o primeiro momento que comunica a categorização consiste na análise quantitativa, na qual apresentamos quadros com o valor absoluto e as frequências das *unidades de análise* identificadas. Em seguida, com uma descrição textual visamos atender a dimensão qualitativa, na tentativa de buscar significados que constam nas *unidades de análise* incluídas em cada uma das categorias.

### 5.1 DESCRIÇÃO E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS DOS LIVROS DO PNLD/2012

Após a categorização das *unidades de análise* com base nas categorias *a priori* e *emergentes* explicitadas anteriormente, calculamos as frequências em quantidade e porcentagem das *unidades de análise* em cada categoria, referentes às visões deformadas sobre a ciência, como também ao enfrentamento de tais visões. O resultado desta análise quantitativa do conjunto dos livros didáticos PNLD/2012 analisados é apresentado na sequência.

No decorrer do capítulo apresentamos a descrição qualitativa dos dados acompanhada da *interpretação*, etapa final do modelo de análise de conteúdo adotado nesta pesquisa (MORAES, 1999).

### 5.1.1 Visões deformadas sobre a ciência

No quadro-resumo a seguir (QUADRO 38) apresentamos a frequência total das *unidades de análise* (UAs) identificadas em todos os livros do PNLD/2012 - Biologia para cada categoria que representa visões deformadas sobre a ciência, que reforçam uma imagem empobrecida da ciência nos livros didáticos.

Apresentamos as frequências de cada livro didático analisado no APÊNDICE 1 (QUADROS A a H).

CATEGORIAS	LIVROS PNLD/2012	
	nº de UA	% de UA
Observação/descrição neutra e em busca da descoberta científica.	27	31,4%
Ciência como atividade individual.	19	22,1%
Relato histórico centrado no presente (whiggismo)*.	15	17,4%
Conhecimento científico verdadeiro e definitivo.	14	16,3%
Linearidade da ciência.	8	9,3%
Método científico clássico.	3	3,5%
Fragmentação e/ou simplificação do conhecimento.	0	0%
Ciência não influenciada por fatores externos.	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>86</b>	<b>100%</b>

QUADRO 38 – FREQUÊNCIA EM QUANTIDADE E PORCENTAGEM DAS UAS DOS LIVROS DO PNLD/2012-BIOLOGIA EM CADA CATEGORIA, REFERENTE ÀS VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA.

FONTE: A AUTORA.

\*categoria *emergente*

Como se observa no quadro-resumo anterior, considerando o total de 8 livros didáticos do PNLD/2012 - Biologia, classificamos 86 (oitenta e seis) *unidades de análise* (UAs) em 06 (seis) categorias, sendo 05 (cinco) categorias *a priori* e 01 (uma) *emergente*, as quais descrevemos e interpretamos a seguir.

A categoria mais frequente “observação/descrição neutra e em busca da descoberta científica”, que reforça a “visão empírico-indutivista e ateuca”, apresentou

27 (vinte e sete) *unidades de análise*, o que corresponde a 31,4% das UAs. Um exemplo desta categoria pode ser encontrado na *unidade de análise* LD1.5B:

Além de sua grande capacidade de produzir boas lentes de aumento, Leeuwenhoek era cuidadoso e muito curioso, **observando tudo o que pudesse ser colocado sob suas lentes**. Como não sabia desenhar, contratou um desenhista para ilustrar o que ele estava observando **e passou a descrever com detalhes tudo o que via** (LOPES; ROSSO, 2010, p. 258, grifo nosso).

Nota-se claramente nesta *unidade de análise* a ideia de observação neutra, não influenciada por uma teoria. Esta concepção é genuinamente presente durante os episódios históricos que integram o processo de construção da Teoria Celular, uma vez que é recorrente o caráter empírico-indutivo nos relatos de alguns cientistas envolvidos, tais como Treviranus e o próprio Schwann. No que se refere às generalizações sobre a constituição elementar dos seres vivos, o primeiro referia-se a bexigas e o segundo, a células, conforme já mencionado no capítulo referente à reconstrução histórica destes episódios (BAKER, 1952; MAYR; 2008).

Outro excerto onde identificamos a categoria “observação/descrição neutra e em busca da descoberta científica” refere-se à unidade de análise LD8.4A:

Na segunda metade do século XVII, dois **observadores** independentes, o holandês Anton van **Leeuwenhoek** (1632-1723) e o inglês Robert **Hooke** (1635-1702) construíram seus próprios microscópios (do grego *micro*, “pequeno”, e *scopo*, “visão”) e **fizeram importantes descobertas**. Na mesma época, outros microscopistas, tais como **Grew** na Inglaterra e **Malpighi** na Itália, **confirmaram e ampliaram essas observações** (AGUILAR *et al.*, 2009, p. 79, grifo nosso).

Em relação aos trabalhos de Hooke, encontramos várias referências ressaltando suas observações, tal como constatamos na *unidade de análise* citada anteriormente e na seguinte, nas quais percebemos claramente um dos principais pontos de discussão sobre a natureza da ciência desenvolvidos por Cachapuz *et al.* (2005, p. 45), ao caracterizarem a “visão empírico-indutivista e atórica”, na qual ocorre a ausência de “hipóteses como focalizadoras da investigação e dos corpos coerentes de conhecimento (teorias) disponíveis, que orientam todo o processo”. Gil Pérez *et al.* (2001, p. 136) apontam que, na educação em ciências deve-se ter em vista “a recusa de um empirismo que concebe os conhecimentos como resultados da inferência

indutiva a partir de “dados puros”. A *unidade de análise* LD6.4B exemplifica a categoria em questão:

Na mesma época em que Leeuwenhoek desenvolvia suas lentes e realizava suas observações de um mundo pequeno demais para ser observado a olho nu, o cientista inglês **Robert Hooke** (1635- 1703) [...] **observou pedaços de cortiça** com o auxílio de um microscópio formado por duas ou mais lentes associadas, dentro de um tubo de metal. [...]. **Ele descreveu pequenas cavidades no interior daqueles pedaços e deu-lhes o nome de células** (diminutivo latino de *cella*, lugar fechado, pequeno, cômodo) (LINHARES; GEWANDSZNAJDER, 2010, p. 91, grifo nosso).

Podemos assegurar, levando em conta os registros historiográficos pesquisados, que as observações de Hooke eram neutras, pelo fato de ter sido o pioneiro na observação da célula e também por não ter interesse em analisar “biologicamente” a cortiça. Não havia, portanto, um corpo teórico de conhecimentos sobre esta estrutura. Logo, a interpretação de Hooke foi muito diferente da concepção atual de célula. No prefácio da sua obra *Micrographia*, Hooke (1965) declara-se empirista, ao criticar a criatividade na ciência e exaltar o papel das observações na atividade científica.

Apesar de ser a mais amplamente estudada e criticada na literatura, segundo Cachapuz *et al.* (2005), a “visão empírico-indutivista e atórica” é pouco referida pelos docentes, os quais não a identificam como uma deformação do trabalho científico. Isto se deve, muito provavelmente, por eles próprios estarem imersos nesta concepção, na qual foram formados, tendo em vista a hegemonia desta concepção desde Francis Bacon, a qual ainda permanece muito presente na forma de produzir e compreender a ciência atual.

A segunda categoria mais frequente, “ciência como atividade individual”, que reforça a “visão individualista e elitista”, constituiu 19 (dezenove) *unidades de análise*, o que corresponde a 22,1% de UAs classificadas nesta categoria, considerando o total de 86 (oitenta e seis) UAs, a qual pode ser identificada, por exemplo, no seguinte excerto, relativo à LD1.2A: “**A citologia teve seu início com as observações do cientista inglês Robert Hooke (1635-1703)**”. (LOPES; ROSSO, 2010, p. 257, grifo nosso).

Nesta passagem, percebemos claramente a atribuição da emergência de um novo campo da pesquisa biológica a um único cientista: Robert Hooke, o qual foi, sem

dúvida, um importante pesquisador, tendo, de acordo com Martins (2011), um papel central no desenvolvimento da Royal Society, mas a relação de Hooke com o desenvolvimento da citologia (estudo da célula), se existiu, não foi intencional, uma vez que seus interesses de pesquisa eram outros, conforme ressaltaremos em seguida. De qualquer forma, a informação apresentada desta maneira no livro didático reforça a ideia do gênio solitário, do ser especial que foi o único responsável pelo surgimento da citologia, o que de fato, não ocorreu. A reconstrução histórica da Teoria Celular nos permite considerar que Leeuwenhoek, Malpighi, Grew, Treviranus, Oken e Dutrochet são exemplos de pesquisadores que se dedicaram a observações microscópicas dos seres vivos e, por isso, deixaram suas contribuições ao estabelecimento da citologia como área de estudo da biologia.

Neste trecho, correspondente à *unidade de análise* LD3.6A temos outro exemplo de produção do conhecimento científico como obra de um gênio isolado: **“A aplicação da teoria celular na embriologia se deu a Kölliker (1841), que identificou o óvulo e o espermatozoide como células**, de cuja fusão resulta a célula-ovo ou zigoto, início de nova vida animal ou vegetal”. (LINHARES; GEWANDSZNAJDER, 2010, p. 11, grifo nosso).

Anteriormente a 1841, antes mesmo de propor a Teoria Celular, Schwann já desenvolvia estudos embriológicos com a célula-ovo (PRESTES, 1997; MAYR, 1998). A omissão desta informação no livro didático e a simples atribuição do desenvolvimento de um campo de pesquisa biológica a um único cientista, como se anteriormente nenhuma investigação houvesse sido realizada neste sentido, reforça a ideia dogmática da ciência produzida individualmente. Além disso, a ideia de atividade individual poderia ser enfrentada ao corrigir a informação referente à identificação dos gametas, uma vez que coube a Kölliker em 1841, somente a identificação do espermatozoide como célula e, em relação ao óvulo, este reconhecimento é atribuído ao cientista Remak, por volta de 1852, baseado em estudos anteriores (MAYR, 1998; 2008).

Considerando que as duas maiores ocorrências foram referentes às visões “empírico-indutivista e atórica” e “individualista e elitista”, podemos considerar que este fato corrobora a explicação de Cachapuz *et al.* (2005) sobre a associação entre concepções epistemológicas difundidas na educação em ciências, inclusive nos livros

didáticos. Segundo estes autores, uma visão “individualista e elitista da ciência [...] apoia implicitamente a ideia empirista de ‘descobrimento’ [...]”. (CACHAPUZ *et al.*, 2005, p. 52). Isto pode ser constatado quando se associa, com frequência, o trabalho científico à imagem estereotipada do cientista no laboratório realizando suas observações e experimentações, em busca da descoberta, sobre a qual discorreremos na parte final da interpretação dos resultados desta análise.

A terceira categoria mais frequente correspondeu a uma *categoria emergente* denominada “relato histórico centrado no presente - whiggismo”, onde identificamos 15 (quinze) UAs, o que corresponde a 17,4% do total de 86 (oitenta e seis) *unidades de análise*. Esta classificação justifica-se por ter sido detectado um relato anacrônico, sem relação direta com todas as características da “visão aproblemática e ahistórica”, a qual originou a categoria *a priori* “conhecimento científico verdadeiro e definitivo”. A *unidade de análise* LD1.1A é um exemplo:

**[...] O que esse cientista viu foram as paredes celulares das células que formam a cortiça, pois a imagem foi obtida a partir de células mortas. A fotomicrografia aqui mostrada ilustra o que Hooke observou, porém com aumento muito maior [...]** (LOPES; ROSSO, 2010, p. 256, grifo nosso).

Neste caso, o autor tenta associar o conceito de célula construído pela citologia no século XIX, com o trabalho de Hooke no século XVII, o qual, segundo Martins, (2011), não tinha interesse “biológico”, e sim microscópico, ou seja, há aqui um erro de interpretação histórica, que poderia ser corrigido por meio de pesquisa historiográfica. Em seguida, quando se refere à fotomicrografia, há uma clara distorção do valor histórico da informação, que poderia ser alcançado caso a imagem fosse obtida da fonte primária. Notamos, portanto, uma interpretação da célula com ideias do período atual, quando se refere ao momento histórico em que este conceito ainda não havia se estabelecido na ciência e apenas o termo *célula* havia sido cunhado por Hooke, o que caracteriza a prática do *whiggismo*.

Verificamos outro exemplo muito semelhante ao anterior na *unidade de análise* LD2.4A: **“O que Hooke observou, então, foram as paredes celulares das células da cortiça, como se pode comprovar** na imagem abaixo, em que esse **material foi**

**fotografado ao microscópio eletrônico de varredura**”. (SILVA JÚNIOR; SASSON; CALDINI JÚNIOR, 2010, p. 200, grifo nosso).

Outro exemplo desta categoria *emergente*, relacionado à observação da cortiça por Hooke pode ser verificado na *unidade de análise* LD3.2B:

Hooke verificou que a cortiça era composta de uma massa de minúsculas câmaras, que ele denominou células. Hooke **observou, na verdade, apenas as paredes celulares que persistiram após a morte e a degeneração das células**, como um favo de abelhas totalmente vazio (PEZZI; GOWDAK; MATTOS, 2010, p. 10, grifo nosso).

Nas UAs citadas anteriormente e em outras, parece que os autores fazem uma “releitura” da observação e interpretação de Hooke, segundo suas próprias interpretações baseadas em elementos atuais fornecidos pelos estudos citológicos.

Especificamente em outras 03 (três) unidades de análise, a prática do *whiggismo* relaciona-se ao uso do termo “rudimentar” referente aos microscópios de Leeuwenhoek e Hooke, claramente analisando estes instrumentos com perspectiva histórica atual, como podemos certificar em LD8.5A: “**O microscópio de Leeuwenhoek era bastante rudimentar [...]**”. (AGUILAR *et al.*, 2009, p. 79, grifo nosso).

Encontramos mais um exemplo na *unidade de análise* LD4.1B: “Em 1665, **Robert Hooke**, um cientista inglês, estava **trabalhando com um microscópio rudimentar** e observou uma delgada fatia de cortiça: ele **conseguiu, pela primeira vez, distinguir os contornos de uma célula**”. (MENDONÇA; LAURENCE, 2010, p. 145, grifo nosso). Neste caso, além de erroneamente referir-se a um microscópio do século XVII como rudimentar ao relatar seu uso na mesma época, ocorre um anacronismo quando se fala que Hooke distinguiu os contornos de uma célula, uma vez que, naquele momento, existe apenas a “célula de Hooke”, pois o reconhecimento da célula como unidade estrutural dos seres vivos ainda não havia sido determinado, processo que teve início, segundo Prestes (1997), ainda no século XVII, mas só se consolidou no século XIX com as ideias de pesquisadores como Bichat, Oken, Dutrochet, Schleiden e Schwann.

A quarta categoria mais frequente referiu-se a “conhecimento científico verdadeiro e definitivo”, na qual identificamos 14 (quatorze) UAs, o que corresponde a

16,3% de frequência no conjunto das 86 (oitenta e seis) *unidades de análise* que podem reforçar visões deformadas sobre a ciência.

A maior parte das UAs desta categoria refere-se ao conhecimento elaborado e/ou enunciados dogmáticos sobre a Teoria Celular, como podemos confirmar em LD1.8A: “Em 1838, dois pesquisadores alemães, Matthias Schleiden (1804-1881) e Theodor Schwann (1810-1882), formularam **a teoria celular, segundo a qual todos os seres vivos são formados por células [...]**”. (LOPES; ROSSO, 2010, p. 263, grifo nosso). Neste caso, seria muito enriquecedora, por exemplo, a informação de que naquela época apenas os reinos animal e vegetal eram reconhecidos como seres vivos.

Novamente temos um exemplo da nítida influência do modelo de ciência proposto por Francis Bacon, apresentado no livro didático como uma simples generalização da Teoria Celular, o qual inclui, como um dos princípios de demarcação entre ciência e não-ciência, de acordo com Oliva (1990, p. 27) apenas a saída “do plano observacional para cuidadosamente generalizarmos o que de relevante foi aí registrado num número significativo de casos”. Por esta óptica empirista, o autor defende que não haveria propriamente uma teoria, uma vez que “a teoria é indispensável já no desencadeamento do processo de investigação”.

A *unidade de análise* LD7.9B também representa o conhecimento sobre a Teoria Celular isento de elementos que indiquem, por exemplo, quais problemas se pretendiam resolver ou a origem de cada um dos enunciados:

Foi, entretanto, apenas no século XIX que as observações de células ganharam a forma de uma teoria que se tornou famosa, a Teoria Celular. Em sua formulação moderna, **a Teoria Celular é sustentada por quatro afirmações amplamente comprovadas. Ela estabelece que: todos os seres vivos do planeta são formados por uma ou mais células que apresentam uma organização básica comum; toda célula se origina de outra célula; toda informação hereditária do organismo está contida em suas células, dando origem a células filhas, estas recebem toda a informação hereditária das células parentais; no interior das células ocorre o grande conjunto de reações químicas que mantém os organismos vivos, como as reações de oxidação dos alimentos e a fabricação de substâncias, como as proteínas [...]** (BIZZO, 2010, p. 60, grifo nosso).

Percebemos em LD7.9B, uma série de enunciados, que são consequências de estudos decorrentes da Teoria Celular, inclusive sobre genética e bioquímica, porém são apresentados como “afirmações amplamente comprovadas”, sem o mínimo de



estudo histórico sobre suas origens, somente como uma reformulação das ideias da versão anterior do livro universitário identificado como LDI.

Na unidade de análise LD3.9A encontramos a mesma situação anterior:

**A moderna teoria celular pode ser resumida em quatro conceitos fundamentais: 1. A menor unidade de vida é a célula; 2. Todo ser vivo pluricelular provém de uma célula: o zigoto; 3. Todas as células provêm de outras preexistentes; 4. Todas as reações metabólicas de um organismo vivo partem das células** (PEZZI; GOWDAK; MATTOS, 2010, p. 11, grifo nosso).

Além de não fazer referência aos problemas que deram origem à elaboração desta teoria - “o que é a vida?”, “o que é o organismo?” “qual a unidade estrutural básica que compunha os seres vivos?”, não há nenhuma referência ao seu processo histórico de construção ou, como defende Canguilhem (2012), à história da formação do conceito de *célula*, nem às possibilidades de mudanças em relação à ideia central da Teoria Celular proposta no século XIX. Também observamos a lista típica de enunciados fechados e dogmáticos que caracterizam a “visão aproblemática e ahistórica” da ciência, relacionados à perspectiva empirista.

Sobre a “visão aproblemática e ahistórica”, segundo Fernández (2002, p. 480, tradução nossa), “trata-se de uma concepção que o ensino de ciências reforça por omissão”. Este autor afirma que tanto a visão sobre ciência que os professores transmitem quanto as que os livros didáticos incorrem, de forma implícita, correspondem a este tipo de visão deformada. No caso da nossa análise, constatamos o oposto, uma vez que, a categoria que reafirma explicitamente esta visão sobre a ciência somente não aparece em LD2 (QUADRO B - apêndice), ou seja, os livros didáticos a reforçam por ação.

Há também uma tendência de tornar as ideias de Virchow, fundamentais para a compreensão da Teoria Celular, restritas à sua frase mais famosa sobre as células, como um conhecimento já elaborado e final, como podemos confirmar na *unidade de análise* LD5.12B:

Um dos defensores de que uma célula somente podia originar-se de uma célula preexistente era **Rudolf Virchow, que, em 1855, sintetizou seu pensamento em uma frase em latim, a qual, depois, se tornou célebre: “*Omnis cellula***

**ex cellula**”, cujo significado é: toda célula se origina de outra célula” (AMABIS; MARTHO, 2010, p. 95, grifo nosso).

A quinta categoria mais frequente correspondeu a “linearidade da ciência”, constituindo 8 (oito) UAs ou 9,3% do total de 86 (oitenta e seis) *unidades de análise*. Consideramos que sua baixa frequência deveu-se ao critério de *exclusividade* previsto na *categorização* proposta por Moraes (1999), segundo o qual cada *unidade de análise* não pode fazer parte de mais de uma categoria, ou seja, ela foi encontrada numa frequência maior que o valor registrado, uma vez que os textos, de um modo geral são construídos essencialmente numa perspectiva linear, porém em muitos casos não foi considerada para análise, pois consideramos mais relevante enquadrar a *unidade de análise* em questão numa categoria mais explícita. Esta decisão também se apoia na defesa de Cachapuz *et al.* (2005, p. 52) de que as concepções elencadas por estes autores não se encontram necessariamente isoladas, mas pelo contrário, podem aparecer várias ao mesmo tempo “associadas entre si, como expressão de uma imagem ingênua da ciência [...] socialmente aceita”.

Estas concepções, portanto, não são excludentes, mas formam um esquema conceitual relativamente integrado, uma vez que podemos ter, por exemplo, segundo Cachapuz *et al.* (2005), uma interpretação cumulativa, linear da atividade científica, que não leva em consideração as crises e as revoluções científicas, sendo reforçada por uma visão rígida, exata da ciência.

Sobre estas associações, Carneiro e Gastal (2005) explicam que:

Implícita na idéia de linearidade está, também, a de que todo o desenvolvimento do conhecimento científico desembocou no único conjunto ‘correto’ de explicações para os fenômenos do mundo, o que hoje é compartilhado pela comunidade científica. Isso produz no aluno o efeito de pensar neste conhecimento como pronto, acabado e definitivo (CARNEIRO; GASTAL, 2005, p. 36).

A *unidade de análise* LD3.4A reflete bem a “visão cumulativa, de crescimento linear”, caracterizada por uma interpretação simplista da evolução dos conhecimentos científicos ao longo do tempo, ignorando as controvérsias da ciência, segundo Cachapuz *et al.* (2005): **Por 200 anos o estudo da célula ficou restrito àqueles que dispunham de um microscópio e, apenas no século XIX, esse estudo ganhou**

**profundidade, culminando com a criação da teoria celular.** (PEZZI; GOWDAK; MATTOS, 2010, p. 10, grifo nosso).

A sexta categoria mais frequente foi “método científico clássico”, a qual ocorreu somente em 03 (três) UAs, o que equivale a 3,5%. Em contraposição à alta frequência da categoria “observação/descrição neutra e em busca da descoberta científica”, esta outra categoria relacionada ao método científico de maneira mais sistemática foi, portanto, a menos frequente do conjunto de categorias relativas a visões deformadas sobre a ciência. Podemos constatar um exemplo na *unidade de análise* LD7.9A:

Foi, entretanto, apenas no século XIX que **as observações de células ganharam a forma de uma teoria que se tornou famosa, a Teoria Celular.** Em sua formulação moderna, a Teoria Celular é sustentada por quatro afirmações amplamente comprovadas [...] (BIZZO, 2010, p. 60, grifo nosso).

Neste excerto, é dado um papel relevante à observação das células para a elaboração da Teoria Celular, característica do método empírico-indutivo, no qual o conhecimento científico tem início com observações ou experiências e posterior inferência indutiva a partir dos dados, resultando em generalizações. A respeito da vigência da concepção empirista clássica como critério de demarcação entre a ciência e a pseudociência, temos uma declaração bastante elucidadora de Oliva (1990):

O que permaneceu por muito tempo como uma espécie de intocada concepção *natural* de ciência foi o princípio metodológico de que as teorias empíricas confiáveis só podem ser formadas a partir da observação e só podem ser justificadas por recurso a observações comprovadoras. Essa atitude de fazer do processo de conhecer uma espécie de *clausura observacional* – a gênese e a justificação de teorias estão circunscritas ao domínio observacional – é que foi por séculos apresentada como indispensável à produção do saber científico [...] (OLIVA, 1990, p. 25-26, grifos do autor).

Sabemos que a Teoria Celular é uma generalização e que seguiu o hegemônico método baconiano de constituição das teorias empíricas, mas foi orientada pela busca por uma unidade funcional dos seres vivos (JACOB, 1983; PRESTES, 1997; ARAÚJO-JORGE, 2010). Um estudo historiográfico da construção desta teoria daria suporte para o esclarecimento desta questão pelos autores dos livros didáticos e a ideia de método científico rígido poderia ser completamente evitada. Segundo as reflexões mais modernas, tomando como base, por exemplo, ideias popperianas ou kuhnianas, o

ponto de partida para a produção do conhecimento seriam as hipóteses ou teorias, que guiarão as investigações.

Não podemos desconsiderar que a ciência biológica possui algumas peculiaridades, conforme Mayr (2008) esclarece:

Na biologia - em que o acaso, o pluralismo, a história e a singularidade de eventos desempenham papéis tão importantes, um sistema flexível de construção e teste de teorias parece mais apropriado do que a adoção de princípios rígidos (MAYR, 2008, p. 87).

No entanto, apesar de sabermos que na biologia há princípios fundamentais não baseados em estudos empíricos, tais como o conceito de vida ou a seleção natural, existem outros que o são, tais como a Teoria Celular, o processo de divisão celular, os estudos genéticos.

No caso da Teoria Celular, prevalecem nos livros didáticos do PNLD/2012, referências às observações e às descrições dos materiais biológicos com auxílio do microscópio e poucas *unidades de análise* com características passíveis de serem classificadas na categoria “método científico clássico”. Portanto, esta foi a categoria menos frequente, apesar de o método empírico fazer parte da construção desta teoria.

Em relação às categorias não identificadas - “ciência não influenciada por fatores externos” e “fragmentação e/ou simplificação do conhecimento”, é importante a ressalva de que no caso da primeira, estas ideias encontram-se de forma implícita nos textos, os quais, de maneira geral, descrevem a atividade científica sob uma perspectiva internalista. Logo, não foi possível identificá-las diretamente nas palavras ou frases que constituem as *unidades de análise*. No caso da “fragmentação e/ou simplificação do conhecimento”, não encontramos nenhuma *unidade de análise* que incorra numa referência equivocada ao papel da análise na pesquisa científica.

### 5.1.2 Enfrentamento de visões deformadas sobre a ciência

No quadro-resumo a seguir (QUADRO 39) apresentamos a frequência das *unidades de análise* identificadas nos livros do PNLD/2012 - Biologia para cada categoria que representa o enfrentamento de visões deformadas sobre a ciência nos livros didáticos.

Apresentamos as frequências de cada livro didático analisado no APÊNDICE 2 (QUADROS I a P).

CATEGORIAS	LIVROS PNLD/2012-BIOLOGIA	
	nº de UA	% de UA
Caráter histórico e dinâmico da ciência.	19	41,3%
Ciência como atividade coletiva.	17	37%
Biografia do pesquisador*.	5	10,9%
Ciência influenciada por fatores externos.	3	6,5%
Rupturas e/ou controvérsias científicas.	2	4,3%
Observação influenciada por uma teoria.	0	0%
Pluralismo metodológico.	0	0%
Unificação do conhecimento científico.	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>46</b>	<b>100%</b>

QUADRO 39 – FREQUÊNCIA EM QUANTIDADE E PORCENTAGEM DAS UAS DOS LIVROS PNLD/2012-BIOLOGIA EM CADA CATEGORIA, REFERENTE AO ENFRENTAMENTO DE VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA.

FONTE: A AUTORA.

\*categoria *emergente*

Como se observa no quadro-resumo anterior, classificamos o total de 46 (quarenta e seis) *unidades de análise* (UAs) em 05 (cinco) categorias, sendo 04 (quatro) categorias *a priori* e 01 (uma) *emergente*, as quais descrevemos e interpretamos na sequência.

A categoria mais frequente, “caráter histórico e dinâmico da ciência”, apresenta 19 (dezenove) *unidades de análise*, correspondendo a 41,3% das UAs de

enfrentamento às visões deformadas da ciência do total de livros didáticos do PNLD/2012 - Biologia e pode ser considerada uma das formas de enfrentamento da “visão aproblemática e ahistórica”. Um exemplo pode ser contemplado na *unidade de análise* LD1.9A: **“Atualmente sabe-se que os vírus são as únicas exceções a essa teoria, pois não são formados por células,** porém dependem delas para sua reprodução”. (LOPES; ROSSO, 2010, p. 264, grifo nosso).

Neste exemplo, a ressalva da exceção à essência da Teoria Celular pôde ser feita por conta da referência a estudos mais recentes no campo da microbiologia, o que caracteriza a dinamicidade e provisoriedade da ciência, a construção histórica do conhecimento científico.

Vários exemplos relacionados aos vírus foram identificados e alguns são citados na próxima seção. Numa perspectiva popperiana, a identificação dos vírus pela microbiologia pode ser interpretada como uma refutação da Teoria Celular para os adeptos do reconhecimento destes seres como organismos vivos. Pensando numa perspectiva kuhniana, seria uma mudança de paradigma considerar que poderia haver seres vivos sem constituição celular. Aos que têm a concepção sobre ciência alinhada à Feyerabend, a mudança de pensamento sobre a atribuição de vida a um organismo com características divergentes da formulação original faria parte de um processo liberal da ciência, a qual admite e necessita de hipóteses *ad hoc*.

Colocados como exceção à Teoria Celular, a existência dos vírus não abala os pressupostos da teoria e não exige do autor um comprometimento epistemológico, o que pode ser adequado para o nível de conhecimento requerido para a educação básica.

Um segundo exemplo desta categoria refere-se à *unidade de análise* LD7.12B:

Von Sachs discordava da ideia de que um organismo fosse apenas a soma de suas células e propôs o que ficou conhecido como **Teoria Orgânica. De acordo com esta teoria, o conjunto de células de um organismo adquire propriedades muito diferentes daquelas que as células isoladas possuem, o que chamamos hoje de propriedades emergentes. A formulação moderna da Teoria Celular admite parte das duas teorias originais, tanto a de Von Sachs como a de Schleiden e Schwann** (BIZZO, 2010, p. 61, grifo nosso).

Ao defender um dos aspectos das especificidades na biologia - o valor preditivo das teorias - Mayr (2008, p. 84) também corrobora a importância de se apresentar a provisoriedade desta ciência, afirmando que, quando muito, as previsões na biologia são probabilísticas “devido à grande variabilidade na maioria dos fenômenos biológicos e à ocorrência de contingências e à multiplicidade de fatores em interação que afetam o curso dos eventos”. Podemos constatar em LD7.12B que as proposições de Schleiden e Schwann não tendo caráter definitivo, foram complementadas também por outras ideias oriundas do processo de construção do conhecimento sobre as propriedades da célula e do organismo.

A reconstrução histórica da Teoria Celular e a caracterização das correntes filosóficas que influenciaram o processo de construção desta teoria nos permite tecer mais alguns comentários sobre a importância do conteúdo que a *unidade de análise* anterior cita. Dos livros analisados, o LD7 é o único que veicula a ideia de *organização* dos seres vivos, tão importante para o esclarecimento de como foi superada a ideia vitalista do organismo como uma totalidade indivisível, desde o surgimento desta corrente filosófica no século XVII. Segundo Jacob (1983), no século XIX, quando foi proposta a Teoria Celular, já existia a compreensão da existência de células reunidas mantendo a individualidade do organismo e que as propriedades dos sistemas biológicos, segundo Mayr (2005) são consequência dessa organização e não apenas das propriedades físico-químicas dos seus componentes. Dessa forma, o conceito padrão de célula como *unidade morfofisiológica dos organismos vivos*, normalmente apresentado nos livros didáticos após o conteúdo sobre a Teoria Celular, teria uma melhor fundamentação histórico-filosófica, evitando que “os conhecimentos apareçam como construções arbitrárias”, conforme alertam Cachapuz *et al.* (2005).

A segunda categoria mais frequente, “ciência como atividade coletiva”, com potencial para enfrentar a “visão individualista e elitista”, apresentou 17 (dezessete) *unidades de análise*, o que equivale a 37% do total de 46 (quarenta e seis) UAs. Um exemplo pode ser contemplado na *unidade de análise* LD1.7A: “Após os trabalhos de Hooke, **outros cientistas interessaram-se pelo estudo microscópico dos seres vivos**, desenvolvendo assim, essa importante área da Biologia que é a Citologia”. (LOPES; ROSSO, 2010, p. 263, grifo nosso).

A *unidade de análise* LD6.3A traz um exemplo bem genérico da categoria “ciência como atividade coletiva”, aplicável a todas as ciências: **“Todo o progresso do conhecimento é fruto do trabalho de muitos pesquisadores ao longo dos séculos”**. (LINHARES; GEWANDSZNAJDER, 2010, p. 91, grifo nosso).

Especificamente sobre a proposição da Teoria Celular, é fundamental a veiculação da ideia do trabalho cooperativo dos cientistas, ainda que seja de maneira superficial no nível da educação básica, como no caso da *unidade de análise* LD2.7A: “Mas foi apenas em meados do século XIX, **graças aos trabalhos de cientistas como os alemães T. Schwann, M. Schleiden (1839) e R. Virchow (1858)**, que se generalizou o que hoje é conhecido como Teoria Celular”. (SILVA JÚNIOR; SASSON; CALDINI JÚNIOR, 2010, p. 201, grifo nosso).

Apesar de um pano de fundo linear, vale ressaltar o aspecto positivo da *unidade de análise* anterior no combate à “visão individualista e elitista” da atividade científica. Naturalmente não foram apenas estes pesquisadores envolvidos, mas a própria construção da frase sugere a participação de outros no processo de elaboração da Teoria Celular, o que caracteriza um esforço em mostrar o caráter de construção humana que a ciência possui, essencial para o enfrentamento desta visão deformada, segundo Gil Pérez *et al.* (2001) e Cachapuz *et al.* (2005).

A terceira categoria mais frequente foi uma *categoria emergente* intitulada “biografia do pesquisador”, identificada em 05 (cinco) *unidades de análise* de LD7 e LD8 ou 10,9% do total de 46 (quarenta e seis) UAs que representam enfrentamento às visões deformadas da ciência. Consideramos que esta categoria representa um reforço da abordagem histórica da ciência, devido a preocupação em mostrar certos detalhes da vida pessoal e profissional do pesquisador diretamente relacionados à sua pesquisa, superando o que Martins (2006a, p. xxv) denomina de “uso banal da história da ciência, em afirmações isoladas”, muito frequente em livros didáticos e na prática educativa, capaz de reduzir a história da ciência a nomes, datas e anedotas. Sobre Schleiden e Schwann, vejamos os trechos das *unidades de análise* LD7.13A e LD8.10A que retratam as biografias destes pesquisadores:

Matthias Jakob Schleiden (1804-1881). Nasceu em Hamburgo e foi educado em Heidelberg, na Alemanha. Chegou a trabalhar como advogado, mas dedicou-se



integralmente à Botânica, tempos depois. Em vez de focar suas pesquisas em classificações, como faziam os botânicos contemporâneos, estudou a estrutura de plantas observando-as ao microscópio. Foi professor de botânica na Universidade de Jena e, em 1838, escreveu um livro [...] em 1863, tornou-se professor de botânica na Universidade de Tartu, à época conhecida como Universidade de Dorpat, localizada na atual Estônia. Faleceu em Frankfurt, na Alemanha (BIZZO, 2010, p. 60)

Theodor Schwann (1810-1882) era médico e, desde o início de sua vida acadêmica, interessou-se pelo estudo da fisiologia dos animais, especialmente das células nervosas e musculares. Assim como Schleiden, Schwann foi aluno de Johannes Peter Müller (1801-1858), professor de fisiologia em Berlim, que o convidou a trabalhar como assistente de pesquisa. Durante os anos em que esteve sob a orientação de Müller, a carreira de Schwann foi muito produtiva [...] (AGUILAR *et al.*, 2009, p. 80)

A quarta categoria mais frequente, correspondeu a “ciência influenciada por fatores externos”, que pode ajudar a enfrentar a “visão descontextualizada”, cuja presença identificamos em 03 (três) ou 6,5% das *unidades de análise*. Apesar de, no geral, desconsiderarmos para análise as referências aos avanços da óptica, pois estes foram inerentes aos estudos citológicos, e, por esta razão, são comuns aos textos que abordam a Teoria Celular, consideramos relevante incluir dois excertos que se referem ao contexto social da produção das lentes, as quais são fundamentais para a visualização das células ao microscópio, como no caso da unidade de análise LD6.1B:

Entre 1621 e 1723 viveu na Holanda **Anton van Leeuwenhoek [...]**, **comerciante de tecidos** que dedicava boa parte do seu tempo ao estudo da natureza e tinha notável habilidade para polir lentes e torná-las muito finas (**as lentes eram usadas para examinar as fibras do tecido e atestar sua qualidade**) (LINHARES; GEWANDSZNAJDER, 2010, p. 90, grifo nosso).

Apenas neste trecho notamos a preocupação do autor em contextualizar o uso das lentes por Leeuwenhoek. No decorrer do texto e nos demais livros didáticos, predominam a referência às lentes em dois sentidos: ao desenvolvimento e aperfeiçoamento de lentes utilizadas nos microscópios e à observação/descrição de imagens ampliadas das estruturas microscópicas dos organismos vivos, seja por Hooke, Brown, Schleiden, Schwann ou qualquer outro pesquisador.

Disso, depreendemos que a “visão descontextualizada” está associada a uma abordagem essencialmente internalista da ciência, havendo, portanto, tendência a este tipo de abordagem pelos autores dos livros didáticos do PNLD/2012, tanto no sentido

técnico, como no sentido empírico-indutivo, em detrimento da abordagem externalista, a qual, além do contexto social, tem o potencial de abordar o contexto filosófico que influenciou a Teoria Celular, dentre outros contextos.

A abordagem internalista, portanto, continua a ser uma tendência dos currículos de ciências, de acordo com o que constatou Acevedo *et al.* (2005). No entanto, entendemos que a abordagem contextual (MATTHEWS, 1995; EL-HANI, 2006), por englobar os aspectos internos e externos da ciência, é a forma que mais favorece a compreensão sobre a natureza da ciência, importante para a educação científica.

Uma vez que o sentido técnico e empírico-indutivo parece estar contemplado nos livros didáticos, sugerimos uma breve consideração sobre o contexto filosófico, a fim de atender a convergência de dois fatores apontados por Braga, Guerra e Reis (2006b) como diretamente ligados à Teoria Celular na Alemanha: o aprimoramento da fabricação de lentes (sentido técnico) e a influência da corrente filosófica *Naturphilosophie*<sup>66</sup> nos estudos sobre a célula. Dessa forma, também seria contemplada de uma forma simples a atual perspectiva historiográfica que busca superar a dicotomia entre internalismo e externalismo (MARTINS, L, 2005; FORATO; MARTINS; PIETROCOLA, 2012; CONDÉ, 2013; BELTRAN; SAITO; TRINDADE, 2014), uma vez que, pelo menos de forma pontual, seriam abordados aspectos internos e externos à prática científica.

Na seção anterior, não foi possível identificar diretamente nas palavras ou frases que constituem as *unidades de análise* a “visão descontextualizada” da ciência e, considerando a baixa frequência da categoria de enfrentamento a esta concepção, consideramos que os livros a reforçam por omissão, segundo Cachapuz *et al.* (2005).

Com exceção do LD4, os livros analisados fazem referência às observações microscópicas de Leeuwenhoek. No entanto, apenas o LD6 procura contextualizar o motivo original do uso das lentes.

Ainda sobre a “ciência influenciada por fatores externos”, na *unidade de análise* LD7.3A, apesar de não explicitar as mudanças a que se referem, há um pano de fundo contextualizado, no sentido de que os autores sugerem que transformações históricas

---

<sup>66</sup> Um breve comentário sobre a concepção vitalista e mecanicista talvez se aplicasse melhor a um texto destinado à educação básica.

gerais afetam a produção científica na Europa, onde historicamente se deu o desenvolvimento das pesquisas relacionadas aos estudos da célula, mais especificamente na Alemanha:

**A partir do século XVI a Europa passou por grandes transformações, que mudaram profundamente o pensamento ocidental [...].** Entre elas, surgiu o microscópio, um aparelho que permitia ver o mundo pequeno. Com esse novo aparelho, foi possível explorar de perto e em detalhes o material biológico (BIZZO, 2010, p. 58, grifo nosso).

Em nenhum momento, no entanto, há referência ao contexto filosófico que influenciou as ideias dos cientistas envolvidos no processo de construção da Teoria Celular, o qual, conforme já apresentado, é indispensável para a compreensão satisfatória deste conteúdo.

A quinta categoria mais frequente, “rupturas e/ou controvérsias científicas”, em contraposição à linearidade da ciência nos livros didáticos, apresentou 02 (duas) ocorrências em *unidades de análises*, ambas em LD7, o que equivale a 4,3% do total de 46 (quarenta e seis) UAs. Consideramos que esta abordagem só é possível quando se recorre a estudos historiográficos baseados em fontes fidedignas. A mais baixa frequência de ocorrência desta categoria pode indicar que tais estudos não são prática comum adotada por autores de livros didáticos do ensino médio e provavelmente por autores de livros do nível superior, uma vez que estes livros são adotados como referência para a elaboração dos textos dos livros da educação básica. Destacamos a *unidade de análise* LD7.11A: “**Na segunda metade do século XVIII, a Teoria Celular enfrentou diversos questionamentos**, entre eles o do botânico alemão Julius von Sachs (1832- 1897)”. (BIZZO, 2010, p. 61, grifo nosso).

Nos demais livros analisados não encontramos relatos de contestações ou dúvidas em relação ao que a Teoria Celular propunha, sendo apresentado apenas fatos concordantes e complementares à teoria, veiculando a ideia de linearidade na produção científica. Outras controvérsias poderiam ser apresentadas, como a não aceitação da Teoria Celular por Auguste Comte, em virtude de suas convicções socialistas, segundo Paty (1995), exemplo incontestável da influência de fatores externos na ciência.

De qualquer forma, consideramos um fato positivo o livro didático expor a noção de que não houve unanimidade na aceitação desta teoria, o que pode reforçar

aspectos sobre a natureza da ciência, capazes de levar a reflexões sobre a ciência, como a defesa de Lederman (2006, p. 2) de que “o conhecimento científico nunca é absoluto ou certo, mas está sujeito a alterações” e a explicação de Gil Pérez *et al.* (2001, p. 137) de que “é preciso duvidar sistematicamente dos resultados obtidos e de todo o processo seguido para obtê-los, o que conduz a revisões contínuas na tentativa de obter esses mesmos resultados por diferentes caminhos”.

Corroborando a alta frequência da categoria “observação/descrição neutra e em busca da descoberta científica”, não foram encontradas *unidades de análise* que pudessem ser classificadas na categoria oposta “Observação influenciada por uma teoria”, com potencial de enfrentar a “visão empírico-indutivista e ateorica” (QUADRO 42).

Também não constatamos a categoria “pluralismo metodológico”, apesar da *pluralidade metodológica* na construção de teorias, defendida pela epistemologia de Feyerabend, ser algo aplicável à ciência biologia, de acordo com Mayr (2008). Possivelmente a natureza do tema analisado, o qual se restringe à observação de elementos microscópicos na busca da unidade estrutural dos seres vivos ao longo do tempo não favoreceu a identificação desta característica.

Apesar da *unidade de análise* LD7.12B fazer referência à teoria orgânica e a mesma, junto com a Teoria Celular, fornecer uma visão mais completa sobre os organismos vivos, não constatamos nela elementos para categorizar *unidades de análise* na categoria “unificação do conhecimento científico”. Logo, esta foi mais uma categoria não identificada, pois, conforme já mencionamos, apenas o LD7 apresenta este aspecto da pesquisa biológica.

Ao considerarmos o total de 132 *unidades de análise* dos livros do PNLD/2012 - Biologia, verificamos uma predominância das categorias referentes às visões deformadas sobre a ciência, com 65,2% das UAs, conforme o quadro a seguir (QUADRO 40).

CONJUNTOS DE CATEGORIAS	nº de UA	% de UA
Visões deformadas sobre a ciência.	86	65,2%
Enfrentamento de visões deformadas sobre a ciência.	46	34,8%
<b>TOTAL</b>	132	100%

QUADRO 40 – FREQUÊNCIA EM QUANTIDADE E PORCENTAGEM DAS UAS DOS LIVROS DO PNLD/2012-BIOLOGIA NOS DOIS CONJUNTOS DE CATEGORIAS UTILIZADAS PARA ANÁLISE.  
FONTE: A AUTORA.

Quanto à frequência encontrada para o enfrentamento das visões deformadas (34,8%) apresentadas no QUADRO 40, a consideramos como representativa de um esforço dos autores dos livros didáticos na busca pela superação de concepções que não representam a forma como os conhecimentos são construídos, o que pode ser indício de um movimento que resultaria num processo de mudança das visões sobre a natureza da ciência preponderantemente veiculadas pelos livros didáticos.

Estas mudanças são urgentes e necessárias, pois acreditamos que a partir do momento que o estudante se apropria da compreensão da natureza do trabalho científico, de como ocorre a atividade dos cientistas e a produção do conhecimento, pode ser capaz de se transformar num ser humano mais crítico, atento às influências da ciência na sociedade (e o movimento oposto também), com condições de utilizar esta criticidade para seu posicionamento como cidadão frente a questões polêmicas que envolvem a produção científica.

Acreditamos que a abordagem histórico-filosófica, quando apresentada por meio do enfrentamento às visões deformadas sobre a ciência, contribui também para benefícios pedagógicos, tais como a aprendizagem dos conteúdos e o aumento do interesse pela disciplina biologia, resultando numa aula de melhor qualidade.

Remodelações como estas requerem estudos epistemológicos específicos, a fim de que o texto do livro didático não incorra em contradições, terminologias inadequadas ou apresentação da história da ciência no sentido ilustrativo ou lúdico, o que levaria a um retrocesso no que se refere à transmissão das concepções de enfrentamento às visões deformadas sobre a ciência.

Lembramos que a análise apresentada anteriormente foi relativa à frequência total das *unidades de análise* (UAs) identificadas em todos os livros do PNLD/2012 -

Biologia para cada uma das categorias e que as frequências que indicam o perfil de cada livro encontram-se nos APÊNDICES 1 e 2.

Ao considerarmos o total de *unidades de análise* de cada um dos livros do PNLD/2012 – Biologia, calculamos no QUADRO 41 a frequência em quantidade e porcentagem das UAs de cada um dos livros nos dois conjuntos de categorias utilizadas para análise: as categorias que reafirmam as visões deformadas sobre a ciência e as categorias que as enfrentam, a fim obter mais dados sobre o perfil destes livros.

CONJUNTOS DE CATEGORIAS	LD1		LD2		LD3		LD4		LD5		LD6		LD7		LD8	
	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%
Visões deformadas sobre ciência. a	7	63,6%	8	66,7%	11	100%	7	100%	18	72%	11	68,8%	12	46,2%	12	50%
Enfrentamento de visões deformadas sobre ciência. a	4	36,4%	4	33,3%	0	0	0	0	7	28%	5	31,2%	14	53,8%	12	50%
<b>TOTAL</b>	11	100%	12	100%	11	100%	7	100%	25	100%	16	100%	26	100%	24	100%

QUADRO 41 – FREQUÊNCIA EM QUANTIDADE E PORCENTAGEM DAS UAS DE CADA UM DOS LIVROS DO PNLD/2012-BIOLOGIA NOS DOIS CONJUNTOS DE CATEGORIAS UTILIZADAS PARA ANÁLISE.  
FONTE: A AUTORA.

Conforme podemos verificar no QUADRO 41, apenas LD7 e LD8 não seguem a tendência de apresentar maior frequência de UAs relativas às visões deformadas sobre a ciência. Sendo que em LD7 ocorre uma inversão desta tendência e em LD8 uma equivalência entre os dois conjuntos de categorias. Podemos considerar, portanto, que em LD7, ocorre de forma mais evidente o enfrentamento às visões deformadas. A experiência profissional do autor, com atuação na área de história da ciência voltada ao ensino de ciências e o desenvolvimento das linhas de pesquisa “ensino de biologia e história da ciência” e “avaliação de livros didáticos”<sup>67</sup> são elementos que provavelmente favoreceram este resultado diferenciado. Em LD3 e LD4, ao contrário, 100% das unidades de análise são referentes às visões deformadas sobre a ciência, onde não encontramos nenhum movimento no sentido de apresentar uma concepção sobre a natureza da ciência mais alinhada aos estudos epistemológicos contemporâneos.

<sup>67</sup> Dados obtidos a partir do currículo lattes do autor de LD7 disponível em: <<http://lattes.cnpq.br/5185490823564905>>

O QUADRO 42 apresenta uma comparação entre as frequências obtidas em cada categoria de análise relativa às visões deformadas e sua respectiva categoria de enfrentamento<sup>68</sup>.

CATEGORIAS Visões deformadas sobre a ciência.	LIVROS PNLD/2012		CATEGORIAS Enfrentamento de visões deformadas sobre a ciência.	LIVROS PNLD/2012	
	nº de UA	% de UA		nº de UA	% de UA
Observação/descrição neutra e em busca da descoberta científica.	27	31,4%	Observação influenciada por uma teoria.	0	0%
Ciência como atividade individual.	19	22,1%	Ciência como atividade coletiva.	17	37%
Conhecimento científico verdadeiro e definitivo.	14	16,3%	Caráter histórico e dinâmico da ciência.	19	41,3%
Linearidade da ciência.	8	9,3%	Rupturas e/ou controvérsias científicas.	2	4,3%
Método científico clássico.	3	3,5%	Pluralismo metodológico.	0	0%
Ciência não influenciada por fatores externos.	0	0%	Ciência influenciada por fatores externos.	3	6,5%
Fragmentação e/ou simplificação do conhecimento.	0	0%	Unificação do conhecimento científico.	0	0%

QUADRO 42 - COMPARAÇÃO ENTRE CADA CATEGORIA REFERENTE ÀS VISÕES DEFORMADAS E SUA RESPECTIVA CATEGORIA DE ENFRENTAMENTO DOS LIVROS DO PNLD/2012 – BIOLOGIA.  
FONTE: A AUTORA.

Analisando o QUADRO 42 percebemos que a categoria mais frequente relativa às visões deformadas, “observação/descrição neutra e em busca da descoberta científica” corrobora a concepção empirista clássica de ciência, ou seja, é nítida a forte influência do método baconiano nos livros didáticos, a ponto de a categoria oposta “Observação influenciada por uma teoria”, não ser identificada em nenhuma *unidade de análise* dos 8 livros do PNLD/2012.

Também é possível constatar no quadro anterior que a análise realizada referente ao nosso recorte sobre Teoria Celular parece indicar que os autores, em determinados momentos, contradizem-se em relação às concepções sobre a natureza da ciência que adotaram na elaboração do capítulo, especialmente em relação à “visão

<sup>68</sup> As categorias *emergentes* não foram incluídas no quadro por não possuírem categorias de oposição.

individualista e elitista”, uma vez que as ocorrências, em números absolutos, da categoria que a reforça e da categoria com potencial de enfrentá-la foram as que mais se aproximaram, com 19 (dezenove) e 17 (dezesete) *unidades de análise*, respectivamente.

Apesar de destacarmos o aspecto positivo da tentativa de superação visão “visão aproblemática e ahistórica”, com prevalência da categoria de enfrentamento, o QUADRO 42 nos mostra que, em números absolutos, também temos uma proximidade, e conseqüentemente, certa contradição nas ideias relativas ao processo histórico de construção do conhecimento, expresso nas categorias que reafirmam e enfrentam esta visão deformada, com 14 (quatorze) e 19 (dezenove) *unidades de análise*, respectivamente.

Investigar se estas contradições ocorrem por falta de formação em história e filosofia da ciência voltada para a educação em ciências ou simplesmente porque os autores não consideram relevante tal abordagem seria objeto de outra pesquisa decorrente desta, onde se buscaria a formação dos autores dos livros didáticos, quais suas concepções sobre a natureza da ciência e o grau de importância dado a esta temática na elaboração de seus textos. Nesta pesquisa, nos limitamos a analisar os livros mais referenciados por estes autores, a fim de identificarmos as concepções sobre a natureza da ciência veiculadas pelos livros de nível superior que servem de parâmetro para o desenvolvimento do conteúdo dos livros didáticos da educação básica. No entanto, é possível supor que a ausência da abordagem histórico-filosófica nos currículos de formação destes autores contribui significativamente para que ocorram estas incoerências na apresentação do conteúdo biológico em questão.

Apresentamos no APÊNDICE 5 dois quadros-resumo para uma comparação da ocorrência de cada categoria de análise, em cada livro didático, nos dois conjuntos de categorias.

No item 3.2 do Capítulo 3, identificamos quais visões deformadas seriam enfrentadas, de acordo com cada aspecto relacionado à abordagem histórico-filosófica da ciência, na avaliação dos livros didáticos do PNLD/2012 e constatamos a possibilidade de enfrentamento à “visão empírico-indutivista e ateórica”, “visão



aproblemática e ahistórica” e “visão descontextualizada”<sup>69</sup>. Podemos identificar, relacionando o QUADRO 2 e o QUADRO 42 que destes, os aspectos mais contemplados seriam aqueles relativos à categoria “caráter histórico e dinâmico da ciência”, com potencial de enfrentar a “visão aproblemática e ahistórica”, dada sua mais alta frequência (41,3%). Quanto ao aspecto que envolve a superação da “visão empírico-indutivista e ateórica”, os livros didáticos não oferecem elementos para esta finalidade, dada a ausência de *unidades de análise* na categoria de enfrentamento a esta visão. O enfrentamento ao aspecto que envolve a “visão descontextualizada” foi pouco contemplado, com apenas 6,3% de *unidades de análise*.

Também constatamos que do total de 4.126.327 livros didáticos de biologia distribuídos para a 1ª série do ensino médio pelo PNLD/2012 (BRASIL, 2014b), o título com maior quantidade de livros distribuídos foi o LD5 – 1.088.069 exemplares ou 26,75% - exatamente o que consta maior quantidade de *unidades de análise* referentes às visões deformadas sobre a ciência, conforme podemos observar no QUADRO 41. O autor, inclusive, foi um dos primeiros a inserir a história da ciência no texto do livro didático. Em contraposição, o título com menor distribuição foi o LD7 – 164.075 ou 3,98%, o único no qual *as unidades de análise* de enfrentamento às visões deformadas são em maior número do que aquelas que reforçam tais visões (QUADRO 41). Estes dados indicam que a decisão do professor para a adoção dos livros pode não estar levando em consideração os critérios histórico-filosóficos que constam no Guia do PNLD/2012 e que houve preferência por parte dos docentes em privilegiar outros critérios no processo de escolha. Seriam interessantes, portanto, pesquisas que investiguem quais critérios específicos estão sendo selecionados em maioria e se os livros que os contemplam apresentam os conteúdos de forma favorável à aprendizagem.

---

<sup>69</sup> Esta identificação é apresentada no QUADRO 2 localizado na p. 135.

### 5.1.3 Informações históricas incorretas

Durante as categorizações, foram detectados equívocos de informações, tendo-se por base a reconstrução histórica pautada em fontes primárias e secundárias apresentada no Capítulo 3. Haveria, dessa forma, potencial para a emergência de uma categoria denominada “informação histórica incorreta”. No entanto, ao se praticar o critério da *exclusividade* da metodologia proposta por Moraes (1999), no qual uma mesma *unidade de análise* não pode ser incluída em mais de uma categoria, optou-se por incluí-las em categorias *a priori*, por considerarmos mais enriquecedor para compor a resposta ao nosso problema de pesquisa, que trata de identificar quais concepções sobre a natureza da ciência são veiculadas nos livros de biologia, no que concerne ao tema Teoria Celular.

As informações incorretas dos livros didáticos do PNL D/2012 estão identificadas nas *unidades de contexto* do quadro seguinte (QUADRO 43):

CÓDIGO	UNIDADES DE CONTEXTO
LD1.2	<b>A citologia teve seu início</b> com as observações do cientista inglês Robert Hooke (1635-1703). (5º parágrafo- p. 257)
LD1.8	Em 1838, dois pesquisadores alemães, Matthias Schleiden (1804-1881) e Theodor Schwann (1810-1882), formularam a teoria celular, segundo a qual todos os seres vivos são formados por células. [...] (5º parágrafo- p. 263)
LD1.9	Atualmente sabe-se que os vírus são as únicas exceções a essa teoria, pois não são formados por células, porém dependem delas para sua <b>reprodução</b> . (2º parágrafo- p. 264)
LD3.5	[...] <b>A teoria segundo a qual todos os organismos, com exceção dos vírus, são constituídos de células foi proposta pelo botânico Mathias Schleiden (1838) e pelo zoólogo Theodor Schwann (1839)</b> . (5º parágrafo-p. 10)
LD4.5	Esses dois cientistas, <b>Schleiden e Schwann, estabeleceram o que ficou conhecido como doutrina celular</b> : “todo ser vivo é formado por células”. (1º parágrafo-p. 146)
LD5.6	Em 8 de abril de 1663, Robert Hooke apresentou seu microscópio aos cientistas londrinos; o material escolhido para a observação microscópica foi uma planta de musgo. Em novo encontro, na semana seguinte, o físico inglês mostrou aos cientistas finas fatias de cortiça, material cuja baixa densidade deve-se à sua porosidade, no nível microscópico. <b>Ele comparou as cavidades microscópicas da cortiça às celas (pequenos quartos) de um convento</b> , denominando-as, em inglês <i>cells</i> . O termo em português, célula, deriva do latim <i>cellula</i> , diminutivo de <i>cella</i> , que significa pequeno compartimento. (1º parágrafo- p. 94)
LD5.10	<b>Schwann e Schleiden publicaram</b> essas ideias independentemente, <b>em 1838 e 1839, respectivamente</b> . (5º parágrafo- p. 94)
LD5.11	Importantes biólogos da época, como o fisiologista francês Claude Bernard (1813-1878) e o patologista alemão Rudolf Virchow (1821-1902), apoiaram desde início as ideias de Schleiden e Schwann, o que facilitou sua aceitação pela comunidade científica. <b>Convencidos de que a célula era o constituinte fundamental de</b>

	<b>todos os seres vivos, os biólogos passaram a imaginar como elas surgiam.</b> (1º parágrafo- p. 95)
LD6.1	<b>Entre 1621 e 1723</b> viveu na Holanda Anton van Leeuwenhoek [...], comerciante de tecidos que dedicava boa parte do seu tempo ao estudo da natureza e tinha notável habilidade para polir lentes e torná-las muito finas (as lentes eram usadas para examinar as fibras do tecido e atestar sua qualidade). (1º parágrafo- p. 90)

QUADRO 43 – INFORMAÇÕES HISTÓRICAS INCORRETAS ENCONTRADAS EM UNIDADES DE ANÁLISE NOS LIVROS DO PNLD/2012-BIOLOGIA.

FONTE: A AUTORA.

Na *unidade de contexto* LD1.2, a informação incorreta ocorre quando se atribui o início da citologia (estudo da célula) à Robert Hooke, o qual, como já esclarecemos anteriormente no subitem 3.6 do capítulo 3, não tinha intenção de investigar a célula, mas testar as lentes de seu microscópio a partir da observação de diversos materiais (MARTINS, 2011; PRESTES, 2011). Como argumenta Prestes (1997), Hooke foi o primeiro a observar uma estrutura que denominou de célula, mas isso não nos autoriza a considerá-lo o fundador da citologia, porque nada nos garante que ele tenha observado uma célula tal como a compreendemos atualmente.

Em relação à *unidade de contexto* LD1.8, a elaboração da Teoria celular não pode ser atribuída a apenas Schleiden e Schwann. Analisando a reconstrução histórica desta teoria, identifica-se a participação de diversos cientistas, em diferentes épocas e contextos. 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. Este trecho do LD1 veicula a ideia de que ambos os cientistas realizaram suas pesquisas em conjunto, o que não ocorreu, conforme a literatura.

Na *unidade de contexto* 1.9A encontramos o termo *reprodução* para os vírus. No entanto, o consideramos inadequado, uma vez que estes seres não realizam atividade metabólica interna própria, mas utilizam o metabolismo celular para a síntese de suas moléculas e multiplicação. Logo, o termo mais apropriado seria *replicação*.

A *unidade de contexto* LD3.5 destaca-se por sua construção incorreta no que diz respeito à inclusão dos vírus no contexto da proposição da Teoria Celular, veiculando a ideia equivocada de que estes seres já eram reconhecidos e foram excluídos da teoria por Schleiden e Schwann no século XIX.

Sobre a *unidade de contexto* LD4.5, a crítica é sobre o termo “doutrina celular”, o qual não identificamos nas obras originais de Schleiden e Schwann, porém o mesmo

termo é encontrado no livro de referência LDII, especificamente na *unidade de análise* LDII.2A. Encontramos também a mesma ideia veiculada em LD1.8 de que ambos os cientistas realizaram suas pesquisas em conjunto, o que não ocorreu, conforme a literatura, inclusive fontes primárias.

Da mesma forma, em relação à unidade de contexto LD5.6 recorreremos à fonte primária para afirmarmos que, originalmente, a comparação que Hooke (1665) fez das cavidades encontradas na cortiça não foi relativa às celas de um convento, mas a um favo de mel.

Em LD5.10 há um equívoco com a inversão dos anos de publicação das ideias de Schleiden e Schwann.

Em LD5.11 é veiculada a ideia de que somente após a proposição da Teoria Celular houve a preocupação em investigar como surgiam as células. Porém, conforme constatamos na reconstrução histórica desta teoria, de acordo com Prestes (1997), Mayr (1998) e Messias Júnior (2010), Schleiden já investigava processo de formação das células anteriormente à proposição desta teoria e Schwann corrobora as ideias de Schleiden na sua clássica publicação no ano de 1839, “Pesquisas microscópicas sobre a analogia da estrutura e do desenvolvimento entre as plantas e animais”.

O problema encontrado em LD6.1 foi o erro do ano de nascimento de Leeuwenhoek, cujo ano correto foi 1632. Acreditamos que erros como este último não comprometem a aprendizagem, porém os demais se constituem em erros conceituais e/ou históricos que precisariam ser corrigidos.

#### 5.1.4 Algumas contribuições epistemológicas para a construção de um texto sobre Teoria Celular no livro didático

Os dados constituídos nesta pesquisa nos permitem contribuir, neste momento, pontualmente, com algumas reflexões sobre terminologias utilizadas ao se escrever acerca da história da ciência em livros didáticos do ensino médio, em especial à palavra

*descoberta*, por sua recorrência nas *unidades de análise* e também pelas interpretações que subjazem a este termo.

Para isto e, levando em conta o objetivo central desta pesquisa, consideramos relevante destacar os comentários de Martins (2004) acerca de elementos científicos em obras historiográficas, ainda que nosso objeto de investigação sejam livros da educação básica e da educação superior, os quais, apesar de não possuírem este perfil, veiculam informações sobre a história da ciência.

Sobre as intenções das proposições escritas por historiadores, Martins (2004) explica que:

O que vai determinar se o historiador está fazendo afirmações científicas ou não é a terminologia que ele utiliza ao fazer uma descrição histórica. Se ele escrever que 'Fulano observou que [isto e aquilo]', estará simultaneamente afirmando que isto ou aquilo existe ocorre ou é possível. Se colocar que 'Fulano afirmou ter observado que [isto e aquilo]', o historiador não estará se comprometendo com a realidade dos fenômenos que Fulano diz ter observado (MARTINS, 2004, p. 124).

Naturalmente, esta advertência de Martins (2004) se aplica não só ao historiador da ciência, mas também aos autores de livros didáticos, os quais podem manter-se imparciais ou não em relação aos fatos científicos que descrevem em seus textos, dependendo dos termos utilizados ou da forma que constroem seus textos.

Segundo Martins (2004, p. 124), existem certos termos que também determinam o comprometimento do autor e que aparecem com frequência na literatura historiográfica, tais como: *descobriu*, *mostrou que*, *conseguiu*, pois “a afirmação de que uma pessoa descobriu um fenômeno pressupõe que o fenômeno existe”.

Durante a análise dos livros didáticos, percebemos que mesmo quando os autores buscam apresentar ideias que evitem incorrer numa visão deformada do trabalho científico, como por exemplo, quando reforçam o “caráter histórico e dinâmico da ciência” ou a “ciência como atividade coletiva”, é muito comum o uso de palavras como *descoberta*, *observar*, *descrever*, *generalizar*, dentro de um contexto que remete a uma ciência de caráter empírico-indutivista.

Conforme constatamos na reconstrução histórica do desenvolvimento da Teoria Celular, sem dúvida, esta característica esteve presente na prática dos pesquisadores

envolvidos nos diversos episódios que colaboraram para a construção desta teoria. No entanto, uma abordagem histórico-filosófica deste conteúdo, requer uma releitura destes acontecimentos, com o resgate de ideias mais alinhadas com o contexto de produção deste conhecimento, uma vez que não podemos esperar que existissem (ou existam) discussões epistemológicas entre os pesquisadores sobre o seu fazer científico.

Esta tarefa vem sendo desempenhada por historiadores e filósofos da ciência de forma sistemática desde o século passado, mas não parece integrar os estudos e procedimentos dos cientistas, que se ocupam dos mecanismos internos da ciência, de forma que a simples pesquisa em fontes primárias não nos fornece diretamente elementos que favoreçam a reflexão e compreensão sobre a prática científica. Disto decorre a importância dos estudos epistemológicos associados aos estudos historiográficos da ciência.

O termo *descoberta*, conforme assinalado anteriormente, por exemplo, foi muito utilizado pelos autores dos livros didáticos de um modo geral, tanto nas *unidades de análise* que incorrem em visões deformadas sobre a ciência quanto naquelas que buscam o enfrentamento de tais visões. O resultado quantitativo desta análise é apresentado no QUADRO 44.

CONJUNTOS DE CATEGORIAS	USO DO TERMO <i>DESCOBERTA</i> (OU DERIVADOS)	
	nº de UA	% de UA
Visões deformadas sobre a ciência.	19	14,40%
Enfrentamento de visões deformadas sobre a ciência.	10	7,57%
<b>TOTAL DE UAS COM USO DO TERMO <i>DESCOBERTA</i> (OU DERIVADOS)</b>	29	21,97%
<b>TOTAL GERAL</b>	132	100%

QUADRO 44: FREQUÊNCIA EM QUANTIDADE E PORCENTAGEM DAS UAS QUE FAZEM USO DO TERMO *DESCOBERTA* (OU DERIVADOS) CONSIDERANDO O TOTAL DE 132 *UNIDADES DE ANÁLISE* DOS LIVROS DO PNLD/2012 NOS DOIS CONJUNTOS DE CATEGORIAS.

Do total de 132 *unidades de análise* contempladas, 29 (vinte e nove) ou 21,97% fazem uso da palavra *descoberta* e derivados (*descobriu, descoberto...*), sendo que 19 (dezenove) *unidades de análise* ou 14,40% são relativas a categorias alinhadas a visões deformadas sobre a ciência, especificamente com 13 (treze) ocorrências na categoria “observação/descrição neutra e em busca da descoberta científica”. Em relação ao enfrentamento das visões deformadas sobre a ciência, encontramos 10

(dez) *unidades de análise* ou 7,57%, das quais 09 (nove) se referem à categoria “caráter histórico e dinâmico da ciência”.

Esta constatação demonstra a forte influência do hegemônico método empírico-indutivo na concepção sobre ciência dos autores, ainda quando estes se propõem a apresentar a ciência numa perspectiva processual, coletiva e dinâmica. Podemos constatar esta tendência, por exemplo, na *unidade de análise* LD2.8A:

**À época em que a teoria foi enunciada, os vírus - descobertos pouco antes de 1900 – ainda não eram conhecidos.** Por causa deles, **faríamos hoje exceção** à primeira e à terceira afirmações: **os vírus são a menor forma de vida existente, mas não são constituídos por células**, e sim por uma estrutura diversa daquela encontrada nos demais seres vivos (SILVA JÚNIOR; SASSON; CALDINI JÚNIOR, 2010, p. 201, grifo nosso).

Outro exemplo bem claro do uso da palavra descoberta de forma descontextualizada com a aparente intenção do autor pode ser verificado na *unidade de análise* LD5.16A:

**As pesquisas mostram que os vírus não apresentam células na sua constituição, isto é, são acelulares. Será que essas descobertas invalidam ou enfraquecem a teoria celular, segundo a qual todos os seres vivos são constituídos por pelo menos uma célula?** (AMABIS; MARTHO, 2010 p. 95, grifo nosso).

Nestes casos e em outros semelhantes, sugerimos uma breve explicação a respeito das dificuldades que existem sobre o uso da palavra *descoberta* no contexto da ciência ou sua substituição por termos como: *identificados* ou *reconhecidos* no caso da *unidade de análise* LD2.8A e palavras como *novidades* ou *novos conhecimentos*, no caso da *unidade de análise* LD5.16A.

Batisteti, Araújo e Caluzi (2009) discutem o significado da palavra *descoberta* no contexto científico. Segundo os autores, esta palavra é utilizada frequentemente tanto em livros didáticos quanto em textos de divulgação científica de um modo geral e destacam a importância de sermos cautelosos ao utilizar este termo, ao esclarecer o significado da palavra *descoberta* no âmbito da biologia em diferentes contextos:

Podemos dizer que Robert Hooke não descobriu a célula, pois, embora tenha chamado a estrutura que visualizou de célula, assim como de outras

denominações, o que ele descobriu foram ‘caixas cheias de ar que explicavam a leveza e a flexibilidade da cortiça’, algo bastante diferente do que mais tarde veio a ser estabelecido como a ‘célula’ dos seres vivos. Por sua vez, talvez possamos dizer que Robert Brown ‘descobriu’ o núcleo, ou seja, cunhou o termo para a estrutura que até hoje reconhecemos como tal na célula, mesmo não tendo uma função universal e indispensável. Pelo mesmo raciocínio, podemos dizer que um botânico, quando, em uma pesquisa de campo, identifica uma nova espécie vegetal, ele a ‘descobriu’ (BATISTETI; ARAÚJO; CALUZI, 2009, p. 36).

Batisteti, Araújo e Caluzi (2009) ampliam a discussão apresentando as ideias de Aaron J. Ihde<sup>70</sup>, sobre o caráter inevitável de uma descoberta numa determinada época oportuna, sendo que tal oportunidade baseia-se especialmente, segundo o pesquisador, no acúmulo de bases fundamentais do conhecimento necessárias a uma descoberta, o que está relacionado ao caráter coletivo da descoberta científica.

Conforme bastante discutido anteriormente, a construção do conhecimento científico é uma tarefa na qual participam vários pesquisadores em diferentes épocas e contextos, por essa razão, segundo Batisteti, Araújo e Caluzi (2009, p. 38), existe “a dificuldade em atribuir a um único indivíduo o mérito de uma descoberta”.

Estas constatações vão ao encontro das ideias de Cachapuz *et al.* (2005) quando correlacionam duas visões deformadas da ciência, amplamente detectadas na nossa análise: “individualista e elitista” e “empírico-indutivista e ateórica”. Os autores afirmam que:

A imagem individualista e elitista do cientista traduz-se em iconografias que representam o *homem* de bata branca no seu inacessível laboratório, repleto de estranhos instrumentos. Desta forma, constatamos uma [...] grave deformação: a que associa o trabalho científico, quase exclusivamente, com esse trabalho no laboratório, onde o cientista experimenta e observa, procurando o feliz ‘descobrimento’ (CACHAPUZ *et al.*, 2005, p. 44-45, grifo do autor).

Martins (1999, p. 281, tradução nossa) ao propor condições para se atribuir a alguém o descobrimento de um fenômeno, manifesta-se sobre esta questão afirmando que “o fato de atribuir um descobrimento científico a um indivíduo quer dizer atribuir-lhe um mérito científico, e qualquer discussão como essa termina vinculada a outros valores (que não são científicos)”. Segundo o autor, à época do artigo, o conceito de descobrimento não havia sido analisado de forma mais profunda por historiadores e

---

<sup>70</sup> Autor de pesquisas e publicações sobre a história da ciência, na área da química (1909-2000).



filósofos da ciência ao longo do tempo, de forma que em trabalhos historiográficos encontravam-se muitas descrições dos descobrimentos, sem análise, como se seu significado já fosse algo evidente.

Alguns anos depois, Martins (2006b, p. 186) tece algumas considerações sobre as consequências de versões populares acerca da natureza do trabalho científico, como a ideia veiculada de que “a ciência seria construída através de uma série de descobertas que podem ser associadas a datas precisas e a autores precisos.”

Versões como estas foram encontradas em nossa análise, tais como na unidade de análise LD6.6A: “Na década de 1820, o botânico escocês **Robert Brown** (1777-1858) [...] **descobriu um pequeno corpo no interior de vários tipos de células e o chamou de núcleo**”. (LINHARES; GEWANDSZNAJDER, 2010, p. 91, grifo nosso) e na *unidade de análise* LD7.14C: Theodor **Schwann** (1810-1882) [...] **descobriu as células do sistema nervoso periférico [...]**”. (BIZZO, 2010, p. 60, grifo nosso).

Atualmente, ainda não encontramos trabalhos que trazem uma análise detalhada sobre o conceito de descoberta e este pode ser um entrave à superação do uso desta palavra com tanta frequência nos textos dos livros didáticos.

## 5.2 DESCRIÇÃO E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS DOS LIVROS UNIVERSITÁRIOS

Da mesma forma que procedemos com os livros do PNLD/2012, desenvolvemos as etapas de *descrição* e *interpretação* dos resultados da categorização (MORAES, 1999) realizada com os três livros universitários mais citados nas referências dos livros do ensino médio analisados.

Como parte da descrição quantitativa, apresentamos na sequência as frequências em quantidade e porcentagem das *unidades de análise* em cada categoria, referente às visões deformadas sobre a ciência e ao enfrentamento destas visões, bem como a descrição qualitativa e interpretação final dos dados.

### 5.2.1 Visões deformadas sobre a ciência

No quadro-resumo a seguir (QUADRO 45) apresentamos a frequência total das *unidades de análise* (UAs) identificadas nos livros universitários para cada categoria que reforça visões deformadas sobre a ciência nestes livros.

Apresentamos as frequências de cada livro didático analisado no APÊNDICE 3 (QUADROS Q a S).

CATEGORIAS	LIVROS UNIVERSITÁRIOS	
	nº de UA	% de UA
Conhecimento científico verdadeiro e definitivo.	5	35,7%
Ciência como atividade individual.	3	21,5%
Linearidade da ciência.	3	21,5%
Observação/descrição neutra e em busca da descoberta científica.	1	7,1%
Método científico clássico.	1	7,1%
Relato histórico centrado no presente (whiggismo).	1	7,1%
Fragmentação e/ou simplificação do conhecimento.	0	0%
Ciência não influenciada por fatores externos.	0	0%
<b>TOTAL</b>	14	100%

QUADRO 45 – FREQUÊNCIA EM QUANTIDADE E PORCENTAGEM DAS UAS DOS LIVROS UNIVERSITÁRIOS EM CADA CATEGORIA, REFERENTE ÀS VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA.

FONTE: A AUTORA.

Como se observa no quadro-resumo anterior, classificamos 14 (quatorze) *unidades de análise* (UAs) em 06 (seis) categorias, sendo 05 (cinco) categorias *a priori* e 01 (uma) *emergente*, as quais descrevemos e interpretamos a seguir.

A categoria mais frequente foi “conhecimento científico verdadeiro e definitivo”, com 05 (cinco) *unidades de análise*, o que corresponde a 35,7% das UAs nesta categoria. Um exemplo pode ser encontrado na *unidade de análise* LDI.8A:

**Em sua forma moderna a teoria celular estabelece de um modo simples que: (1) todos os organismos vivos são compostos de uma ou mais células; (2) as reações químicas de um organismo vivo, incluindo as de biossíntese e as de seus processos de liberação de energia ocorrem nas células; (3) as células originam-se de outras células; e (4) as células contêm a informação hereditária do organismo do qual elas são uma parte, e esta informação é passada da célula parental para a célula filha (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2007, p. 40, grifo nosso).**

Podemos notar que existe uma tendência a enumerar os conhecimentos que hoje sustentam a Teoria Celular como acabados e definitivos, mesmo num livro destinado ao ensino universitário. Ainda que os enunciados 2 e 4 exijam como pré-requisito para sua compreensão conhecimentos de bioquímica e genética, respectivamente, podemos considerar que existe o problema da falta de reflexão sobre a origem de todos estes conhecimentos elencados e apenas temos um texto escrito num nível de maior aprofundamento de conteúdo biológico que a maioria dos livros do PNLD/2012, mas que veicula uma visão sobre a natureza da ciência que reforça a “visão aproblemática e ahistórica”. Consideramos que esta característica do conhecimento científico, na qual percebemos fortes marcas do empirismo baconiano, corresponde ao que Praia, Cachapuz e Gil Pérez (2002, p. 139) qualificam como um atributo de tendência empirista, no qual “os discursos científicos aparecem como verdades absolutas e libertos de toda a contingência”.

Oliva (1990, p. 29) faz referência à *tese do atomismo metodológico* como um dos princípios definidores desta concepção empirista clássica de ciência, na qual “as unidades de conhecimento (os enunciados) têm valor epistêmico próprio e o sistema explicativo tem sua ‘validade’ determinada pela verdade de cada um de seus membros constituintes”. No entanto, o autor afirma que existe oposição a essa tese, no sentido de que “a noção de ‘validade explicativa’ tem de ser holisticamente especificada”, sendo que uma das consequências disto seria a diminuição da força do componente observacional, uma vez que as “observações são conteúdos *teoricamente* veiculados pelos átomos do sistema que diluem sua expressividade epistêmica individual no âmbito das totalidades explicativas”.

Por se tratar de um livro universitário, acreditamos que, pelo menos os problemas básicos que se pretendiam resolver no século XIX relativos à busca sobre a

unidade estrutural dos seres vivos ou sobre o conceito de vida poderiam ser contemplados.

Afirmações dogmáticas parecem não ser apenas um problema dos livros da educação básica, ou melhor, os livros universitários podem estar servindo de modelo para este tipo de veiculação sobre a história da ciência, como podemos constatar em LDII.2A:

**“Onde surge uma célula, existia uma célula prévia, exatamente como os animais só surgem de animais e as plantas de plantas”.** Esta doutrina celular, proposta em 1858 pelo patologista alemão Rudolf Virchow, traz uma profunda mensagem de continuidade da vida (ALBERTS *et al.*, 2004, p. 983, grifo nosso).

Este tipo de explicação nos remete novamente à ideia do critério de demarcação entre ciência e não-ciência proposto por Francis Bacon, no qual, as teorias são consequências óbvias de observações. Oliva (1990, p. 27), por exemplo, argumenta que “teorias são imaginativas criações confeccionadas para fazer frente a problemas”. Praia, Cachapuz e Pérez (2002) e Ghins (2013) defendem que teorias tem sentido preditivo. Portanto, de acordo com a perspectiva contemporânea acerca da construção do conhecimento científico, deveria-se evitar este tipo de afirmação nos livros didáticos sem que a mesma venha acompanhada de um embasamento epistemológico esclarecedor, a fim de o livro não seja um instrumento divulgador da filosofia empirista baconiana como orientadora dos processos de produção científica, mas como um dos métodos de fazer ciência, que se tornou dominante desde a publicação do *Novum Organum* por Bacon no século XVII e que até hoje mantém suas marcas na atividade científica, nos meios de comunicação, na educação em ciências.

Comparando as frequências de ocorrências das categorias dos livros dos dois níveis de ensino analisados, evidenciamos que a categoria “conhecimento científico verdadeiro e definitivo”, a qual nos livros universitários é a primeira mais frequente, se encontra em quarto lugar nos livros do PNLD/2012 e que o primeiro lugar nestes livros refere-se à categoria “observação/descrição neutra e em busca da descoberta científica”. Uma possível explicação pode ser obtida com o exame do conteúdo biológico das *unidades de análise*, a partir do qual percebemos que os livros do

PNLD/2012 tem maior tendência a descrever as observações microscópicas de Hooke, Leeuwenhoek, Brown, enquanto os livros universitários não enfatizam este aspecto. Também é provável que ao escrever um texto de citologia voltado ao ensino superior, os autores, imersos na concepção empírico-indutivista, não tenham a preocupação em apresentar a historicidade ou a dinamicidade da ciência, seu caráter processual, mas enfatizam os aspectos técnicos, estruturais e fisiológicos do estudo da célula, por meio de afirmações dogmáticas.

As categorias “ciência como atividade individual” e “linearidade da ciência” apresentaram a segunda maior frequência, o que equivale a 03 (três) UAs ou 21,5% cada uma, do total de 14 *unidades de análise*. Sobre a primeira delas, citamos o exemplo da *unidade de análise* LDIII.1A:

[...] **Utilizando um instrumento como esse, Robert Hooke examinou um pedaço de rolha e em 1665 comunicou para a Royal Society de Londres que a cortiça era composta de uma massa de diminutas câmaras que ele chamou de “células”**. O nome célula foi estendido até para a estrutura que Hooke descreveu, que eram apenas as paredes celulares que permaneceram depois que as estruturas vegetais vivas dentro delas morreram. Mais tarde, Hooke e alguns outros dos seus contemporâneos foram capazes de visualizar células vivas (ALBERTS *et al.*, 2006, p. 6, grifo nosso).

Ao que parece, tanto nos livros universitários quanto nos livros do ensino médio, é dada ênfase na apresentação dos trabalhos individuais de Robert Hooke e sua definição do termo *célula* como marco inicial para o desenvolvimento da Teoria Celular, fatos que, conforme já discutimos, não apresentam nenhuma correlação histórica. Além disso, o trabalho solitário de outros cientistas é destacado nos livros de ambos os níveis de ensino, como apresentamos nas *unidades de análise*, de forma que a categoria “ciência como atividade individual” foi também a segunda maior frequência nos livros do PNLD/2012, o que reforça também, como já comentamos, a “visão empírico-indutivista e ateórica”.

A categoria “linearidade da ciência”, ao contrário do que foi observado nos livros do PNLD/2012, apresentou uma frequência elevada na amostra dos livros universitários (21,5%). Isto significa que a ideia de ciência cumulativa esteve mais explícita nestes livros, reforçando uma visão simplista da Teoria Celular, cujo exemplo contemplamos em LDIII2.B:

**A emergência da biologia celular como uma ciência distinta foi um processo gradual** para o qual vários indivíduos contribuíram, mas **o seu nascimento oficial normalmente é dito ser marcado por duas publicações:** uma pelo botânico Matthias Schleiden, em 1838, e a outra pelo zoólogo Theodor Schwann, em 1838. Nesses artigos, Schleiden e Schwann documentaram o resultado de uma investigação sistemática de tecidos vegetais e animais com o microscópio óptico, mostrando que as células eram os blocos universais de construção de todos os tecidos vivos (ALBERTS *et al.*, 2006, p. 6, grifo nosso)

A *unidade de análise* anterior ignora as controvérsias, rupturas e remodelações da ciência, nos oferecendo, conforme indica Cachapuz *et al.* (2005, p. 51) “uma interpretação simplista da evolução dos conhecimentos científicos ao longo do tempo, como fruto do conjunto de investigações realizadas em determinado campo”.

Cabe aqui ressaltar a questão da linearidade em LDIII, no qual a seção que aborda o citoplasma é apresentada uma tabela intitulada “Marcos históricos na determinação da estrutura celular”, simplesmente com datas e eventos associados a nomes de cientistas (muitos deles relacionados ao processo de construção da Teoria Celular) numa perspectiva linear e individualista da ciência.

Ao realizar uma investigação sobre a concepção de história da biologia veiculada em livros didáticos do ensino médio e universitários, Carneiro e Gastal (2005, p. 35) consideram que mesmo muitos livros universitários tendo apresentado uma contextualização histórica dos temas abordados, o que prevalece nestes livros é uma concepção que reforça “uma imagem de ciência e de sua história que já se vem tentando combater nas três últimas décadas”.

Especificamente em relação à linearidade como modelo de apresentação das ideias científicas, as autoras comentam o que observaram em um dos livros universitários:

O livro dedica um capítulo inteiro – o primeiro, intitulado ‘A Origem e Impacto do Pensamento Evolutivo’ – a um apanhado histórico das idéias evolutivas, enumerando diversos filósofos e cientistas que contribuíram para a construção do conceito tal como o conhecemos hoje (CARNEIRO; GASTAL, 2005, p. 37).

As demais categorias *a priori* identificadas (observação/descrição neutra e em busca da descoberta científica e método científico clássico) e *emergentes* (relato

histórico centrado no presente – whiggismo) apresentam 01 (uma) ocorrência cada ou 7,1%. Suas respectivas *unidades de análise* são constituídas por frases de sentidos análogos às unidades de análise citadas como exemplos para os livros do PNLD/2012, de forma que são possíveis reflexões posteriores sem a necessidade de citá-las neste momento.<sup>71</sup>

Repetindo o resultado da análise dos livros do PNLD/2012, as categorias não identificadas diretamente nas palavras ou frases que constituem as *unidades de análise dos livros universitários* foram “ciência não influenciada por fatores externos” e “fragmentação e/ou simplificação do conhecimento”.

### 5.2.2 Enfrentamento de visões deformadas sobre a ciência.

No quadro-resumo a seguir (QUADRO 46) apresentamos a frequência das *unidades de análise* identificadas nos livros universitários para cada categoria que representa o enfrentamento de visões deformadas sobre a ciência.

Apresentamos as frequências de cada livro didático analisado no APÊNDICE 4 (QUADROS T a V).

CATEGORIAS	LIVROS UNIVERSITÁRIOS	
	nº de UA	% de UA
Ciência como atividade coletiva.	5	38,5%
Caráter histórico e dinâmico da ciência.	4	30,7%
Unificação do conhecimento científico.	2	15,4%
Ciência influenciada por fatores externos.	1	7,7%
Rupturas e/ou controvérsias científicas.	1	7,7%
Observação influenciada por uma teoria.	0	0%
Pluralismo metodológico.	0	0%
<b>TOTAL</b>	13	100%

QUADRO 46 – FREQUÊNCIA EM QUANTIDADE E PORCENTAGEM DAS UAS DOS LIVROS UNIVERSITÁRIOS EM CADA CATEGORIA, REFERENTE AO ENFRENTAMENTO DE VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA. FONTE: A AUTORA.

<sup>71</sup> As categorizações referentes às visões deformadas sobre a ciência encontram-se na seção 4.2.3.1 a partir da p. 196.

Como se observa no quadro-resumo anterior, classificamos o total de 13 (treze) *unidades de análise* (UAs) em 05 (cinco) categorias *a priori*, as quais descrevemos e interpretamos na sequência.

A categoria mais frequente foi “ciência como atividade coletiva”, com potencial para enfrentar a “visão individualista e elitista”, constituindo 05 (cinco) UAs, o que corresponde a 38,5% das *unidades de análise* dos livros universitários.

A *unidade de análise* LDIII.2A, apesar de veicular a linearidade da ciência, apresenta o trabalho cooperativo dos cientistas para o desenvolvimento de uma área do conhecimento:

**A emergência da biologia celular** como uma ciência distinta **foi um processo gradual para o qual vários indivíduos contribuíram**, mas o seu nascimento oficial normalmente é dito ser marcado por duas publicações: uma pelo botânico Matthias Schleiden, em 1838, e a outra pelo zoólogo Theodor Schwann, em 1838. Nesses artigos, Schleiden e Schwann documentaram o resultado de uma investigação sistemática de tecidos vegetais e animais com o microscópio óptico, mostrando que as células eram os blocos universais de construção de todos os tecidos vivos (ALBERTS *et al.*, 2006, p. 6, grifo nosso).

Consideramos a ideia veiculada na *unidade de análise* anterior um modelo a ser seguido pelos livros didáticos universitários e da educação básica para desmistificar a ideia amplamente divulgada e comentada anteriormente, de que a citologia teria sido fundada por Robert Hooke.

Outro excerto que veicula uma visão coletiva do trabalho científico, encontra-se na *unidade de análise* LDI.5B:

Na última metade do século 19 foi formulada uma teoria alternativa à teoria celular. Conhecida como teoria organismal, ela substituiu algumas das ideias defendidas pela teoria celular. **Os proponentes da teoria organismal consideram o organismo inteiro como de primordial importância, ao invés de células individuais.** A planta ou animal pluricelular é visto não meramente como um grupo de unidades independentes, mas como uma massa relativamente contínua de protoplasma, a qual no curso da evolução subdividiu-se em células (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2007, p. 40, grifo nosso).

No trecho acima, é possível pressupor que vários cientistas trabalharam em conjunto, não havendo, inclusive, denominação de um cientista em particular (ou cientistas) como “pai” (s) de uma teoria, o que caracterizaria a história *pedigree*,



segundo Forato (2009). Consideramos esta característica um diferencial dos livros universitários LDI e LDIII, fato também identificado na *unidade de análise* LDI.4A e LDIII.3A, pois mesmo quando as UAs dos livros do PNLD/2012 retratam o trabalho coletivo, na maioria das vezes isto ocorre ao associar unicamente os nomes de Schleiden e Schwann à Teoria Celular.

Embora a categoria oposta “ciência como atividade individual” tenha ocupado o segundo lugar na categorização anterior e, dessa forma indicar uma aparente contradição, esse dado revela um aspecto positivo, pois representa um avanço na compreensão da construção cooperativa do conhecimento, uma vez que, de um modo geral, é a categoria mais presente.

A segunda categoria mais frequente, “caráter histórico e dinâmico da ciência”, apresentou 04 (quatro) UAs, o que corresponde a 30,7% do total de 13 (treze) *unidades de análises*. Um exemplo pode ser verificado na *unidade de análise* LDI.3A: **“Em sua forma clássica, a teoria celular propunha que os corpos dos animais e das plantas são agregados de células individualizadas e diferenciadas”**. (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2007, p. 40, grifo nosso). Neste trecho, é veiculada a ideia de que a Teoria Celular passou por transformações desde o momento que foi construída até a forma atual, caracterizando a dinamicidade histórica da ciência revelada nas mudanças que ocorrem nas teorias de acordo com os conhecimentos produzidos.

Na *unidade de análise* LDI.5A podemos contemplar um excerto que veicula esta concepção sobre ciência, ilustrando a provisoriedade das ideias científicas e sua substituição por outras alinhadas à dinamicidade da produção do conhecimento científico:

**Na última metade do século 19 foi formulada uma teoria alternativa à teoria celular. Conhecida como teoria organísmal, ela substituiu algumas das ideias defendidas pela teoria celular.** Os proponentes da teoria organísmal consideram o organismo inteiro como de primordial importância, ao invés de células individuais. A planta ou animal pluricelular é visto não meramente como um grupo de unidades independentes, mas como uma massa relativamente contínua de protoplasma, a qual no curso da evolução subdividiu-se em células (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2007, p. 40, grifo nosso).

Podemos verificar que ocorreu uma inversão da ordem das frequências em relação aos livros do PNLD/2012 (QUADRO 47).

	PNLD/2012	UNIVERSITÁRIOS
<b>Caráter histórico e dinâmico da ciência</b>	41,3%	30,7%
<b>Ciência como atividade coletiva</b>	37%	38,5%

QUADRO 47 - COMPARAÇÃO ENTRE AS FREQUÊNCIAS DAS CATEGORIAS “CARÁTER HISTÓRICO E DINÂMICO DA CIÊNCIA” E “CIÊNCIA COMO ATIVIDADE COLETIVA” NOS LIVROS DO PNLD/2012 E UNIVERSITÁRIOS.

Buscamos uma possível explicação para este dado com base nas diferenças entre os conteúdos dos livros destes dois níveis de ensino. Quando observamos a organização dos conteúdos nos livros universitários de biologia celular, de maneira geral privilegia-se o estudo dos métodos de microscopia para visualização da célula, as estruturas e funções celulares. Este tipo de conteúdo, de caráter estritamente técnico é apresentado de forma direta e ilustrativa, sem espaço para o viés histórico da sua construção. Pelo que já conjecturamos a respeito da tendência à objetividade dos livros universitários, apresentar a ciência como produção coletiva parece ser algo mais objetivo e menos complexo de ser executado em relação a apresentar aspectos que demonstrem a dinamicidade histórica, a qual requer pesquisa historiográfica mais detalhada e um maior espaço no livro didático dedicado a este conteúdo.

Dessa forma, como parecem existir outras prioridades de conteúdos para os livros universitários, um menor espaço é destinado a veicular o “caráter histórico e dinâmico da ciência”, ao contrário dos livros do PNLD/2012, que têm a tendência a explicar os episódios históricos envolvidos na construção da Teoria Celular antes de abordar o estudo morfofisiológico da célula.

A terceira categoria mais frequente, a qual não foi identificada nos livros didáticos do PNLD/2012, foi “unificação do conhecimento científico”, constituindo 02 (duas) *unidades de análise*, o que equivale a 15,4% do total de 13 (treze) UAs, cujo exemplo pode ser identificado em LDI.9A: **“As teorias celular e organismal não são mutuamente exclusivas. Juntas elas fornecem uma significativa visão da estrutura e função em níveis celular e de organismo”**. (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2007, p. 40, grifo nosso).

Esta categoria de enfrentamento não aparece nos livros do PNLD/2012 e sua presença na amostra de livros universitários, deve-se à grande ênfase dada por LDI à

teoria organismal, ideia ainda não integrada aos livros da educação básica, com exceção de LD7.

O trecho anterior demonstra a integração entre as diferentes áreas de estudos morfofuncionais dos seres vivos: celular e orgânica. Este parece ser um exemplo da “necessidade de síntese e de estudos de complexidade crescente<sup>72</sup>” de que falam Cachapuz *et al.* (2005, p. 50), como forma de enfrentar a “visão exclusivamente analítica”.

Encontramos duas categorias na posição de quarta mais frequente - “ciência influenciada por fatores externos” e “rupturas e/ou controvérsias científicas”- ambas com 01 (uma) *unidade de análise* ou 7,7% das 13 (treze) UAs no total. Consideramos a *unidade de análise* LDI.4B a seguir, correspondente pertencente à categoria “ciência influenciada por fatores externos”, pois temos o relato que uma teoria política tenta justificar ou sustentar a teoria organismal, o que caracteriza uma abordagem externalista da ciência, pouco frequente nos livros.

Os proponentes desta teoria acreditavam que as atividades de plantas ou animais como um todo devem ser encaradas como a soma das atividades das células individuais constituintes, sendo estas últimas de primordial importância. **Este conceito tem sido comparado à teoria da democracia de Jefferson, que considerava a nação como independente e secundária, em direitos e privilégios em relação aos estados individuais que a constituem** (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2007, p. 40, grifo nosso).

Este tipo de informação (ou semelhante) não se encontra nos demais livros universitários da amostra nem nos livros do PNLD/2012.

A *unidade de análise* LDIII.4A apresenta a categoria “rupturas e/ou controvérsias científicas” relativa à contestação de muitos cientistas sobre a não existência da geração espontânea, mesmo após os estudos sobre reprodução decorrentes da Teoria Celular:

**A implicação de que os organismos vivos não surgem espontaneamente, porém podem ser gerados apenas a partir de organismos existentes, foi ansiosamente contestada**, mas ela foi finalmente confirmada por experimentos realizados nos anos de 1860 por Louis Pasteur (ALBERTS *et al.*, 2006, p. 6-7, grifo nosso).

---

<sup>72</sup> Entendemos “estudos de complexidade crescente” como estudos cada vez mais abrangentes.

Ainda que este pensamento tenha sido superado, é importante veicular que em algum momento na história da ciência houve a defesa desta ideia para que não se incorra no que Cachapuz *et al.* (2005, p. 51) caracteriza como uma visão simplista “ao apresentar as teorias hoje aceitas sem mostrar o processo do seu estabelecimento, nem se referir às frequentes confrontações entre teorias rivais”.

Martins (2006a) considera que existe uma relação entre os conceitos prévios dos estudantes e as concepções dos cientistas do passado, de forma que há certa semelhança entre o processo de transformação conceitual do aluno e o processo de desenvolvimento histórico da ciência. Segundo este autor, estudar as controvérsias e alternativas da ciência é um caminho para que ocorra a reestruturação conceitual, dada a analogia entre as ideias do aluno e a dos cientistas numa determinada época.

Dessa forma, acreditamos que um viés importante para apresentar a história da ciência nos livros didáticos, seja por meio dos processos de crises, controvérsias e/ou rupturas, na tentativa de mostrar a ciência como construção humana, e como tal, sujeita a erros, falhas, dúvidas, reavaliações, mudanças, movimentos que ocorreram, inclusive com a Teoria Celular.

De acordo com nossa análise, a categoria “rupturas e/ou controvérsias científicas” foi encontrada numa baixa frequência tanto nos livros do PNLD/2012 como nos livros universitários. Isto pode significar, portanto, que vários aspectos enriquecedores sobre a natureza da ciência deixam de ser contemplados por estes livros.

As categorias não identificadas nas amostras de livros universitários seguiram a mesma tendência dos livros do PNLD/2012, ambas relacionadas ao enfrentamento do método científico, ou seja, não constatamos a categoria “Observação influenciada por uma teoria”, com potencial de enfrentar a “visão empírico-indutivista e atórica”. Também não foram encontradas *unidades de análise* que pudessem ser classificadas na categoria “pluralismo metodológico”.

Sobre o uso da palavra *descoberta*, curiosamente a única referência encontrada nos livros universitários foi especificamente sobre a proposição da Teoria Celular na *unidade de análise* LDII.1, na qual é dado o sentido empírico tradicional do termo:

**Somente quando os microscópios ópticos de boa qualidade tornaram-se disponíveis**, no início do século XIX, **pôde-se descobrir que todos os tecidos vegetais e animais são agregados de células individuais**. Essa descoberta, proposta como doutrina celular por Schleiden e Schwann, em 1838, marca o nascimento formal da biologia celular (ALBERTS *et al.*, 2004, p. 547-548, grifo nosso).

Considerando o total de 27 (vinte e sete) *unidades de análise* dos livros universitários, verificamos uma grande proximidade entre a quantidade referente às visões deformadas sobre a ciência (14 UAs) e à quantidade relativa ao seu enfrentamento (13 UAs), resultando em ambas as categorias com aproximadamente 50% das UAs, conforme o quadro a seguir (QUADRO 48).

CONJUNTOS DE CATEGORIAS	nº de UA	% de UA
Visões deformadas sobre a ciência.	14	51,9%
Enfrentamento de visões deformadas sobre a ciência.	13	48,1%
<b>TOTAL</b>	27	100%

QUADRO 48 – FREQUÊNCIA EM QUANTIDADE E PORCENTAGEM DAS UAS DOS LIVROS DO PNLD/2012-BIOLOGIA NOS DOIS CONJUNTOS DE CATEGORIAS UTILIZADAS PARA ANÁLISE. FONTE: A AUTORA.

O LDI contribuiu expressivamente para esta menor diferença entre os conjuntos de categorias, uma vez que podemos observar no APÊNDICE 4 e no QUADRO 49 que, das 13 (treze) UAs de enfrentamento às visões deformadas sobre a ciência, 09 (nove) pertencem a este livro.

Todavia esta influência não foi localizada na mesma proporção nos livros que utilizam o LDI como referência, em especial, LD5, o livro do PNLD/2012 que apresenta mais *unidades de análise* relacionadas às visões deformadas sobre a ciência (QUADRO 41). Em LD5, temos nas referências, livros com o potencial de favorecer reflexões epistemológicas<sup>73</sup> e também análises no campo dos estudos sobre a vida que superam o pensamento tradicional sobre a Teoria Celular<sup>74</sup>, porém estas ideias não

<sup>73</sup> FREIRE-MAIA, Newton. **A ciência por dentro**. 2. ed. Petrópolis: Vozes, 1992.

<sup>74</sup> JACOB, Francois. **A lógica da vida**: uma história da hereditariedade. Rio de Janeiro: Edições Graal, 1983.

prevalecem no livro didático. Acreditamos há duas possibilidades de explicações para esta situação: a inabilidade do autor em realizar a transposição das concepções sobre a natureza da ciência que consta nos livros universitários que adota como apoio para elaborar os livros da educação básica ou mesmo a falta de percepção destes aspectos (que implica na falta de formação em história e filosofia da ciência).

Lembramos que a análise apresentada anteriormente foi relativa à frequência total das *unidades de análise* (UAs) identificadas nos livros universitários calculada para uma das categorias e que nos APÊNDICES 3 e 4 apresentamos as frequências indicativas do perfil de cada livro.

Quando consideramos o total de *unidades de análise* de cada um dos livros universitários da nossa amostra, calculamos no QUADRO 49 a frequência em quantidade e porcentagem das UAs de cada deles nos dois conjuntos de categorias utilizadas para análise: as categorias que reafirmam as visões deformadas sobre a ciência e as categorias que as enfrentam, com a finalidade de apresentar mais dados sobre o perfil destes livros.

CONJUNTOS DE CATEGORIAS	LDI		LDII		LDIII	
	nº	%	nº	%	nº	%
Visões deformadas sobre a ciência.	3	25%	4	80%	7	70%
Enfrentamento de visões deformadas sobre a ciência.	9	75%	1	20%	3	30%
<b>TOTAL</b>	12	100%	5	100%	10	100%

QUADRO 49 – FREQUÊNCIA EM QUANTIDADE E PORCENTAGEM DAS UAS DOS LIVROS UNIVERSITÁRIOS NOS DOIS CONJUNTOS DE CATEGORIAS UTILIZADAS PARA ANÁLISE. FONTE: A AUTORA.

Com estes dados, podemos notar outro fato que se destaca: de todos os livros analisados, incluindo os do PNLD/2012, o LDI e o LD7 são os únicos nos quais as *unidades de análise* de enfrentamento são em maior número do que as que reafirmam as visões deformadas sobre a ciência (QUADRO 41 e QUADRO 49).

Constatamos que algumas informações que constam nos livros didáticos do PNLD/2012 não são contempladas nos livros universitários analisados, como por exemplo, as informações sobre os vírus ou detalhes sobre o episódio histórico da

observação da cortiça por Robert Hooke. Acreditamos que, de alguma forma, estas informações vem sendo propagadas ao longo do tempo pelos livros didáticos sem uma referência específica<sup>75</sup>, o que torna difícil localizar a origem destas informações. Importante salientar que, no contexto do capítulo onde se trata da Teoria Celular, nos livros da educação básica, de um modo geral, percebemos que é feita uma abordagem mais ampla deste conteúdo como parte introdutória à citologia, enquanto os livros universitários exploram o estudo das estruturas celulares e/ou técnicas de observação microscópica, tendo a Teoria Celular um papel secundário no capítulo.

O QUADRO 50 apresenta uma comparação entre as frequências obtidas em cada categoria de análise relativa às visões deformadas e sua respectiva categoria de enfrentamento<sup>76</sup>.

CATEGORIAS Visões deformadas sobre a ciência.	LIVROS UNIVERSITÁ RIOS		CATEGORIAS Enfrentamento às visões deformadas sobre a ciência.	LIVROS UNIVERSITÁ RIOS	
	nº de UA	% de UA		nº de UA	% de UA
Conhecimento científico verdadeiro e definitivo.	5	35,7%	Caráter histórico e dinâmico da ciência.	4	30,7%
Ciência como atividade individual.	3	21,5%	Ciência como atividade coletiva.	5	38,5%
Linearidade da ciência.	3	21,5%	Rupturas e/ou controvérsias científicas.	1	7,7%
Observação/descrição neutra e em busca da descoberta científica.	1	7,1%	Observação influenciada por uma teoria.	0	0%
Método científico clássico.	1	7,1%	Pluralismo metodológico.	0	0%
Fragmentação e/ou simplificação do conhecimento.	0	0%	Unificação do conhecimento científico.	2	15,4%
Ciência não influenciada por fatores externos.	0	0%	Ciência influenciada por fatores externos.	1	7,7%

QUADRO 50 - COMPARAÇÃO ENTRE CADA CATEGORIA REFERENTE ÀS VISÕES DEFORMADAS E SUA RESPECTIVA CATEGORIA DE ENFRENTAMENTO DOS LIVROS UNIVERSITÁRIOS.

<sup>75</sup> Talvez os livros do BSCS, que introduziram esta temática no currículo do ensino médio na década de 1960.

<sup>76</sup> As categorias *emergentes* não foram incluídas no quadro por não possuírem categorias de oposição.

Um resultado que se destaca no QUADRO 50 é a proximidade de ocorrência entre duas categorias opostas - a que reafirma e a que enfrenta a “visão aproblemática e ahistórica”. No entanto, a frequência de 30,7% encontrada na categoria “caráter histórico e dinâmico da ciência” refere-se exclusivamente a 04 (quatro) UAs de LDI, ou seja, apenas este livro contribui para o dado em questão. Ao contrário do ocorrido nos livros do PNLD/2012, o enfrentamento à “visão individualista e elitista”, supera sua corroboração, resultado mais perceptível de superação das visões deformadas obtido da análise dos livros universitários.

Apresentamos no APÊNDICE 6 dois quadros-resumo para uma comparação da ocorrência de cada categoria de análise, em cada livro universitário, nos dois conjuntos de categorias.

Lembramos que esta análise refere-se unicamente à abordagem histórico-filosófica da ciência nos livros didáticos e que vários outros critérios são considerados na avaliação dos livros pelo Programa Nacional do Livro Didático. Portanto, o fato de termos encontrado uma predominância de visões deformadas sobre a ciência nos livros do PNLD/2012 indica uma deficiência nesta área, a qual acreditamos estar num processo de superação por conta das categorias de enfrentamento que detectamos nesta pesquisa.



## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta pesquisa objetivamos conhecer e refletir sobre quais concepções a respeito da natureza da ciência são apresentadas nos livros didáticos de biologia aprovados pelo PNL/2012 e em livros universitários usados como referência, quando estes abordam a Teoria Celular. Buscamos analisar como estes livros veiculam visões de ciência. Se tais visões confirmam, por ação ou omissão, visões deformadas sobre ciência, ou se colaboram para o enfrentamento destas. Buscamos também apresentar possíveis interfaces entre a história e filosofia da ciência e a educação em ciências/biologia, apontando “maus usos” de termos e implicações destes para o aspecto histórico-epistemológico, durante a construção do conhecimento científico pelos alunos.

A escolha dos livros didáticos como objeto desta pesquisa se deu em função do papel de protagonista destes na sala de aula e, portanto, sua influência na construção de concepções dos estudantes acerca da natureza da ciência, uma vez que as visões sobre a natureza da ciência tanto do autor do livro didático quanto do professor que o utilizará como recurso em sala de aula influenciarão a construção das concepções dos alunos.

O conteúdo escolhido para análise foi a Teoria Celular. Além das possibilidades de análise dos episódios históricos relacionados à sua construção, é considerado um conteúdo base da biologia, uma vez que esta teoria mudou o foco de estudo dos seres vivos, antes vistos como totalidade indivisível, devido ao reconhecimento da célula como estrutura comum a todos os organismos vivos. Constatamos, por meio da reconstrução histórica e estudo das concepções filosóficas envolvidas no processo de construção desta teoria, diversos aspectos sobre a natureza da ciência que, dependendo a maneira como são abordados nos livros didáticos, podem influenciar a construção da compreensão sobre a natureza da ciência por parte dos alunos.

Além desses aspectos investigados, outro aspecto proporcionado pela reconstrução histórica foi a identificação de informações históricas incorretas veiculadas pelos livros didáticos, as quais foram esclarecidas numa seção específica desta pesquisa.

No que se refere às avaliações dos livros didáticos, as quais tiveram início no ano de 1939 pela Comissão Nacional do Livro Didático (CNLD), e que atualmente têm sido realizadas pelo PNLD, observa-se que estas têm contribuído para elevação da qualidade dos livros didáticos. No entanto, especificamente sobre os critérios de avaliação relacionados à abordagem histórico-filosófica da ciência, na disciplina biologia, constatamos que houve uma redução significativa dos itens avaliados acerca desta abordagem, considerando as avaliações do PNLEM/2007 e PNLEM/2009 e a avaliação do PNLD/2012<sup>77</sup>.

Consideramos este fato preocupante, tendo em vista que as avaliações assumem também um importante papel no que se refere à pressão que exercem sobre as editoras, fazendo com que estas aprimorem a qualidade dos livros. Nesse sentido, a diminuição de tais critérios pode levar os autores/editoras a subestimar a importância da história e filosofia da ciência aplicada aos conteúdos científicos, de modo que a consequência seja uma apresentação empobrecida das concepções sobre a natureza da ciência veiculadas nos livros didáticos, sem compromisso epistemológico. Por outro lado, o menor número de critérios pode facilitar o atendimento deste, resultando em maior objetividade e rigor. Porém, esta hipótese requer uma análise detalhada, comparativa entre as versões dos programas de avaliação já desenvolvidos, o que não foi escopo deste trabalho.

Sobre o objetivo principal desta pesquisa, que era analisar as concepções a respeito da natureza da ciência apresentadas nos livros didáticos de biologia (PNLD e universitários), em relação aos livros do PNLD/2012- Biologia, os resultados evidenciam uma predominância das categorias referentes às visões deformadas sobre ciência em relação às categorias de enfrentamento. Aquelas representaram 65,2% das *unidades de análise*, contra 34,8% destas. Dentre as *visões deformadas*, as duas categorias mais frequentes coincidem com aquelas apontadas por Cachapuz *et al.* (2005) como diretamente relacionadas: a “visão empírico-indutivista e atórica” e a “visão individualista e elitista”. Ressaltamos que, em muitos momentos, foi preciso utilizar o

---

<sup>77</sup> A avaliação mais recente resultou no Guia de Livros Didáticos - PNLD/2015 - Biologia, cujos critérios serão analisados comparativamente num estudo decorrente desta dissertação.

*critério de exclusividade* da metodologia de Moraes (1999) para categorizar as *unidades de análise* em uma ou em outra categoria, dada a proximidade entre elas.

No caso da “visão empírico-indutivista e ateórica”, inferimos que sua presença nos livros do PNLD/2012 é tão expressiva (31,4%), devido à hegemonia da concepção empirista da ciência, a qual foi proposta por Francis Bacon no século XVII e se mantém muito presente nos livros e no ensino de ciências até o momento. Já a categoria de enfrentamento desta visão deformada, que corresponde a “Observação influenciada por uma teoria”, não foi localizada em nenhuma *unidade de análise*, fato que reforça a hegemonia da “visão empírico-indutivista e ateórica”,

Em relação às categorias de enfrentamento das visões deformadas nos livros do PNLD/2012, as duas categorias mais frequentes foram “caráter histórico e dinâmico da ciência”, com 41,3% e “ciência como atividade coletiva”, com 37%. Estas predominâncias nos levam a considerar que o processo de construção do conhecimento científico está relativamente bem apresentado nos livros didáticos, bem como o trabalho dos cientistas vem deixando de ser tão caricaturado, como costumava ocorrer, quando estes eram apresentados como sujeitos que trabalhavam isolados, fazendo descobertas ao acaso, passando a ser apresentados como pesquisadores mais humanizados, que têm dúvidas, embates com outros pesquisadores e que, portanto, trabalham cooperativamente. Consideramos estes dados como indícios de mudanças nas concepções antes dogmáticas sobre a ciência e os cientistas, apesar do predomínio das categorias que evidenciam as visões deformadas.

Além de melhorar a qualidade da aprendizagem dos conteúdos biológicos, acreditamos que tais mudanças têm reflexos positivos na vida do estudante, pois uma das consequências dos estudos sobre a ciência como produto dinâmico do conhecimento humano é o desenvolvimento do pensamento crítico, fundamental para a formação de um cidadão diferenciado, consciente das relações entre a ciência e sociedade, de forma que suas decisões e seus posicionamentos serão pautados numa concepção sobre a ciência que não incorra nos reducionismos, distorções e dogmatismos que até hoje prevalecem não só na educação em ciências, mas nos meios de comunicação, nas decisões políticas e outros setores da sociedade.

Lembramos que, com exceção, de LD3 e LD4, todos os demais livros didáticos apresentam enfrentamento às visões deformadas sobre a ciência, ou seja, possuem trechos nos quais é possível localizar concepções sobre a natureza da ciência alinhadas aos estudos epistemológicos contemporâneos sobre a construção do conhecimento científico, os quais foram apresentados e desenvolvidos no decorrer desta dissertação. Tais trechos, devidamente identificados na análise de conteúdo propriamente dita, perfizeram um total de 34,8% das UAs de enfrentamento às visões deformadas sobre a ciência, sendo que em LD7 e LD8 encontramos frequências mais altas.

Durante a análise dos livros do PNLD/2012, houve a emergência de duas categorias, uma de cada conjunto de categorias: “relato histórico centrado no presente - whiggismo” e “biografia do pesquisador”. A primeira, a qual ocupou a 3ª posição das categorias relativas às visões deformadas sobre a ciência (17,4%), foi justificada especialmente pelos relatos anacrônicos e a segunda, referente ao enfrentamento das visões deformadas sobre a ciência, coincidentemente também foi a 3ª categoria mais frequente (10,9%) e justifica-se pelo fato de as descrições de biografias classificadas nestas categorias caracterizarem-se por possuírem elementos complementares à abordagem histórica.

Em relação aos livros universitários, houve proximidade nas frequências entre as categorias que expressam visões deformadas sobre a ciência (51,9%) e categorias relativas ao enfrentamento destas visões (48,1%). Sendo assim, a alta ocorrência de *unidades de análise* de enfrentamento no LDI como característica destes, suscita reflexões e questionamentos importantes, com potencial para gerar novos estudos.

Em relação às visões deformadas sobre a ciência, é importante ressaltar que nos livros universitários também encontramos marcas do empirismo baconiano, não pelo aspecto da observação neutra, mas, especialmente, pelo aspecto das “verdades absolutas”, de forma que a categoria “conhecimento científico verdadeiro e definitivo” foi a mais frequente nestes livros, com 35,7%, provavelmente em virtude dos estudos sobre a célula num livro de ensino superior enfatizar o aspecto técnico, morfológico e funcional.

Quanto ao enfrentamento das visões deformadas sobre a ciência nos livros universitários, atribuímos ao que chamamos de “tendência à objetividade”, o fato de ter ocorrido uma inversão de posição em relação aos livros do PNLD/2012, no sentido de que a categoria “ciência como atividade coletiva” (a qual inferimos ser uma característica mais objetiva e simples de ser apresentada) foi a primeira mais frequente naqueles livros (38,5%), enquanto a valorização dos episódios históricos na introdução dos estudos sobre citologia nos livros do PNLD/2012 favoreceram o primeiro lugar da categoria “caráter histórico e dinâmico da ciência” nestes (41,3%).

Conforme já comentamos, no livro universitário em que foi possível fazer uma relação direta com os livros didáticos os quais serviram como referência (especialmente LD5) devido suas peculiaridades, observamos algo que pode estar ocorrendo de maneira geral na produção dos livros da educação básica e que merece um estudo mais detalhado: o despreparo dos autores de livros didáticos para fazer uso das informações histórico-filosóficas contidas nas referências por eles indicadas para a construção de um texto que não incorra em visões deformadas sobre a ciência. A aparente contradição apontada em relação à “visão individualista e elitista” é um exemplo da forma, com frequência incoerente, que os autores escrevem sobre os episódios históricos nos livros didáticos.

E, como vimos, a epistemologia tem muito a contribuir para a construção do texto do livro didático por meio do estudo do contexto de uso de algumas terminologias, como fizemos com a palavra *descoberta*, muito presente nas nossas *unidades de análise*, mesmo em categorias de enfrentamento às visões deformadas sobre a ciência, mais uma contribuição da nossa pesquisa.

Acreditamos, porém, que as mudanças referidas anteriormente, ou seja, o enfrentamento das visões deformadas sobre a ciência, seja possível mediante a incorporação de estudos epistemológicos. Logo, seria muito enriquecedor para a educação em ciências/biologia se os autores de livros didáticos levassem em consideração estudos histórico-filosóficos dos conteúdos e incluíssem essas ideias no desenvolvimento destes, ou pelo menos, estivessem atentos para a fidedignidade das informações na elaboração dos textos que contemplam conteúdos da história da ciência. Outra sugestão seria uma parceria com historiadores da ciência especializados

nos mais diversos assuntos da área, afim de que se tenha equilíbrio entre uma linguagem acessível e adequada aos estudantes de ambos os níveis de ensino, sem minimizar os complexos processos históricos ocorridos.

É pertinente fazer a ressalva sobre o fato de entendermos que não há espaço no currículo para que todos os conteúdos da disciplina biologia sejam tratados pelo viés da abordagem histórico-filosófica, assim como também reconhecermos que existe uma limitação relativa à natureza do próprio conteúdo, ou seja, alguns apresentam maiores possibilidades de análise dos episódios históricos envolvidos na construção do conhecimento que outros, que requerem um tratamento mais direto. Sugerimos então, que, além da Teoria Celular, conteúdos relacionados à “origem da vida”, “evolução biológica”, “genética” sejam tratados no livro didático com ênfase na abordagem histórico-filosófica, especialmente porque os estudos mais comuns na área de história e filosofia da biologia reportam-se a estes conteúdos.

Imaginemos agora um cenário no qual se alcance um patamar de qualidade nas concepções sobre a natureza da ciência presentes em conteúdos específicos nos livros didáticos, que favoreçam esta abordagem. Ainda assim a aula não pode se restringir à apresentação superficial dos textos destes livros. Logo, o ideal seria que o docente estivesse consciente da sua concepção sobre ciência e, a partir daí, promovesse discussões filosóficas e históricas alinhadas com os estudos mais modernos acerca da construção do conhecimento científico, tendo respaldo no conteúdo apresentado pelo livro didático. Seria muito relevante, por exemplo, a consciência se está diante de uma abordagem internalista ou externalista da história da ciência ou se o autor do livro tem a tendência à superação desta dicotomia, trabalhando com a abordagem contextual. Também discernir o significado de “teoria”, no contexto da Teoria Celular, seria muito enriquecedor para esclarecimentos epistemológicos. Enfim, dessa forma, teríamos dois aliados em prol da educação científica: o livro didático e o professor em sintonia.

Esta ideia lança sobre o professor a responsabilidade de estar apto a desenvolver nas suas aulas, conteúdos com fundamentação epistemológica adequada, o que torna imprescindível uma formação continuada que busque materiais atualizados, participação em eventos que promovam a abordagem histórico-filosófica das ciências e da biologia ou mesmo cursos específicos na área, uma vez que não é comum haver tal

abordagem na sua formação inicial. Entendemos que atingir estes objetivos não envolve apenas vontade própria do docente, mas políticas educacionais que favoreçam este tipo de formação.

É pertinente refletir também sobre o grau de importância que é dado pelos autores dos livros didáticos à abordagem histórico-filosófica da ciência, uma vez que a preponderância das categorias que reforçam visões deformadas sobre a ciência na maioria dos livros pode ser um indicativo de que a presença desta abordagem deva-se meramente a uma disputa editorial para se enquadrar minimamente nas exigências dos Parâmetros Curriculares Nacionais e nos critérios de avaliação do Programa Nacional do Livro Didático, restringindo-se à superficialidade dos aspectos históricos. Quando se analisa o conteúdo destes livros com rigor metodológico e histórico-epistemológico, tal como fizemos nesta dissertação, as fragilidades, as contradições, as informações equivocadas ficam evidentes.

Por defendermos os benefícios do uso didático da história e filosofia da ciência na educação em ciências/biologia, consideramos importante que o livro didático não seja um divulgador da pseudo-história da ciência, mas um instrumento de apoio ao estudo das contribuições dos cientistas para a construção do conhecimento científico em diferentes contextos, processo que resultou na elaboração dos conceitos, modelos, teorias que são objeto da educação científica. Acreditamos que pesquisas como esta são relevantes, dentre outros aspectos, no sentido de indicar em que nível epistemológico o conteúdo do livro didático propicia discussões sobre a natureza da ciência que auxiliem na compreensão de um determinado conteúdo científico.

Todo e qualquer movimento em busca de respostas e qualquer contribuição para um caminho de mudanças requer estudo, dedicação, dúvidas, mais estudo, mais dedicação. Após o caminho percorrido com esta dissertação, fica o sentimento que aquela inquietação inicial sobre os motivos das proposições de Schleiden e Schwann serem apresentadas daquela forma nos livros didáticos deixa de existir e dá lugar a outras, mais ousadas, que requerem mais estudos, outros caminhos, que serão trilhados tendo em vista a cooperação com a qualidade da educação em ciências/biologia.

## REFERÊNCIAS

ACEVEDO, Jose Antonio; VÁZQUEZ, Ángel; MARTÍN, Mariano; OLIVA, José María, ACEVEDO, Pilar; PAIXÃO, María Fátima; MANASSERO, María Antonia. Naturaleza de la ciencia y educación científica para la participación ciudadana. Una revisión crítica. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, v. 2, n. 2, p. 121-140, 2005.

ADÚRIZ-BRAVO, Agustín; IZQUIERDO, Mercè; ESTANY, Anna. Una propuesta para estructurar la enseñanza de la filosofía de la ciencia para el profesorado de ciencias en formación. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 20, n. 3, p. 465-476, 2002.

ALLCHIN, Douglas. Pseudohistory and pseudoscience. **Science & Education**, v. 13, p. 179-195, 2004.

ARAPIRACA, José Oliveira. **A USAID e a educação brasileira: um estudo a partir de uma abordagem crítica do capital humano**. Rio de Janeiro: Instituto de Estudos Avançados em Educação / Fundação Getúlio Vargas, 1979, 273p. Dissertação (Mestrado) - Departamento de filosofia de educação, Rio de Janeiro, 1979.

ARAÚJO-JORGE, Tania C. de. **Evolução do conceito de célula: lições da história da ciência**. In: ESTEVES, Francisco (Org.). *Grandes temas em biologia*. Rio de Janeiro: Fundação CECIERJ, 2010. p. 23-52.

BAKER, John Randal. The cell- theory: a restatement, history, and critique. Part I. **Quartely Journal of Microscopical Science**. v. 89, p. 103-125, Third Series, n. 1, 1948.

BAKER, John Randal. The cell- theory: a restatement, history, and critique. Part II. **Quartely Journal of Microscopical Science**. v. 90, p. 87-108, march, 1949.

BAKER, John Randal. The cell- theory: a restatement, history, and critique. Part III. The cell as a morphological unit. **Quartely Journal of Microscopical Science**. v. 93, p. 157-190, june, 1952.



BARRA, Vilma Marcassa; LORENZ, Karl Michael. Produção de materiais didáticos de ciências no Brasil, período: 1950 a 1980. **Ciência e Cultura**, v. 38, n. 12, p. 1970-1983, 1986.

BASTOS FILHO, Jenner Barretto. **O que é uma teoria científica?** uma breve provocação sobre um tema complexo. 2. ed. Alagoas: Edufal, 1998.

BATISTA, Antônio Augusto Gomes. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Recomendações para uma política pública de livros didáticos**. Brasília: Ministério da Educação, 2001.

BATISTA, Rosana Paulo. **História da ciência:** investigação do tema em livros didáticos do ensino fundamental. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2007, 137p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós- Graduação em Educação Científica e Tecnológica. Florianópolis, 2007.

BATISTETI, Caroline Belotto; ARAÚJO, Eliane Sandra Nabuco de; CALUZZI, João José. As estruturas celulares: o estudo histórico do núcleo e sua contribuição para o ensino de biologia. **Filosofia e história da biologia**, v. 4, p. 17-42, 2009.

BELTRAN, Maria Helena Roxo; SAITO, Fumikazu; TRINDADE, Lais dos Santos Pinto. **História da ciência para a formação de professores**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014.

BEZERRA, Elizama Carneiro Machado. 2012. **A geração espontânea nos livros didáticos:** análise crítica na perspectiva da História da Ciência. São Paulo: Universidade Presbiteriana Mackenzie, 2012, 58p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação do Curso de Ciências Biológicas) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, São Paulo, 2012.

BIOLOGICAL SCIENCES CURRICULUM STUDY. **Biologia:** parte II. São Paulo: Edart, 1983.

BIZZO, Nelio Marco Vincenzo. História da ciência e ensino: onde terminam os paralelos possíveis? **Em aberto**, Brasília, v. 11, n. 55, p. 28-35, jul./set. 1992.

BOMÉNY, Helena Maria Bousquet. O livro didático no contexto da política educacional. In: OLIVEIRA, João Batista Araújo *et al.* **A política do livro didático**. São Paulo, Summus, 1984.

BRAGA, Marco; GUERRA, Andreia; REIS, José Claudio. **Breve história da ciência moderna**. 2. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 2006a. v. 3.

BRAGA, Marco; GUERRA, Andreia; REIS, José Claudio. **Breve história da ciência moderna**. 2. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 2006b. v. 4.

BRANT, Fernanda Arruda Caldeira. **Paradigma versus léxico**: uma análise da trajetória de Kuhn em busca de um padrão de desenvolvimento científico. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2008, 108p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em História da Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas, Minas Gerais, 2008.

CARMO, Viviane Arruda do. **Episódios da história da Biologia e o ensino da Ciência**: as contribuições de Alfred Russel Wallace. São Paulo: Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 2011, 199p. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Educação, São Paulo, 2011.

BRASIL. Decreto – Lei n. 93, de 21 de dezembro de 1937. Cria o Instituto Nacional do Livro. **Diário Oficial [da] União**, Rio de Janeiro, RJ, 27 dez. 1937. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/declei/1930-1939/decreto-lei-93-21-dezembro-1937-350842-publicacaooriginal-1-pe.html>>. Acesso em 20/03/2014.

BRASIL. Decreto – Lei n. 1.006, de 30 de dezembro de 1938. Estabelece as condições de produção, importação e utilização do livro didático. **Diário Oficial [da] União**, Rio de Janeiro, RJ, 05 jan. 1939. Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/declei/1930-1939/decreto-lei-1006-30-dezembro-1938-350741-publicacaooriginal-1-pe.html>>. Acesso em: 21/03/2014.

BRASIL. Decreto – Lei n. 1.177, de 29 de Março de 1939. Dispõe sobre o funcionamento da Comissão Nacional do Livro Didático no ano de 1939. **Diário Oficial [da] União**, Rio de Janeiro, RJ, 31 mar. 1939. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/declei/1930-1939/decreto-lei-1177-29-marco-1939-349194-publicacaooriginal-1-pe.html>>. Acesso em: 21/03/2014.

BRASIL. Decreto – Lei n. nº 8.460, de 26 de Dezembro de 1945. Consolida a legislação sobre as condições de produção, importação e utilização do livro didático. **Diário Oficial [da] União**, Rio de Janeiro, RJ, 28 dez. 1945. Disponível em:

<<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/declei/1940-1949/decreto-lei-8460-26-dezembro-1945-416379-publicacaooriginal-1-pe.html>>. Acesso em: 04/04/2014.

BRASIL. Lei n. 7.091, de 18 de abril de 1983. Altera a denominação da Fundação Nacional de Material Escolar, a que se refere a Lei n. 5.327, de 2 de outubro de 1967, amplia suas finalidades e dá outras providências. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, DF, 19 abr. 1983. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1980-1987/lei-7091-18-abril-1983-356755-publicacaooriginal-1-pl.html>>. Acesso em: 04/01/2014.

BRASIL. Decreto – Lei n. 91.542, de 19 de agosto de 1985. Institui o Programa Nacional do Livro Didático, dispõe sobre sua execução e dá outras providências. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, DF, 20 ago. 1985. Disponível em:

<<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1980-1987/decreto-91542-19-agosto-1985-441959-publicacaooriginal-1-pe.html>>. Acesso em: 19/03/2014.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Fundação de Assistência ao Estudante. Programa Nacional do Livro Didático. **Definição de critérios para avaliação dos livros didáticos: 1ª a 4ª séries do primeiro grau**. Brasília, DF: Fundação de Assistência ao Estudante, UNESCO, 1994.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica (SEB). Departamento de Políticas de Ensino Médio. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio: Parte III – Ciências da Natureza**. Brasília: MEC/ Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 1999.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação (CNE)/ Câmara de Educação Superior (CES). **Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Ciências Biológicas**. Parecer CNE/CES n. 1.301/2001.

BRASIL. Ministério da Educação. **PCN+, Ensino Médio, Orientações Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília, Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 2002.

BRASIL. Resolução n. 38 de 15 de outubro de 2003. Institui o PNLEM. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, DF, 23 out. 2003. Disponível em: <<http://www.fnde.gov.br/fnde/legislacao/resolucoes/item/4256-resolucao-cd-fnde-nº-38,-de-15-de-outubro-de-2003>>. Acesso em: 13/03/2014.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. **Catálogo do Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio**: PNLEM/2007: Biologia. Brasília: MEC/SEB, 2006.

BRASIL. Academia Brasileira de Ciências. **O ensino de Ciências e a educação básica**: propostas para superar a crise. Rio de Janeiro, 2007.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. **Catálogo do Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio**: PNLEM/2009: Biologia. Brasília: MEC/SEB, 2008.

BRASIL. Resolução n. 002 de 03 de abril de 2007. Altera o cronograma de atendimento do Programa Nacional do Livro Didático para o ensino médio. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, DF, 27 jan. 2010. Disponível em:  
<[http://portal.mec.gov.br/arquivos/Bk\\_pde/livros.html](http://portal.mec.gov.br/arquivos/Bk_pde/livros.html) > Acesso em: 14/03/2014.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Guia de livros didáticos**: PNLD 2012 - Apresentação. Brasília: MEC/SEB, 2011a.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Guia de livros didáticos**: PNLD 2012 - Biologia. Brasília: MEC/SEB, 2011b.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Guias do Programa Nacional do Livro Didático**. Disponível em:  
<[http://portal.mec.gov.br/index.php?Itemid=859&id=12637%3Aguias-do-programa-nacional-do-livro-didatico&option=com\\_content](http://portal.mec.gov.br/index.php?Itemid=859&id=12637%3Aguias-do-programa-nacional-do-livro-didatico&option=com_content)>. Brasília: MEC/SEB, 2014a. Acesso em: 20/03/2014.

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, 2014b. Acesso em: 30/08/2014.

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.

CAMPOS, Carlos; CACHAPUZ, António. Imagens de ciência em manuais de química portugueses. **Química Nova**, v. 6, p. 23-29, 1997.

CANGUILHEM, Georges. **O conhecimento da vida**. Tradução de Vera Lucia Avellar Ribeiro. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2012.

CAPRA, Fritjof. **A teia da vida: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos**. São Paulo: Cultrix, 1997.

CARMO, Viviane Arruda do. **Episódios da história da Biologia e o ensino da Ciência: as contribuições de Alfred Russel Wallace**. São Paulo: Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 2011, 199p. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Educação, São Paulo, 2011.

CARNAP, Rudolf. A superação da metafísica pela análise lógica da linguagem. Tradução de William Steinle. **Cognitio**, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 293-309, jul./dez. 2009.

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.

CASSAB, Mariana. A problemática da seleção do livro didático de ciências: por que discutir a linguagem do livro-didático? In: MARTINS, Isabel; GOUVÊA, Guaracira; VILANOVA, Rita (Eds.). **O livro didático de Ciências: contextos de exigência, critérios de seleção, práticas de leitura e uso em sala de aula**. Rio de Janeiro: [s.n.], 2012, p. 31-43.

CAURIO, Michel Soares. **O livro didático de biologia e a temática citologia**. Rio Grande: Universidade Federal do Rio Grande, 2011, 50p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós Graduação em Educação em Ciências, Rio Grande, 2011.

CHALMERS, Alan. **O que é ciência afinal?** São Paulo: Brasiliense, 1993.

CONDÉ, Mauro. **Da historicidade da ciência e suas implicações para a epistemologia (Natureza, Sociedade e Linguagem)**. Palestra proferida na Escola Paranaense de História e Filosofia da Ciência. Curitiba – PR, de 19 a 22 de agosto de 2013.

DE SOUZA, Maria Cristina dos Santos. A Naturphilosophie como concepção de mundo do romantismo alemão. **AISTHE**, n. 5, p. 31-47, 2010.

DELIZOICOV, Nadir Castilho. Ensino do sistema sanguíneo humano: a dimensão histórico-epistemológica. In: SILVA, Cibele Celestino (Org.). **Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino**. São Paulo: Livraria da Física, 2006. p. 265-286.

DI MARE, Rocco Alfredo. **A concepção da teoria evolutiva desde os gregos: idéias, controvérsias e filosofias**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2002.

EFLIN, Juli T.; GLENNAN, Stuart; REISCH, George. The nature of science: a perspective from the philosophy of science. **Journal of research in science the teaching**, v. 36, n. 1, p. 107-116, 1999.

EL-HANI, Charbel Niño. Notas sobre o ensino de história e filosofia da ciência na educação científica de nível superior. In: SILVA, Cibele Celestino (Org.). **Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino**. São Paulo: Livraria da Física, 2006. p. 3-21.

EL-HANI, Charbel Niño; ROQUE, Nádia; ROCHA, Pedro Luís Bernardo da. Livros didáticos de biologia do ensino médio: resultados do PNLEM/2007. **Educação em Revista**, Belo Horizonte, v. 27, n. 1, p. 211-240, abr. 2011.

FERNÁNDEZ, Isabel; GIL-PÉREZ, Daniel; CARRASCOSA, Jaime; CACHAPUZ, António, PRAIA, João. Visiones deformadas de la ciência transmitidas por la enseñanza. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 20, n. 3, p. 477-488, 2002.

FERNANDES, Maria Angélica Moreira; PORTO, Paulo Alves. Investigando a presença da história da ciência em livros didáticos de química geral para o ensino superior. **Química Nova**, v. 35, n. 2, p. 420-429, 2012.

FERRAZ, Daniela Frigo; OLIVEIRA, Juliana Moreira P. de. As concepções de professores de ciências e biologia sobre a natureza da ciência e sua relação com a orientação didática desses profissionais. **Revista Varia Scientia**, v. 6, n. 12, p. 85-106, 2006.

FERREIRA, Francisco Rômulo Monte. **A teoria neuronal de Santiago Ramón Y Cajal**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2013, 450p. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Psicologia, São Paulo, 2013.

FERREIRA, Márcia Serra; SELLES, Sandra Escovedo. Entrelacamentos históricos das Ciências Biológicas com a disciplina escolar Biologia: investigando a versão azul do BSCS. In: V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2005, Bauru, SP. **Atas do V ENPEC**, Bauru, SP: ABRAPEC, 2005.

FEYERABEND, Paul. **Contra o método**. Tradução de Octanny S. da Mota e Leonidas Hegenberg. Rio de Janeiro: F. Alves, 1977.

FORATO, Thaís Cyrino de Mello. **A natureza da ciência como saber escolar**: um estudo de caso a partir da história da luz. São Paulo: Faculdade de Educação do Estado de São Paulo, 2009, v. 1, 204p. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Educação, São Paulo, 2009.

FORATO, Thaís Cyrino de Mello; PIETROCOLA, Maurício; MARTINS, Roberto de Andrade. Historiografia e natureza da ciência na sala de aula. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 28, n. 1, p. 27-59, abr. 2011.

FORATO, Thaís Cyrino de Mello; MARTINS, Roberto de Andrade; PIETROCOLA, Maurício. Enfrentando obstáculos na transposição didática da história da ciência para a sala de aula. In: PEDUZZI, Luiz Orlando de Quadro; MARTINS, André Ferrer Pinto; FERREIRA, Juliana Mesquita Hidalgo (Orgs.). **Temas de história e filosofia da ciência no ensino**, Natal: EDUFRN, 2012. p. 123-154.

FOUREZ, G. Crise no Ensino de Ciências? **Investigações em Ensino de Ciências** – v. 8, n. 2, p. 109-123, 2003.

FREIRE JUNIOR, Olival. Sobre as “As raízes sociais e econômicas dos ‘Principia’ de Newton”. **Revista da SBHC**, n. 9, p. 51-64, 1993.

FREIRE-MAIA, Newton. **A ciência por dentro**. 5. ed. Rio de Janeiro: Vozes, 1998.  
FREITAG, Barbara. **O livro didático em questão**. São Paulo: Cortez, 1997.

FREITAG, Barbara; MOTTA, Valeria Rodrigues; COSTA, Wanderly Ferreira. **O estado da arte do livro didático no Brasil**. Brasília: REDUC, 1987.

GHINS, Michel. **Uma introdução à metafísica da natureza**: representação, realismo e leis científicas. Curitiba: Editora UFPR, 2013.

GIL-PÉREZ, Daniel *et al.* Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

HENRIQUE, Alexandre Bagdonas; ZANETIC, João, GURGEL, Ivã. Críticas à visão consensual da natureza da ciência e a ausência de controvérsias na educação científica: o que é ciência, afinal? **XIV Encontro Nacional de Pesquisas em Educação em Ciências**, Maresias, 2012.

HESSEN, Boris. The social and economic roots of the scientific revolution. In: FREUDENTHAL, Gideon; MCLAUGHLIN, Peter (Eds.). **Boston Studies in the Philosophy of Science 278**, Berlim: Springer, 2009. p. 41-101.

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.

HÖFLING, Eloísa de Mattos. A trajetória do Programa Nacional do Livro Didático do Ministério da Educação no Brasil. In: FRACALANZA, Hilário e MEGID NETO, Jorge. **O livro didático de ciências no Brasil**. Campinas: Komedi, 2006.

HOOKE, Robert. **Micrographia**: or some physiological descriptions of minute bodies made by magnifying glasses with observations and inquiries thereupon. London: J. Martyn and J. Allestry, 1665.

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

KUHN, Thomas. S. **A Estrutura das revoluções científicas**. São Paulo: Perspectiva, 2011.

KUPSKE, Carine; BULLING, Neila Feijó; HERMEL, Erica do Espírito Santo; GÜLLICH, Roque Ismael da Costa. As atividades pedagógicas de Biologia Celular e Histologia no contexto do livro didático de Ciências. **Seminário em Pesquisa em Educação da Região Sul**. 2012. p. 1-12. Disponível em: <  
<http://www.ucs.br/etc/conferencias/index.php/anpedsul/9anpedsul/paper/viewFile/1763/288>>. Acesso em: 03/07/2013.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.



LAKATOS, Imre. **Historia de la ciencia y sus reconstrucciones racionales**. Tradução de Diego Ribes Nicolás. Editorial Tecnos: Espanha, 1987. p. 11-43.

LEÃO, Flávia de Barros Ferreira; MEGID NETO, Jorge. Avaliações oficiais sobre o livro didático de ciências. In: FRACALANZA, Hilário; MEGID NETO, Jorge. **O livro didático de ciências no Brasil**. Campinas: Komedi, 2006.

LEDERMAN, Norman. G. Research on nature of science: Reflections on the past, anticipations of the future. **Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching**, v. 7, n. 1, 2006. Disponível em:

<[http://www.ied.edu.hk/apfslt/v7\\_issue1/foreword/foreword2.htm#two](http://www.ied.edu.hk/apfslt/v7_issue1/foreword/foreword2.htm#two)>. Acesso em: 05/08/2013.

LORENZANO, Pablo. Leis e teorias em Biologia. In: ABRANTES, Paulo Cesar Coelho. **Filosofia da Biologia**. Porto Alegre: Artmed, 2011. p. 53-82.

LÜDCKE, Menga; ANDRÉ, Marli. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MARTÍNEZ, Sérgio Fernando. Reduccionismo em Biologia: uma tomografia da relação biologia-sociedade. In: ABRANTES, Paulo Cesar Coelho. **Filosofia da Biologia**. Porto Alegre: Artmed, 2011. p. 37-52.

MARTINS, André Ferrer Pinto. História e filosofia da ciência no ensino: há muitas pedras nesse caminho. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 24, n. 1, p. 112-131, abr. 2007.

MARTINS, Isabel. Analisando livros didáticos na perspectiva dos estudos do discurso: compartilhando reflexões e sugerindo uma agenda para a pesquisa. In: MARTINS, Isabel; GOUVÊA, Guaracira; VILANOVA, Rita (Eds.). **O livro didático de ciências: contextos de exigência, critérios de seleção, práticas de leitura e uso em sala de aula**, Rio de Janeiro: [s.n.], 2012. p. 11- 30.

MARTINS, Lilian Al- Chueyr Pereira. A história da ciência e o ensino da biologia. **Ciência & Ensino**, n. 5, p. 18-21, dez. 1998.

MARTINS, Lilian Al- Chueyr Pereira. História da ciência: objetos, métodos e problemas. **Ciência & Educação**, v. 11, n. 2, p. 305-317, 2005.

MARTINS, Lilian Al- Chueyr Pereira; BRITO, Ana Paula O. P. Moraes. A história da ciência e o ensino de genética e evolução no nível médio: um estudo de caso. In: SILVA, Cibele Celestino. (Org.). **Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino**. São Paulo: Livraria da Física, 2006. p. 245- 264.

MARTINS, Roberto de Andrade. Que es el descubrimiento científico de un nuevo fenómeno? In: SOTA, Eduardo; URTUBEY, Luis (eds.). **Epistemología e Historia de la Ciencia. Selección de Trabajos de las IX Jornadas. Facultad de Filosofía y Humanidades**. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba, v. 5, n. 5, p. 281-288, 1999.

MARTINS, Roberto de Andrade. Que tipo de história da ciência esperamos ter nas próximas décadas? **Episteme, Filosofia e História das Ciências em Revista**, v. 10, p. 39-56, 2000.

MARTINS, Roberto de Andrade. Ciência *versus* historiografia: os diferentes níveis discursivos nas obras sobre história da ciência. In: ALFONSO-GOLDFARB, Ana Maria; BELTRAN, Maria Helena Roxo (Orgs.). **Escrevendo a história da ciência: tendências, propostas e discussões historiográficas**. São Paulo: EDUC / Editora Livraria da Física/Fapesp, 2005. p. 115-145.

MARTINS, Roberto de Andrade. Introdução: A história das ciências e seus usos na educação. In: SILVA, Cibele Celestino. (Org.). **Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino**. São Paulo: Livraria da Física, 2006a. p. xvii-xxx.

MARTINS, Roberto de Andrade. A maçã de Newton: história, lendas e tolices. In: SILVA, Cibele Celestino. (Org.). **Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino**. São Paulo: Livraria da Física, 2006b. p. 167-189.

MARTINS, Roberto de Andrade. Robert Hooke e a pesquisa microscópica dos seres vivos. **Filosofia e História da Biologia**, v. 6, n. 1, p. 105-142, 2011.

MATTHEWS, Michael. 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.

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

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

MAYR, Ernst. **Isto é biologia**: a ciência do mundo vivo. São Paulo: Companhia das Letras, 2008.

McCOMAS, Willian; ALMAZROA, Hiya; CLOUGH, Michael. The nature of science in science education: an introduction. **Science & Education**, v. 7, p. 511-532, 1998.  
McCOMAS, Willian. Seeking historical examples to illustrate key aspects of the nature of science. **Science & Education**, v. 17, n. 2-3, p. 249-63, 2008.

MEGID NETO, Jorge. Representações e novas perspectivas do livro didático na área de ciências: o que nos dizem os professores, as pesquisas acadêmicas e os documentos oficiais. **Congresso Brasileiro de Qualidade na Educação. Formação de Professores**. Volume 1. Brasília: MEC/ SEF, 2002.

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

MESSIAS JÚNIOR, Nazário de Souza. Não foi suficiente ver para crer. **Ciência Hoje**, v. 39, p. 58-59, 2006.

MESSIAS JÚNIOR, Nazário de Souza. As origens da teoria celular. **Ciência Hoje**, v. 45, p. 62-63, 2010.

MESSIAS JÚNIOR, Nazário de Souza; SILVA, Luiz Carlos Santana da. Virchow, socialismo e teoria celular. **Ciência Hoje**, v. 47, p. 66-67, 2011.

MORAES, Roque. Análise de conteúdo. **Revista Educação**, Porto Alegre, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999.

MOTTOLA, Nicolau. **O evolucionismo no ensino de biologia**: investigação das teorias de Lamarck e Darwin expostas nos livros didáticos de biologia do Plano Nacional do Livro Didático do Ensino Médio - PNLEM. Rio Claro: Universidade Estadual

Paulista Júlio de Mesquita Filho, 2011, 128p. Dissertação (Mestrado) - Mestrado Acadêmico em Educação, Rio Claro, 2011.

NASCIMENTO, Luciano Feitosa do. **História e natureza da ciência no ensino:** um roteiro para analisar os livros didáticos. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba, 2011, 116p. Dissertação (Mestrado) - Centro de Ciências e Tecnologia, Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática, Campina Grande, 2011.

NÚÑEZ, Isauro Beltrán; RAMALHO, Betânia Leite; SILVA, Ilka Karine P. da; CAMPOS, Ana Paula N. A seleção dos livros didáticos: um saber necessário ao professor. O caso do ensino de ciências. **Revista Iberoamericana de Educación**, p. 1-12, 2003. Disponível em: <http://www.rieoei.org/deloslectores/427Beltran.pdf>. Acesso em: 13/02/2014.

NUNES, Patricia da Silva. **Sucessão ecológica:** análise das concepções de estudantes ingressantes em um curso de biologia por meio da história e transposição deste conceito. Bauru: Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, 2012, 119p. Dissertação (Mestrado) - Mestrado Acadêmico em Educação para a Ciência, Bauru, 2012.

OLIVA, Alberto. A hegemonia da concepção empirista da ciência a partir do Novum Organon de F. Bacon. In: OLIVA, Alberto (Org.). **Epistemologia:** a cientificidade em questão. Campinas: Papyrus, 1990. p. 11-33.

OLIVEIRA, Rilavia Almeida de; SILVA, Ana Paula Bispo da. A História da Ciência no Ensino: diferentes enfoques e seus enfoques no ensino de ciências. **VIII Encontro Nacional de Pesquisas em Educação em Ciências**, 2011. Disponível em: < <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R0227-1.pdf>.>. Acesso em: 20/04/2013.

OSTERMANN, Fernanda. A epistemologia de Kuhn. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 13, n. 3: p.184-196, dez.1996.

PASQUETTI, Mayara Vendramin. **A História da ciência nos livros didáticos de Biologia**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2011. 113p.

PATY, Michel. **A matéria roubada:** a apropriação crítica do objeto da física contemporânea. São Paulo: EDUSP, 1995.

PEDUZZI, Luiz Orlando de Quadro. Sobre a utilização didática da história da ciência. In: PIETROCOLA, Maurício (Org). **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2001. p. 151-170.

PEDUZZI, Luiz Orlando de Quadro; KÖHNLEIN, Janete. Uma discussão sobre a natureza da ciência no ensino médio: um exemplo com a teoria da relatividade restrita. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 22, n. 1, p. 36-70, abr. 2005.

PEDUZZI, Luiz Orlando de Quadro; MARTINS, André; FERREIRA, Juliana (Orgs.). **Temas de História e Filosofia da Ciência e Ensino**. Natal: EDUFRN, 2012.

POPPER, Karl. **A lógica da investigação científica**. São Paulo: Cutrix, 1974.

PORTOCARRERO, Vera. O objeto da história das ciências: conceitos e forças. In: **Reflexão**, Campinas, n. 81, jan./dez., 2002. p. 11-17.

PRAIA, João Felix; CACHAPUZ, António Francisco Carrelhas; GIL-PÉREZ, Daniel. Problema, teoria e observação em ciência: para uma reorientação epistemológica da educação em ciência. **Ciência & Educação**, v. 8, n.1, p.127-145, 2002.

PRESTES, Maria Elice Brzezinski. **Teoria celular: de Hooke a Schwann**. São Paulo: Scipione, 1997.

PRESTES, Maria Elice Brzezinski. Mecanicismo versus vitalismo no aparecimento da teoria celular. In: **Publicação das conferências do I Seminário Avançado de Comunicação e Semiótica: Fundamentos biocognitivos da comunicação**. São Paulo: COS/PUC, 1998. p. 25-29.

PRESTES, Maria Elice Brzezinski; CALDEIRA, Ana Maria. A importância da história da ciência na educação científica. **Filosofia e História da Biologia**, v. 4, p. 1-16, 2009.

PRESTES, Maria Elice Brzezinski; TAVARES, Taysy. Pseudo-história e ensino de ciências: o caso Robert Hooke (1635-1703). **Revista da Biologia**, v. 9. n. 2, p. 35-42, 2012.

PRETTO, Nelson de Luca. **A ciência nos livros didáticos**. Campinas: Editora da Unicamp, 1985.

QUEIRÓS, Wellington Pereira de; BATISTETI, Caroline Belotto; JUSTINA, Lourdes Aparecida Della. Tendências das pesquisas em História e Filosofia da Ciência e Ensino de Ciências: o que o ENPEC e o EPEF nos revelam? **VII Encontro Nacional de Pesquisas em Educação em Ciências**, Florianópolis, 2009. Disponível em: <<http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/vii/enpec/pdfs/1517.pdf>>. Acesso em: 30/07/2013.

QUESADO, Mirna. O papel dos aspectos da natureza da ciência em livros didáticos de ciências: uma análise textual. In: MARTINS, Isabel; GOUVÊA, Guaracira; VILANOVA, Rita (Eds.). **O livro didático de Ciências: contextos de exigência, critérios de seleção, práticas de leitura e uso em sala de aula**. Rio de Janeiro: [s.n.], 2012, p. 91-104.

RONAN, Colin A. **História ilustrada da ciência**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 1987. v. 4.

ROSA, Sandra Regina Gimenez. **História e filosofia da ciência nos livros didáticos de biologia do ensino médio: análise do conteúdo sobre o episódio da transformação bacteriana e a sua relação com a descoberta do DNA como material genético**. Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2008, 108p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Educação em Matemática, Londrina, 2008.

ROSA Sandra Regina Gimenes; SILVA Marcos Rodrigues da. A História da ciência nos livros didáticos de biologia do ensino médio: uma análise do conteúdo sobre o episódio da transformação bacteriana. **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 3, n. 2, p. 59-78, jul. 2010.

SANTOS, Cecília Helena Vechiatto dos. **História e Filosofia da Ciência nos livros didáticos de biologia do ensino médio: análise do conteúdo sobre a origem da vida**. Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2006, 84p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, Londrina, 2006.

SCHEID, Neusa Maria John; FERRARI, Nadir; DELIZOICOV, Demétrio. Concepções sobre a natureza da ciência num curso de ciências biológicas: imagens que dificultam a educação científica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 2, p.157-181, 2007.

SCHEID, Neusa Maria John; PERSICH, Gracieli Dall Ostro; KRAUSE, João Carlos. Concepção de natureza da ciência e a educação científica na formação inicial. **VII Encontro Nacional de Pesquisas em Educação em Ciências**, Florianópolis, 2009. Disponível em: < <http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viiienpec/pdfs/552.pdf>>. Acesso em: 20/08/2014.

SCHIRMER, Saul; SAUERWEIN, Inés. História e filosofia das ciências em periódicos de ensino de 2001 a 2010. In: **VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, Campinas, 2011. Disponível em: <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R0794-1.pdf>. Acesso em: 18/07/2013.

SCHWANN, Theodor; SCHLEIDEN, Matthias Jacob. **Microscopical researches into the accordance in the structure and growth of animals and plants**. London: Printed for the Sydenham Society, 1847.

SILVA, Boniek Venceslau da Cruz. **Controvérsias sobre a natureza da luz**: uma aplicação didática. Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2010, 180p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática, Natal, 2010.

SILVA, Cibele Celestino; MARTINS, Roberto de Andrade. A teoria das cores de newton: um exemplo do uso da história da ciência em sala de aula. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 1, p. 53-65, 2003.

SILVA, Cibele Celestino. Prefácio. In: SILVA, Cibele Celestino. (Org.). **Estudos de história e filosofia das ciências**: subsídios para aplicação no ensino. São Paulo: Livraria da Física, 2006. p. ix-x.

SLONGO, Iône Inês Pinsson. **História da ciência e ensino**: contribuições para a formação do professor de biologia. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1996, 137p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Educação, Florianópolis, 1996.

SOUSA, Grasielle Pereira *et al.* Análise da teoria da evolução em livros didáticos de Biologia do ensino médio. **V Colóquio Internacional Educação e Contemporaneidade**, São Cristóvão, set. 2011 p. 1-15. Disponível em: <<http://www.educonufs.com.br/vcoloquio/cdcoloquio/cdroom/eixo%206/PDF/Microsoft%20Word%20%20AN%20C1LISE%20DA%20TEORIA%20DA%20EVOLU%20C7%20C3O%20E%20M%20LIVROS%20DID%20C1TICOS.pdf>>. Acesso em: 03/07/2013.

TEIXEIRA FILHA, Aguinalda Alves. **As sequências de conteúdos em aulas de Biologia: o uso do livro didático**. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 97 p. Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências). Departamento de Educação, Recife, 2007.

TEULÓN, Augustín. La teoría celular, paradigma de la biología del siglo XIX. **Acta Hispanica ad Medicinae Scientiarumque Historiam Illustrandam**, v. 2, p. 241-262, 1982.

TRINDADE, Diamantino Fernandes. A interface ciência e educação e o papel da história da ciência para a compreensão do significado dos saberes escolares. **Revista Iberoamericana de Educación**, n. 47, p.1-7, 2008.

TURIN, Jussara. **Livro didático de química – PNLD/2012** : fatores que influenciariam a escolha dos livros pelos professores da educação básica. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2013, 190p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e em Matemática, Curitiba, 2013.

VASCONCELOS, Simão Dias; SOUTO, Emanuel. O livro didático de ciências no ensino fundamental: proposta de critérios para análise do conteúdo zoológico. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 1, p. 93-104, 2003.

VIDEIRA, Antonio Augusto Passos. Breves considerações sobre a natureza do método científico. In: SILVA, Cibele Celestino (Org.). **Estudos de história e filosofia das ciências**: subsídios para aplicação no ensino. São Paulo: Livraria da Física, 2006. p. 23-40.

VILLANI, Alberto. Filosofia da ciência e ensino de ciência: uma analogia. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 2, p. 169-181, 2001.



## APÊNDICES

- APÊNDICE 1 - FREQUÊNCIA EM QUANTIDADE E PORCENTAGEM DE CADA LIVRO DO PNLD/2012-BIOLOGIA EM CADA CATEGORIA, REFERENTE ÀS VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA..... 276
- APÊNDICE 2 - FREQUÊNCIA EM QUANTIDADE E PORCENTAGEM DE CADA LIVRO DO PNLD/2012-BIOLOGIA EM CADA CATEGORIA, REFERENTE AO ENFRENTAMENTO DAS VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA..... 280
- APÊNDICE 3 - FREQUÊNCIA EM QUANTIDADE E PORCENTAGEM DE CADA LIVRO UNIVERSITÁRIO EM CADA CATEGORIA, REFERENTE ÀS VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA..... 284
- APÊNDICE 4 - FREQUÊNCIA EM QUANTIDADE E PORCENTAGEM DE CADA LIVRO UNIVERSITÁRIO EM CADA CATEGORIA, REFERENTE AO ENFRENTAMENTO DAS VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA..... 286
- APÊNDICE 5 - QUADRO-RESUMO DA FREQUÊNCIA EM QUANTIDADE E PORCENTAGEM DE CADA LIVRO DO PNLD/2012-BIOLOGIA EM CADA CATEGORIA, REFERENTE ÀS VISÕES DEFORMADAS E AO ENFRENTAMENTO DE VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA.....288
- APÊNDICE 6 - QUADRO-RESUMO DA FREQUÊNCIA EM QUANTIDADE E PORCENTAGEM DE CADA LIVRO UNIVERSITÁRIO EM CADA CATEGORIA, REFERENTE ÀS VISÕES DEFORMADAS E AO ENFRENTAMENTO DE VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA.....290

APÊNDICE 1- FREQUÊNCIA EM QUANTIDADE E PORCENTAGEM DE CADA LIVRO DO PNLD/2012-BIOLOGIA EM CADA CATEGORIA, REFERENTE ÀS VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA.

CATEGORIAS	LD1	
	nº de UA	% de UA
Observação/descrição neutra e em busca da descoberta científica.	3	42,8%
Ciência como atividade individual.	2	28,6%
Conhecimento científico verdadeiro e definitivo.	1	14,3%
Relato histórico centrado no presente (whiggismo).	1	14,3%
Fragmentação e/ou simplificação do conhecimento.	0	0%
Ciência não influenciada por fatores externos.	0	0%
Método científico clássico.	0	0%
Linearidade da ciência.	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>7</b>	<b>100%</b>

QUADRO A: FREQUÊNCIA EM QUANTIDADE E PORCENTAGEM DAS UAS DE LD1 EM CADA CATEGORIA, REFERENTE ÀS VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA.  
FONTE: A AUTORA.

CATEGORIAS	LD2	
	nº de UA	% de UA
Relato histórico centrado no presente (whiggismo).	4	50%
Observação/descrição neutra e em busca da descoberta científica.	2	25%
Ciência como atividade individual.	1	12,5%
Método científico clássico.	1	12,5%
Conhecimento científico verdadeiro e definitivo.	0	0%
Fragmentação e/ou simplificação do conhecimento.	0	0%
Ciência não influenciada por fatores externos.	0	0%
Linearidade da ciência.	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>8</b>	<b>100%</b>

QUADRO B: FREQUÊNCIA EM QUANTIDADE E PORCENTAGEM DAS UAS DE LD2 EM CADA CATEGORIA, REFERENTE ÀS VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA.  
FONTE: A AUTORA.

CATEGORIAS	LD3	
	nº de UA	% de UA
Ciência como atividade individual.	4	36,4%
Relato histórico centrado no presente (whiggismo).	4	36,4%
Observação/descrição neutra e em busca da descoberta científica.	1	9,1%
Conhecimento científico verdadeiro e definitivo.	1	9,1%
Linearidade da ciência.	1	9,1%
Fragmentação e/ou simplificação do conhecimento.	0	0%
Ciência não influenciada por fatores externos.	0	0%
Método científico clássico.	0	0%
<b>TOTAL</b>	11	100%

QUADRO C: FREQUÊNCIA EM QUANTIDADE E PORCENTAGEM DAS UAS DE LD3 EM CADA CATEGORIA, REFERENTE ÀS VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA.  
 FONTE: A AUTORA.

CATEGORIAS	LD4	
	nº de UA	% de UA
Ciência como atividade individual.	2	28,6%
Relato histórico centrado no presente (whiggismo).	2	28,6%
Observação/descrição neutra e em busca da descoberta científica.	1	14,3%
Conhecimento científico verdadeiro e definitivo.	1	14,3%
Linearidade da ciência.	1	14,3%
Fragmentação e/ou simplificação do conhecimento.	0	0%
Ciência não influenciada por fatores externos.	0	0%
Método científico clássico.	0	0%
<b>TOTAL</b>	7	100%

QUADRO D: FREQUÊNCIA EM QUANTIDADE E PORCENTAGEM DAS UAS DE LD4 EM CADA CATEGORIA, REFERENTE ÀS VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA.  
 FONTE: A AUTORA.

CATEGORIAS	LD5	
	nº de UA	% de UA
Conhecimento científico verdadeiro e definitivo.	5	27,8%
Observação/descrição neutra e em busca da descoberta científica.	5	27,8%
Ciência como atividade individual.	5	27,8%
Linearidade da ciência.	2	11,1%
Relato histórico centrado no presente (whiggismo).	1	5,5%
Fragmentação e/ou simplificação do conhecimento.	0	0%
Método científico clássico.	0	0%
Ciência não influenciada por fatores externos.	0	0%
<b>TOTAL</b>	18	100%

QUADRO E: FREQUÊNCIA EM QUANTIDADE E PORCENTAGEM DAS UAS DE LD5 EM CADA CATEGORIA, REFERENTE ÀS VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA.  
 FONTE: A AUTORA.

CATEGORIAS	LD6	
	nº de UA	% de UA
Observação/descrição neutra e em busca da descoberta científica.	4	36,4%
Conhecimento científico verdadeiro e definitivo.	3	27,3%
Ciência como atividade individual.	2	18,1%
Linearidade da ciência.	1	9,1%
Relato histórico centrado no presente (whiggismo).	1	9,1%
Fragmentação e/ou simplificação do conhecimento.	0	0%
Ciência não influenciada por fatores externos.	0	0%
Método científico clássico.	0	0%
<b>TOTAL</b>	11	100%

QUADRO F: FREQUÊNCIA EM QUANTIDADE E PORCENTAGEM DAS UAS DE LD6 EM CADA CATEGORIA, REFERENTE ÀS VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA.  
 FONTE: A AUTORA.

CATEGORIAS	LD7	
	nº de UA	% de UA
Observação/descrição neutra e em busca da descoberta científica.	6	50%
Ciência como atividade individual.	2	16,7%
Conhecimento científico verdadeiro e definitivo.	2	16,7%
Método científico clássico.	1	8,3%
Linearidade da ciência.	1	8,3%
Fragmentação e/ou simplificação do conhecimento.	0	0%
Ciência não influenciada por fatores externos.	0	0%
<b>TOTAL</b>	12	100%

QUADRO G: FREQUÊNCIA EM QUANTIDADE E PORCENTAGEM DAS UAS DE LD7 EM CADA CATEGORIA, REFERENTE ÀS VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA.

FONTE: A AUTORA.

CATEGORIAS	LD8	
	nº de UA	% de UA
Observação/descrição neutra e em busca da descoberta científica.	5	41,7%
Relato histórico centrado no presente (whiggismo).	2	16,7%
Ciência como atividade individual.	1	8,3%
Conhecimento científico verdadeiro e definitivo.	1	8,3%
Método científico clássico.	1	8,3%
Linearidade da ciência.	2	16,7%
Fragmentação e/ou simplificação do conhecimento.	0	0%
Ciência não influenciada por fatores externos.	0	0%
<b>TOTAL</b>	12	100%

QUADRO H: FREQUÊNCIA EM QUANTIDADE E PORCENTAGEM DAS UAS DE LD8 EM CADA CATEGORIA, REFERENTE ÀS VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA.

FONTE: A AUTORA.

APÊNDICE 2- FREQUÊNCIA EM QUANTIDADE E PORCENTAGEM DE CADA LIVRO DO PNLD/2012-BIOLOGIA EM CADA CATEGORIA, REFERENTE AO ENFRENTAMENTO DAS VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA.

CATEGORIAS	LD1	
	nº de UA	% de UA
Ciência como atividade coletiva.	3	75%
Caráter histórico e dinâmico da ciência.	1	25%
Unificação do conhecimento científico.	0	0%
Ciência influenciada por fatores externos.	0	0%
Observação influenciada por uma teoria.	0	0%
Pluralismo metodológico.	0	0%
Rupturas e/ou controvérsias científicas.	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>4</b>	<b>100%</b>

QUADRO I – FREQUÊNCIA EM QUANTIDADE E PORCENTAGEM DAS UAS DE LD1 EM CADA CATEGORIA, REFERENTE AO ENFRENTAMENTO DE VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA.  
 FONTE: A AUTORA.

CATEGORIAS	LD2	
	nº de UA	% de UA
Ciência como atividade coletiva.	2	50%
Caráter histórico e dinâmico da ciência.	2	50%
Unificação do conhecimento científico.	0	0%
Ciência influenciada por fatores externos.	0	0%
Observação influenciada por uma teoria.	0	0%
Pluralismo metodológico.	0	0%
Rupturas e/ou controvérsias científicas.	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>4</b>	<b>100%</b>

QUADRO J – FREQUÊNCIA EM QUANTIDADE E PORCENTAGEM DAS UAS DE LD2 EM CADA CATEGORIA, REFERENTE AO ENFRENTAMENTO DE VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA.  
 FONTE: A AUTORA.

CATEGORIAS	LD3	
	nº de UA	% de UA
Ciência como atividade coletiva.	0	%
Caráter histórico e dinâmico da ciência.	0	%
Unificação do conhecimento científico.	0	0%
Ciência influenciada por fatores externos.	0	0%
Observação influenciada por uma teoria.	0	0%
Pluralismo metodológico.	0	0%
Rupturas e/ou controvérsias científicas.	0	0%
<b>TOTAL</b>	0	100%

QUADRO K – FREQUÊNCIA EM QUANTIDADE E PORCENTAGEM DAS UAS DE LD3 EM CADA CATEGORIA, REFERENTE AO ENFRENTAMENTO DE VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA.  
 FONTE: A AUTORA.

CATEGORIAS	LD4	
	nº de UA	% de UA
Caráter histórico e dinâmico da ciência.	0	100%
Ciência como atividade coletiva.	0	0%
Unificação do conhecimento científico.	0	0%
Ciência influenciada por fatores externos.	0	0%
Observação influenciada por uma teoria.	0	0%
Pluralismo metodológico.	0	0%
Rupturas e/ou controvérsias científicas.	0	0%
<b>TOTAL</b>	0	100%

QUADRO L – FREQUÊNCIA EM QUANTIDADE E PORCENTAGEM DAS UAS DE LD4 EM CADA CATEGORIA, REFERENTE AO ENFRENTAMENTO/SUPERAÇÃO DE VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA.  
 FONTE: A AUTORA.

CATEGORIAS	LD5	
	nº de UA	% de UA
Ciência como atividade coletiva.	5	71,4%
Caráter histórico e dinâmico da ciência.	2	28,6%
Unificação do conhecimento científico.	0	0%
Ciência influenciada por fatores externos.	0	0%
Observação influenciada por uma teoria.	0	0%
Pluralismo metodológico.	0	0%
Rupturas e/ou controvérsias científicas.	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>7</b>	<b>100%</b>

QUADRO M – FREQUÊNCIA EM QUANTIDADE E PORCENTAGEM DAS UAS DE LD5 EM CADA CATEGORIA, REFERENTE AO ENFRENTAMENTO DE VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA.  
 FONTE: A AUTORA.

CATEGORIAS	LD6	
	nº de UA	% de UA
Caráter histórico e dinâmico da ciência.	3	60%
Ciência como atividade coletiva.	1	20%
Ciência influenciada por fatores externos.	1	20%
Observação influenciada por uma teoria.	0	0%
Pluralismo metodológico.	0	0%
Rupturas e/ou controvérsias científicas.	0	0%
Unificação do conhecimento científico.	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>5</b>	<b>100%</b>

QUADRO N – FREQUÊNCIA EM QUANTIDADE E PORCENTAGEM DAS UAS DE LD6 EM CADA CATEGORIA, REFERENTE AO ENFRENTAMENTO/SUPERAÇÃO DE VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA.  
 FONTE: A AUTORA.



CATEGORIAS	LD7	
	nº de UA	% de UA
Caráter histórico e dinâmico da ciência.	5	35,7%
Ciência como atividade coletiva.	3	21,4%
Biografia do pesquisador.	3	21,4%
Rupturas e/ou controvérsias científicas.	2	14,3%
Ciência influenciada por fatores externos.	1	7,2%
Observação influenciada por uma teoria.	0	0%
Pluralismo metodológico.	0	0%
Unificação do conhecimento científico.	0	0%
<b>TOTAL</b>	14	100%

QUADRO O – FREQUÊNCIA EM QUANTIDADE E PORCENTAGEM DAS UAS DE LD7 EM CADA CATEGORIA, REFERENTE AO ENFRENTAMENTO DE VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA.  
 FONTE: A AUTORA.

CATEGORIAS	LD8	
	nº de UA	% de UA
Caráter histórico e dinâmico da ciência.	8	57,1%
Ciência como atividade coletiva.	3	21,4%
Biografia do pesquisador.	2	14,3%
Ciência influenciada por fatores externos.	1	7,2%
Observação influenciada por uma teoria.	0	0%
Pluralismo metodológico.	0	0%
Rupturas e/ou controvérsias científicas.	0	0%
Unificação do conhecimento científico.	0	0%
<b>TOTAL</b>	14	100%

QUADRO P – FREQUÊNCIA EM QUANTIDADE E PORCENTAGEM DAS UAS DE LD8 EM CADA CATEGORIA, REFERENTE AO ENFRENTAMENTO/SUPERAÇÃO DE VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA.  
 FONTE: A AUTORA.

APÊNDICE 3 - FREQUÊNCIA EM QUANTIDADE E PORCENTAGEM DE CADA LIVRO UNIVERSITÁRIO EM CADA CATEGORIA, REFERENTE ÀS VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA.

CATEGORIAS	LDI	
	nº de UA	% de UA
Conhecimento científico verdadeiro e definitivo.	2	66,7%
Ciência como atividade individual.	1	33,3%
Observação/descrição neutra e em busca da descoberta científica.	0	0%
Fragmentação e/ou simplificação do conhecimento.	0	0%
Ciência não influenciada por fatores externos.	0	0%
Método científico clássico.	0	0%
Linearidade da ciência.	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>3</b>	<b>100%</b>

QUADRO Q: FREQUÊNCIA EM QUANTIDADE E PORCENTAGEM DAS UAS DE LDI EM CADA CATEGORIA, REFERENTE ÀS VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA.

FONTE: A AUTORA.

CATEGORIAS	LDII	
	nº de UA	% de UA
Observação/descrição neutra e em busca da descoberta científica.	1	25%
Ciência como atividade individual.	1	25%
Conhecimento científico verdadeiro e definitivo.	1	25%
Linearidade da ciência.	1	25%
Método científico clássico.	0	0%
Fragmentação e/ou simplificação do conhecimento.	0	0%
Ciência não influenciada por fatores externos.	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>4</b>	<b>100%</b>

QUADRO R: FREQUÊNCIA EM QUANTIDADE E PORCENTAGEM DAS UAS DE LDII EM CADA CATEGORIA, REFERENTE ÀS VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA.

FONTE: A AUTORA.

CATEGORIAS	LDIII	
	nº de UA	% de UA
Conhecimento científico verdadeiro e definitivo.	2	28,6%
Linearidade da ciência.	2	28,6%
Ciência como atividade individual.	1	14,3%
Método científico clássico.	1	14,3%
Relato histórico centrado no presente (whiggismo).	1	14,3%
Observação/descrição neutra e em busca da descoberta científica.	0	0%
Fragmentação e/ou simplificação do conhecimento.	0	0%
Ciência não influenciada por fatores externos.	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>7</b>	<b>100%</b>

QUADRO S: FREQUÊNCIA EM QUANTIDADE E PORCENTAGEM DAS UAS DE LDIII EM CADA CATEGORIA, REFERENTE ÀS VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA.  
 FONTE: A AUTORA.

APÊNDICE 4 - FREQUÊNCIA EM QUANTIDADE E PORCENTAGEM DE CADA LIVRO UNIVERSITÁRIO EM CADA CATEGORIA, REFERENTE AO ENFRENTAMENTO DAS VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA.

CATEGORIAS	LDI	
	nº de UA	% de UA
Caráter histórico e dinâmico da ciência.	4	44,4%
Ciência como atividade coletiva.	2	22,2%
Unificação do conhecimento científico.	2	22,2%
Ciência influenciada por fatores externos.	1	11,1%
Observação influenciada por uma teoria.	0	0%
Pluralismo metodológico.	0	0%
Rupturas e/ou controvérsias científicas.	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>9</b>	<b>100%</b>

QUADRO T – FREQUÊNCIA EM QUANTIDADE E PORCENTAGEM DAS UAS DE LDI EM CADA CATEGORIA, REFERENTE AO ENFRENTAMENTO DE VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA.  
FONTE: A AUTORA.

CATEGORIAS	LDII	
	nº de UA	% de UA
Ciência como atividade coletiva.	1	100%
Caráter histórico e dinâmico da ciência.	0	0%
Unificação do conhecimento científico.	0	0%
Ciência influenciada por fatores externos.	0	0%
Observação influenciada por uma teoria.	0	0%
Pluralismo metodológico.	0	0%
Rupturas e/ou controvérsias científicas.	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>	<b>100%</b>

QUADRO U – FREQUÊNCIA EM QUANTIDADE E PORCENTAGEM DAS UAS DE LDII EM CADA CATEGORIA, REFERENTE AO ENFRENTAMENTO DE VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA.  
FONTE: A AUTORA.

CATEGORIAS	LDIII	
	nº de UA	% de UA
Ciência como atividade coletiva.	2	66,6%
Rupturas e/ou controvérsias científicas.	1	33,3%
Caráter histórico e dinâmico da ciência.	0	0%
Observação influenciada por uma teoria.	0	0%
Pluralismo metodológico.	0	0%
Ciência influenciada por fatores externos.	0	0%
Unificação do conhecimento científico.	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>3</b>	<b>100%</b>

QUADRO V – FREQUÊNCIA EM QUANTIDADE E PORCENTAGEM DAS UAS DE LDIII EM CADA CATEGORIA, REFERENTE AO ENFRENTAMENTO DE VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA.  
 FONTE: A AUTORA.

APÊNDICE 5 – QUADRO-RESUMO DA FREQUÊNCIA EM QUANTIDADE E PORCENTAGEM DE CADA LIVRO DO PNLD/2012-BIOLOGIA EM CADA CATEGORIA, REFERENTE ÀS VISÕES DEFORMADAS E AO ENFRENTAMENTO DE VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA.

CATEGORIAS	LD1		LD2		LD3		LD4		LD5		LD6		LD7		LD8	
	nº de UA	% de UA	nº de UA	% de UA	nº de UA	% de UA	nº de UA	% de UA	nº de UA	% de UA	nº de UA	% de UA	nº de UA	% de UA	nº de UA	% de UA
Observação/descrição neutra e em busca da descoberta científica.	3	42,8%	2	25%	1	9,1%	1	14,3%	5	27,8%	4	36,4%	6	50%	5	41,7%
Ciência como atividade individual.	2	28,6%	1	12,5%	4	36,4%	2	28,6%	5	27,8%	2	18,1%	2	16,7%	1	8,3%
Conhecimento científico verdadeiro e definitivo.	1	14,3%	0	0%	1	9,1%	1	14,3%	5	27,8%	3	27,3%	2	16,7%	1	8,3%
Linearidade da ciência.	0	0%	0	0%	1	9,1%	1	14,3%	2	11,1%	1	9,1%	1	8,3%	2	16,7%
Fragmentação e/ou simplificação do conhecimento.	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Ciência não influenciada por fatores externos.	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Método científico clássico.	0	0%	1	12,5%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	1	8,3%	1	8,3%
Relato histórico centrado no presente (whiggismo)*.	1	14,3%	4	50%	4	36,4%	2	28,6%	1	5,5%	1	9,1	-	-	2	16,7%
<b>TOTAL</b>	<b>7</b>	<b>100%</b>	<b>8</b>	<b>100%</b>	<b>11</b>	<b>100%</b>	<b>7</b>	<b>100%</b>	<b>18</b>	<b>100%</b>	<b>11</b>	<b>100%</b>	<b>12</b>	<b>100%</b>	<b>12</b>	<b>100%</b>

QUADRO X – FREQUÊNCIA EM QUANTIDADE E PORCENTAGEM DAS UAS DE TODOS OS LIVROS DIDÁTICOS DO PNLD/2012 EM CADA CATEGORIA, REFERENTE AO ENFRENTAMENTO/SUPERAÇÃO DE VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA.

FONTE: A AUTORA.

\* categoria emergente.

CATEGORIAS	LD1		LD2		LD3		LD4		LD5		LD6		LD7		LD8	
	nº de UA	% de UA	nº de UA	% de UA	nº de UA	% de UA	nº de UA	% de UA	nº de UA	% de UA	nº de UA	% de UA	nº de UA	% de UA	nº de UA	% de UA
Ciência como atividade coletiva.	3	75%	2	50%	0	%	0	%	5	71,4%	1	20%	3	21,4%	3	21,4%
Caráter histórico e dinâmico da ciência.	1	25%	2	50%	0	%	0	%	2	28,6%	3	60%	5	35,7%	8	57,1%
Unificação do conhecimento científico.	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	
Ciência influenciada por fatores externos.	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	1	20%	1	7,2%	1	7,2%
Observação influenciada por uma teoria.	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	
Pluralismo metodológico.	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	
Rupturas e/ou controvérsias científicas.	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	2	14,3%	0	
Biografia do pesquisador*.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	21,4%	2	14,3%
<b>TOTAL</b>	4	100%	4	100%	0	100%	0	100%	7	100%	5	100%	14	100%		

QUADRO Z – FREQUÊNCIA EM QUANTIDADE E PORCENTAGEM DAS UAS DE TODOS OS LIVROS DIDÁTICOS DO PNLD/2012, REFERENTE AO ENFRENTAMENTO DE VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA.

FONTE: A AUTORA.

\* categoria emergente.

APÊNDICE 6 - QUADRO-RESUMO DA FREQUÊNCIA EM QUANTIDADE E PORCENTAGEM DE CADA LIVRO UNIVERSITÁRIO EM CADA CATEGORIA, REFERENTE ÀS VISÕES DEFORMADAS E AO ENFRENTAMENTO DE VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA.

CATEGORIAS	LDI		LDII		LDIII	
	nº de UA	% de UA	nº de UA	% de UA	nº de UA	% de UA
Conhecimento científico verdadeiro e definitivo.	2	66,7%	1	25%	2	28,6%
Ciência como atividade individual.	1	33,3%	1	25%	1	14,3%
Observação/descrição neutra e em busca da descoberta científica.	0	0%	1	25%	0	0%
Fragmentação e/ou simplificação do conhecimento.	0	0%	0	0%	0	0%
Ciência não influenciada por fatores externos.	0	0%	0	0%	0	0%
Método científico clássico.	0	0%	0	0%	1	14,3%
Linearidade da ciência.	0	0%	1	25%	2	28,6%
Relato histórico centrado no presente (whiggismo)*.	-	-	-	-	1	14,3%
<b>TOTAL</b>	<b>3</b>	<b>100%</b>	<b>4</b>	<b>100%</b>	<b>7</b>	<b>100%</b>

QUADRO A1: FREQUÊNCIA EM QUANTIDADE E PORCENTAGEM DAS UAS DOS LIVROS UNIVERSITÁRIOS EM CADA CATEGORIA, REFERENTE ÀS VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA.

FONTE: A AUTORA.

\* categoria emergente

CATEGORIAS	LDI		LDII		LDIII	
	nº de UA	% de UA	nº de UA	% de UA	nº de UA	% de UA
Caráter histórico e dinâmico da ciência.	4	44,4%	0	0%	0	0%
Ciência como atividade coletiva.	2	22,2%	1	100%	2	66,6%
Unificação do conhecimento científico.	2	22,2%	0	0%	0	0%
Ciência influenciada por fatores externos.	1	11,1%	0	0%	0	0%
Observação influenciada por uma teoria.	0	0%	0	0%	0	0%
Pluralismo metodológico.	0	0%	0	0%	0	0%
Rupturas e/ou controvérsias científicas.	0	0%	0	0%	1	33,3%
<b>TOTAL</b>	<b>9</b>	<b>100%</b>	<b>1</b>	<b>100%</b>	<b>3</b>	<b>100%</b>

QUADRO B1: FREQUÊNCIA EM QUANTIDADE E PORCENTAGEM DAS UAS DOS LIVROS UNIVERSITÁRIOS EM CADA CATEGORIA, REFERENTE AO ENFRENTAMENTO DE VISÕES DEFORMADAS SOBRE A CIÊNCIA.

FONTE: A AUTORA.